

STOCHASTISCHE BERECHNUNG VON BAUTEILEN AUS SCHAUMMATERIALIEN

Sandwichbauteile sind in der Leichtbaukonstruktion von außerordentlicher Bedeutung, da sie trotz einer erheblichen Gewichtsreduzierung eine hohe Steifigkeit aufweisen. Bei Verwendung geschäumter Materialien als Kern führt deren vielfach ungeordnete Mikrostruktur jedoch zu Streuungen im Bauteilverhalten. Zur Bestimmung dieser Unsicherheiten werden heutzutage verstärkt numerische Berechnungskonzepte verwendet, um die Anzahl an kostenintensiven experimentellen Versuchen zu reduzieren. Häufig basieren diese Simulationen jedoch auf einer rein deterministischen Betrachtungsweise mit der Folge, dass große Sicherheitsbeiwerte verwendet werden müssen, die wiederum zu einer schlechten Materialausnutzung führen.

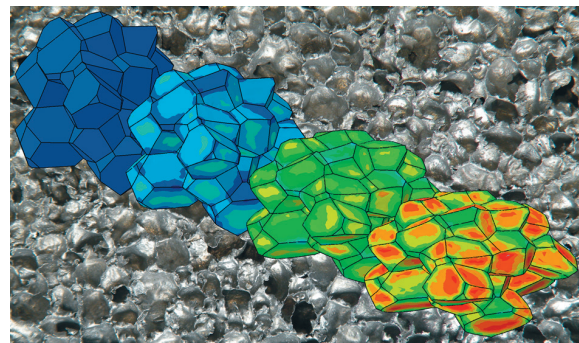
Berechnung des Materialverhaltens

Zur Vorhersage des Materialverhaltens und dessen Streuung wurden lokale probabilistische Homogenisierungsverfahren entwickelt und implementiert. Dieses basiert auf der Analyse des mechanischen Verhaltens repräsentativer Volumenelemente für die gegebene Mikrostruktur des Werkstoffs. Deren Erzeugung erfolgt automatisiert auf der Basis statistischer Mikrostrukturcharakterisierungen. Durch eine probabilistische Finite-Elemente-Analyse dieser Mikrostrukturmodelle erhält man die Materialparameter für den mikrostrukturierten Werkstoff und die zugehörigen Wahrscheinlichkeitsverteilungen sowie die Korrelationen der Parameter untereinander und die örtliche Korrelation dieser Größen.

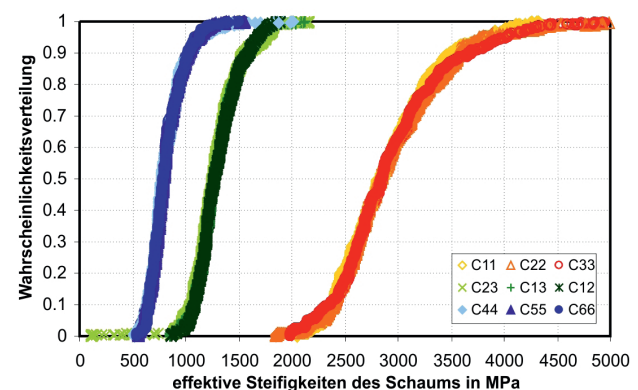
Übertragung auf die Bauteilebene

Im Sinne eines Integrated Computational Materials Engineering (ICME) Ansatzes werden die Ergebnisse der mikromechanischen Simulation auf die Bauteilebene übertragen. Die Beschreibung des Materialverhaltens erfolgt dabei durch sogenannte Zufallsfelder unter Verwendung der statistischen Größen aus der ersten Simu-

lationsstufe als Eingangsparameter. Auf diese Weise wird die aus der Streuung der Mikrostruktur resultierende Streuung und Unschärfe im Bauteilverhalten numerisch vorhersagbar. Es zeigt sich, dass eine klassische deterministische Analyse unter Verwendung der Mittelwerte der Materialparameter hier zu unzureichenden Ergebnissen führen kann. Der Ansatz lässt sich in einfacher Weise auf die Erfassung weiterer Unsicherheiten, beispielsweise der Lasten, erweitern.



1 Homogenisierungsanalyse metallischer Schäume.



2 Wahrscheinlichkeitsverteilung der Schaumsteifigkeiten.