

**Press release****Technische Universität München****Ulrich Meyer**

04/23/2024

<http://idw-online.de/en/news832395>Research results  
Geosciences, Physics / astronomy  
transregional, national**Forschung am FRM II zur Lagerung von CO<sub>2</sub>: Porosität von Sedimentgestein mit Neutronen untersucht**

**- Dauerhafte unterirdische Lagerung von CO<sub>2</sub> - Poren so klein wie Bakterien - Porenmessung mit Neutronen auf den Nanometer genau Ob Sedimentgesteine fossile Kohlenwasserstoffe speichern können oder als undurchlässige Schichten dafür sorgen, dass Erdöl, Erdgas oder auch eingelagertes Kohlendioxid nicht an die Oberfläche dringen, hängt von der Porosität ab. Entscheidend ist dabei die Form, Anordnung, Struktur und Vernetzung der Porenräume. An der Forschungs-Neutronenquelle Heinz Maier-Leibnitz (FRM II) der Technischen Universität München (TUM) ist es gelungen, mit Klein- und Kleinstwinkel-Neutronenstreuung die Netzwerke von Mikroporen zu charakterisieren.**

Dicht, dunkel, kompakt. Auf den ersten Blick unterscheiden sich die Sedimentgesteinsproben, die Dr. Amirsaman Rezaeyan auf seinem Labortisch liegen hat, nur wenig. Poren sind in den Ton- und Siltsteinen, englisch Mudrocks, mit bloßem Auge nicht zu erkennen. Dennoch verleihen winzige Hohlräume den Gesteinen ihre besonderen Eigenschaften: Die nur Nanometer kleinen Poren, die während der Sedimentation entstehen und im Laufe der Zeit verdichtet werden, sind entscheidend für die Durchlässigkeit. Und von dieser hängt ab, ob Gesteine Erdöl oder Erdgas aufnehmen oder ob sie undurchlässige Schichten bilden, unter denen sich fossile Energieträger sammeln können.

„Abhängig von der Verteilung, Größe und Struktur der Poren, eignen sich die feinkörnigen Sedimentgesteine auch, um radioaktive Abfälle zu deponieren oder Kohlendioxid, das zuvor der Atmosphäre entzogen wurden, im Untergrund zu versiegeln“, erklärt Dr. Amirsaman Rezaeyan, Wissenschaftler an der Universität von Calgary in Kanada. „Die Porenstruktur der Mudrocks und ihr Einfluss auf die Durchlässigkeit für Flüssigkeiten sind bisher kaum erforscht, jedoch enorm wichtig, wenn man das Potenzial der Mudrocks als Ölreservoir oder undurchlässige Schichten beurteilen will.“

Doch wie vermisst man Poren, die nicht größer sind als Bakterien? Tatsächlich gibt es unterschiedliche Verfahren, mit denen sich das Porenvolumen vollständig quantifizieren lässt - die meisten können jedoch nur größere Strukturen oder begrenzte Porengrößen aufspüren. „Für die Quantifizierung von Poren zwischen wenigen Nano- und einigen Mikrometern eignet sich nur Klein- und Kleinstwinkel Neutronen Streuung“, betont Rezaeyan, der zusammen mit einem internationalen Team an der Forschungs-Neutronenquelle Heinz Maier-Leibnitz (FRM II) der TUM die Porosität von einem Dutzend Sedimentgesteinen aus Europa und Amerika erforscht hat.

Porenmessung auf Nanometer genau

Messeinrichtungen für Small Angle Neutron Scattering (SANS) und Very Small Angle Neutron Scattering (VSANS) gibt es nur wenige auf der Welt. Zwei davon, die KWS-1 und KWS-3, betreibt das Forschungszentrum Jülich am Heinz Maier-Leibnitz Zentrum (MLZ). Das MLZ ist die wissenschaftliche Kooperation aus TUM, Forschungszentrum Jülich und Helmholtz-Zentrum Hereon, die die Neutronen des FRM II für Gastforschende in Form von wissenschaftlichen Instrumenten verfügbar machen. Und so reiste Rezaeyan vom Lyell Centre der Heriot-Watt University in Edinburgh, Schottland, wo er damals tätig war, mit seinen Gesteinsproben – alle dünn geschliffen und ohne Gas- oder

Flüssigkeitseinschlüsse – nach Garching, um Mikroporen aufzuspüren.

In den Kleinwinkelstreulinstrumenten am FRM II wurden die Proben mit Neutronen aus dem Reaktor bestrahlt. Da Neutronen nur mit den Kernen von Atomen interagieren, lässt sich aus dem Beugungsmuster, das der Detektor erfasst, die Anordnung der Atome und damit – indirekt – auch die der atomfreien Poren ableiten.

Zurück in Schottland korrelierte der Forscher die Messergebnisse mit den mikroskopischen Eigenschaften der Gesteinsproben. Das Ergebnis wurde jetzt veröffentlicht: Die Porosität der feinkörnigen Mudrocks ist demnach abhängig vom Anteil der Tonmineralien, welche die Sedimente enthalten: Je mehr Ton, desto größer die Wahrscheinlichkeit für kleine Poren mit weniger als 50 Nanometern Durchmesser. Gesteine mit einem hohen Ton-Gehalt sind daher potenziell geeignet, um als undurchlässige Schichten eine Deponie oder einen Gasspeicher im Untergrund zu versiegeln.

„Der Tongehalt ist dabei allerdings nur ein Teil des Puzzles: Es gibt eine ganze Reihe von Faktoren, die bei der Auswahl geeigneter Mudrock-Schichten für die Öl- und Gasgewinnung oder die Kohlendioxid-Speicherung berücksichtigt werden müssen“, betont Rezaeyan. „Wir haben in die Datenanalyse daher weitere Faktoren – beispielsweise den Grad der Verdichtung des Gesteins und den Anteil an organischem Material – mitaufgenommen. Auf diese Weise konnten wir Korrelationen hoher statistischer Signifikanz herstellen.“

Mit Hilfe dieser Korrelationen soll es künftig möglich sein, auf Basis der Sedimentationsbedingungen abzuschätzen, welche physikalischen Eigenschaften feinkörnige Sedimentgesteine haben und ob sie als undurchlässige Deckschichten für Endlager und Kohlendioxid-Speicher geeignet sind.

Beteiligte Forschungsorganisationen:

- Lyell Centre, Institute of GeoEnergy Engineering, Heriot-Watt University, Edinburgh, UK
- Nuclear Waste Services, Didcot, UK
- Forschungszentrum Jülich GmbH, Jülich Centre for Neutron Science JCNS at Heinz Maier-Leibnitz Zentrum MLZ, Garching
- Chemical Sciences Division, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, USA
- Lyell Centre, Institute of Life and Earth Sciences, Heriot-Watt University, Edinburgh, EH14 4AS, UK
- Institute of GeoEnergy Engineering, Heriot-Watt University, Edinburgh, EH14 4AS, UK
- Department of Earth, Energy, and Environment, University of Calgary, Calgary, T2N 1N4, AB, Canada
- Australian Synchrotron, ANSTO, Clayton, Australia

Zusatzinformationen für Redaktionen:

Fotos zum Download: [https://mediatum.ub.tum.de/652209?show\\_id=1740587](https://mediatum.ub.tum.de/652209?show_id=1740587)

Kontakt in der Pressestelle des FRM II:

Andrea Voit  
Science Communication Manager  
Tel.: +49 (0)89 289-12141  
[andrea.voit@frm2.tum.de](mailto:andrea.voit@frm2.tum.de)  
[www.mlz-garching.de](http://www.mlz-garching.de)  
[www.frm2.tum.de](http://www.frm2.tum.de)

contact for scientific information:

Dr. Amirsaman Rezaeyan  
Department of Earth, Energy, and Environment, University of Calgary,

Calgary T2N 1N4,  
Alberta,  
Canada

Email: [amirsaman.rezaeyan@hw.ac.uk](mailto:amirsaman.rezaeyan@hw.ac.uk)

[amirsaman.rezaeyan@gmail.com](mailto:amirsaman.rezaeyan@gmail.com)

+1 403 220 3443

Original publication:

Amirsaman Rezaeyan, Niko Kampman, Vitaliy Pipich, Lester C. Barnsley, Gernot Rother, Clayton Magill, Jingsheng Ma, Andreas Busch: Compaction and clay content control mudrock porosity

Energy, Volume 289, 15 February 2024, 129966

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544223033601>

Amirsaman Rezaeyan, Niko Kampman, Vitaliy Pipich, Lester C. Barnsley, Gernot Rother, Clayton Magill, Jingsheng Ma, and Andreas Busch: Evolution of Pore Structure in Organic-Lean and Organic-Rich Mudrocks

Energy Fuels 2023, 37, 21, 16446–16460, October 19, 2023

<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.energyfuels.3c02180>