

IGF-Forschungsvorhaben Nr. 18520 BR

Laufzeit: 01.12.2014 – 31.05.2017

gefördert durch das



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

über die



Effiziente Herstellung von ebenen metallischen und metallkeramischen Verbundfolien durch papiertechnologische Beschichtungs- und Verarbeitungsverfahren und deren Weiterverarbeitung zu zwei- und dreidimensionalen Demonstratoren (Paper Tape)

Schlussbericht

Juli 2017

Technische Universität Dresden
Institut für Naturstofftechnik
Professur für Holztechnik und
Faserwerkstofftechnik
AG Papiertechnik (HFT)

Prof. Dr.-Ing. André Wagenführ

Fraunhofer Institut für Keramische
Technologien und Systeme (IKTS)

Dr.-Ing. Tassilo Moritz

Schlussbericht

zu IGF-Vorhaben Nr. 18520 BR

Thema

Effiziente Herstellung von ebenen metallischen und metallkeramischen Verbundfolien durch papiertechnologische Beschichtungs- und Verarbeitungsverfahren und deren Weiterverarbeitung zu zwei- und dreidimensionalen Demonstratoren (PaperTape)

Berichtszeitraum

01.12.2014 bis 31.05.2017

Forschungsvereinigung

Zellstoff- und Papierindustrie

Forschungsstelle(n)

Forschungsstelle 1: TU Dresden, Institut für Naturstofftechnik, Professur für Holztechnik und Faserwerkstofftechnik, AG Papiertechnik (HFT)

Forschungsstelle 2: Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme (IKTS)

Dresden, 31.07.2017

Ort, Datum



Prof. Dr.-Ing. André Wagenführ

Name und Unterschrift des Projektleiters der Forschungsstelle 1



Dresden, 31.07.2017

Ort, Datum

Dr.-Ing. Tassilo Moritz

Name und Unterschrift des Projektleiters der Forschungsstelle 2

6. Zusammenfassende Darstellung und Bewertung der Ergebnisse

Während des Forschungsprojektes ist es gelungen, die Voraussetzungen zu schaffen, papier-technologische Verfahren mit der pulvertechnologischen Fertigung so zu kombinieren, dass Produkte für Massenmärkte entwickelt werden können.

Durch das Projekt wurde die Entwicklung von zwei- und dreidimensionalen metallischen und metall-keramischen Bauteilen vorangetrieben, indem papiertechnologische und pulvertechnologische Verfahren aufeinander abgestimmt wurden. Inhaltlich lag der Schwerpunkt in der Anwendung der papiertechnologischen Streichtechnik zur Herstellung metallischer und metall-keramischer Grünfolien, einschließlich der damit verbundenen prozesstechnischen Fragestellungen bei der Suspensions- bzw. Schlickerherstellung, Strukturierung und dem thermischen Prozessieren.

Neben den beiden Demonstratorbauteilen Metall-Keramik-Filter (MKF) und Mitschwindende Sinterunterlagen (MSU), die bereits im Projektantrag vorgesehen waren, konnte während der Projektlaufzeit zusätzlich ein dritter Demonstrator, das poröse Metallblech entwickelt werden. Dabei konnte in ersten Untersuchungen die prinzipielle Machbarkeit sowohl für die Entbindeung als auch für die Sinterung des hochporösen metallischen Bleches nachgewiesen werden. Die zum Coil aufgewickelte Folie behielt ihre ursprüngliche Form und es stellte sich während der thermischen Prozessierung kein Verbund zwischen der metallischen und keramischen Schicht ein.

Bezüglich des Metall-Keramik-Filters ist es gelungen, ursprünglich nicht gemeinsam verarbeitbare Pulver in einem Co-Fertigungsverfahren unter Laborbedingungen zu verbinden. Durch den Verbund von Metall-Keramik-Kombinationen lassen sich neuartige, multifunktionelle Eigenschaftskombinationen in flächigen und dreidimensionalen Bauteilen erzielen. Eine Verbundherstellung im Grünzustand erspart durch die Einsparung von kostenaufwendigen Wärmebehandlungs- und Fügeschritten Zeit und Energie.

Das untersuchte Konzept der mitschwindenden Sinterunterlage (MSU) erlaubt ein Sintern von Bauteilen mit geringer Maßtoleranz und weniger metallurgischen Wechselwirkungen der Sinterprobe mit der Sinterunterlage durch Vermeidung der Kontaktreaktion. Durch den Einsatz im Labor hergestellter MSU konnte eine Verformung der Bauteile beim Sintern beseitigt werden.

Inhalt

1. Projektidee und Ziele	4
2. Materialauswahl	5
2.1. Keramische Rohstoffe	5
2.2. Metallische Legierung, deren Aufbereitung und Charakterisierung	7
2.3. Organische Bestandteile	8
2.3.1. Bindersystem	8
2.3.2. Porenbildner	9
3. Vorstellung geeigneter Formgebungsverfahren und thermische Behandlung	10
3.1. Papiertechnologische Verarbeitung	10
3.2. Technologie des Foliengießens	11
3.3. Ablösbarkeit von der Trägerfolie	11
3.4. Thermische Behandlung	12
3.5. Porosität und Haftzugfestigkeit	12
4. Demonstrator-Entwicklung	14
4.1. Entwicklung der keramischen Folien	14
4.1.1. Dispergierung	14
4.1.2. Untersuchung verschiedener Bindemittel	15
4.1.3. Stabilsierung	18
4.2. Entwicklung der metallischen Folien	20
4.3. Demonstrator 1 – Poröses Metallblech	21
4.4. Demonstrator 2 – Metall-Keramik-Filter	23
4.4.1. Einstellung der Porosität	23
4.4.2. Formgebung durch Wellen	26
4.4.3. Vorversuche zur Formgebung	28
4.4.4. Optimierung der Hafteigenschaften während des Umformens	29
4.4.5. Entwicklung des kontinuierlichen Umformens und praktische Umsetzung	30
4.5. Demonstrator 3 – MSU	38
4.5.1. Werkstoffauswahl	38
4.5.2. Herstellung von MSU und Probekörpern	38
4.5.3. Sintern von Proben im Vergleich mit bzw. ohne MSU	39
4.5.4. Anpassung der MSU auf die Bauteil-Auflagefläche	43
4.5.5. Entwicklung weiterer MSUs aus einem Hartmetall-Graphit-Folienverbund	43
5. Angaben zur Projekt-Abwicklung	45
5.1. Aus Zuwendung finanzierte Ausgaben	45

5.2	Erläuterung der Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit.....	45
5.3	Wissenschaftlich-technischer und wirtschaftlicher Nutzen.....	47
5.4	Ergebnistransfer in die Wirtschaft.....	48
5.5	Einschätzung zur Realisierbarkeit des Transferkonzepts	49
6.	Zusammenfassende Darstellung und Bewertung der Ergebnisse	51