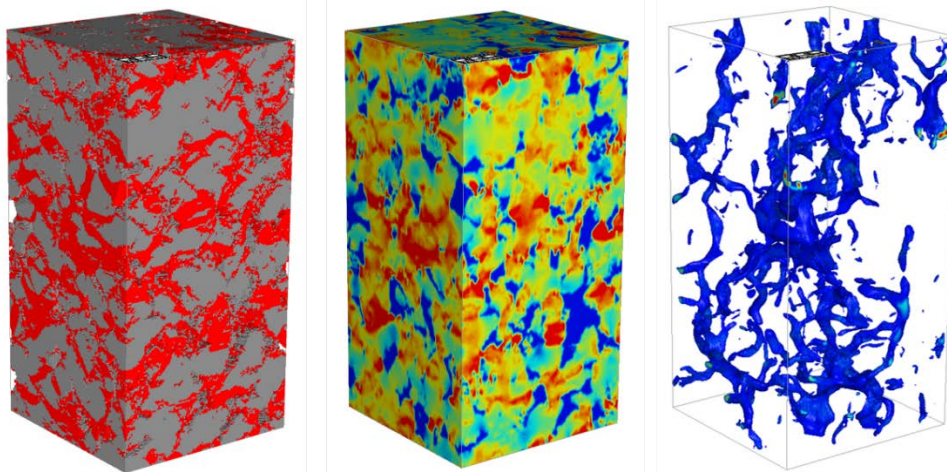


## Direkte numerische Simulation von Materialeigenschaften auf 3D-Bilddaten von porösen Materialien und Verbundwerkstoffen

Aufgrund der gestiegenen Qualität, Auflösung und Aufnahmegeschwindigkeit von  $\mu$ CT-Bildern können Mikrostrukturen von natürlichen und künstlichen Materialien analysiert und für direkte numerische Simulationen, in denen die einzelnen Phasen geometrisch aufgelöst sind, genutzt werden. Die Verwendung von dreidimensionalen Mikrostrukturdaten ist jedoch eine sehr schwierige Aufgabe. Hochspezialisierte numerische Algorithmen zur Lösung von Problemen mit Milliarden von Unbekannten sind erforderlich. In immer mehr Fällen können segmentierte 3D-Bilder direkt als Rechengebiet genommen werden. Jedoch ist für viele Fälle eine Rekonstruktion der Mikrostruktur unumgänglich. Dazu werden im Vortrag Mikrostruktursimulationen für verschiedene Materialien vorgestellt. Teilweise werden Vergleiche mit experimentellen Messungen gezeigt. Die Simulationen wurden größtenteils mit der kommerziellen Software GeoDict und dem nichtlinearen Elastizitätslöser FeelMath des ITWM realisiert.

Die Anwendungsfelder der vorgestellten Methoden können in zwei Klassen eingeteilt werden: (1) effektive Materialeigenschaften, (2) lokale Effekte (Rissbildung, Phasenumwandlung). Oft sind effektive physikalische Eigenschaften (Permeabilität, Wärmeleitfähigkeit, mechanische Steifigkeit und Festigkeit, akustische Wirksamkeit) von Interesse, die dann zur Werkstoffoptimierung (sogenanntes virtuelles Materialdesign) eingesetzt werden. Ein Überblick zu numerischen Verfahren für die Berechnung von effektiven Materialeigenschaften im Bereich Digital-Rock-Physics (DRP) wird in [1] gegeben (siehe Abb.). Effektive Eigenschaften werden weiterhin in Multiskalensimulationen zur Analyse von Verfahren (z.B. Filtrationseigenschaften) oder Bauteilen (z.B. Airbag-Gehäuse) verwendet. Große Bedeutung haben lokale Schädigungseffekte (siehe Abb.), die mit rein makroskopischen Simulationen nicht adäquat erfasst werden können.



Berea-Sandstein: Mikrostruktur mit Schädigung in rot (links), Spannungsverteilung unter Kompression (Mitte), Strömungsgeschwindigkeit durch den Porenraum (rechts)

[1] H. Andrä, N. Combaret, J. Dvorkin, E. Glatt, J. Han, M. Kabel, Y. Keehm, F. Krzikalla, M. Lee, C. Madonna, M. Marsh, T. Mukerji, E.H. Saenger, R. Sain, N. Saxena, S. Staub, A. Wiegmann, and X. Zhan. Digital rock physics benchmarks - Part II: Computing effective properties. *Computers & Geosciences* 2013; 50:33-44.

[2] [www.geodict.de](http://www.geodict.de)