Keramikblech®

Walter E. C. Pritzkow Spezialkeramik



Oxidkeramische Faserverbundwerkstoffe: Anwendungen und Herausforderungen

Walter Pritzkow

Walter E. C. Pritzkow Spezialkeramik
Keramik für technische Anwendungen
Adam-Opel-Straße 6
D-70794 Filderstadt
Tel.: +49 7158 9157090
Fax: +49 7158 9157099
pritzkow-wps@keramikblech.com
www.keramikblech.com
www.linkedin.com/company/keramikblech

DGM Fortbildungsseminar Keramische Verbundwerkstoffe
6,10.-7.10.2026 Universität Bayreuth, CME

Einleitung

- Kann ein Bauteil aus Oxide Ceramic Matrix Composite (OCMC) ein Metallteil ersetzen? - Werkstoffe im Vergleich
- Anwendungsbeispiele und Langzeiteinsatz
- Konstruktive Lösungen für Leichtbau- und Hybridstrukturen



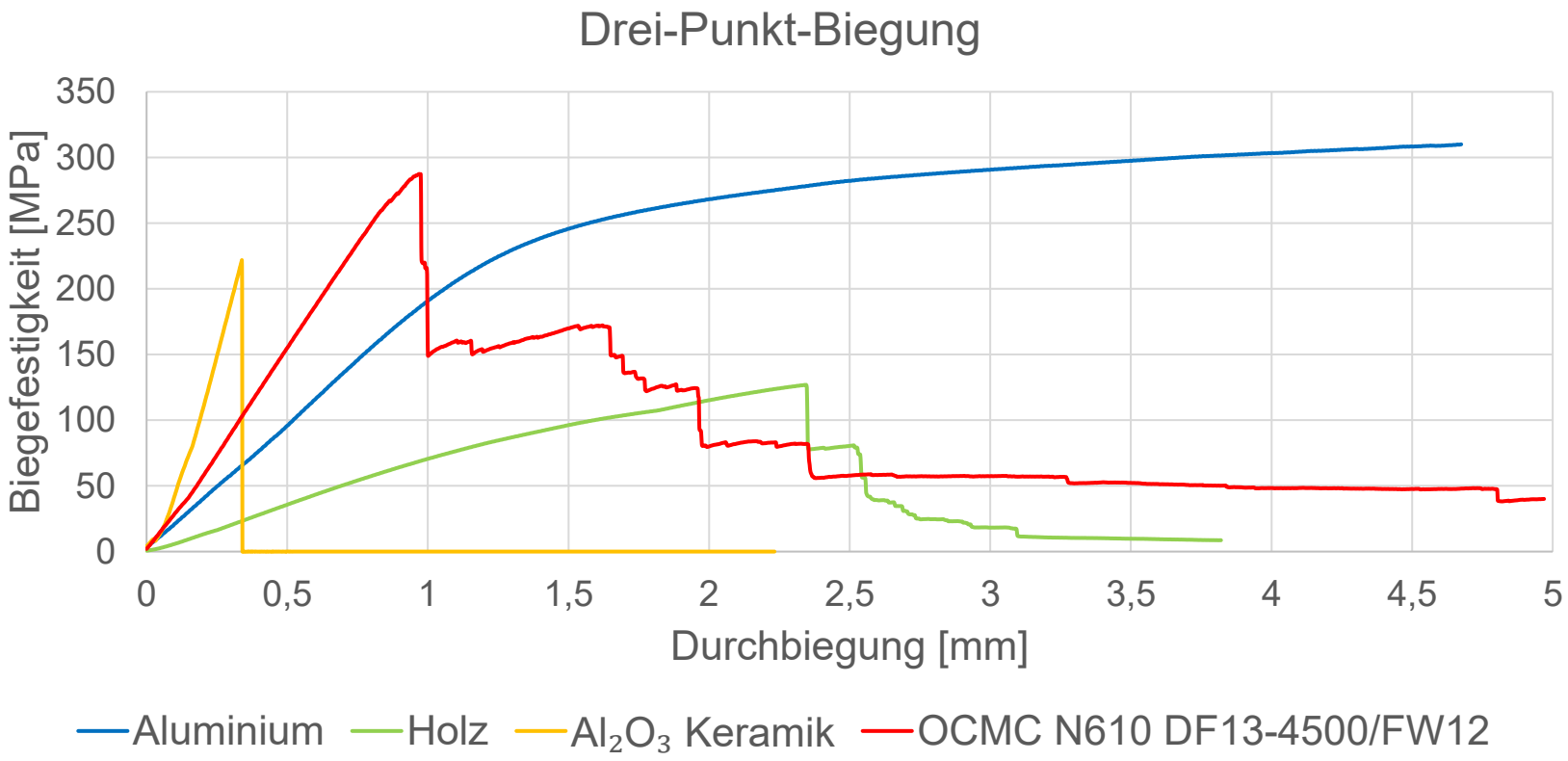


Copyright © 2026 Walter E.C. Pritzkow Spezialkeramik. All Rights Reserved.

	Metall	Keramik	OCMC
Bruchverhalten	Sehr gut, Plastisch verformbar	Schlecht, Sprödbruch	Gut, Faserpullout
Verhalten unter Druckbelastung	Gut, bei dünnen Blechstrukturen ausbeulen/knicken	Gut	Schlecht, ausbeulen, knicken
Schadenstoleranz	Sehr gut	Schlecht, Sprödbruch	Gut
Abriebfestigkeit/ Verschleiß	Gut	Gut	Schlecht
Chemische Beständigkeit	Sehr anwendungsabhängig	Gut	Gut
Gasdichtigkeit	Gut	Gut	Schlecht, da porös

Copyright © 2026 Walter E.C. Pritzkow Spezialkeramik. All Rights Reserved.

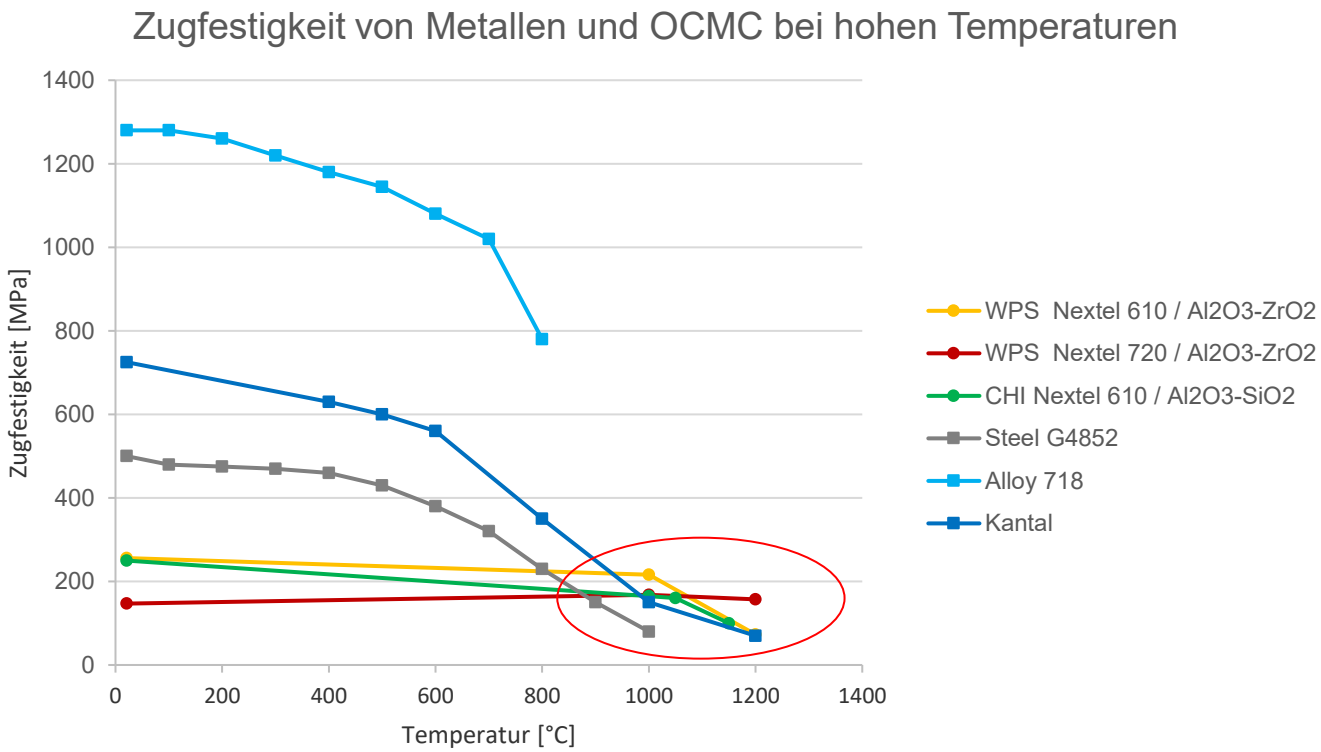
Biegebruchverhalten von OCMC im Verhältnis zu Keramik und Metall



Copyright © 2026 Walter E.C. Pritzkow Spezialkeramik. All Rights Reserved.

Keramikblech®
Walter E. C. Pritzkow Spezialkeramik

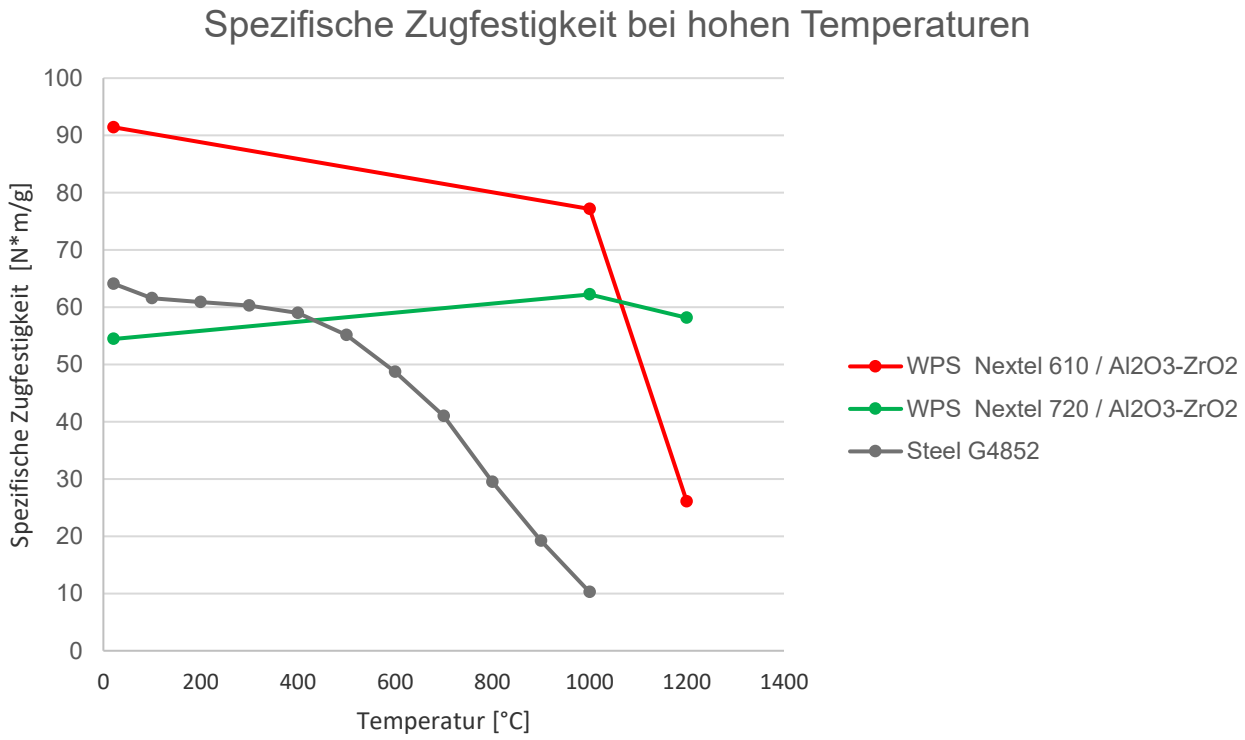
Warum ist ein OCMC eine gute Alternative zu hochtemperaturfesten Metallen



Copyright © 2026 Walter E.C. Pritzkow Spezialkeramik. All Rights Reserved.

Keramikblech®
Walter E. C. Pritzkow Spezialkeramik

Warum ist OCMC generell eine gute Alternative zu Metall



Copyright © 2026 Walter E.C. Pritzkow Spezialkeramik. All Rights Reserved.

Keramikblech®
Walter E. C. Pritzkow Spezialkeramik

Warum sind Bauteile aus OCMC eine gute Alternative zu Metallteilen?



Hochtemperaturkorrosion / verzundern



Verformung durch thermische Gradienten und hohe Wärmedehnung



Rissbildung durch thermische Gradienten und hohe Wärmeausdehnung

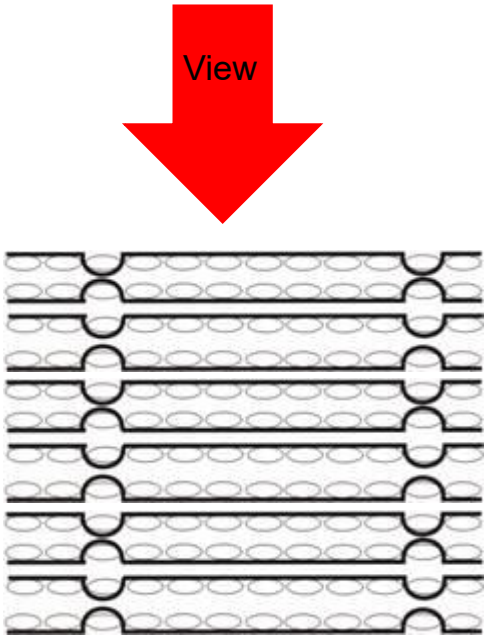


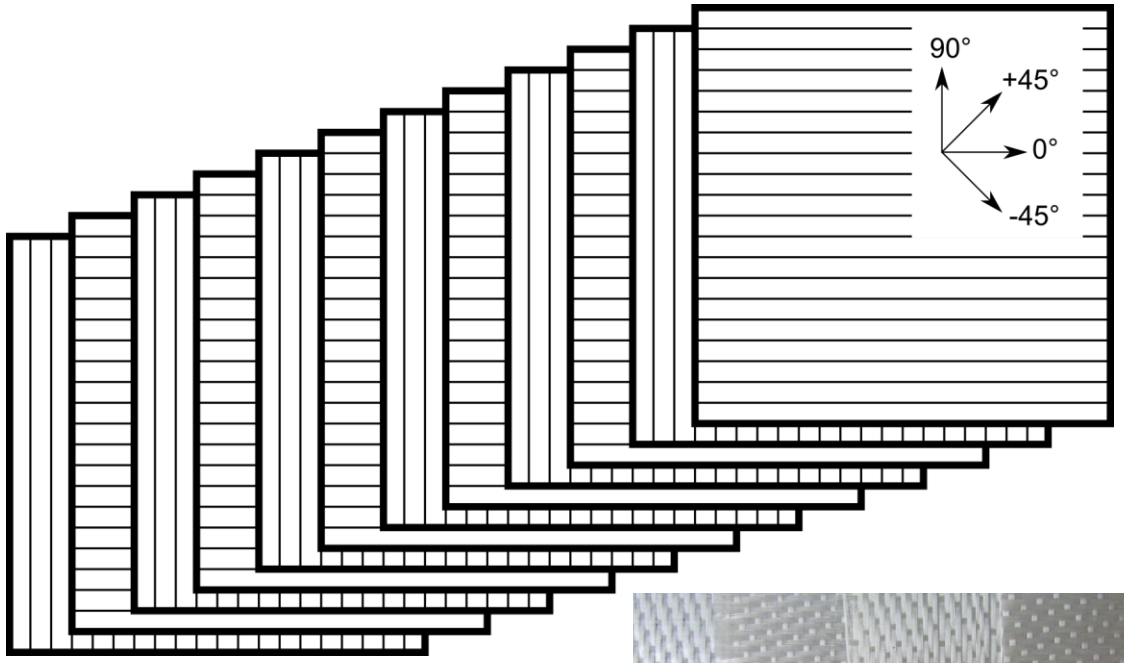
Die Lebensdauer ist meist das 10-fache und mehr von Metallteilen

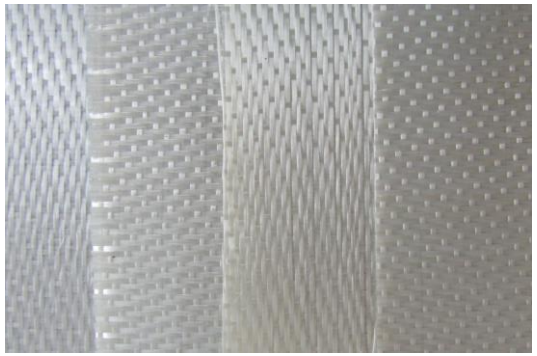
Die niedrigen Wärme-ausdehnungen (nur 50% von Stahl) reduziert die Wärmespannungen in der Struktur

Copyright © 2026 Walter E.C. Pritzkow Spezialkeramik. All Rights Reserved.

Layup von einer anisotropen 12 Lagen Platte

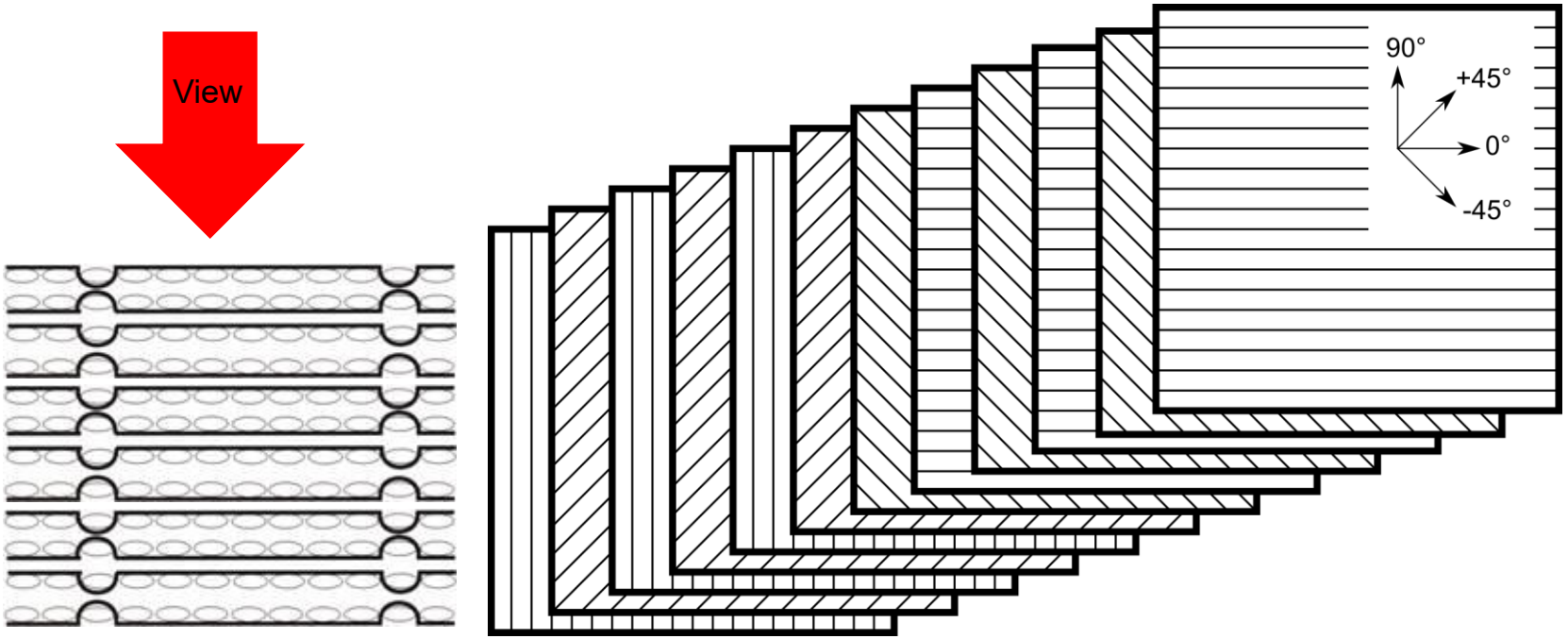






Copyright © 2026 Walter E.C. Pritzkow Spezialkeramik. All Rights Reserved.

Layup von einer isotropen 12 Lagenplatte



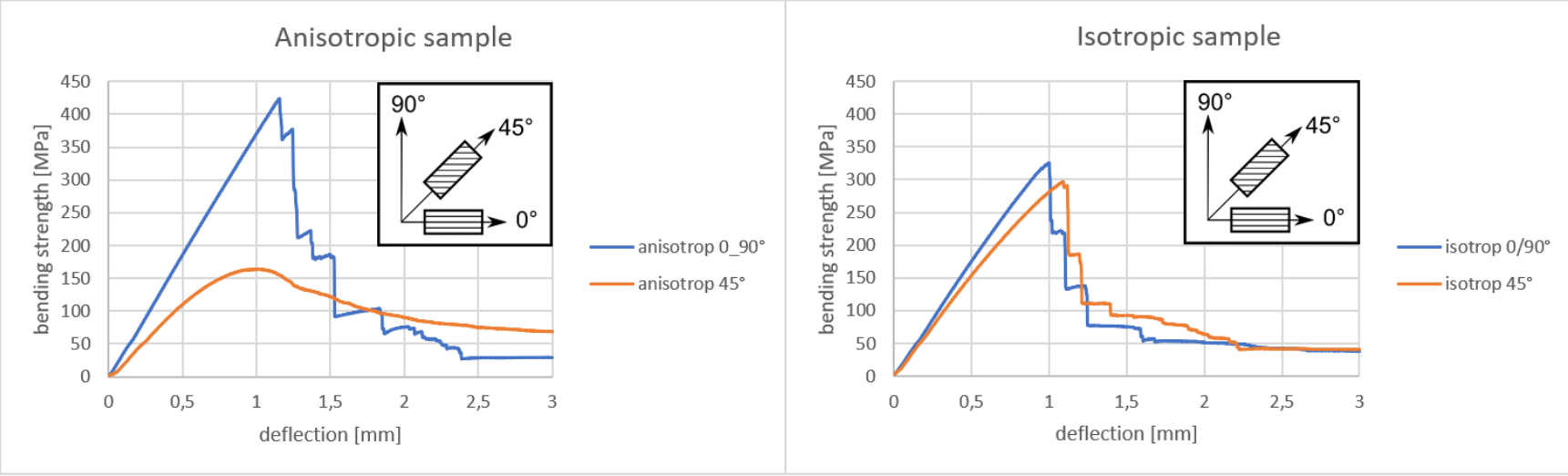


Copyright © 2026 Walter E.C. Pritzkow Spezialkeramik. All Rights Reserved.

Keramikblech®
Walter E. C. Pritzkow Spezialkeramik

3-Punkt-Biegeversuch an oxidkeramischen Faserverbundwerkstoffen mit einem anisotropen und isotropen Lagenaufbau

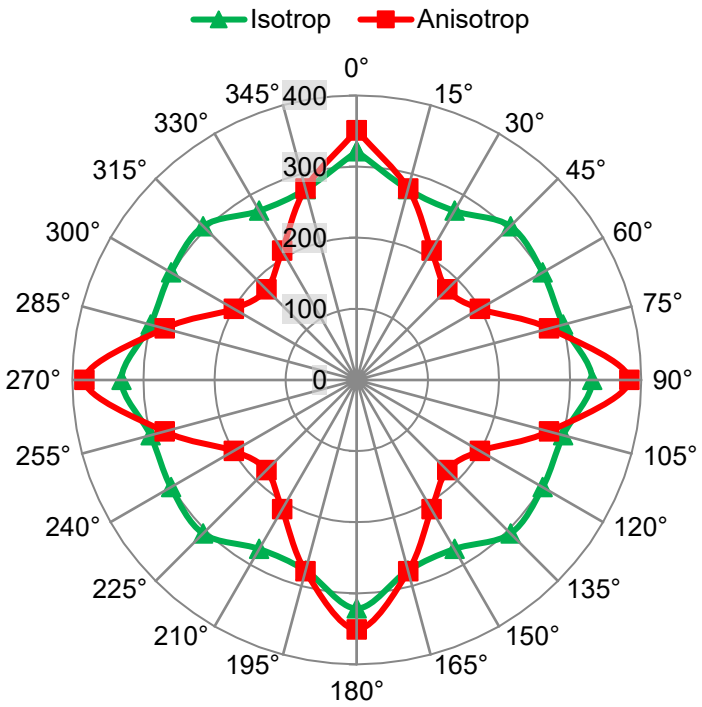
Material: Nextel 610 DF11-1500 / Matrix FW12

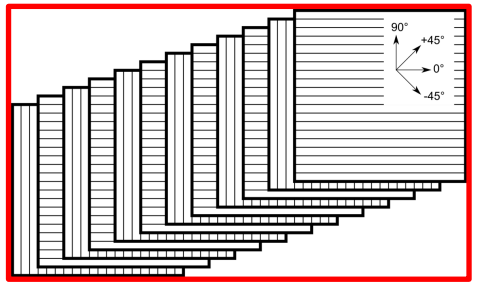


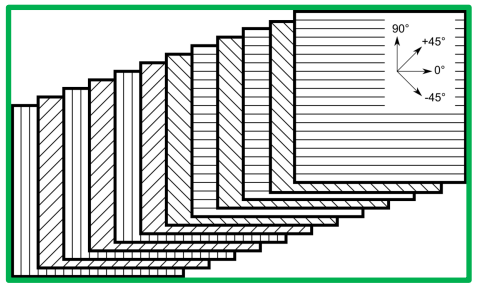
Copyright © 2026 Walter E.C. Pritzkow Spezialkeramik. All Rights Reserved.

Richtungsabhängiger 3 Punkt Biegeversuch an oxidkeramischen Faserverbundwerkstoffen mit einem anisotropen und isotropen Lagenaufbau

Material: Nextel 610 DF11-1500 / Matrix FW12







Copyright © 2026 Walter E.C. Pritzkow Spezialkeramik. All Rights Reserved.

Low cost Materialien für Anwendungen bis 900 ºC

- Basaltfasern oder Spezialglas mit Geopolymere-Matrix
  - Fraunhofer ISC/HTL
  - TU Chemnitz (SLK)
  - Inovaceram
  - Keraguss (nichtbrennbarer Faserverbundwerkstoff NFW)

- Silikatfasern mit Aluminiumsilikat-Matrix
  - Fraunhofer ISC/HTL
  - Isovolta (Prepregs unter dem Namen CERAPREG®)
  - Inovaceram
  - Walter E.C. Pritzkow Spezialkeramik

Copyright © 2026 Walter E.C. Pritzkow Spezialkeramik. All Rights Reserved.

Anwendungsbeispiele für Silikatfaser/ Aluminiumsilikat OCMC



Gießwannen
Größen bis zu 600
x 1100 mm



Gießrinnen
einteilig bis zu 1000 mm
zweiteilig bis zu 2000 mm



Eingießtrichter
Durchmesser 600 mm

Copyright © 2026 Walter E.C. Pritzkow Spezialkeramik. All Rights Reserved.

Keramikblech®
Walter E. C. Pritzkow Spezialkeramik

Warum Gießrinnen aus OCMC?

Lebensdauer:

- Gießrinne aus Stahl ca. 1 Woche
- Gießrinne aus Stahl mit eine Prallplatte im Ausgießbereich aus OCMC ca. 4 Wochen
- Gießrinne von Pyrotek aus RFM (reinforced fiber material) ca. 3 Monate
- Gießrinne aus Nextel noch im Langzeittest



Gießrinne
von Pyrotek



Gießrinne aus Nextel im Einsatz zur Überführung von flüssigem Aluminium vom Schmelztiegel zur Druckgussanlage



Gießrinne aus Nextel
im Teststand

Copyright © 2026 Walter E.C. Pritzkow Spezialkeramik. All Rights Reserved.

Keramikblech®
Walter E. C. Pritzkow Spezialkeramik

Gießrinne aus Nextel basiertem OCMC?



Vorteile einer Gießrinne aus einem Nextel basierten OCMC

- Hohe Festigkeiten, deswegen verbesserte mechanische Eigenschaften im rauen Betrieb der Aluminiumgießerei
- Dünnwandige Bauweise benötigt kein Vorwärmen somit wird schon das erste Bauteil ein Gutteil

Copyright © 2026 Walter E.C. Pritzkow Spezialkeramik. All Rights Reserved.

Keramikblech®
Walter E. C. Pritzkow Spezialkeramik

Warum eine Gießpfanne aus OCMC?



Vorteile einer Gießpfanne aus OCMC

- Kein Vorwärmen wie bei den klassischen Feuerfestprodukten
- ➢ Energieeinsparung und bessere Verfügbarkeit
- Bessere Thermoschockbeständigkeit
- Besseres Isolierverhalten
- ➢ Energieeinsparung
- Reduzierung der Temperatur in der Schmelze möglich
- ➢ Energieeinsparung
- Verbesserung der Produkte



Copyright © 2026 Walter E.C. Pritzkow Spezialkeramik. All Rights Reserved.

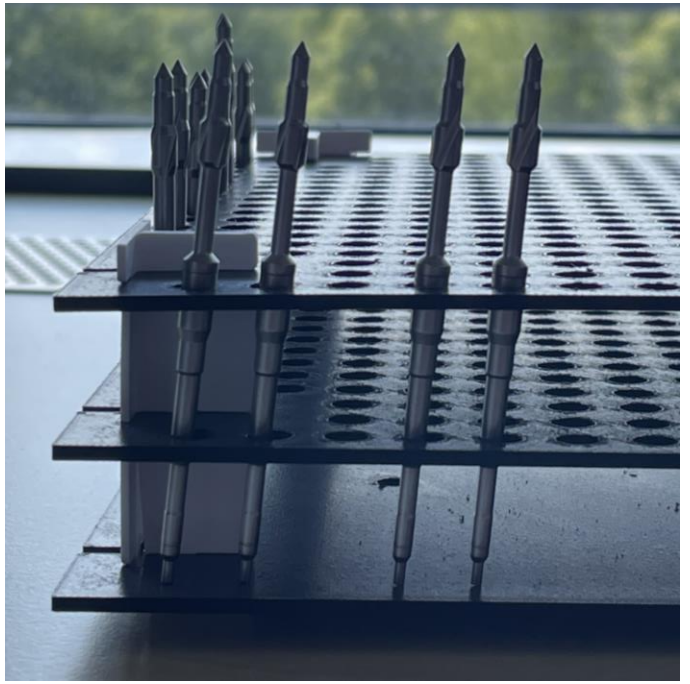
Keramikblech®
Walter E. C. Pritzkow Spezialkeramik

Chargiergestelle, Warenträger



- Forderung Gewichte bis zu 450kg auf einer Leichtbaustruktur mit der Fläche von 590x750

- Weitere generelle Forderungen:
  - Automatisierungsfähigkeit
  - „flippen“ damit die Ware einfach „ausgekippt“ werden kann



Copyright © 2026 Walter E.C. Pritzkow Spezialkeramik. All Rights Reserved.

Chargierhilfen, Chargiergestelle

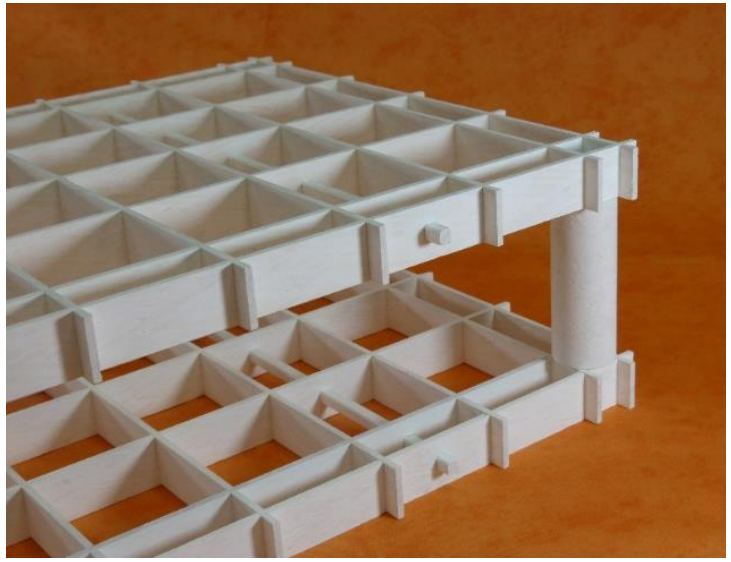
- 100% oxidationsbeständig für Atmosphärenöfen
- Gitterstruktur für effizienten Wärmefluss und homogenes Temperaturprofil
- Thermowechselbeständig
- Leichtbau, Masse Chargiergut / Masse Chargiergestell > 1
- Hochbelastbare Leichtbaustruktur
- Verhindert C-Kontamination wie es bei CfC-Gestellen vorkommt
- Keine Korrosion
- Kein Verzug erlaubt automatisiertes Setzen / Roboter-Beschickung
- Hohe Anlagenverfügbarkeit
- Keine Kontamination der Werkstücke, kein Sticking
- Keine Benetzung durch Lot

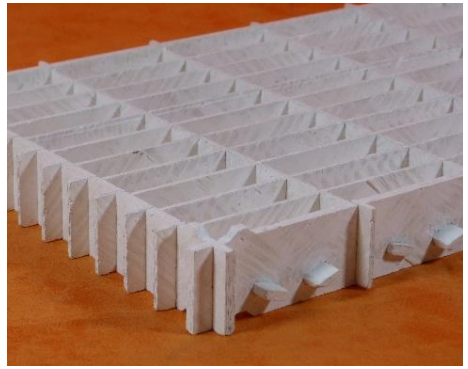
Quelle: WPX An HKO Brand

Copyright © 2026 Walter E.C. Pritzkow Spezialkeramik. All Rights Reserved.

Chargenträger der WPX Faserkeramik GmbH





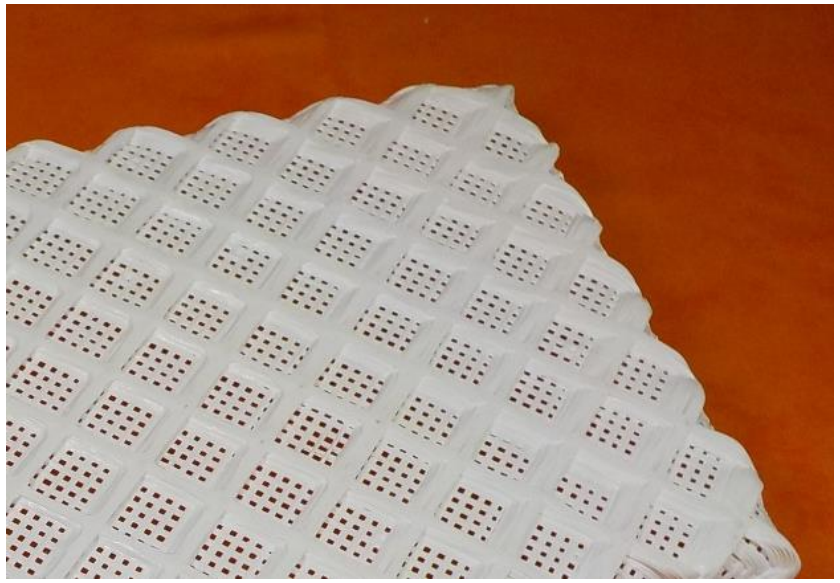


Gestell mit 75kg Eigengewicht
für 300kg Zuladung bei 1200 ºC

Quelle: WPX An HKO Brand

Copyright © 2026 Walter E.C. Pritzkow Spezialkeramik. All Rights Reserved.

Chargierhilfen und Warenträger in Form von Gitterplatten und Gitterwannen hergestellt mit dem Whipox® -Wickelprozess





Quelle: WPX An HKO Brand

Copyright © 2026 Walter E.C. Pritzkow Spezialkeramik. All Rights Reserved.

Chargenträger der Schunk Kohlenstofftechnik GmbH Werkstoff Durafox®

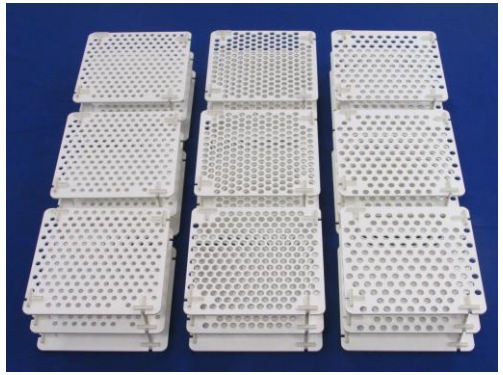


Quelle: Homepage Schunk 2015

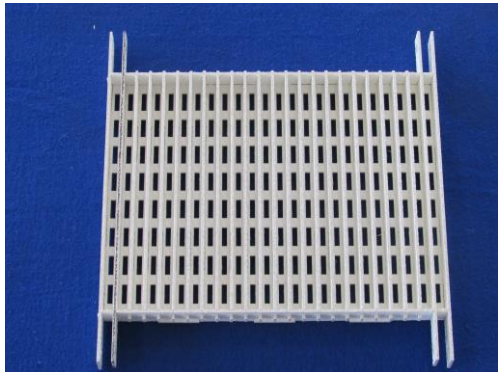
Copyright © 2026 Walter E.C. Pritzkow Spezialkeramik. All Rights Reserved.

Keramikblech®
Walter E. C. Pritzkow Spezialkeramik

Traggestelle für Wärmebehandlungsprozesse



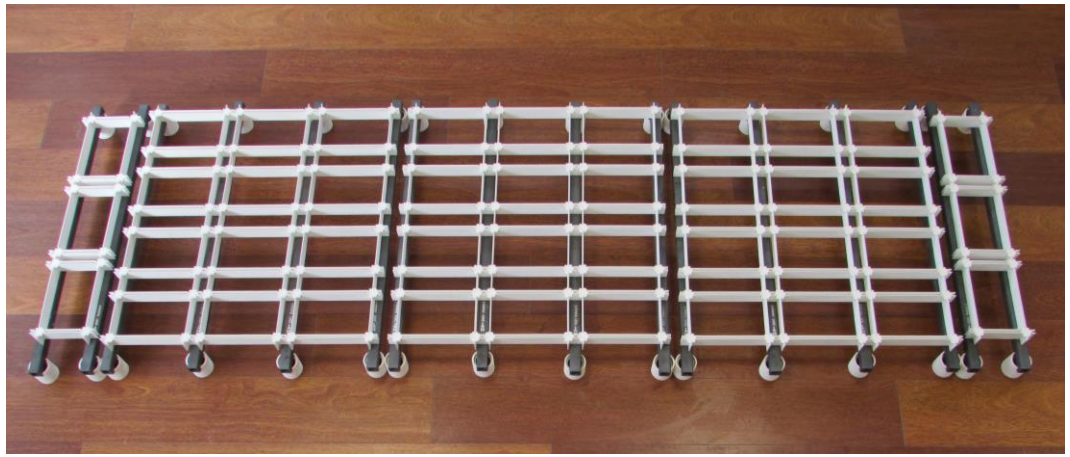
Dimension 180 x 180 mm



Dimension 170 x 180 mm



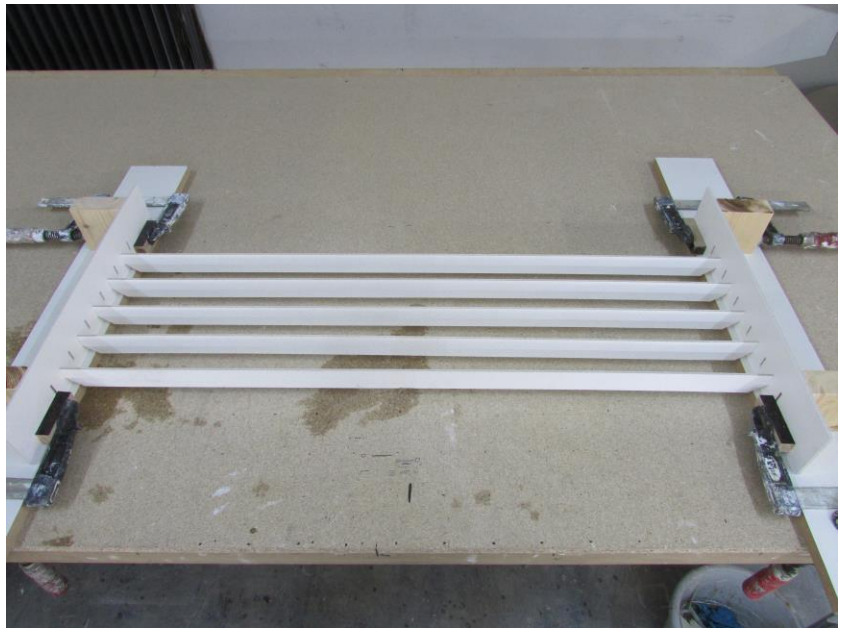
Dimension
660 x 720 x 940 mm



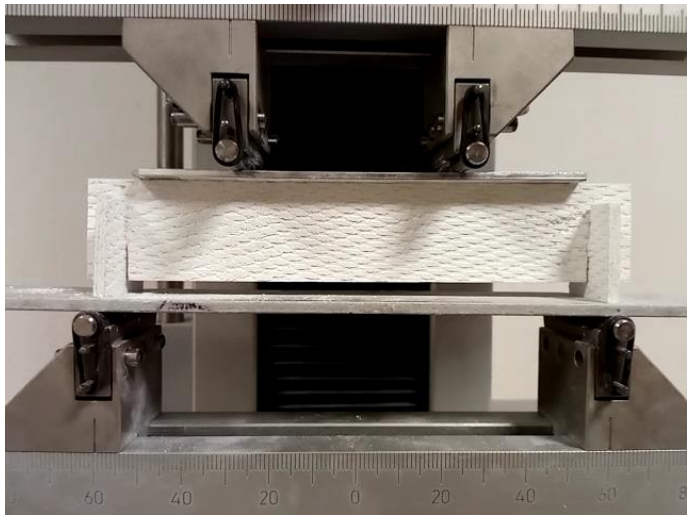
Dimension 900 x 2900 mm

Copyright © 2025 Walter E.C. Pritzkow Spezialkeramik. All Rights Reserved.

Tragbalkenkonstruktion für hohe Flächenlasten

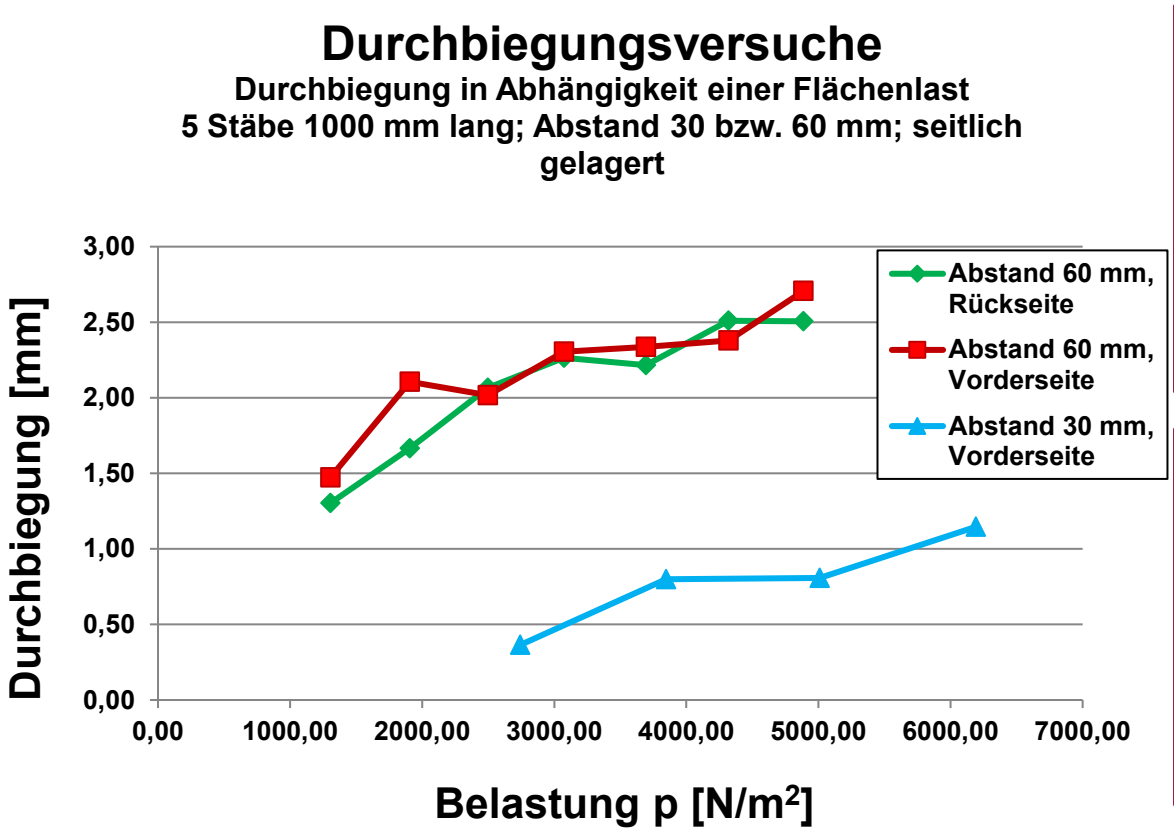


Für eine gute Tragfähigkeit wird ein hohes Widerstandsmoment $W = B*H^2/6$ des Balken benötigt. Durch die richtige Wahl von der Höhe H kann erreicht werden das sehr hohe Kräfte aufgenommen werden können.

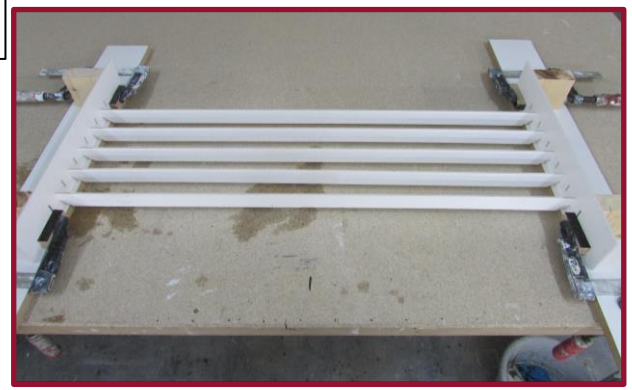


Copyright © 2026 Walter E.C. Pritzkow Spezialkeramik. All Rights Reserved.

Versuche zur Ermittlung der Belastbarkeit von einer Tragbalkenkonstruktion







Copyright © 2026 Walter E.C. Pritzkow Spezialkeramik. All Rights Reserved.

Was wird unter Hybrid verstanden?

Allgemein versteht man in der Technik unter *Hybrid* ein System bei welchem zwei Technologien miteinander kombiniert werden.

Die vorangestellte Bezeichnung *Hybrid-* betont ein aus unterschiedlichen Arten oder Prozessen zusammengesetztes Ganzes. Die Besonderheit liegt darin, dass die zusammengebrachten Elemente für sich schon eine Lösung darstellen, durch das Zusammenbringen aber neue erwünschte Eigenschaften entstehen.

Hybride Verbundkeramik kann also ein Verbund sein aus

- CfC - OCMC
- Monolithische Keramik - OCMC
- Metall - OCMC
- Monolithische Keramik - Metall – OCMC

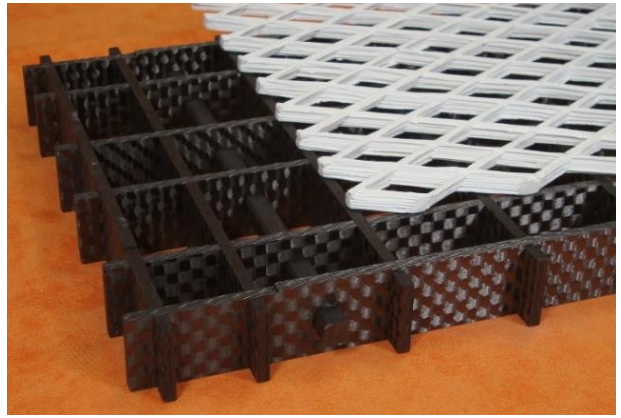
Quelle: https://de.wikipedia.org/wiki/Hybrid, 2022

Copyright © 2026 Walter E.C. Pritzkow Spezialkeramik. All Rights Reserved.

Hybride Chargiergestelle aus CFC und Whipox®

Vorteile:

- Keine eutektische Reaktion des Chargiergutes mit dem CFC-Gestell (Kontaktreaktion)
- Minimaler Service-Aufwand und Verschleiß gegenüber Bornitrid-Beschichtungen oder Keramik-Papier
- Kein Sprödbruch







Quelle: WPX FASERKERAMIK

Copyright © 2026 Walter E.C. Pritzkow Spezialkeramik. All Rights Reserved.

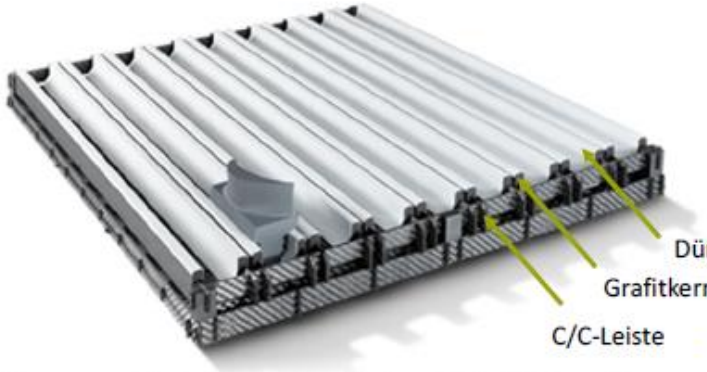
schunk

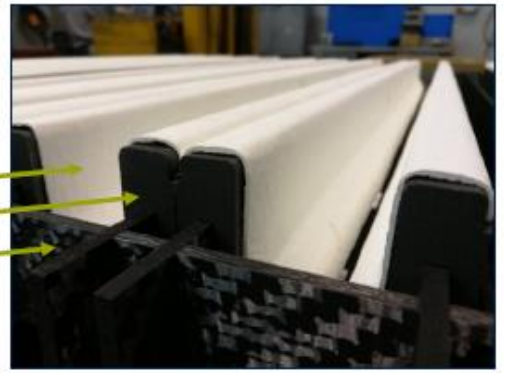
Durafox® in der Wärmebehandlung

Hybride Träger mit den Komponenten kohlenstofffaserverstärkter Kohlenstoff, Grafit und Ox/Ox

- Kriechbeständige Komponenten aus C/C und Grafit bilden Unterkonstruktion
- Eine dünnwandige Auflage aus Ox/Ox verhindert die Aufkohlung des metallischen Chargierguts (z.B. Platte, Gitter, Profil)
- Kein Abplatzen einer Beschichtung bei Thermoschock → Kunde kann durch angepasste Prozessdauer eigene Materialqualität verbessern
- Realisierung von kurzen Prozessdauern, geringe Totmasse in der Ofenanlage, robotergestützte Chargierung → Einsparpotenzial für Kunden
- Modularer Aufbau → Einfacher Umbau oder Austausch von Segmenten bei Produktwechseln beim Kunden, 3x höhere Lebensdauer als Stahl
- Auf kundenspezifische Anforderungen kann eingegangen werden, da alle Komponenten in-house gefertigt und ausgelegt werden







Trägersystem für Turbinenschaufeln (ca. 1200x1000 mm²)

09.09.2022 © Schunk GmbH. Document is intellectual property of Schunk GmbH. 2

Copyright © 2026 Walter E.C. Pritzkow Spezialkeramik. All Rights Reserved.

Keramikblech®
Walter E. C. Pritzkow Spezialkeramik

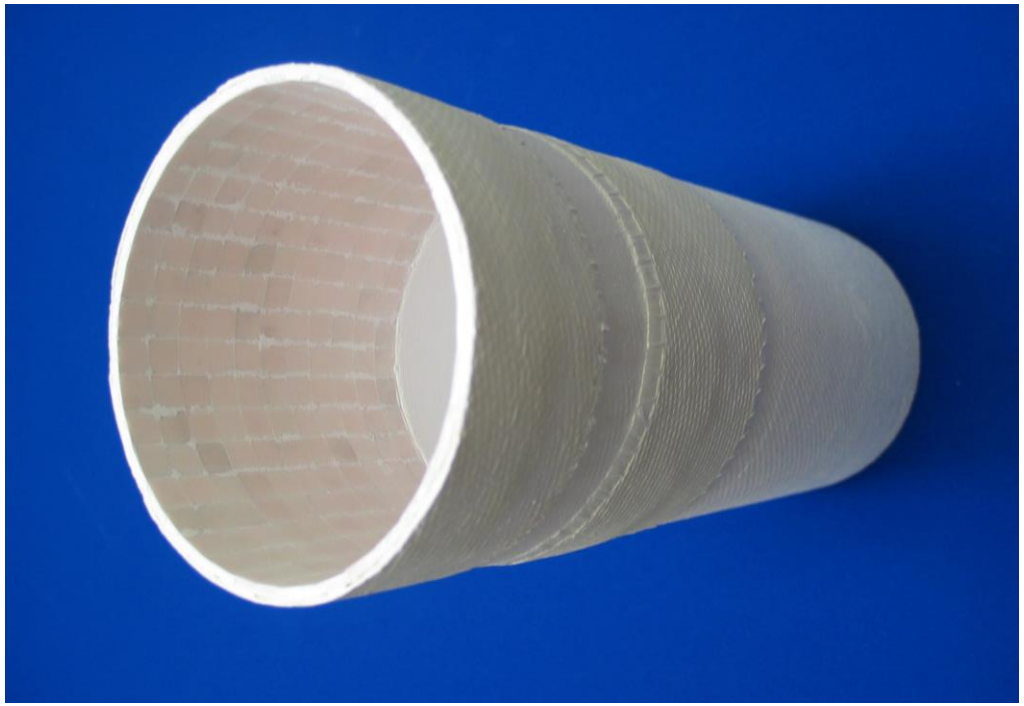
Hybridrohr aus Al_2O_3 Keramikplättchen und OCMC

Plättchen als Verschleißschutz gegen heiße und korrosive Partikel

Erster Anwendungsfall:
Brenner-Wäscher-System
(2009)

Die Bauteilgruppe wurde in einer Anlage für die Solarzellenproduktion eingesetzt.

Abmessungen
Plättchen belegter Bereich
D = 120 mm, L = 150 mm



Copyright © 2026 Walter E.C. Pritzkow Spezialkeramik. All Rights Reserved.

Keramikblech®
Walter E. C. Pritzkow Spezialkeramik

Hybridrohr aus Al_2O_3 und OCMC

Innenrohr um die Gasdichtigkeit für chemische Prozesse zu realisieren

Basis für diese Entwicklungen im Auftrag der BASF sind die Patente:

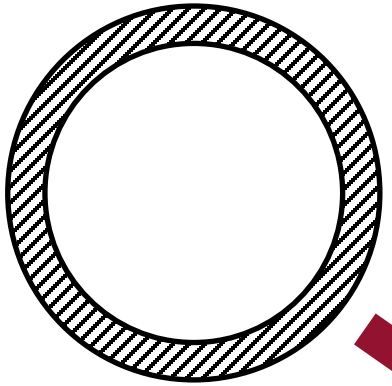
- EP3297971 und WO2016/184776A1: Gasdichtes, wärmedurchlässiges, keramisches und mehrschichtiges Verbundrohr
- EP3835639: Gasdichtes, wärmedurchlässiges, keramisches und mehrlagiges Verbundrohr
- WO2019/201654: Vorrichtung zur dichtenden Verbindung zweier Rohrelemente
- WO2020/187607A1

Copyright © 2026 Walter E.C. Pritzkow Spezialkeramik. All Rights Reserved.

Hybridrohr aus Al_2O_3 und OCMC

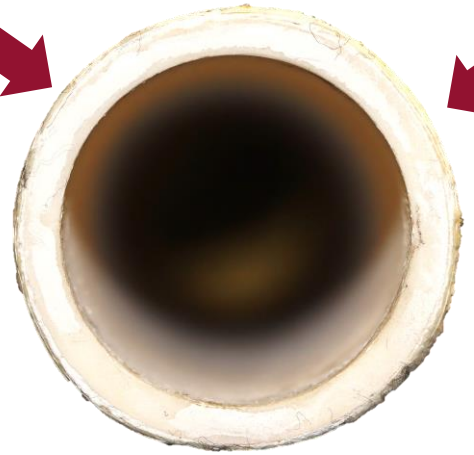
Innenrohr um die Gasdichtigkeit zu realisieren

Keramik

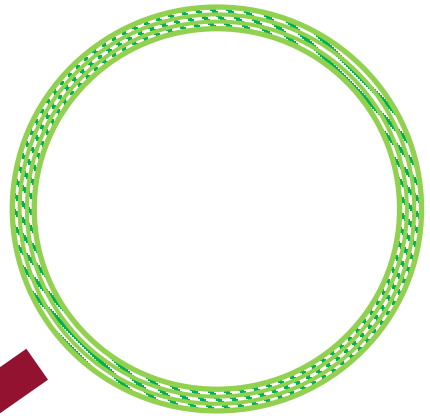


Hybridrohr

- ✓ temperaturbeständig
- ✓ thermoschockbeständig
- ✓ gasdicht
- ✓ gutmütiges Bruchverhalten
- ✓ elektrisch isolierend



OCMC



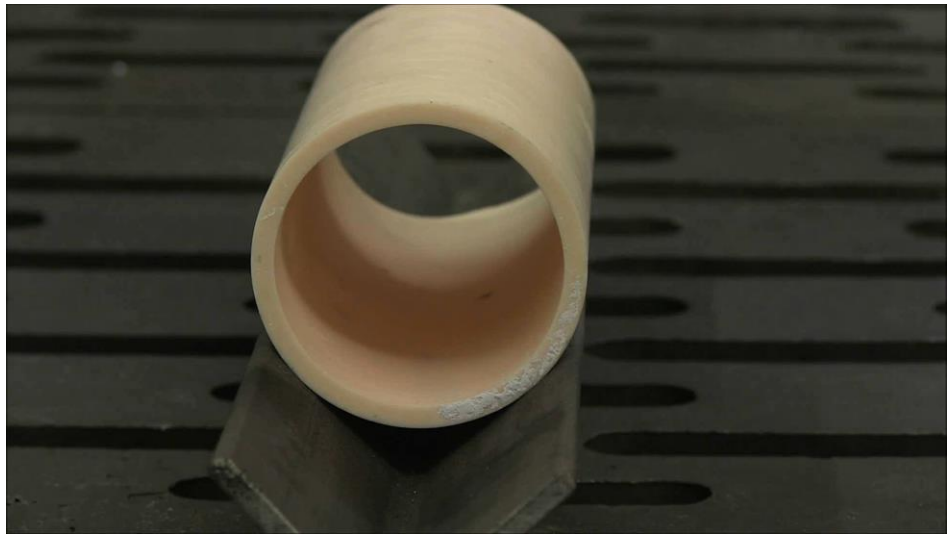
Quelle: Thomas Schall, Masterarbeit am ICVT, Universität Stuttgart, 2021

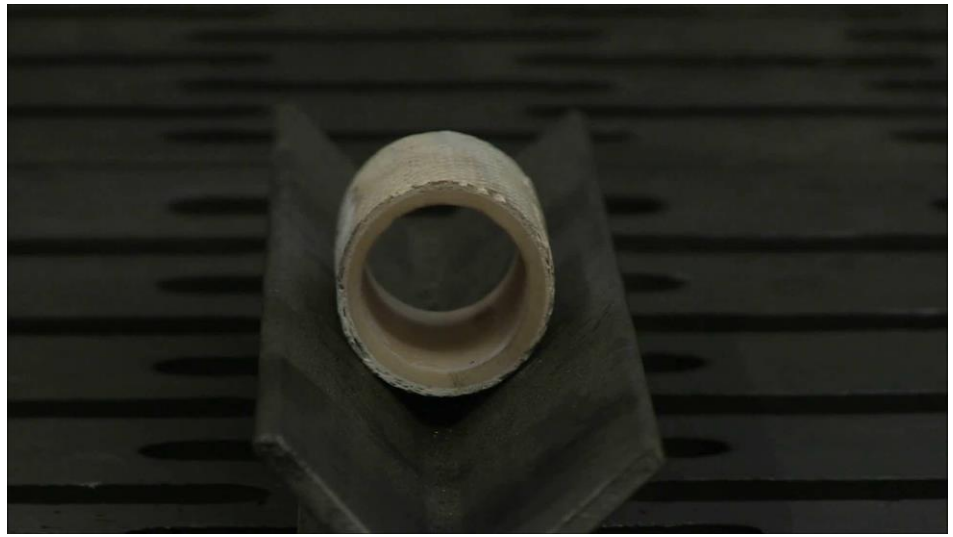
Copyright © 2025 Walter E.C. Pritzkow Spezialkeramik. All Rights Reserved.

Keramikblech®
Walter E. C. Pritzkow Spezialkeramik

Was ist der Vorteil von einem Hybridrohr aus Al_2O_3 und OCMC?

Der Schweißbrennertest

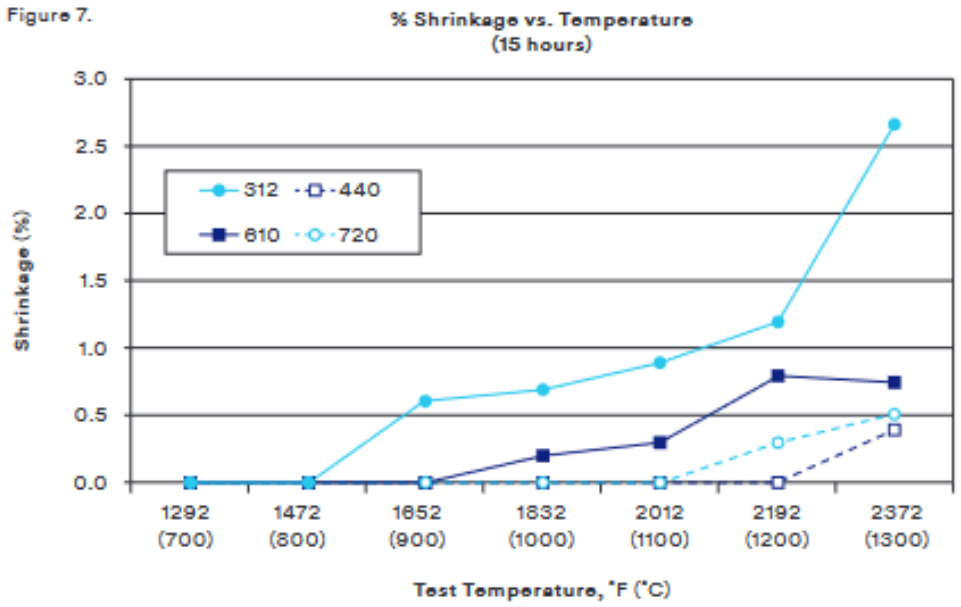




Copyright © 2026 Walter E.C. Pritzkow Spezialkeramik. All Rights Reserved.

Wirkungsprinzip von OCMC bei einem Hybridrohr

- Durch eine Umwicklung mit einem zugbelastbaren „Faden“ wirkt der „Faden“ wie ein Fassring bei einem Weinfass
- Durch den Schrumpf der Nextel-Fasern im OCMC stehen diese nach einem Brand bei 1200 ºC leicht unter Zug und bringen das Al2O3 Rohr minimal unter Druck







Quelle: 3M Nextel Technical Reference Guide, 2016

Copyright © 2026 Walter E.C. Pritzkow Spezialkeramik. All Rights Reserved.

Keramikblech®
Walter E. C. Pritzkow Spezialkeramik

Hybridrohr basierend auf: Gewebe oder Flechtschlauch





Copyright © 2026 Walter E.C. Pritzkow Spezialkeramik. All Rights Reserved.

Brennerlanzen aus Hybridrohr
1. Aufgabe: Kann Keramik Metall ersetzen?



Quelle: BASF SE

Brennerlanzen aus hochtemperaturfesten Metallen haben eine katalytische Wirkung, wodurch es zu Reaktionen kommt die schon nach einem halben Jahr zur Zerstörung der Lanzen führt.



Quelle: BASF SE

Keramische Brennerlanzen zeigen nach einer Laufzeit von ca. 2 Jahren keinerlei Veränderungen im Bereich der Austrittslöcher.





Copyright © 2026 Walter E.C. Pritzkow Spezialkeramik. All Rights Reserved.

34

Brennerlanzen aus Hybridrohr
2. Aufgabe: Wie muss die Keramik-Metallverbindung aussehen?



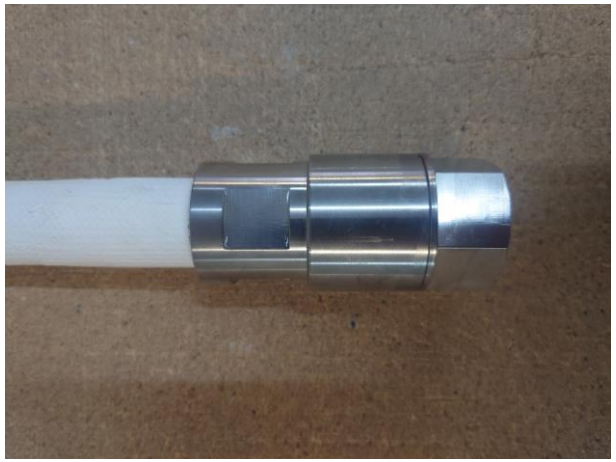
Entwicklung

1. Konuseinspannung einfach mit Silikonabdichtung, links.
2. Konuseinspannung komplex mit Silikonabdichtung, Mitte.
3. Einspannung mit kommerzieller Rohrverbindung, rechts, Patent eingereicht.



Quelle: BASF SE







Quelle: BASF SE

Copyright © 2026 Walter E.C. Pritzkow Spezialkeramik. All Rights Reserved.

35

Hybridrohr für eine Technikumsanlage der BASF

Innenrohr Mullit
Zwischenlage Stahl
Umwicklung OCMC

Abmessungen:
D_i = 190 mm
L = 3100 mm



Copyright © 2026 Walter E.C. Pritzkow Spezialkeramik. All Rights Reserved.

Umweltfreundliche Petrochemie BASF, Sabic und Linde realisieren ersten elektrisch beheizten Steamcracker-Ofen



25.03.2021

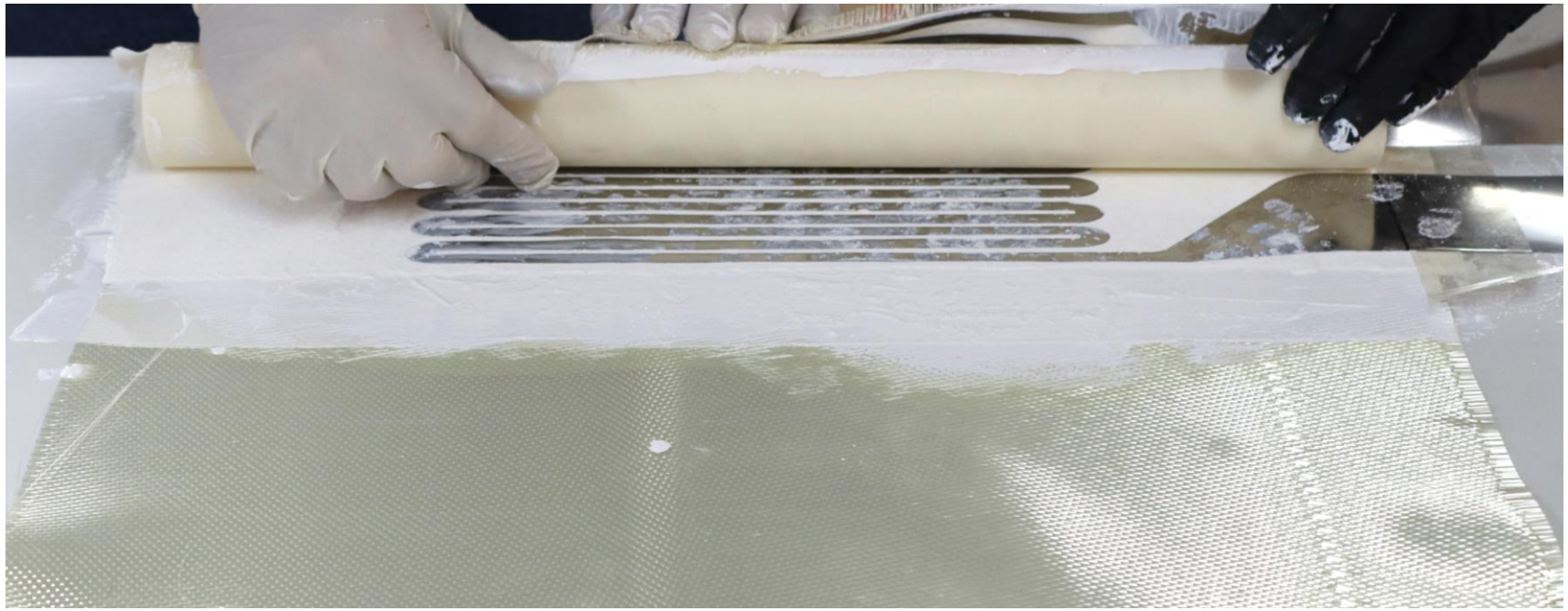
Ein Kernprozess der petrochemischen Industrie soll künftig mit erneuerbarem Strom anstelle von fossilen Brennstoffen betrieben werden: BASF, Sabic und Linde arbeiten an Konzepten, die hier bis zu 90 Prozent CO_2 einsparen sollen. Eine Demonstrationsanlage in Ludwigshafen ist in Planung.

Quelle: https://www.industr.com/de/erster-elektrisch-beheizter-steamcracker-ofen-entsteht-in-ludwigshafen-2578504 / Homepage BASF

Copyright © 2026 Walter E.C. Pritzkow Spezialkeramik. All Rights Reserved.

Hybrid-Rohr mit Aluchrome-Mäander als Heizelement

Herstellung mit dem Standard-Wickelprozess von Gewebe basierten Rohre und Hybridrohren



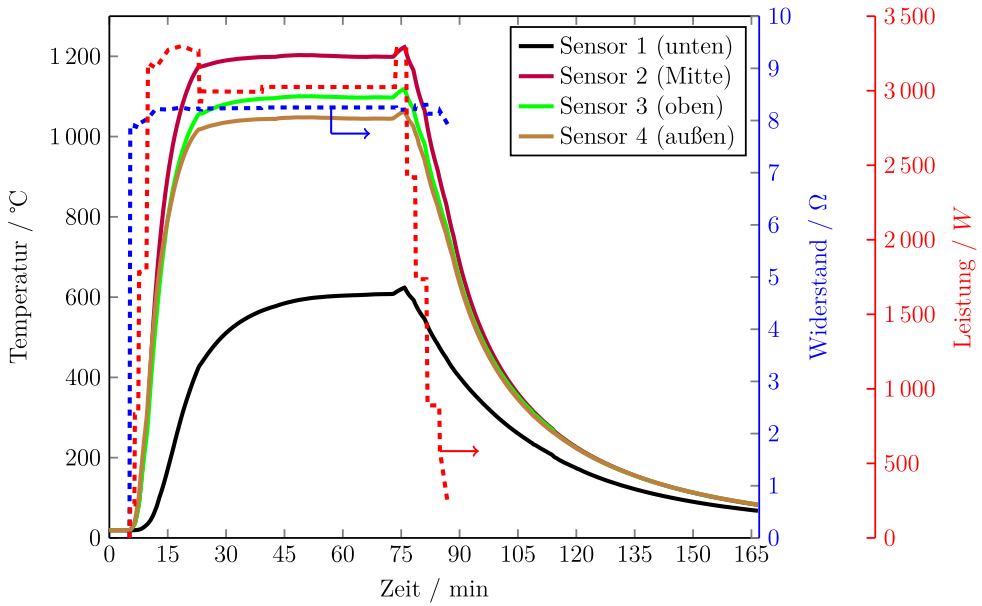
Gedanke basiert auf dem Patent EP3835639

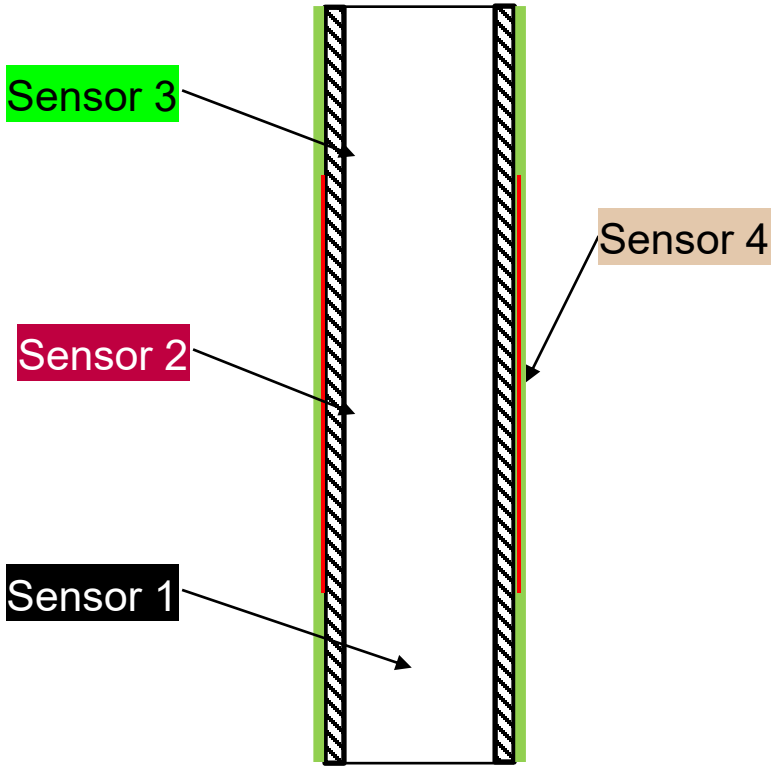
Quelle: Thomas Schall, Masterarbeit am ICVT, Universität Stuttgart, 2021

Copyright © 2026 Walter E.C. Pritzkow Spezialkeramik. All Rights Reserved.

Hybrid-Rohr mit Mäander

Versuch





Quelle: Thomas Schall, Masterarbeit am ICVT, Universität Stuttgart, 2021

Copyright © 2026 Walter E.C. Pritzkow Spezialkeramik. All Rights Reserved.

Solar Receiver für ein „Concentrated Solar Power“ Kraftwerk

Keramikblech®
Walter E. C. Pritzkow Spezialkeramik



ASTERIX CAESAR



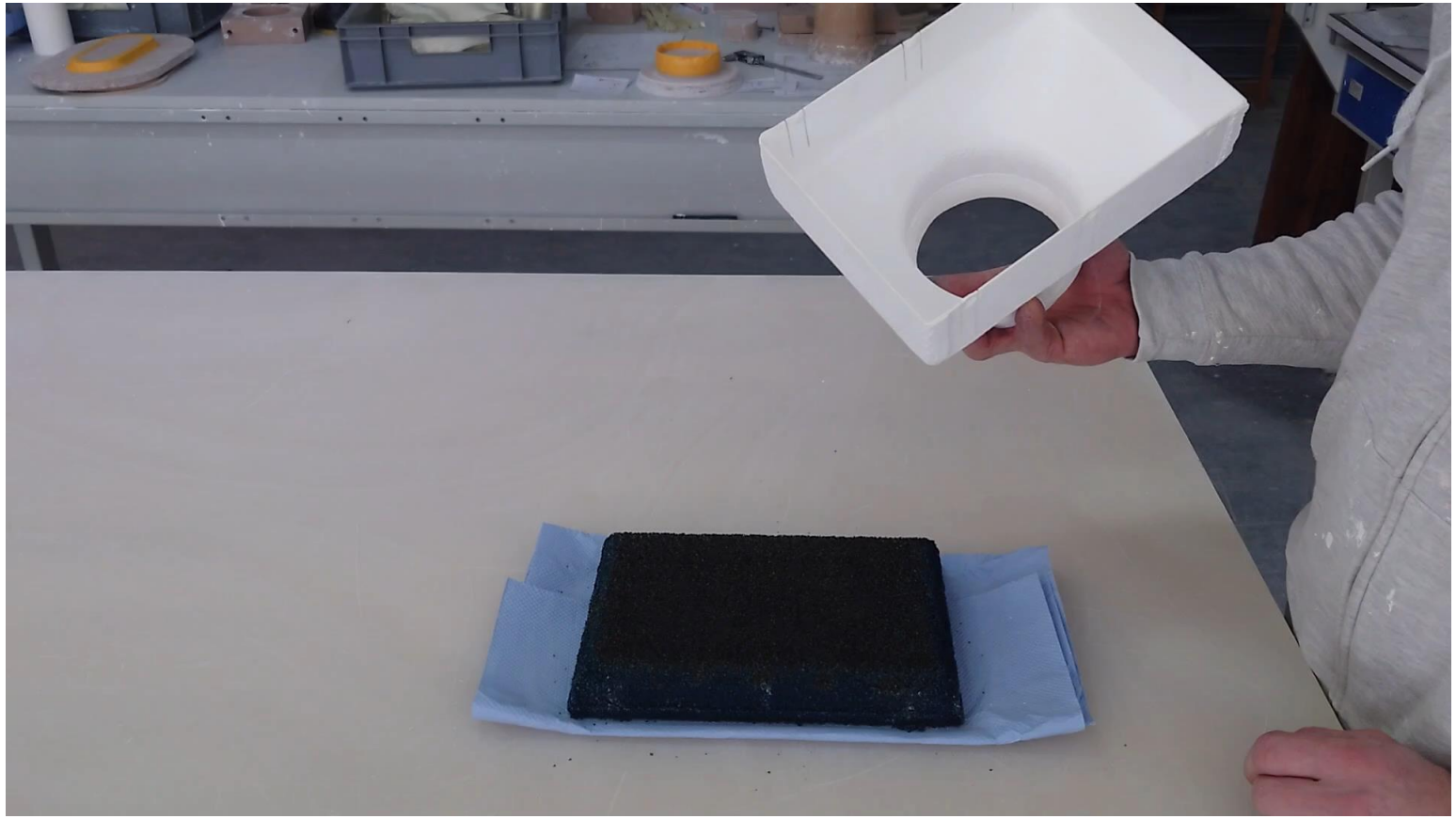


This work has received funding from the European Union’s Horizon 2020 research and innovation program under the grant agreement No 640905.

Copyright © 2026 Walter E.C. Pritzkow Spezialkeramik. All Rights Reserved.

Keramikblech®
Walter E. C. Pritzkow Spezialkeramik

„Cup“ mit Clip Design für einen Solar Receiver



- Montage vom Schaum in den Cup mit Clip Design
- Federwirkung vom Clip
- Thermoschocktest

Copyright © 2025 Walter E.C. Pritzkow Spezialkeramik. All Rights Reserved.

Keramikblech®
Walter E. C. Pritzkow Spezialkeramik

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



www.linkedin.com/company/keramikblech/

Copyright © 2026 Walter E.C. Pritzkow Spezialkeramik. All Rights Reserved.