

Metall-Matrix-Verbundwerkstoffe mit Kieselalgen als Füllstoff

Dr. Jürgen Gluch, Dr. Birgit Jost

Das biogene siliciumhaltige Sediment Kieselgur besteht hauptsächlich aus fossilen Zellhüllen (Frusteln) von Kieselalgen. Es kann in großem Maßstab gewonnen und als natürlicher Bestandteil von Verbundwerkstoffen verwendet werden.

Wenn es gelingt, die bis zu 100 Mikrometer großen zylinderförmigen Frusteln homogen in einer Metallmatrix einzubetten, so können gezielt mechanische Eigenschaften des Verbundwerkstoffs eingestellt werden.

Mikrostrukturanalyse für optimal ausgelegte Verbundwerkstoffe

Das Design solcher Verbundwerkstoffe erfordert eine detaillierte Kenntnis der Geometrie und der mechanischen Eigenschaften der eingesetzten Kieselalgen. Mit Hilfe unterschiedlicher abbildender Methoden (korrelative Mikroskopie) kann eine umfassende 3D-Analyse der Verbundwerkstoffe erfolgen.

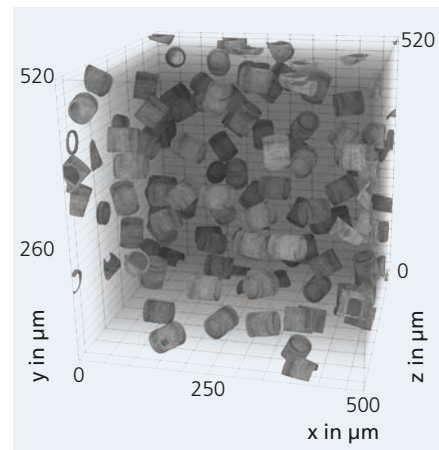
Die Nano-Röntgentomographie ist geeignet, um hochaufgelöste dreidimensionale Abbildungen einzelner Kieselalgen anzufertigen. In Verbindung mit In-situ-Belastungsversuchen werden die Kräfte bestimmt, bei denen einzelne Zellhüllen brechen. Diese Daten sind Ausgangspunkt für projektbegleitende Werkstoffsimulationen. Einerseits kann die Spannungsverteilung in und um die durch die Frusteln geformte Pore simuliert werden. Zum anderen können große FE-Modelle aus Tomographiedaten direkt erstellt werden. Durch die softwaregestützte Erstellung von Modellen mit unterschiedlichem Füllstoffanteil können die mechanischen Eigenschaften abgeschätzt werden. Mit den Ergebnissen werden Prüfkörper zielgerichtet hergestellt und untersucht.

Vorbereitung der Kieselalgen

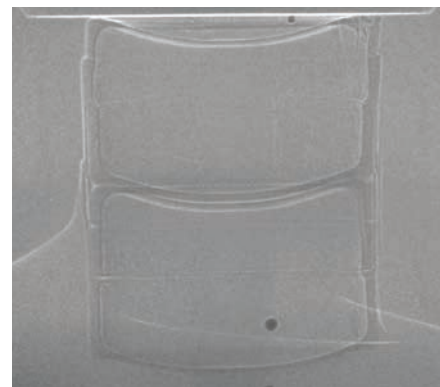
Damit die Kieselalgen im Metall-Matrix-Verbundwerkstoff möglichst gleichmäßig große, von Frusteln umschlossene Poren bilden, ist eine Reinigung des Kieselgur notwendig. Dabei werden Bruchstücke und Fremdkörper entfernt. Vorteilhaft ist hierfür die Nass-Siebung, da sie gegenüber der Trockensiebung weniger Bruchstücke im Siebprodukt enthält und Agglomerate schonend aufgeteilt werden.

Die so vorbereiteten Kieselalgen werden dann mit Aluminiumpulver vermischt und durch Spark Plasma Sintern (SPS) zu einem festen Verbundwerkstoff verarbeitet. Neben der pulvermetallurgischen Herstellung wird derzeit auch ein schmelzmetallurgisches Verfahren erprobt. Hierbei werden die Kieselalgen mit dem Matrixmetall im flüssigem Zustand vermischt.

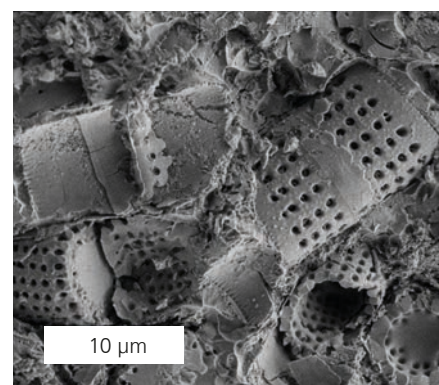
Die Ergebnisse entstanden im deutsch-polnischen Cornet-Projekt MECODIA in Kooperation mit der Universität Białystok.



Simulierter MMC-Datensatz auf der Grundlage von nanoXCT-Daten einer Frustel (fossile Zellhülle).



Set von zwei gestapelten Frusteln, die während des vertikalen In-situ-Druckversuchs aufgenommen wurden.



REM-Bild der Bruchfläche eines MMC mit Al-Matrix und 30 Vol.-% Kieselgur.

