

BMBF-Forschungsprojekt „CaGeFa“



„Vernadelung anforderungsspezifischer Preformen für die Anwendung in Faserverbundkeramiken“

- **Allgemeine Einführung**
- Vorstellung des Instituts für Materialwissenschaften

- **Vorstellung des Forschungsprojekts „CaGeFa“**
- Rahmendaten
- Motivation und Zielsetzung
- Herstellung und Anwendung von Faserverbundkeramiken
- Vernadelung anforderungsgerechter Preformen
- Prüfung und Validierung
- Zusammenfassung

Hochschule Hof - University of Applied Sciences

- 1994 Gründung
- Campus in Hof und Münchberg
- 3 Fakultäten
- 29 Bachelor und Master Studiengänge
- Rund 3700 Studierende*
- Verhältnis Professoren/Studierende rund 1:36

*SS 2015



Profil der Hochschule Hof

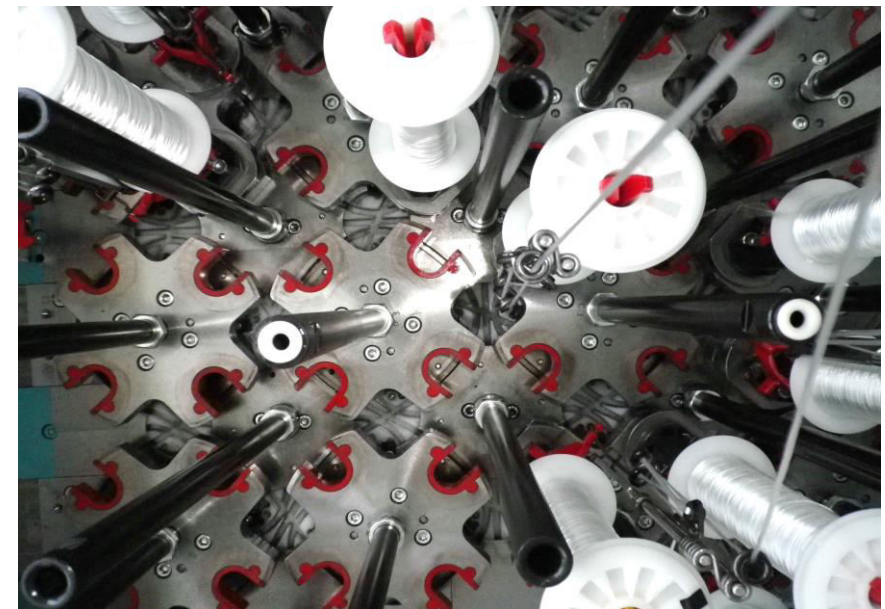
- 1 Verwurzelung in den Unternehmen
- 2 Internationalisierung mit Fokus auf Indien
- 3 Ressourceneffizienz mit den Schwerpunkten (Raum-) Klimatisierung und Wasser
- 4 Angewandte Forschung sichert Aktualität des Wissens für die Lehre und entwickelt praxisnahe Lösungen
- 5 Campus Münchberg mit eng in der Wirtschaft verzahnten Textil- und Designstudiengängen

Institut für Materialwissenschaften ifm

Institutsleiter: Prof. Dr. Frank Ficker

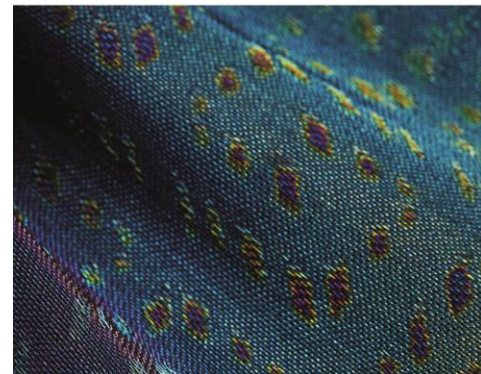
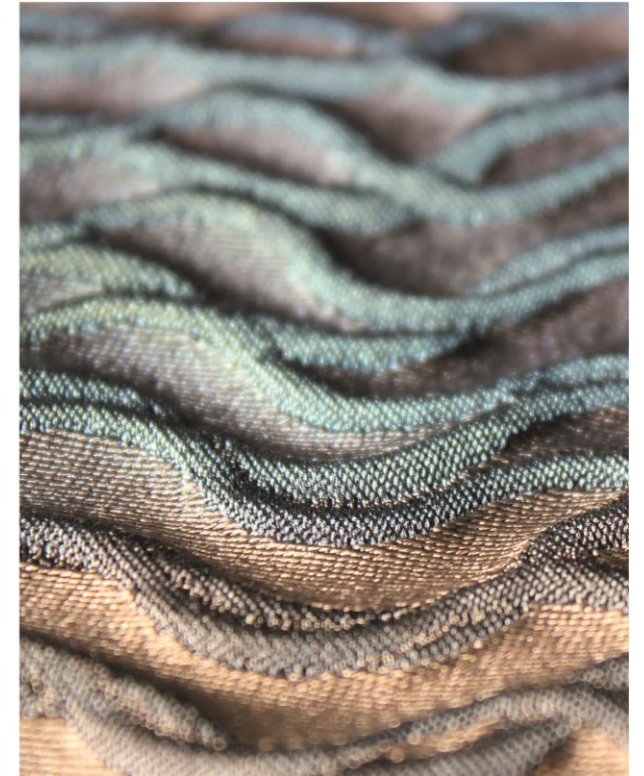
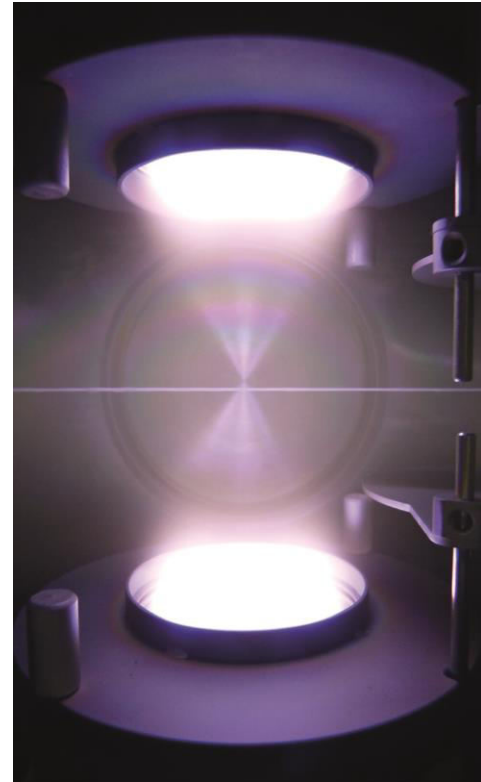
Geschäftsführer: Dr. Wolfgang Bauch

- Bündelung der Forschungskapazitäten der Fakultät Ingenieurwissenschaften und Nutzung deren Fachkompetenzen
- Ziel des Instituts ist die Bearbeitung von industrienahen Forschungsthemen in enger Zusammenarbeit mit nationalen und internationalen Unternehmen
- Entwicklung innovativer nachhaltiger Produkte und Prozesse
- Schwerpunkte: Entwicklung moderner Funktionswerkstoffe z.B. Innovative Textilien, Oberflächenmodifizierung mittels PVD- und CVD-Verfahren



ifm - Kompetenzzentrum Forschung und Entwicklung

- Oberflächentechnik
- Innovative Textilien
- Materialprüfung
- Kunststofftechnologie
- Maschinenbau
- Werkstofftechnik
- Design



BMBF-Forschungsprojekt „Anforderungsgerechte hochdrapierbare Carbon-Gelege-Faser-Preformen für effiziente Faserverbundkeramiken – CaGeFa“

Fördermaßnahme „Technische Textilien für innovative Anwendungen und Produkte –
NanoMatTextil“



Projektdaten

- Laufzeit: 01.10.2014 – 30.09.2017
- Projektkosten: 4,0 Mio. €
- Förderanteil des Bundes: 59 %
- Projektkoordination: Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hof

CaGeFa

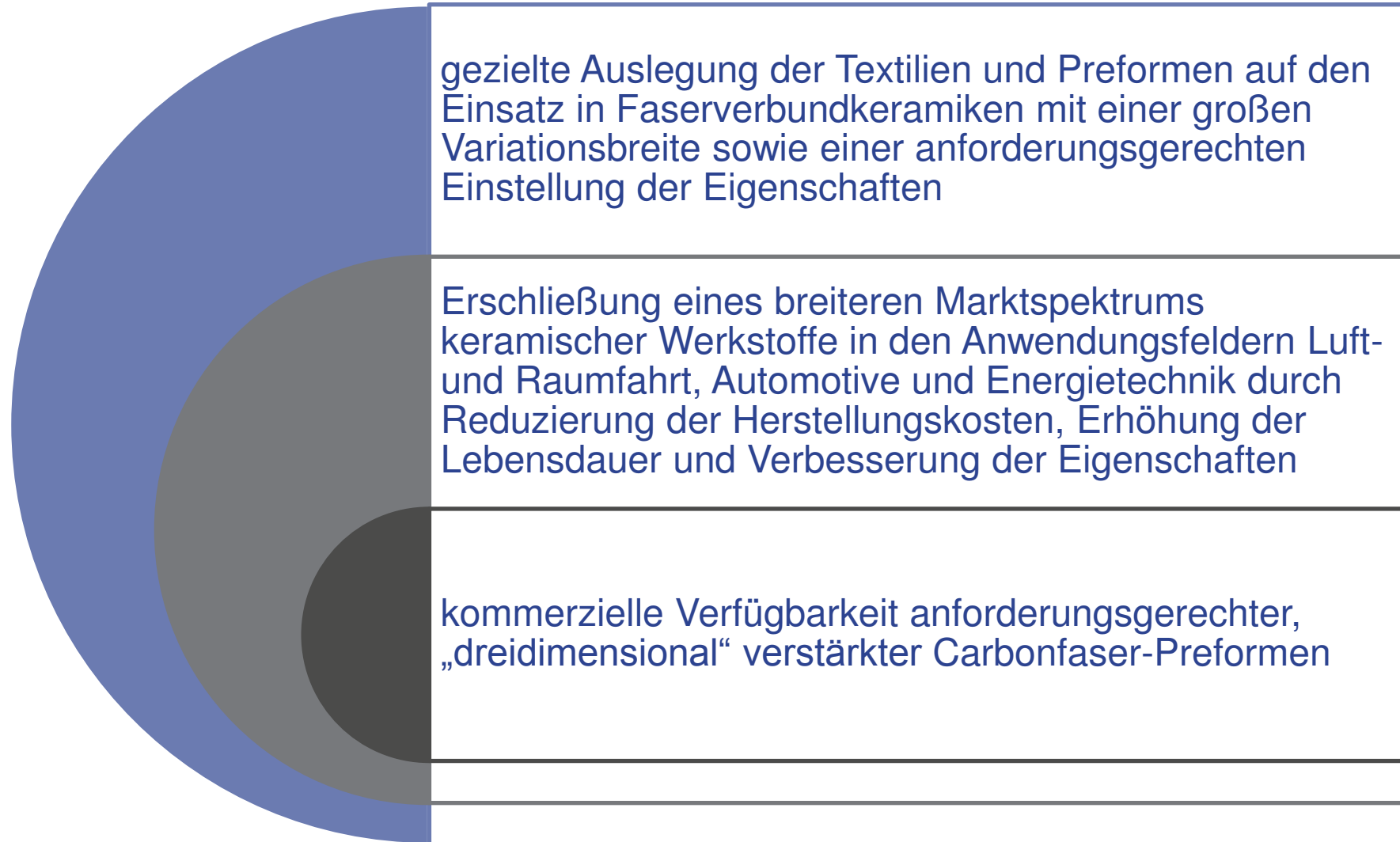


GEFÖRDERT VOM

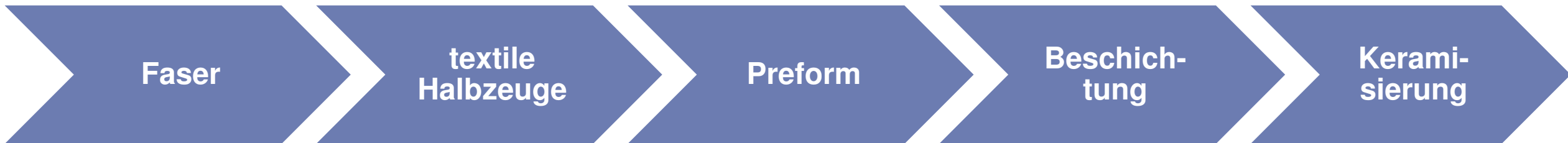


Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Motivation und Zielsetzung



Herstellung von Faserverbundkeramiken



- Roving
- Kurzschnitt
- Faserart

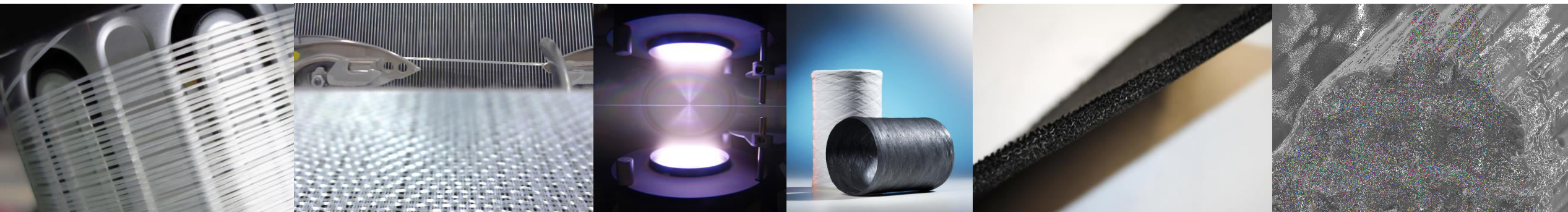
- Gewebe
- Biaxialgelege
- UD-Gestrick
- Krempelvlies
- gehopptes Vlies
- Endlosvlies

- Vernadelung
- Vernähen

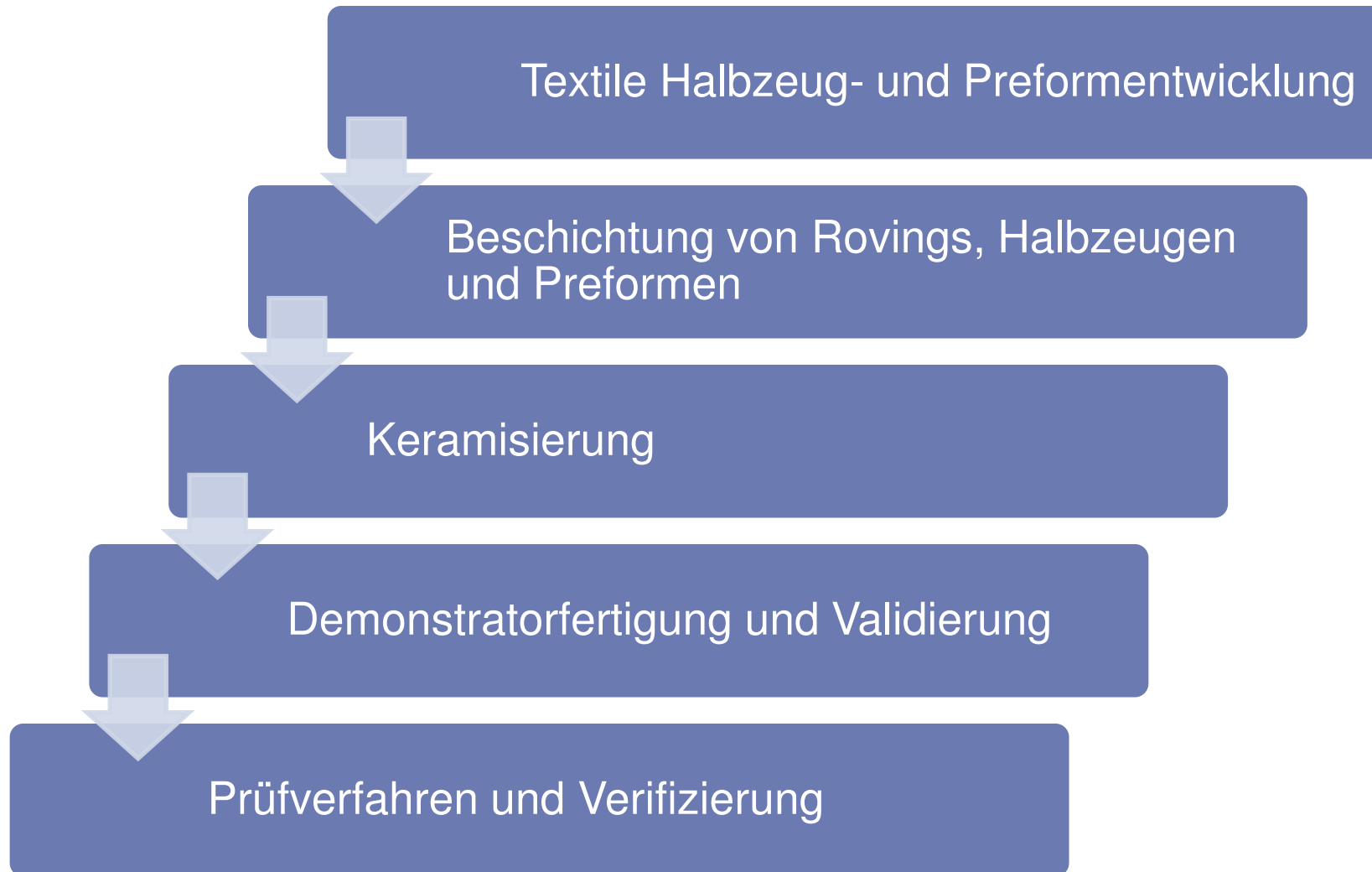
- CVD-Verfahren
- PVD-Verfahren
- nasschemisch

- CVI-Verfahren
- PIP-Verfahren
- LSI-Verfahren

Bildquellen: Fraunhofer Zentrum für Hochtemperatur-Leichtbau und Universität Bayreuth



Abdeckung der gesamten Prozesskette zur Herstellung von CMCs



Anforderungen und Anwendungsgebiete von CMCs

mechanische Kennwerte

Dichte und Porosität

Wärmeleitfähigkeit

therm. Ausdehnung

Homogenität

Drapierbarkeit

Formstabilität

Anwendungsgebiete:

- Reibbeläge
- keramische Heizelemente
- Raumfahrt
- etc.

Anwendungsbeispiel „Keramikkbremse“

- **Kurzfaservariante:**
- unzureichendes Bremspotential

- **laminierte Gewebe:**
- aufwendige und kostenintensive Herstellung
- mehrmalige Infiltrations- und Pyrolysezyklen

- **Optimierungspotentiale:**
- Vernadelung zur Erhöhung der Festigkeit
- gezielte Einstellung der Porosität
- Einstellung der Wärmeleitfähigkeit
- Reduzierung der Zykluszeiten

Bildquelle: http://en.wikipedia.org/wiki/Airbus_A380



Bildquelle: <https://de.wikipedia.org/wiki/Carbon-Keramik>

Anwendungsbeispiel „Ofentechnik“

- **Anwendungen:**
- CFC-Heizer
- Ofenisolation für Vakuum- und Inertgasöfen

- **geforderte Eigenschaften:**
- Reduzierung der Delamination
- homogene Strukturdichte
- hohe Oberflächengüte
- keine Beeinträchtigung des Dickenschumpfs
- Drapierbarkeit
- Formstabilität

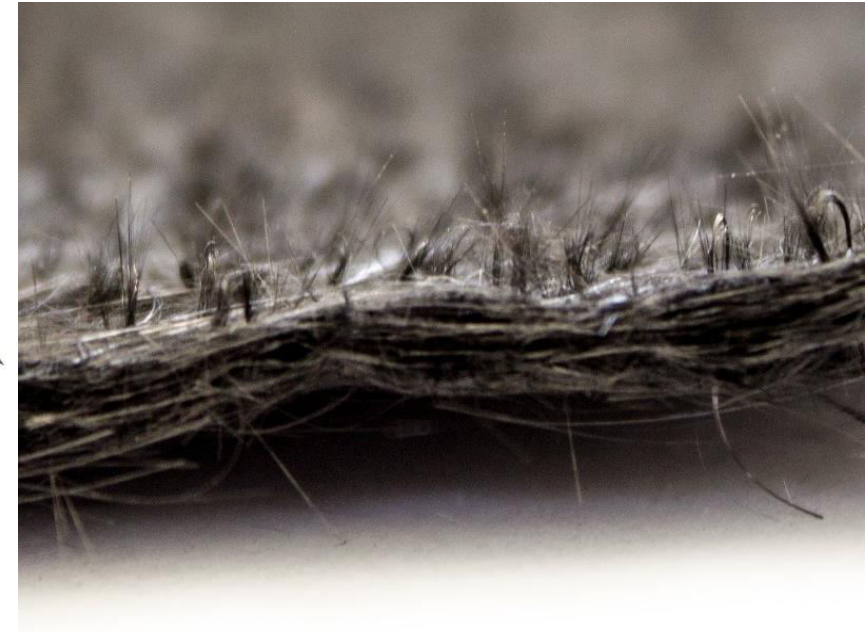
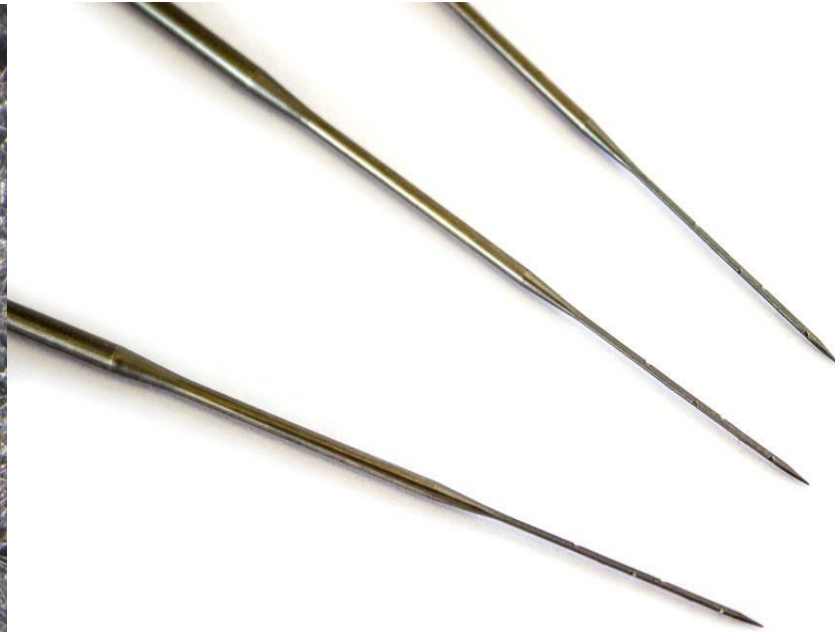
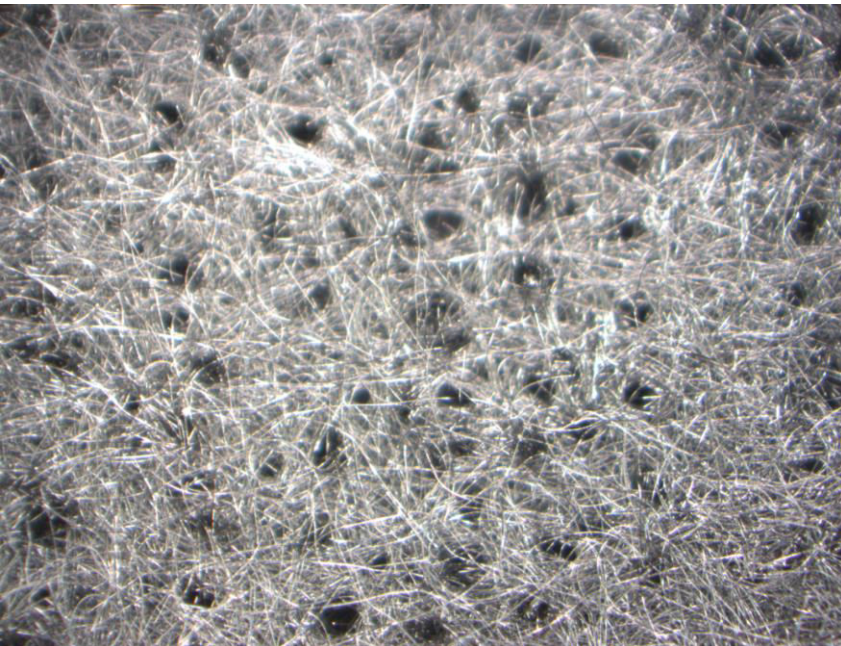
Bildquelle: <https://de.wikipedia.org/wiki/Induktionsofen>



Bildquelle: Schunk Kohlenstofftechnik GmbH

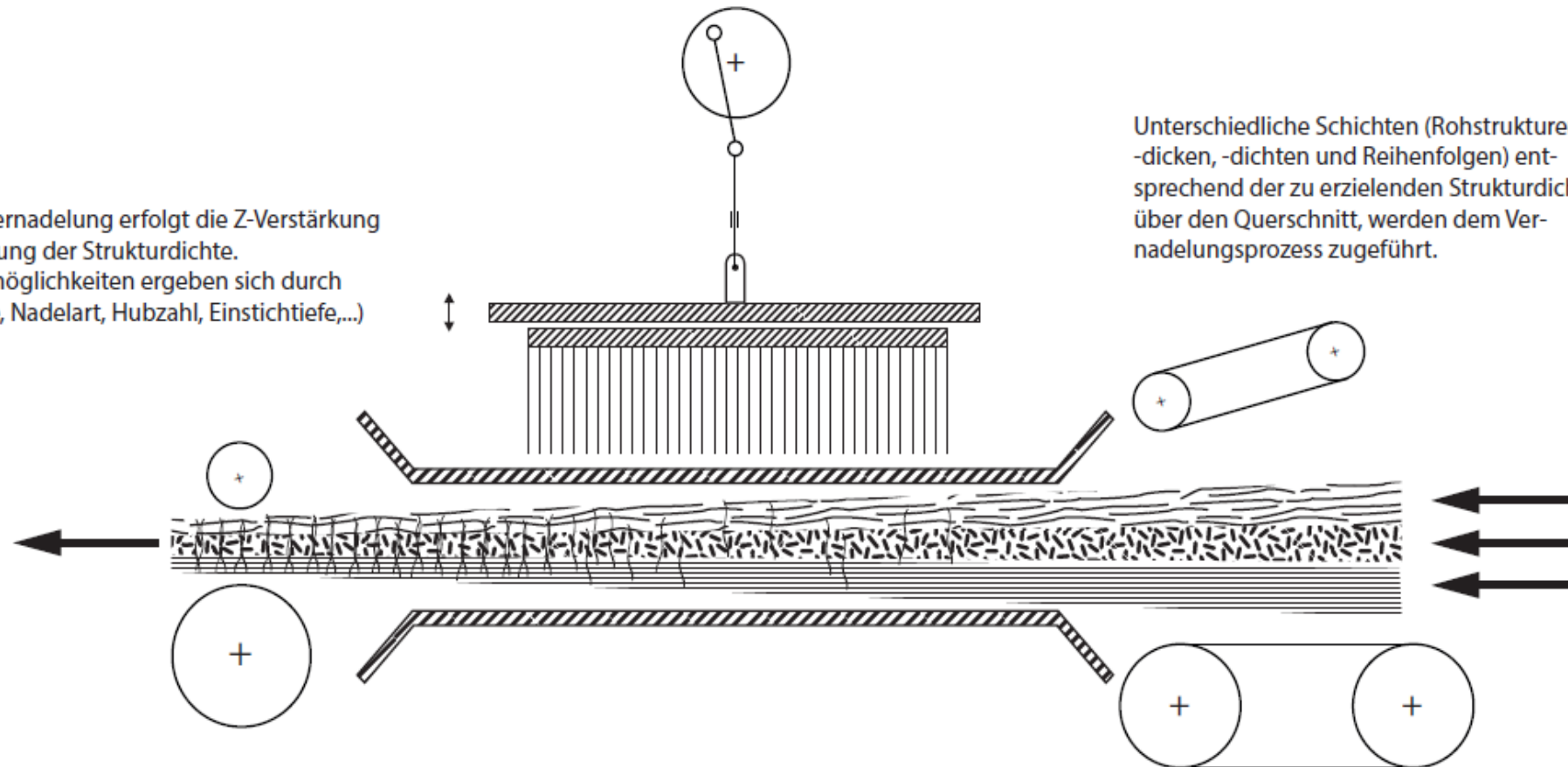
Preformherstellung durch Vernadelung

Über die Vernadelung der textilen Halbzeuge wird eine definierte z-Verstärkung durch Umorientierung der Fasern erreicht, so dass Dichte, Imprägnierverhalten, Lagenhaftung, etc. gezielt einstellbar sind.



Preformherstellung durch Vernadelung

Durch die Vernadelung erfolgt die Z-Verstärkung und Einstellung der Strukturdichte.
(Variationsmöglichkeiten ergeben sich durch Nadeldichte, Nadelart, Hubzahl, Einstichtiefe,...)



Preformherstellung durch Vernadelung

Anschaffung einer modernen Nadelmaschine im Rahmen des Projekts an der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hof



Besonderheiten:

- elliptische Vernadelung zur Herstellung homogener Preformen
- Auslegung und Umbau der Maschine zur Herstellung von Preformen mit einer hohen Dicke (bis 30 mm)

Einflussgrößen auf die Vernadelung

Nadelart

Nadelteilung

Einstichtiefe

Einstichdichte

Horizontalhub

Faserauswahl

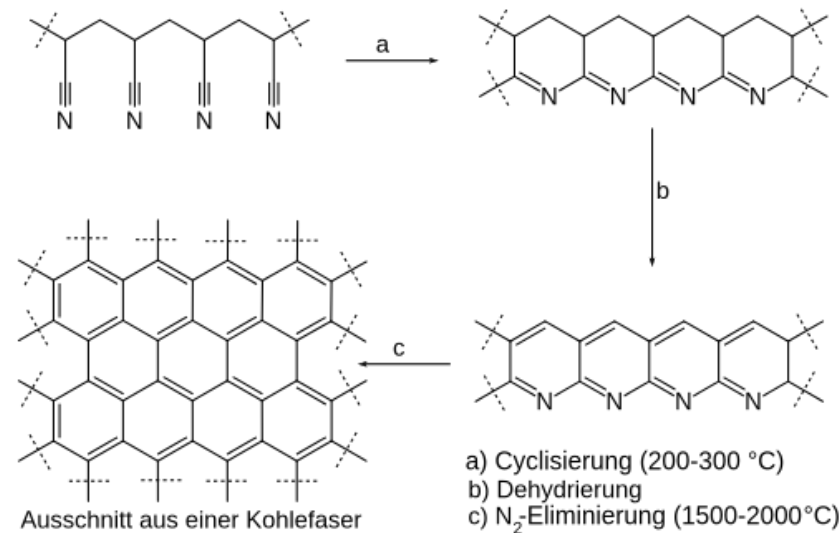
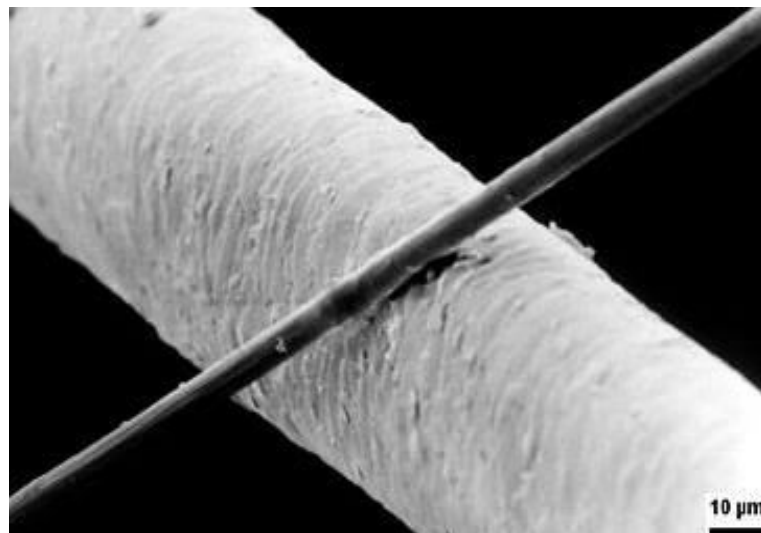
textile Halbzeuge

Preformaufbau

Schichtdicke

Faserauswahl

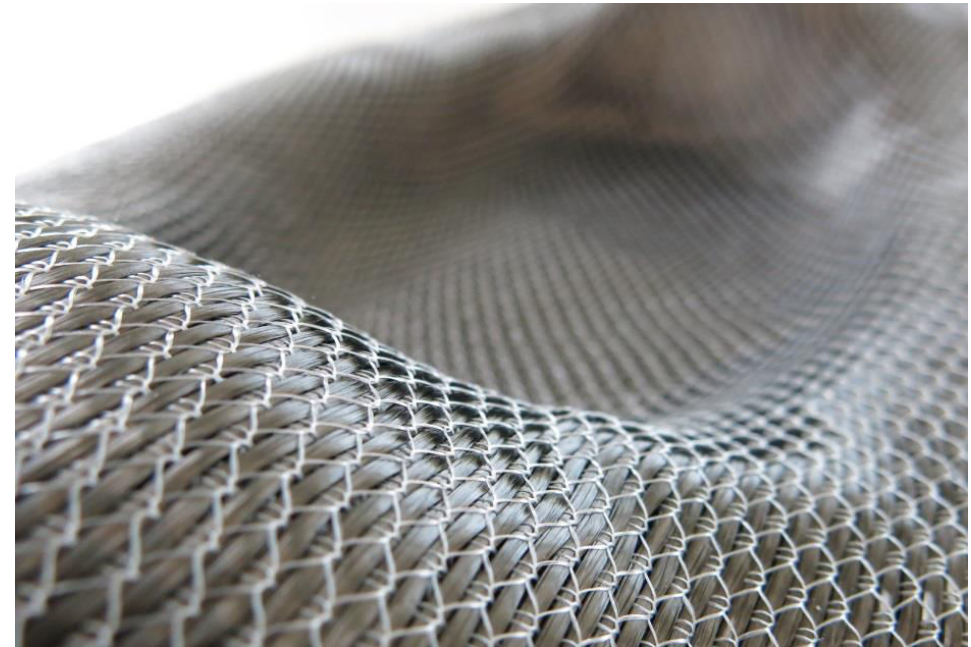
- Verarbeitung von PAN- und Pech-basierten Carbonfasern
- hohe Anforderungen an die Vliesherstellung und Vernadelung auf Grund der hohen Sprödigkeit von Carbonfasern
- Erhöhung der Wärmeleitfähigkeit durch den Einsatz von Pitch-Carbonfasern



Textile Halbzeuge

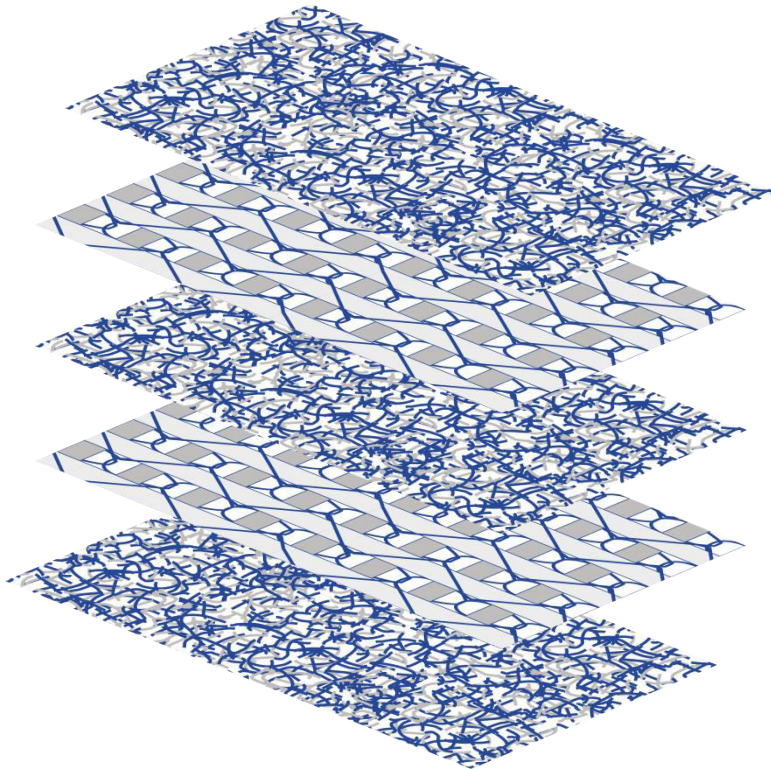
Zur Fertigung anforderungsgerechter Strukturen werden unterschiedliche textile Halbzeuge eingesetzt, welche in verschiedenen Kombinationen entsprechend der gestellten Anforderungen nach Festigkeit, Wärmeleitfähigkeit, Strukturdichte, etc. zu Preformen verarbeitet werden.

- hochdrapierbare Biaxial-Gelege
- hochdrapierbare Gewebe
- unidirektional verstärkte Gestricke
- Krempel-Vliese
- gechoppte Vliese und Endlofaser-Vliese mit definierter Faserorientierung



Bildquelle: FTA Forschungsgesellschaft für Textiltechnik Albstadt mbH

beispielhafter Preformaufbau



Aufbau:

- Vlies + Gelege
- Gesamtdicke: 8 mm
- Faser: Torayca T700S 12000-50C

Halbzeuge:

- Krempelvlies - 80 g/m²
- Biaxialgelege - 400 g/m²

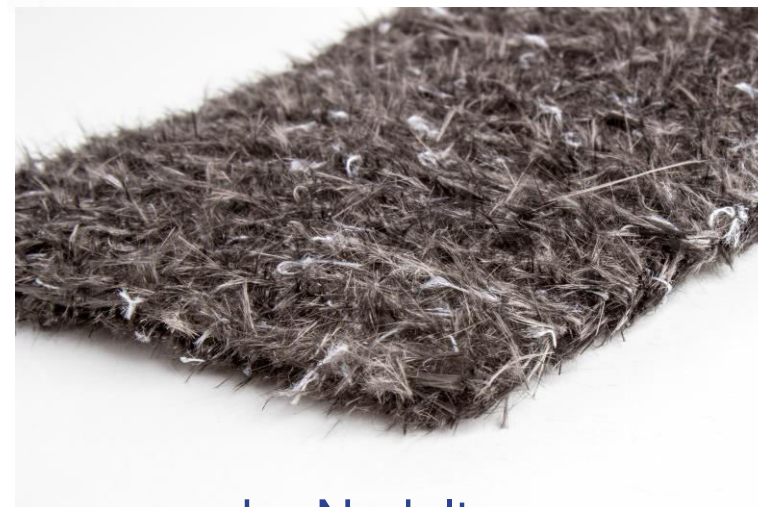
Vernadelung:

- 7 Lagen Vlies inkl. Außenlagen
- 6 Lagen Gelege

Einfluss der Nadelart bei der Vernadelung von Sandwichstrukturen



Variation der
Nadelart



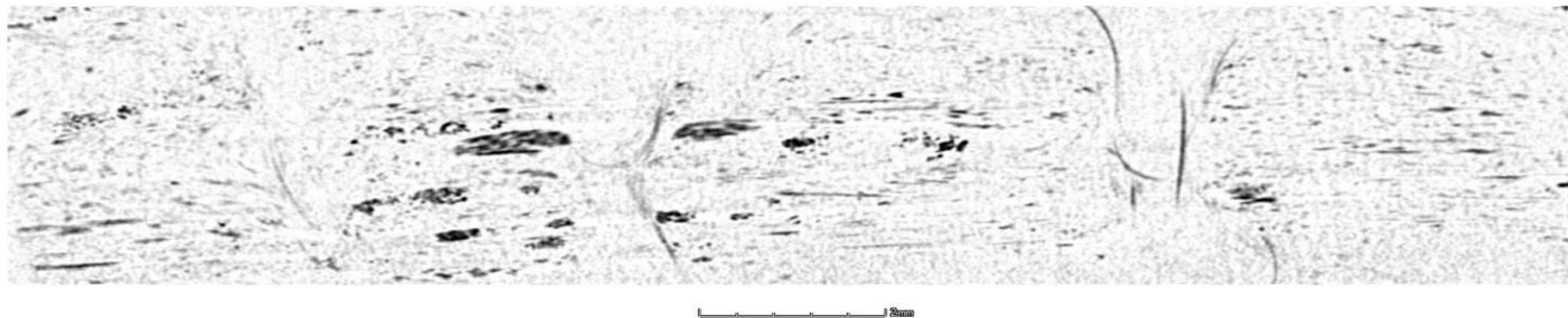
grobe Nadeltype

feine Nadeltype

Einfluss der Nadelart auf das Vernadelungsergebnis – CT-Analyse

Analyse über Computertomographie am Fraunhofer-Zentrum für Hochtemperaturleichtbau, Bayreuth – Auflösung 17 μm – vernadeltes Vlies 300 g/m^2

- Einsatz einer **groben** Nadel führt zu einem Umlenken von Rovingsträngen und damit zu einer Verstärkung in z-Richtung

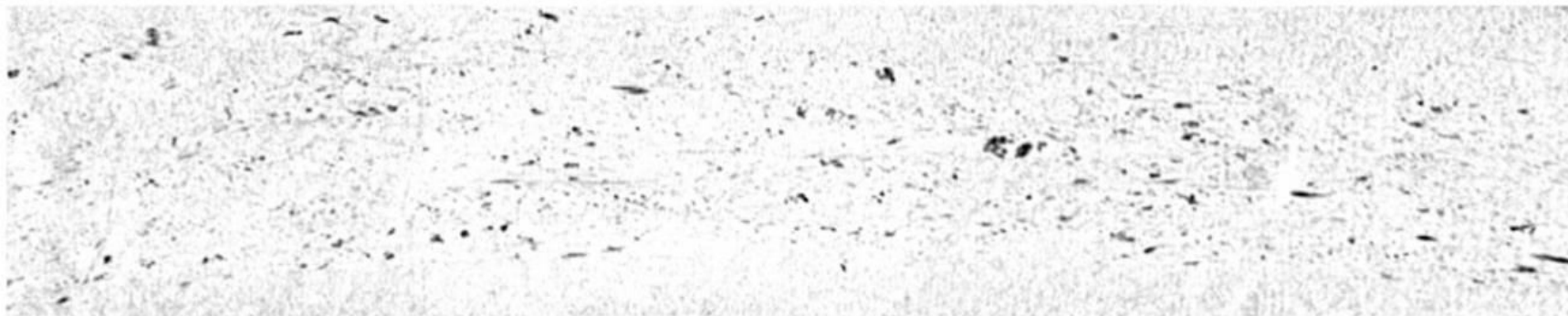


Bildquelle: Fraunhofer Zentrum für Hochtemperatur-Leichtbau

Einfluss der Nadelart auf das Vernadelungsergebnis – CT-Analyse

Analyse über Computertomographie am Fraunhofer-Zentrum für Hochtemperaturleichtbau, Bayreuth – Auflösung 17 μm – vernadeltes Vlies 300 g/m²

- Einsatz einer **feinen** Nadel führt zu einer homogenen Materialstruktur mit hoher Oberflächenqualität



Bildquelle: Fraunhofer Zentrum für Hochtemperatur-Leichtbau

Prüfungen

- textilphysikalische Prüfungen an vernadelten Vliesen und Sandwich-Strukturen (Zug-Dehnungs-Verhalten, Trennfestigkeit, Flächenmasse, Dicke, Luftdurchlässigkeit)
- Analyse der inneren Struktur der Preformen über CT-Messungen
- Ableitung der textilphysikalischen Eigenschaften aus den Anforderungsprofilen der Faserverbundkeramiken



Zusammenfassung und Ausblick

- neue Verstärkungsform für Faserverbundkeramiken
- großes Anwendungs- und Entwicklungspotential
- anspruchsvolle Verarbeitung von Carbonfasern
- Vielzahl an Variationsparametern und Einflussgrößen
- anforderungsgerechte Einstellung der Eigenschaften
- Übersetzung der Eigenschaften Keramik - Textil

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

