



Fraunhofer

IKTS

Schlussbericht

zu dem IGF-Vorhaben

**Grundlegende Untersuchungen zu UV-härtenden Schlickersystemen für das Gießen
keramischer Folien**

der Forschungsstelle(n)

Fraunhofer Institut für Keramische Technologien und Systeme, Institutsteil Hermsdorf

Das IGF-Vorhaben 16972 N der Forschungsvereinigung Forschungsgemeinschaft der Deutschen
Keramischen Gesellschaft e.V. wurde über die



im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Hermsdorf, den 11.07.2014
Ort, Datum

Beate Capraro J. Capraro
Name und Unterschrift des/der Projektleiter(s)
an der/den Forschungsstelle(n)

Inhalt:

0. Einleitung und Projektziele	S. 3
1. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse	
1.1. Auswahl geeigneter keramischer Pulver und Folienorganika	S. 6
1.2. Anpassung der keramischer Pulver an die speziellen Anforderungen an das UV-härtende Bindersystem	S. 8
1.3. Untersuchungen zur Wirksamkeit von Dispergatoren in der Binderlösung	S.10
1.4. Integration einer UV-Quelle	S.15
1.5. Untersuchungen zum Einfluss der Initiatoren in der Binderlösung	S.17
1.6. Optimierung der Gießschlickerzusammensetzung sowie Durchführung von Foliengießversuchen zur Herstellung von Grünfolien	S.21
1.7. Evaluierung alternativer Weichmachersysteme	S.32
1.8. Testung unterschiedlicher Gießunterlagen	S.40
1.9. Grundsatzuntersuchungen zur Entbinderung UV-härtender Systeme	S.43
1.10 Grundsatzuntersuchungen zum Sinterverhalten	S.44
1.11.Grundsatzuntersuchungen zur Prozessierbarkeit der Grünfolien	S.45
1.12 Bestimmung applikationsrelevanter Materialkennwerte	S.46
2. Zusammenfassung	S.49
3. Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit	S.50
4. Plan zum Ergebnistransfer in die Wirtschaft	S.51

0. Einleitung und Projektziele

Das Foliengießen ist ein gut etabliertes Verfahren, welches für die Herstellung großer Stückzahlen keramischer Substrate und elektronischer Bauelemente wie Kondensatoren, piezoelektronische Anordnungen und mehrschichtige Gehäusen entwickelt wurde. Es nimmt als modernes und effizientes Formgebungsverfahren im Bereich der Technischen Keramik einen zunehmenden Stellenwert ein, der sich in den letzten Jahren durch neue innovative Entwicklungen, insbesondere auf dem Gebiet

- der LTCC- Technologie (low temperature cofired ceramic)
- der Piezoaktorik
- der Brennstoffzellentechnik und
- der Gassensorik

erhöht hat.

Am Fraunhofer IKTS Institutsteil Hermsdorf wurden diese technologischen Entwicklungen von Anfang an mit hoher Aufmerksamkeit verfolgt, die Foliengießtechnologie kontinuierlich vervollkommt und die Gießschlickerzusammensetzung an neue Werksstoffsysteme angepasst. So konnte sich das HITK/ IKTS IT Hermsdorf in den letzten Jahren im nationalen und internationalen Maßstab zu einem ausgewiesenen Kompetenzträger auf dem Gebiet der Foliengießtechnologie entwickeln.

Der klassische Foliengießprozess basiert auf der Verwendung organischer Lösemittel oder wässriger Systeme. Im Fraunhofer IKTS Hermsdorf werden vorrangig wie in vielen Foliengießfirmen auch, gemäß dem Stand der Technik lösungsmittelhaltige Gießschlickersysteme verwendet, wobei im allgemeinen Phthalate als Weichmacher eingesetzt werden. Auf Grund des anerkannten Gefährdungspotentials organischer Lösungsmittel und der Phthalate auf Umwelt und Gesundheit und damit verbunden der zunehmend verschärften und innerhalb der Europäischen Union weitgehend vereinheitlichten Gesetzgebung, Richtlinie 2002/95/EC der Europäischen Union zur Beschränkung der Verwendung gefährlicher Stoffe (ROHS- Direktive), gibt es in den letzten Jahren weltweit Bestrebungen, die in der Foliengießtechnik derzeit eingesetzten nichtwässrigen Gießschlickersysteme durch alternative Systeme abzulösen. Ein großes Potenzial stellen hierbei UV-härtende Systeme und wässrige Foliengießsysteme dar.

Aus diesem Grund wurde bereits in den letzten 10 Jahren in der Farben- und Lackindustrie eine ähnlich geartete Substitution lösungsmittelbasierter Farben und Lacke durch alternative Systeme auf Wasserbasis und auf Basis UV- härtender Systeme vollzogen.

Für die Entwicklung von Foliengießschlickern auf Basis UV-härtender Systeme spricht die Tatsache, dass die Anforderungen in allen Bereichen und Branchen der Wirtschaft hinsichtlich Verkürzung der Prozesszeiten, Reduzierung von Emissionen und Energieverbrauch, Verbesserung der Produktqualität und Einsatz umweltfreundlicher Materialien stetig steigen. Die UV-Technologie könnte dadurch zunehmend an Bedeutung gewinnen. Mit ihren speziellen Wellenlängenspektren härten UV-Strahler speziell formulierte Farben, Lacke, Beschichtungen und Klebstoffe auf Kunststoff-, Metall- Holz-, Glas- und Papiersubstraten in Sekundenschnelle aus, reduzieren somit die üblichen Prozesszeiten und nicht zuletzt die Kosten. Die Substitution der

Schlickerbestandteile würde demzufolge mit einer drastischen Reduktion der Prozesszeiten einhergehen.

Inhaltlicher Schwerpunkt des geplanten Forschungsprojektes ist es den Nachweis zu erbringen, dass UV- härtende Bindersysteme zur Substitution konventioneller lösungsmittelbasierter und wässriger Bindersysteme geeignet sind. Im Gegensatz zu Systemen, bei denen die Filmbildung auf der Verdampfung von Lösungsmitteln beruht, soll hier die Filmbildung auf dem Wege von Polymerisationsreaktionen erfolgen. Da sich in diesem Fall der Organikanteil im Trocknungsprozess nicht verringert, besteht die technologische Herausforderung darin, gießfähige Schlicker mit minimalen Organikgehalten aufzubereiten. Das erfordert die Untersuchung alternativer Hilfsstoffe und der Evaluierung angepasster Prozessbedingungen während der Schlickeraufbereitung. In diesem Zusammenhang ist eine vollständige Substitution der Bestandteile des Foliengießschlickers erforderlich. Zur Erzielung gießfähiger Schlicker müssen völlig neuartige

- Bindersysteme
- Weichmacher
- Dispergatoren
- sonstige Zuschlagstoffe

evaluiert und die Gießschlickerzusammensetzung im Einzelfall an die spezifischen Eigenschaften des jeweiligen Werkstoffs angepasst werden. Um diese Aufgabe erfolgreich und effizient lösen zu können, sind grundlegende Untersuchungen und Entwicklungen notwendig, die zu einem besseren Verständnis der Wechselwirkungsphänomene zwischen den keramischen Pulvern und den UV-härtenden Bindersystemen beitragen sollen.

Das Ziel des vorliegenden Forschungsvorhabens war es, einen neuen werkstofflichen Ansatz zu entwickeln, mit dem keramische Grünfolien mit UV- härtenden Bindersystemen umweltschonend und zeiteffizient hergestellt werden können. Verfahrensvorteile wie einfache Handhabung der Foliengießschlicker, deutlich kürzere Trocknungszeiten der gegossenen Schlicker, geringere Anlagenlängen und geringerer Energiebedarf des Gesamtprozesses sollen durch die Verwendung UV- härtender Systeme erzielt werden und zu einer Kostensenkung der durch Foliengießen hergestellten Bauteile führen. Flüchtige Lösemittel sollen in diesem Prozess durch nichtflüchtige, niedrigviskose Monomere substituiert werden, welche im Prozess der Aushärtung rückstandslos vernetzen. Die Abbildung 1 zeigt die während der Projektlaufzeit geplanten Arbeiten.