

# Einsatz nanoskaliger Partikel zur Herstellung keramischer Folien: Einfluss der Partikelwechselwirkungen auf Zerkleinerung, Rheologie, Packungsverhalten, Sinterverhalten und Produkteigenschaften

194 ZN/1+2

Die für die Herstellung der keramischen Folien benötigten nanoskaligen Partikel wurden zunächst am Lehrstuhl für Feststoff- und Grenzflächenverfahrenstechnik in einem Nasszerkleinerungsprozess erzeugt. Die Weiterverarbeitung zu Schlickern, Grünfolien und gesinterten Substraten erfolgte dann am Lehrstuhl für Glas und Keramik.

Zunächst wurde ein geeigneter Dispergator gesucht, der sowohl für die Stabilisierung bei der Zerkleinerung als auch für die weitere Verarbeitung zu keramischen Folien geeignet ist. Vorversuche zeigten, dass ein Co-Blockpolymer diesen Anforderungen genügt. Mit Hilfe von Adsorptionsisothermen wurden die optimalen Stabilisatorkonzentrationen und erste Zerkleinerungsversuche durchgeführt, in denen eine nanoskalige Primärpartikelgröße erreicht wurde. In weiteren Versuchsreihen wurde sukzessive die Feststoffkonzentration erhöht, um eine möglichst hohe Feststoffbeladung der Gießschlicker zu erreichen. Dadurch kann das aufwändige und zudem kostenintensive Aufkonzentrieren der Mahlsuspensionen durch das Abdampfen von Lösemitteln vermieden werden.

Neben der Variation des Lösemittels wurden in zahlreichen Versuchen auch der Einfluss der Mahlraumauskleidung sowie der Mahlkörper auf die Weiterverarbeitung der Mahlsuspension und die Eigenschaften der fertigen Folie untersucht. Hierbei zeigt sich, dass der Einsatz eines kostengünstigen Aluminiumoxid-Splitts als Mahlkörper besonders viel versprechend ist. Zum einen konnte durch die Autogenmahlung die starke Kontamination der Suspension durch Abrieb verhindert werden und zum anderen wiesen die Mahlsuspensionen für die Weiterverarbeitung verbesserte rheologische Eigenschaften auf. In zwei Großversuchen konnte die Scale-up-Fähigkeit des Zerkleinerungsprozesses auf Industrieanlagen gezeigt werden.

Die am Lehrstuhl für Feststoff- und Grenzflächenverfahrenstechnik und in den Industrierversuchen hergestellten Mahlsuspensionen wurden am Lehrstuhl für Glas und Keramik durch Binder- und Weichmacherzugabe zu Gießschlickern weiterverarbeitet. Die Schlicker wurden auf einer Gießanlage vergossen und zu Grünfolien an der Luft getrocknet. Diese Folien ließen sich im Anschluss mit einem optimierten Sinterprofil zu rissfreien ebenen und dichten Keramiken mit nanoskaligem Gefüge brennen. Die Rheologie der Suspensionen/Schlicker als auch die Eigenschaften der Folien wurden dann mit den gängigen Methoden untersucht. Dabei zeigte sich, dass durch den Einsatz nanoskaliger Partikel prozesstechnische Vorteile wie die Reduzierung der Sintertemperatur und speziell im Fall der LTCC-Keramiken das Herabsetzen des Glasphasenanteils erzielt werden konnten. Weitere signifikante Vorteile liegen sowohl in der Steigerung der mechanischen Festigkeit der Substrate als auch in der deutlichen Erniedrigung der Rauigkeiten. Die Substrate eignen sich damit auch für Dünnschicht-Verfahren. Des Weiteren wurde eine Transparenz/Transluzenz der gesinterten Substrate beobachtet. Mit den hier gewonnenen Ergebnissen und den bereitgestellten Mahlsuspensionen konnten auch die Industriepartner erfolgreich keramische Folien herstellen. In diesem Projekt konnte gezeigt werden, dass aus kommerziellen Pulvern durch Mahlung in geeigneten Lösemitteln Suspensionen aus nanoskaligen Pulvern hergestellt werden können, die sich direkt zu keramischen Folien weiterverarbeiten lassen.

Bearbeitet wurde das Forschungsthema von 2/06 bis 06/08 an der **Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Institut für Chemie- und Bioingenieurwesen, Lehrstuhl für Feststoff- und Grenzflächenverfahrenstechnik** (Cauerstraße 4, 91058 Erlangen, Tel.: 09131 / 85-29400) unter Leitung von Prof. Dr. W. Peukert, (Leiter der Forschungsstelle Prof. Dr. W. Peukert) und an der **Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Institut für Werkstoffwissenschaften, Lehrstuhl III für Glas und Keramik** (Martensstraße. 5, 91058 Erlangen, Tel.: 09131 / 85-27547) unter Leitung von Prof. Dr. A. Roosen, (Leiter der Forschungsstelle Prof. Dr. A. Roosen).

--> [TIB](#)

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Das IGF-Vorhaben Nr. 194 ZN/1+2 der Forschungsvereinigung DECHEMA, Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V., Theodor-Heuss-Allee 25, 60486 Frankfurt am Main wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.