

Kurzzusammenfassung

Von nanoporösen Materialien erwarten Wissenschaft und Technik eine deutlich verbesserte Wärmeisolation. Wäre es möglich Glas einzusetzen, könnte man temperaturbeständige und nachhaltige Nanoschäume herstellen. Um diesem Ziel näher zu kommen, verfolgt diese Arbeit die Idee, Glas in Form von Nano- und Mikro-Partikeln, sowie Wasser als ideales Treibmittel einzusetzen, um einen hochporösen Glasschaum nach der sogenannten *Nanofoms by Continuity Inversion of Dispersions* (NF-CID) Methode erzeugen. Die Methode verwendet möglichst monodisperse, feste Nano- (oder Mikro-)partikel, die dicht gepackt mit Wasser in einem druckfesten, verschlossenen Gefäß getränkt werden. Anschließend wird die Temperatur und der Druck auf die überkritischen Werte für Wasser erhöht (mindestens $T_c = 647 \text{ K}$, $p_c = 221 \text{ bar}$). Durch das Zusammenschmelzen der Partikel wird eine Kontinuitätsinversion erzielt, was zu Einschlüssen von überkritischem (*sc*-) Wasser in einer kontinuierlichen Glasmatrix führt. Der Schäumprozess wird durch eine Druckabsenkung initiiert, wobei der Schaum durch die mit der Expansion einhergehenden Kühlung verfestigt wird. Der Inversionsprozess wurde in Abhängigkeit von Temperatur und Expositionszeit untersucht, um die Anwendbarkeit des Verfahrens auf Glas zu bestätigen. Beim Schäumprozess wurde die Abhängigkeit von Temperatur, Druck, Expositionszeit und der Art der verwendeten Ausgangsmaterialien untersucht. Die jeweiligen Parameter wurden so angepasst, dass poröse Gläser und Glasschäume mit einer Porengröße von $d_{\text{Pore}} = 5 \text{ }\mu\text{m} - 36 \text{ }\mu\text{m}$ erhalten werden konnten. Die wichtigsten Eigenschaften der Partikel sind die Morphologie und Zusammensetzung. Auf der einen Seite korreliert die Größe der erzeugten *sc*-H₂O-Einschlüsse direkt mit der Größe der Partikel und damit mit dem Porendurchmesser des resultierenden Schaumes. Auf der anderen Seite diffundiert das *sc*-H₂O in das Glas hinein und lagert sich dort molekular ein, wo es bei der Expansion zu weiteren Poren führt. Die Zusammensetzung des Glases ist wichtig für die thermischen Eigenschaften des Materials. Nanopartikel mit einer Zusammensetzung ähnlich der von Kalk-Natron-Silikat-Glas wurden als vielversprechende Kandidaten mit einer niedrigen Transformationstemperatur T_g ermittelt. Deshalb wurden Calcium- und Natrium-dotierte Silica-Partikel durch die Verwendung verschiedener synthetischer Strategien generiert. Durch die Variation der Reaktionsbedingungen wurden Partikel unterschiedlicher Zusammensetzung und Größe in einem Bereich von $d_p = 20 \text{ nm} - 100 \text{ nm}$ erhalten. Die thermischen Eigenschaften und die Morphologie der dotierten Partikel wurden durch Dynamische Differenzkalorimetrie und Rasterelektronenmikroskopie untersucht, um ihre Eignung für das NF-CID Verfahren sicherzustellen. Erste Schäumversuche zeigten die Anwendbarkeit des Verfahrens auch auf die selbstsynthetisierten Glaspartikel.