

✓Energieeffizienz

SIMULATION DES ENTBINDERNS KERAMISCHER GRÜNKÖRPER

Bei der pulvertechnologischen Herstellung von Keramikbauteilen werden organische Beimischungen verwendet, die die Formgebung erleichtern und dem gepressten Grünkörper eine gewisse Festigkeit verleihen. Vor dem Sintern müssen sie aus dem Grünkörper entfernt werden. Die im Verlauf dieser thermischen Entbinderung entstehenden gasförmigen Reaktionsprodukte können bei großen Bauteilen oder schnellen Heizraten unter Umständen nicht schnell genug abgeführt werden. Es entsteht ein Überdruck in den Poren, der das Bauteil zerstören kann. Mittels Simulation können Prozessparameter optimiert werden, um ein möglichst schnelles und sicheres Entbindern zu gewährleisten.

Modell und Experimente

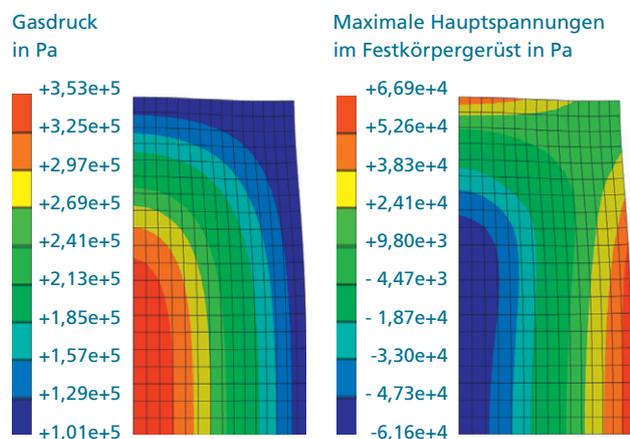
Mithilfe von DSC- und massenspektroskopischen Untersuchungen werden Annahmen zu den Zersetzungsprodukten für das Modell festgelegt und die Parameter der Reaktionskinetik angepasst. Daraufhin werden die Massenanteile bilanziert, um den in den Poren entstehenden Überdruck zu berechnen. Dabei werden die Transportmechanismen Diffusion und druckgetriebene Sickerströmung berücksichtigt. Die Permeabilitäten können aus einem eigens am Fraunhofer IWM entwickelten Experiment auch für hohe Füllgrade bestimmt werden. Auch die geringe Wärmeleitfähigkeit des porösen Grünkörpers sowie die Reaktionswärme der verschiedenen Zersetzungsprozesse werden berücksichtigt. Aus dem Gasdruck in den Poren resultiert eine Belastung des Festkörpergerüsts, die eine kritische Größe nicht überschreiten darf.

Simulationsergebnisse

Die numerische Auswertung des Modells erfolgt per Finite-Elemente Methode (FEM) und verwendet die USER-Element

Schnittstelle des kommerziellen FE-Pakets ABAQUS®. Dies erlaubt die Betrachtung einer beliebigen Bauteilgeometrie und einer vorgebbaren Anzahl diffundierender Gasspezies, was der kommerzielle Code nicht leistet. Eine nachgeschaltete Rechnung bestimmt die aus dem Gasdruck resultierenden Spannungen im Festkörpergerüst. Zudem wurde ein eigenständiges Programm für einfache Auslegungsrechnungen erarbeitet. Abbildung 1 zeigt die Verteilung von Gasdruck und maximalen Hauptspannungen für ein fiktives zylindrisches Bauteil. Die Spannungen werden an der Oberfläche des Bauteils am größten und können dort zum Abplatzen flächiger Teile führen.

Dr. Ingo Schmidt



1 Gasdruck (links) und maximale Hauptspannungen (rechts) im Festkörpergerüst beim Entbindern eines porösen Grünkörpers.