

Thüringer Werkstofftag 2011

am 30.03.2011 in Jena

Abstract zum Vortrag

- Titel:** Sphärische keramische Nanopartikel hergestellt durch CO₂-Laservaporisation (LAVA)
- Vortragender:** Prof. Dr. Frank A. Müller
- Autoren:** Frank A. Müller, Heinz-Dieter Kurland, Janet Grabow
- Unternehmen/Einrichtung:** Friedrich-Schiller-Universität Jena,
Institut für Materialwissenschaft und Werkstofftechnologie
Professur für Oberflächen- und Grenzflächentechnologien

Die CO₂-Laservaporisation (LAVA) ist ein hochflexibles Verfahren zur Herstellung eines breiten Spektrums funktioneller keramischer Nanopartikel. Beim LAVA-Prozess wird die Strahlung eines Hochleistungs-CO₂-Lasers (Wellenlänge 10,59 µm, Dauerleistung bis 2 kW, elektrisch pulsbar) auf die Oberfläche eines grobkörnigen Ausgangspulvers fokussiert, dessen chemische Zusammensetzung der der angestrebten Nanopartikel entspricht. Das Ausgangsmaterial absorbiert die intensive Laserstrahlung (Fokusintensität bis 0,15 MW/cm²) und verdampft. Mit Hilfe eines kontinuierlich strömenden Prozessgases wird der expandierende heiße Dampf abgeschreckt, wobei sich durch Gasphasenkondensation ein Nanopartikel-Aerosol bildet, das im Prozessgasstrom zur Filterabscheidung transportiert wird. Die LAVA-Nanopulver sind chemisch rein und bestehen aus kristallinen Primärpartikeln mit einer engen Größenverteilung und mittleren Partikeldurchmessern um 50 nm. Mittlere Größe und Größenverteilung können durch die Prozessbedingungen kontrolliert werden. Höhere Prozessgas-Volumenströme (bis 6 m³/h) durch die Kondensationszone oder kürzere Laserpulse (bis 200 µs) führen dabei zu kleineren Partikeln. Die Partikel sind sphärisch und liegen aufgrund schwacher van-der-Waals-Wechselwirkungen lediglich weich agglomeriert vor. Abhängig vom Ausgangsmaterial und den Prozessbedingungen werden Produktionsraten von bis zu 30 g/h erreicht, die Applikationsprüfungen der Nanopulver ermöglichen.

Die Co-Laservaporisation (CoLAVA) stellt eine Verfahrensvariante zur Herstellung von Nanopartikeln mit intrapartikulären Phasenmischungen dar. Hierbei werden homogene Mischungen von mindestens zwei Ausgangspulvern in einem Prozessschritt co-vaporisiert. Abhängig von den Komponenten sowie von ihrem Mischungsverhältnis kann der CoLAVA-Prozess genutzt werden, um Nanopartikel herzustellen, die aus Mischkristallen (z.B. Perowskite, Spinelle, Granate), Defektstrukturen (z.B. dotierte Halbleiter) oder einer intrapartikulären Dispersion kristalliner Phasen (z.B. Al₂O₃-ZrO₂) bestehen. Darüber hinaus können Netzwerkbildner (z.B. SiO₂) genutzt werden, um feinstdispertierte Kristallite einer zweiten Mischungskomponente (z.B. Fe_xO_y) in eine Glasmatrix einzubetten und so die funktionellen Eigenschaften der Partikel gezielt zu beeinflussen.

Eine weitere Option des LAVA-Verfahrens stellt die prozessintegrierte Beschichtung der Nanopartikel mit einem organischen Additiv dar. Hierbei wird das Nanopartikel-Aerosol durch die

Thüringer Werkstofftag 2011

am 30.03.2011 in Jena

Abstract zum Vortrag

übersättigte Dampfatosphäre eines Beschichtungsadditivs geleitet, wobei sich durch heterogene Kondensation eine dichte, bis zu 5 nm dicke Schicht des Additivs auf den Partikeln bildet. Auf diese Weise können die Nanopartikel gezielt funktionalisiert bzw. für weitere technologische Fertigungsschritte und Formgebungsverfahren zugänglich gemacht werden.

Die mittels LAVA-Technologie hergestellten sphärischen Nanopartikel besitzen aufgrund der hohen Flexibilität beim Materialdesign sowie der definiert einstellbaren Oberflächeneigenschaften bei gleichzeitig geringer Agglomerationsneigung ein enormes Innovationspotential für die Entwicklung neuartiger Ingenieurkeramiken und Hybridsysteme u.a. in den Bereichen Energie- und Umwelttechnik sowie Life Science.