



4-Dimensionale Bilder aus winzigen Hohlräumen

Forschende der Universität Stuttgart visualisieren mit hochauflösender Röntgentomographie erstmals Transportprozesse in teilgesättigten porösen Medien

Wie Schadstoffe sich in so genannten teilgesättigten porösen Medien – zum Beispiel in Sand oder Kies – ausbreiten, lässt sich aufgrund der komplexen Prozesse nur schwer berechnen. Ein Team um Holger Steeb, Forschungsleiter im Exzellenzcluster SimTech sowie im Sonderforschungsbereich 1313 der Universität Stuttgart, konnte den Stofftransport im Porenraum jetzt mit Hilfe hochauflösender Synchrotron-basierter Röntgentomographie sichtbar machen. Die renommierte Fachzeitschrift PNAS berichtete darüber*.

Hochschulkommunikation

Leiter Hochschulkommunikation und Pressesprecher

Dr. Hans-Herwig Geyer

Kontakt

T 0711 685-82555

Ansprechpartnerin

Andrea Mayer-Grenu

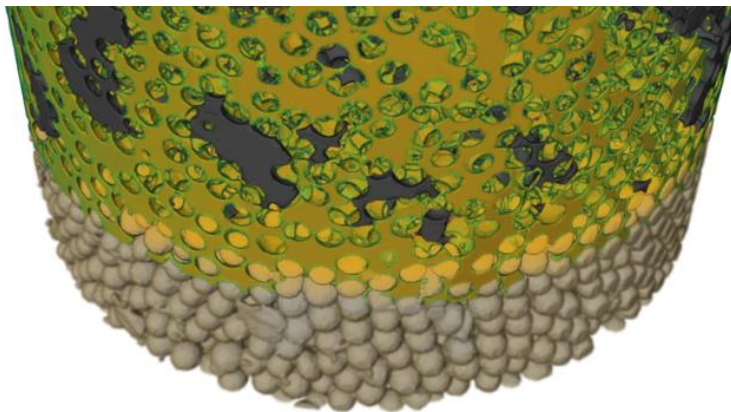
Kontakt

T 0711 685-82176

F 0711 685-82291

hkom@uni-stuttgart.de

www.uni-stuttgart.de



Phasenverteilung des untersuchten komplexen Mehrphasen-Strömungsprozesses im Porenraum in einer gesinterten Glaskugelpackung. Foto: Universität Stuttgart/ SFB 1313

Transportprozesse in porösen Medien spielen bei einer Vielzahl von technischen Anwendungen eine äußerst wichtige Rolle. Dabei können die Poren in einem Festkörper von einem einzigen Fluid (Flüssigkeiten oder Gase) durchströmt sein - man spricht dann von vollgesättigten porösen



Medien – oder von einem Phasengemisch wie etwa Gas/Öl und Wasser. Letztere, so genannte teilgesättigte poröse Medien, kommen in der Praxis sehr häufig vor, zum Beispiel in oberflächennahen Sand- oder Kiesböden, in Gas- und Öllagerstätten oder in geothermalen Reservoiren. Geraten nun – etwa aufgrund einer Umweltkatastrophe – Fremdstoffe in den Untergrund, so lässt sich bei vollgesättigten porösen Medien relativ einfach berechnen, wie sich diese ausbreiten. Bei teilgesättigten porösen Medien dagegen waren die konvektiven (durch die Strömung) und diffusiven (durch Durchmischung) Ausbreitungsprozesse bisher nicht klar.

Das Team um Prof. Holger Steeb von der Universität Stuttgart konnte nun anhand bildgebender Untersuchungen erstmals nachweisen, dass sich der Stofftransport in teilgesättigten porösen Medien fundamental von dem in vollgesättigten porösen Medien unterscheidet. Hierzu spülten die Forschenden Salzwasser in eine Öl-Wasser-Mischung ein und machten den komplexen Stofftransport im Porenraum mittels hochauflösender Synchrotron-basierter Röntgentomographie in vierdimensionalen Untersuchungen mit hoher räumlicher und zeitlicher Auflösung sichtbar.

Dabei zeigte sich, dass stagnierende, also sich nicht bewegende Teilgebiete im Porenraum des porösen Materials für die Ausbreitung der Salzwasserpartikel eine wichtige Rolle spielen. Während der Stoffprozess in den sich bewegenden Zonen durch Konvektion dominiert wird, sind in den stagnierenden Zonen vor allem Diffusionsprozesse dafür verantwortlich, in welcher Zeitskala sich die Salzwasserpartikel ausbreiten.

Bessere Prognosemodelle als Ziel

Auf Basis der hochauflösenden 4D Datensätze (3.25 Micrometer im Raum und 6 Sekunden in der Zeit) konnten sowohl die sich bewegenden als auch die stagnierenden Zonen präzise charakterisiert und ihre Fluid-topologische Auswirkung („Fußabdruck“) auf die effektive nicht-Ficksche Diffusion (ein Modell zur Berechnung von Diffusions-Prozessen) gezeigt werden. Auf Basis dieser Resultate können in der Zukunft effektive Simulationsmodelle auf der so genannten Darcy-Skala physikalisch-basiert weiterentwickelt werden. Dies, so die Hoffnung der Forschenden, wird zu verbesserten Prognosemodellen führen, mit denen sich



beispielsweise im Fall einer Schadstoffkontamination die Auswirkungen auf den Boden oder das Trinkwasser präziser vorhersagen lassen.

Die Arbeit entstand im Rahmen des [Sonderforschungsbereichs SFB 1313](#) sowie des [Exzellenzclusters EXC 2075 \(SimTech\)](#) an der Universität Stuttgart in enger Kooperation mit Kolleg*innen an der University of Manchester, UK, am Helmholtz Center in Dresden-Rossendorf und an der Diamond Lightsource, Didcot, UK.

***Originalpublikation:**

„Direct characterization of solute transport in unsaturated porous media using fast X-ray synchrotron microtomography“, S. Hasan, V. Niasar, N.K. Karadimitriou, J.R.A. Godinho, N.T. Vo, S. An, A. Rabbania and H. Steeb, PNAS vom 8. September 2020,

<https://www.pnas.org/content/early/2020/09/03/2011716117>

Fachlicher Kontakt:

Holger Steeb, Universität Stuttgart, Institut für Mechanik (Bauwesen)/ Lehrstuhl für Kontinuumsmechanik, Tel: +49 711 685-66346, Email: holger.steeb@mechbau.uni-stuttgart.de

Pressekontakt:

Andrea Mayer-Grenu, Universität Stuttgart, Hochschulkommunikation, Tel.: +49 (0)711/685 82176, E-Mail: andrea.mayer-grenu@hkom.uni-stuttgart.de