GFZ Helmholtz-Zentrum POTSDAM

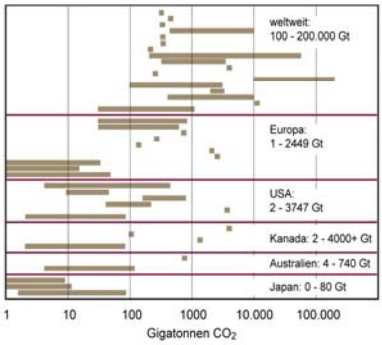
THE CHANGING EARTH
Konferenz Klima im System Erde
Berlin 2. - 3. November 2009

Geologische Speicherung und dauerhafte Fixierung von CO_2 in salinen Aquiferen – Chancen und Risiken –

Kühn, M. und Liebscher, A.

Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ, Zentrum für CO_2-Speicherung

mkuehn@gfz-potsdam.de, alieb@gfz-potsdam.de



Abgeschätzte geologische Speicherkapazitäten für CO_2. Die starke Streuung und die extreme Bandbreite der Daten zeigen die noch vorhandenen großen Unsicherheiten bei der Abschätzung der Kapazitäten insbesondere in Bezug auf saline Aquifere. Ungeachtet dieser Unsicherheiten besitzen saline Aquifere national aber auch global die größten Potenziale. (*Quellen: MIT Studie 2007; BGR*)

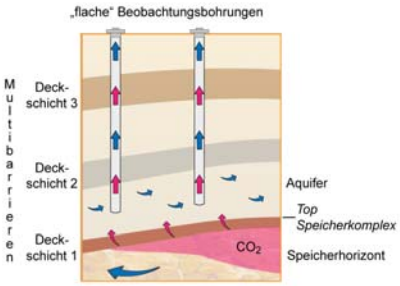
Einleitung

Die globale Mitteltemperatur steigt seit Beginn des industriellen Zeitalters signifikant an. Dieser Temperaturanstieg korreliert mit einem Anstieg der CO_2-Konzentrationen in der Atmosphäre und impliziert einen ursächlichen Zusammenhang zwischen Klimawandel und CO_2-Emissionen aus der Nutzung fossiler Brennstoffe. Eine zentrale Option zur Reduktion und Vermeidung dieser CO_2-Emissionen ist die CCS-Technologie, d.h. Abscheidung, Transport und Speicherung von CO_2. Die Speicherung erfolgt in geologischen Formationen wie leergeförderten Erdöl- bzw. Erdgasfeldern oder tiefliegenden, salzwasserführenden Gesteinsschichten (saline Aquifere). Abschätzungen zeigen, dass saline Aquifere sowohl national als auch global das größte Speicherpotenzial besitzen. So betragen die nationalen Speicherkapazitäten in Erdöl- und Erdgasfeldern nur ~2,4 Gt CO_2 gegenüber 20 $\pm$ 8 Gt CO_2 in salinen Aquiferen. Die zentrale Anforderung an alle Arten der geologischen CO_2-Speicherung ist es, Leckagen aus dem Speicherkomplex zu verhindern und eine dauerhafte CO_2-Speicherung sicherzustellen, um negative Auswirkungen auf das Klima sowie mögliche Gesundheits- und Umweltrisiken auszuschließen.

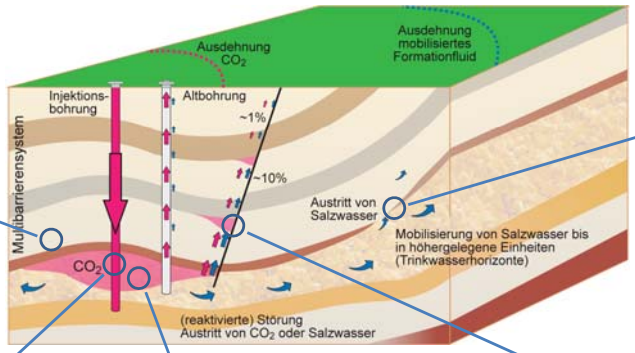
Verbreitung von Salzkissenstrukturen mit entsprechenden potenziellen Speichermöglichkeiten in Brandenburg. Die geologische Speicherung in salinen Aquiferen wird bevorzugt in aktiven oder passiven Antiklinalstrukturen erfolgen, wie sie sich im gesamten Norddeutschen Becken als Folge der Salztektonik ausbildeten. (*Quelle: LBGR 2007*)

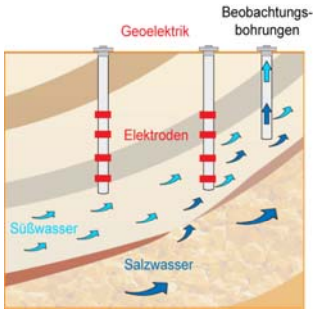
Schematische Darstellung des CO_2-Ausbreitungsprozesses bei der geologischen Speicherung des Treibhausgases, der potenziellen Risiken sowie der unterschiedlichen, eingesetzten und möglichen Überwachungsmethoden

Leckagen können punktuell an (Alt)bohrungen oder (re)aktivierten Störungen sowie flächenhaft durch das Deckgestein auftreten. Zusätzlich führt die Ausbreitung des CO_2 im Untergrund zu einer Verdrängung und Mobilisierung der in den Speicherhorizonten vorhandenen salinen Formationsfluide. Diese primär lateral verdrängten Formationsfluide können die Deckschichten durchdringen und/oder entlang von Störungen in höher gelegene Grundwasserhorizonte aufsteigen. Bedenkt man, dass bei der industriellen CO_2-Speicherung die CO_2-Fahnen im Speicherhorizont laterale Ausdehnungen im 10er bis 100er km^2 Maßstab erreichen werden, ist von einer entsprechend weitreichenden Verdrängung und Mobilisierung der Formationsfluide auszugehen. Neben einem potenziellen Aufstieg in höher gelegene Horizonte kann diese Verdrängung der Formationsfluide auch einen limitierenden Faktor für die Kapazitätsberechnungen darstellen. Eine genaue Kenntnis, Bewertung und Überwachung der Ausbreitung der Formationsfluide ist für eine sichere, dauerhafte CO_2-Speicherung unerlässlich. Je nach Fragestellung kommen deshalb unterschiedlichste geophysikalische und geochemische Überwachungsmethoden zum Einsatz.

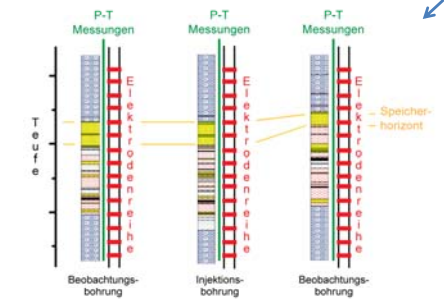


„Flache" Beobachtungsbohrungen reichen bis in den ersten Aquifer oberhalb des Speicherkomplexes. Regelmäßige Fluid- und Gasanalytik erlaubt die Detektion erhöhter CO_2 Konzentrationen im Aquiferfluid, die durch Leckagen aus dem Speicherkomplex hervorgerufen werden.

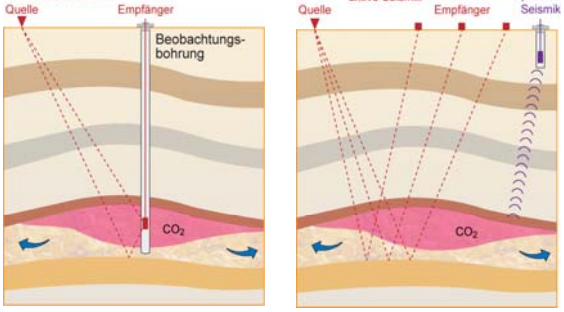




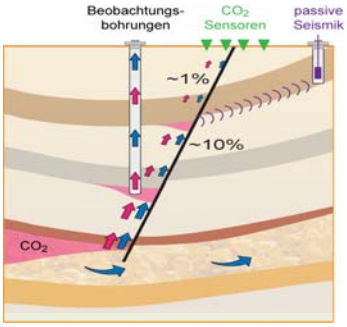
Der Austritt von verdrängtem salinen Tiefenfluid in überliegende, süßwasserführende Aquifere wird mittels Fluidanalytik in Beobachtungsbohrungen oder vorhandenen Trinkwasserbrunnen überwacht sowie mit fest installierten Geoelektrik in „flachen" Beobachtungsbohrungen.



Fest installierte Elektroden erlauben kontinuierliche geoelektrische Messungen im bohrlochnahen Bereich sowie zwischen den Bohrungen. Fest installierte P-T Sensorik misst die P-T Bedingungen in den Bohrlöchern sowie insbesondere im Speicherhorizont. Die kontinuierlichen Überwachungsmethoden werden durch nicht-permanente Methoden wie Sondenbefahrungen der Bohrlöcher sowie Fluid- und Gasanalytik ergänzt.



Seismische Methoden überwachen die großräumige Ausbreitung des injizierten CO_2. Aktive Oberfläche-Bohrloch Seismik wird für den bohrlochnäheren Bereich eingesetzt während aktive Oberfläche-Oberfläche Seismik zur Überwachung der gesamten CO_2-Fahne auch im bohrlochfernen Bereich dient. In flachen Bohrungen fest installierte Empfänger für passive Seismik erlauben die kontinuierliche Messung von mikroseismischen Aktivitäten im Speicherkomplex, die durch die Migration des CO_2 hervorgerufen werden. Seismische Methoden werden entweder flächenhaft durchgeführt oder aber lokalisiert an zuvor definierten, für die Speichersicherheit neuralgischen Punkten.



(Reaktivierte) Störungen sind potenzielle Leckagewege sowohl für das verdrängte Tiefenfluid als auch für das injizierte CO_2 und müssen gezielt überwacht werden. CO_2 und Tiefenfluid Austritte in höher gelegene Aquifere werden mit Gas- und Fluidanalytik in Beobachtungsbohrungen detektiert. Erhöhte CO_2 Konzentrationen an der Oberfläche werden mittels Gasmessungen in der Bodenluft überwacht. Durch Fluidbewegungen an der Störung induzierte mikroseismischen Aktivitäten werden kontinuierlich mit fest installierten Empfängern für passive Seismik aufgezeichnet.