

**Zeitschrift:** Swiss bulletin für angewandte Geologie = Swiss bulletin pour la géologie appliquée = Swiss bulletin per la geologia applicata = Swiss bulletin for applied geology

**Herausgeber:** Schweizerische Vereinigung von Energie-Geowissenschaftlern; Schweizerische Fachgruppe für Ingenieurgeologie

**Band:** 18 (2013)

**Heft:** 1

**Artikel:** Wechselwirkungen zwischen scCO<sub>2</sub> und möglichen Speichersandsteinen im Laborexperiment

**Autor:** Lempp, Christof

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-391136>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 31.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Wechselwirkungen zwischen $\text{scCO}_2$ und möglichen Speichersandsteinen im Laborexperiment Christof Lempp<sup>1</sup>

Kurzfassung des Vortrags gehalten an der 20. Bodenseetagung, 9./10. November 2012, St. Gallen. Gemeinsame Veranstaltung der Schweizerischen Fachgruppe für Ingenieurgeologie, Fachsektion Ingenieurgeologie der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik und der Deutschen Geologischen Gesellschaft, Fachsektion Ingenieurgeologie der Österreichischen Geologischen Gesellschaft und der Österreichischen Gesellschaft für Geomechanik.

### Ausgangslage

Die in den letzten Jahren viel diskutierte, dauerhafte Speicherung von klimaschädlichem Kohlendioxid in tiefen geologischen Formationen im Rahmen der sogenannten CCS-Technologie (Carbon Dioxide Capture and Storage) hat eine ganze Reihe von Projekten initiiert, in denen die technischen Bedingungen einer solchen Einlagerung untersucht werden. In dem hier vorzustellenden Projekt COORAL ( $\text{CO}_2$ -Reinheit für Abscheidung und Lagerung) geht es im Teilprojekt «Dauerhafte Speicherung» um die möglichen, eintretenden Wechselwirkungen zwischen dem in einem Speicher einzulagernden superkritischen Kohlendioxid ( $\text{scCO}_2$ ), dem Formationswasser und dem Speichergestein. Diese Wechselwirkungen werden von Projektpartnern der BGR in Hannover und von uns an der MLU in Halle in Laboruntersuchungen versucht zu identifizieren. Dabei geht es besonders darum, ob und wie sich die Begleitstoffe im  $\text{CO}_2$  auswirken, welche bei der Abscheidung des Gases aus den Rauchgasen der Kohlekraftwerke mit in den Speicher eingelagert werden. Diese Begleitstoffe unterscheiden sich nach Menge und Chemismus in Abhängigkeit von

den verfügbaren Abscheidungstechnologien, es sind in jedem Fall aber geringe Anteile im Promille- bis Prozentbereich. Dennoch stellt sich die Frage, ob und in welcher Weise die Wechselwirkungen zwischen Speichergestein, Formationswasser und einzulagerndem Kohlendioxid durch die Begleitstoffe beeinflusst werden. Dazu haben wir in Halle Kombinationsuntersuchungen an Bohrkernproben mit bestimmten, unterschiedlichen Sandstein-Lithologien durchgeführt, um zum einen mineralogisch-chemische und zum anderen festigkeitsmechanische Wechselwirkungen an Prüfkörpern mit ca. 0.5 Liter Volumen unter realistischen Drücken und Temperaturen hervorzurufen, wie diese in Speichern in 1 bis 3 km Tiefe womöglich erwartet werden können. Dabei besteht natürlich das Problem der nur relativ kurzen Experimentzeiten.

Mit den dazu entwickelten Anlagen wurden Untersuchungen an drei verschiedenen Sandsteintypen durchgeführt, einem silikatisch gebundenen, einem karbonatisch gebundenen und einem mit diesen beiden Bindemitteln zementierten Sandstein aus den Perm- und Buntsandstein-Schichtfolgen des Norddeutschen Beckens (Fig. 1). Als Fluide wurden reines  $\text{CO}_2$ - und  $\text{CO}_2$ -Gemische mit bis zu 1000 ppm  $\text{SO}_2$  und  $\text{NO}_2$  eingesetzt, welche mit einer in-situ im Porenraum zu erwartenden, d. h. einer von NaCl-dominierten Lauge und dem Gestein selbst während unter-

<sup>1</sup> Institute for Geosciences & Geography, Martin-Luther-University Halle-Wittenberg, von-Seckendorff-Platz 3-4, D-06120 Halle (Saale), Germany



schiedlich langer Zeiten (wenige Stunden bis mehrere Wochen) im Experiment zur Reaktion gebracht werden.

## Ergebnisse

Im Ergebnis bisheriger Experimente zeigen sich zum einen mineralogische Alterationen (Fig. 2) und chemische Veränderungen (Fig. 3), die nicht auf die karbonatischen Phasen beschränkt sind, sondern auch Silikate betreffen. Derartige Veränderungen beziehen sich jeweils auch auf die Zemente dieser Sandsteine, sodass es nicht verwunderlich ist, wenn auch die mechanischen Parameter der Sandsteine gewisse Änderungen erfahren, welche sich in Triaxialtesten nachweisen lassen (Fig. 4). Als weiteres wichtiges Ergeb-

nis aus dem Labormaßstab gilt es festzuhalten, dass sich die Aufnahmeholumina des  $\text{scCO}_2$  im Porenraum der Sandsteine offenbar in Abhängigkeit vom Chemismus der gering dosierten Begleitstoffe unterscheiden, diese also gewissen Einfluss auf das nutzbare Porenvolumen besitzen (Fig. 5).

### Anmerkung

Das Projekt COORAL wird gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages. Weitere Drittmittelfinanzierung durch Alstom, EnBW, E.ON, Vattenfall Europe und VNG. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

Sample material and petrophysical classification

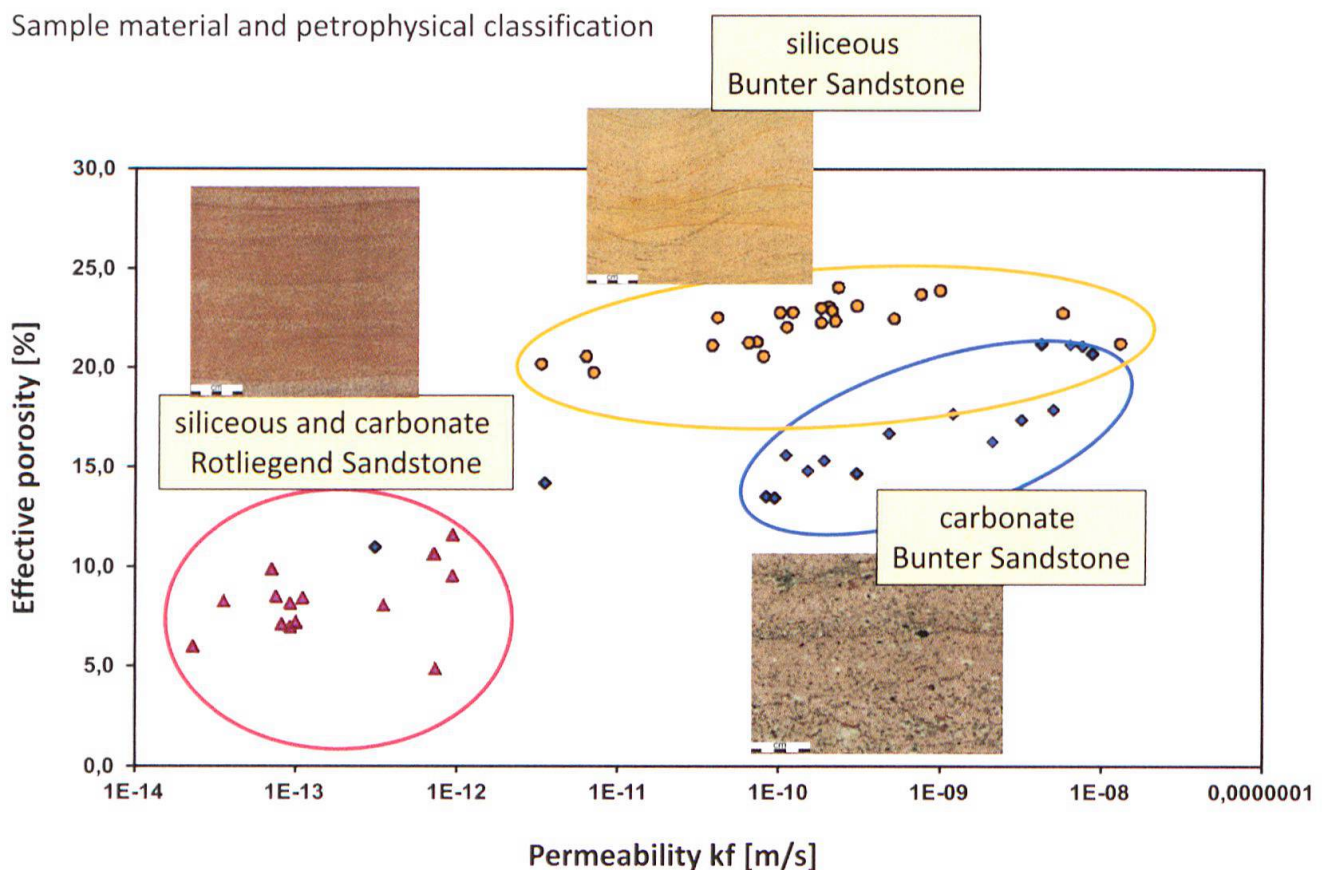
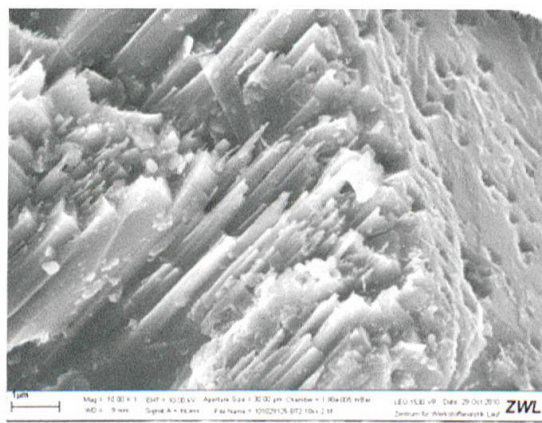
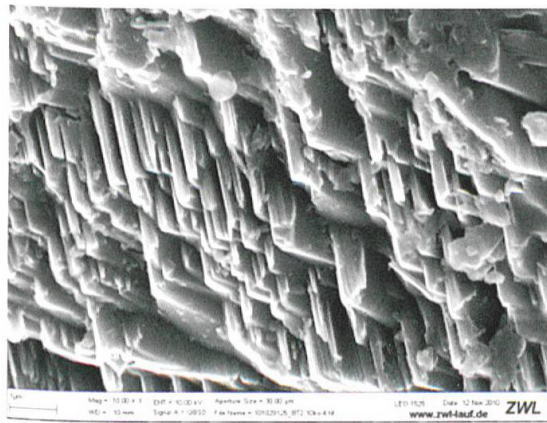
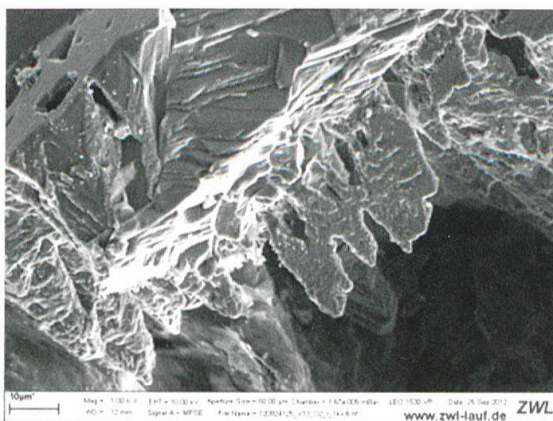
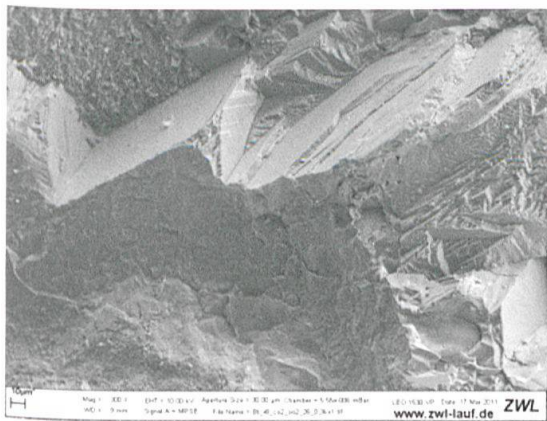


Fig. 1: Porosität vs. Permeabilität untersuchter Speichersandsteine.



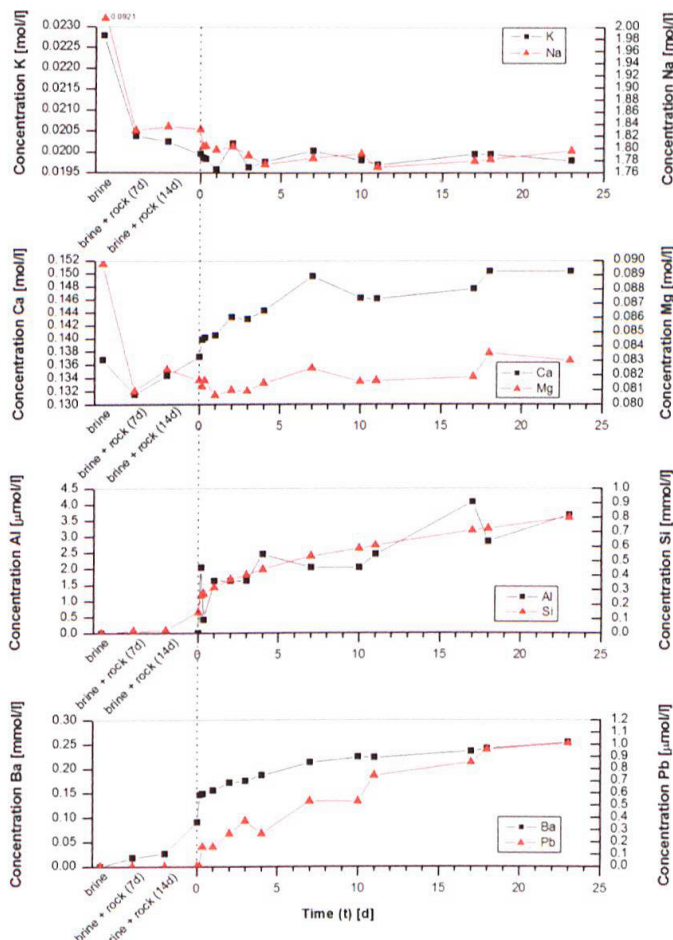
ro-sdst.:  
**Plg.**  
before  
and  
after  
alteration  
in autoclave



ro-sdst.:  
**Carbonate**  
before  
and  
after  
alteration  
in autoclave

Fig. 2: REM-Aufnahmen von Plagioklas (oben) und Karbonatzement (unten), jeweils vor (links) und nach (rechts) experimenteller Alteration.

ro-sandstone,  
silicate- and  
carbonate-  
cemented,  
altered  
in pure CO<sub>2</sub>.



K, Na decrease

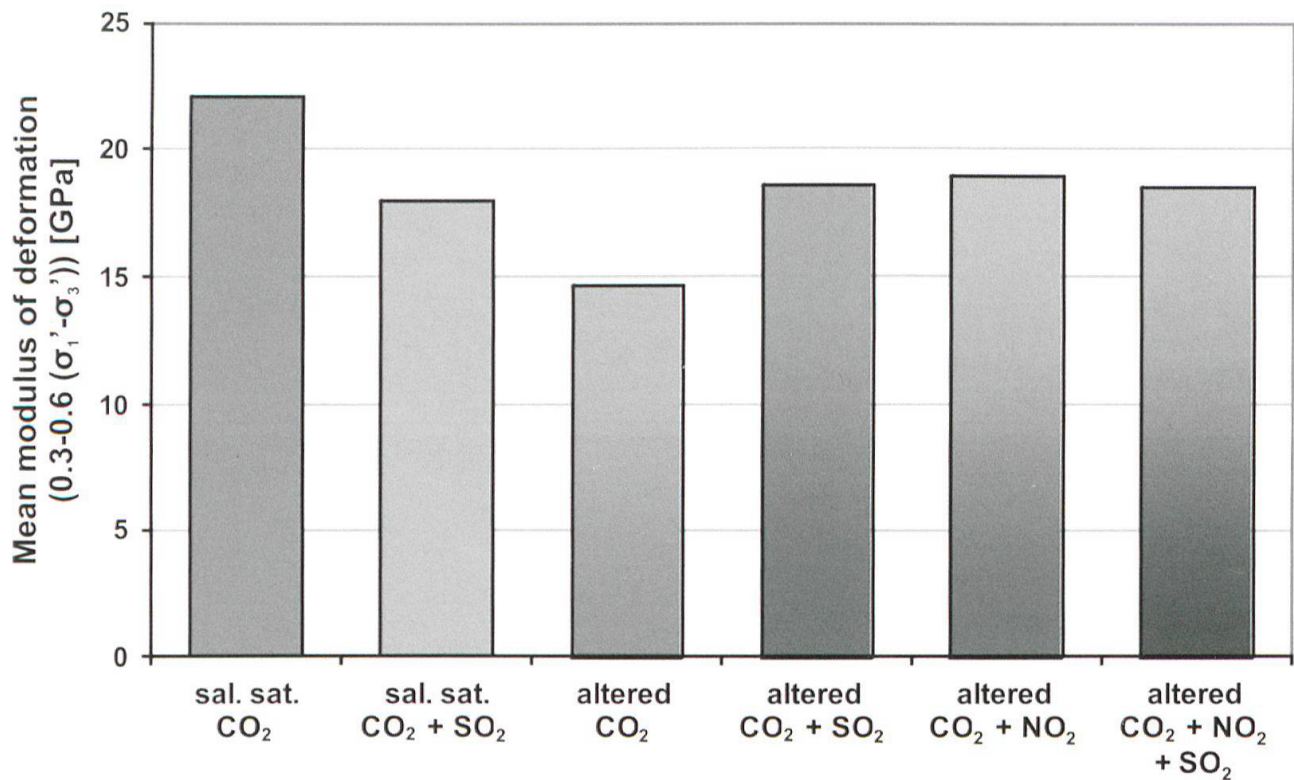
Ca increase,  
Mg decrease

Al, Si increase

Pb, Ba increase

Fig. 3: Chemische Veränderung im Porenfluid eines Rotliegend-Sandsteins während experimenteller Alteration.





$\text{CO}_2$ -fluid / rock- interaction: Mechanical weakening of the Rotliegend-Sandstone

Fig. 4: Veränderungen des Verformungsmoduls infolge Wechselwirkung mit verschiedenen  $\text{CO}_2$ -Fluiden.

$\text{CO}_2$ (+x)-storage capacity at changing deviatoric stress

siliceous Bunter-Sandstone

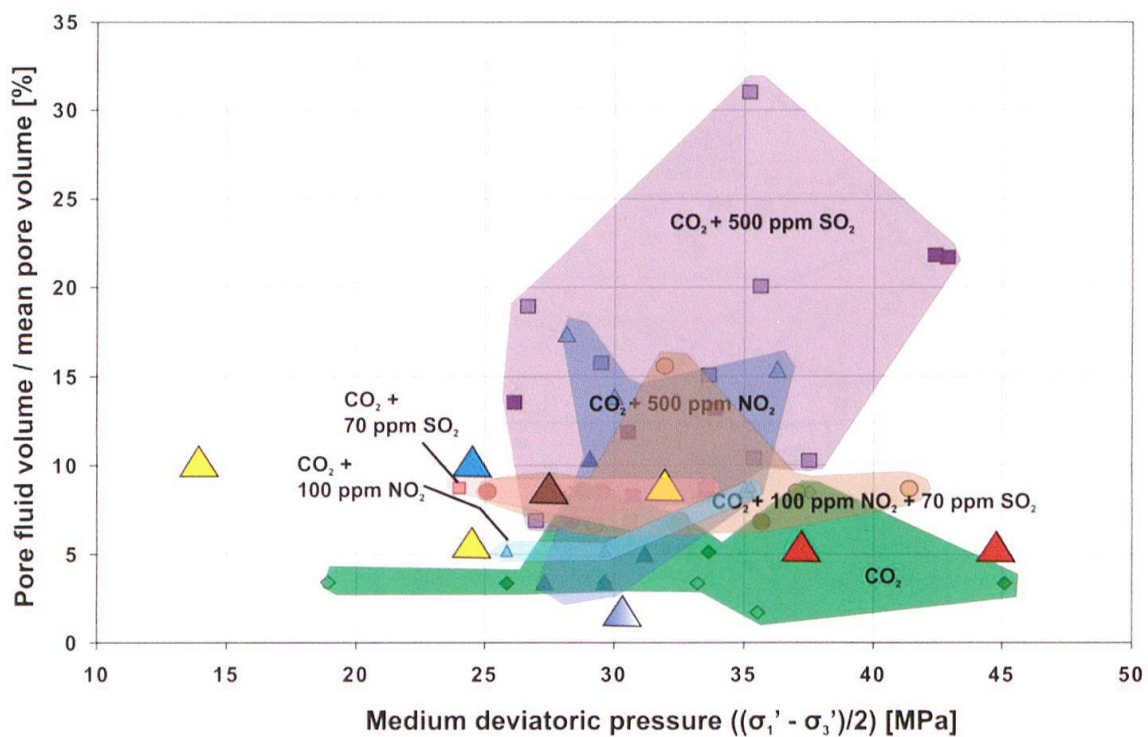


Fig. 5: Anteil des von verschiedenen  $\text{CO}_2$ -Fluiden genutzten Porenraums während der deviatorischen Belastung im Triaxialtest.