

# Speicherung von CO<sub>2</sub>



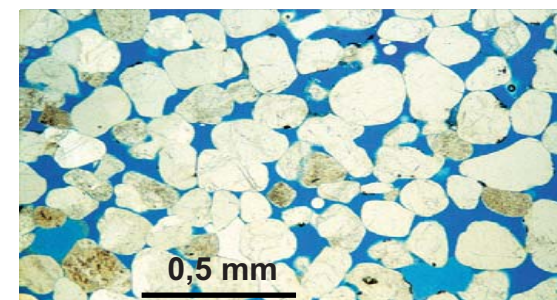
Erdöl- und Erdgaslagerstätten sind ein natürlicher Beweis dafür, dass bestimmte Gesteinsformationen in der Lage sind, Gase und Flüssigkeiten für Millionen von Jahren sicher an Ort und Stelle zu halten. Die Speicherung von CO<sub>2</sub> funktioniert nach den gleichen Prinzipien.

So wird das CO<sub>2</sub> nicht etwa in Höhlen oder Kavernen gelagert, sondern in den Porenraum der Speichergesteine gepresst. Poröse Gesteine sind mit Wasser, Öl oder Erdgas gefüllt – wie ein Schwamm in der Badewanne.

In Tiefen von über 800 m ist der Druck der überlagernden Gesteine groß genug, um die hohe Dichte des komprimierten CO<sub>2</sub> von allein zu erhalten. Tiefbohrungen erschließen die Speichergesteine im Untergrund. Vom Speicher sind an der Oberfläche lediglich ein paar Meter Pipeline sowie Absperrschieber und Sicherheitsventile am Kopf der Bohrung sichtbar.



Speicher- und Barrieregestein in einem Handstück: Sandstein (unten) saugt den Wassertropfen auf, Tonstein (oben) lässt ihn nicht durch.



Porenraum (blau) eines Sandsteins.

Bohrung zur CO<sub>2</sub>-Injektion in Australien

Die besten Speichermöglichkeiten bieten erschöpfte Öl- und Gaslagerstätten. Dort kann der einst von Kohlenwasserstoffen gefüllte Porenraum durch CO<sub>2</sub> gefüllt werden. Dabei kann eventuell sogar zusätzliches Restöl oder -gas mobilisiert und gefördert werden. Eine weitere wichtige Speichermöglichkeit bieten tiefe, Salzwasser führende Gesteinsschichten, so genannte saline Aquifere. Ihre Porenwässer sind so salzig (zehnmals salziger als Meerwasser), dass sie nicht als Trinkwasser oder für den landwirtschaftlichen Gebrauch geeignet sind. Der Vorteil der salinaren Aquifere ist ihre weite Verbreitung.

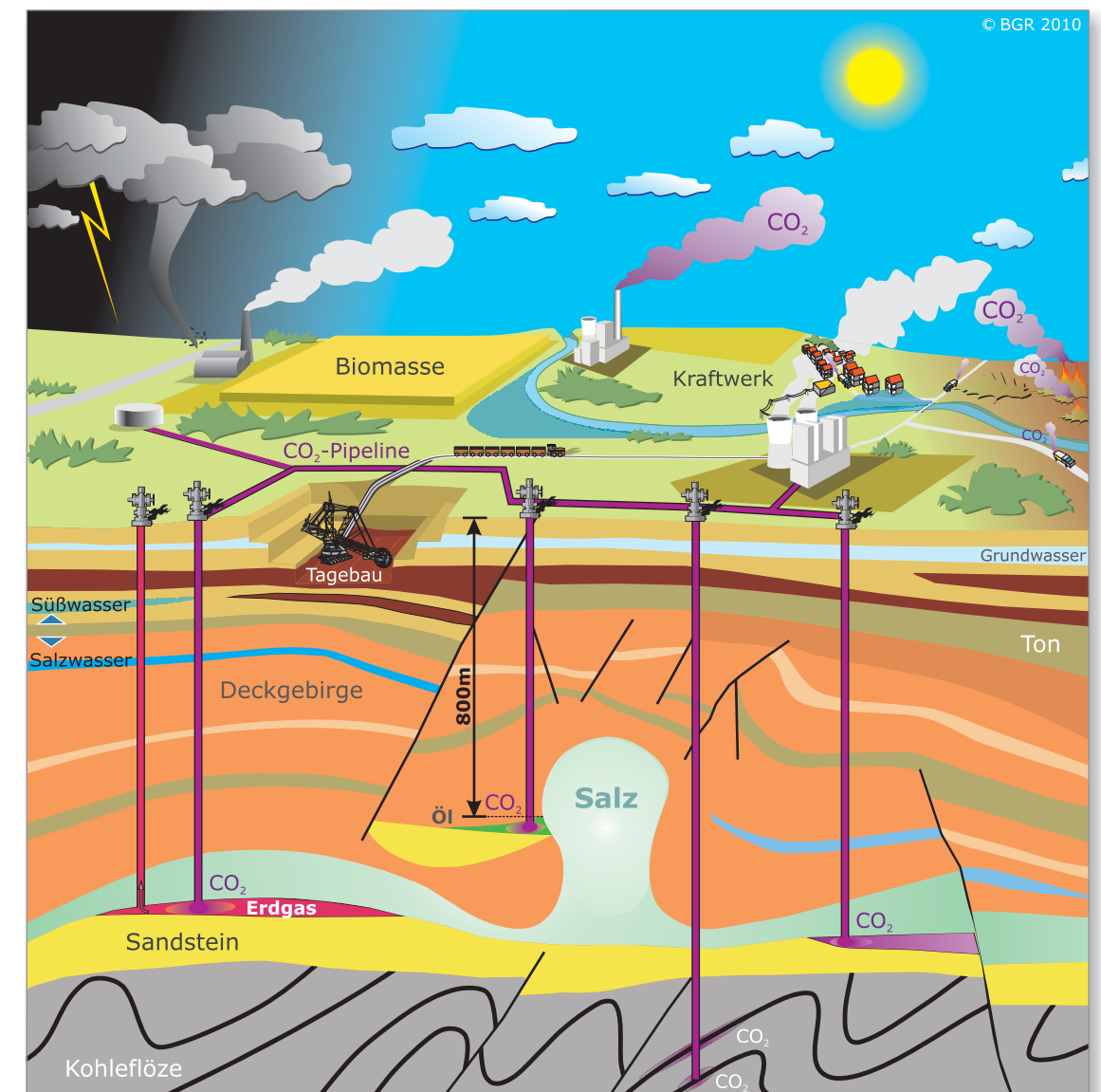
Kontakt  
 Dr. J. Peter Gerling  
 Nutzung des Untergrundes, geologische CO<sub>2</sub>-Speicherung  
 Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR)  
 Stilleweg 2, 30655 Hannover  
 Tel. 0511-643-2631  
[www.bgr.bund.de/DE/Themen/Geotechnik/CO2-Speicherung](http://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Geotechnik/CO2-Speicherung)

# CCS – was ist das?

## Was ist CCS?

Um den vom Menschen verursachten Beitrag zum Klimawandel zu reduzieren, müssen die bei der Verbrennung von Öl, Gas und Kohle anfallenden Emissionen des Treibhausgases CO<sub>2</sub> deutlich verringert werden. Neben dem verstärkten Einsatz regenerativer Energien und der Steigerung der Energieeffizienz ist CCS ein wichtiger Baustein für eine klimafreundliche Zukunft. CCS ist eine aus dem Englischen abgeleitete Abkürzung und bedeutet *Carbon Dioxide Capture und Storage*, zu deutsch: Abscheidung und Speicherung von Kohlendioxid. Die Idee dabei ist, das in industriellen Verbrennungsprozessen erzeugte CO<sub>2</sub> abzufangen und dauerhaft im tiefen geologischen Untergrund zu speichern – also dort, wo es ursprünglich in Form von fossilen Brennstoffen auch einmal herkam. Dort soll das CO<sub>2</sub> dauerhaft von der Atmosphäre isoliert bleiben.

CCS umfasst die gesamte Prozesskette von der Abscheidung über den Transport bis hin zur dauerhaften Speicherung. Für alle Einzelschritte der Prozesskette gibt es bereits praktische Erfahrungen. CCS als Ganzes wird derzeit weltweit in mehreren Pilot- und Demonstrationsprojekten erprobt.



Vision einer CO<sub>2</sub>-reduzierten Energieerzeugung aus kohlenstoffhaltigen Energieträgern



# Abscheidung von CO<sub>2</sub>

Die Abscheidung des Kohlenstoffdioxids ist technisch sehr aufwändig. Daher kommen insbesondere große ortsfeste Industrieanlagen und Kraftwerke in Frage. Solche Anlagen könnten während der Abscheidung von CO<sub>2</sub> sogar zusätzliche, kohlenstofffreie Energieträger - beispielsweise Wasserstoff - für kleine dezentrale Verbraucher wie Fahrzeuge und Haushalte erzeugen.

Derzeit werden im Kraftwerksbereich drei Verfahren erprobt:

- die Abscheidung des CO<sub>2</sub> aus dem Rauchgas nach der Verbrennung („post-combustion“)
- die Abscheidung des CO<sub>2</sub> aus dem Brennstoff vor der Verbrennung („pre-combustion“)
- die Verbrennung mit reinem Sauerstoff (Oxyfuel-Verfahren).

Allen Verfahren ist gemeinsam, dass sie für die Abscheidung von CO<sub>2</sub> einen höheren Energieeinsatz benötigen, der mit einem Mehrverbrauch von Rohstoffen, verringerten Wirkungsgrad und zusätzlichen Kosten verbunden ist. Daher werden erhebliche Anstrengungen unternommen, um die bestehenden Verfahren zu optimieren oder neue Abscheideverfahren zu entwickeln - zum Beispiel in der COORETEC-Initiative des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie. Es gibt zahlreiche Erfolg versprechende Ansätze, die aber derzeit noch Gegenstand von Forschung und Entwicklung sind.



Oxyfuel-Pilotanlage Schwarze Pumpe. Bildrechte: Vattenfall

CO<sub>2</sub> fällt aber auch in anderen Industrieprozessen an, so zum Beispiel bei der Eisen- und Stahlherstellung, der Reinigung von Erdgas, in Raffinerien, Zementfabriken oder Zellstoffwerken. Die Abgase dieser Anlagen enthalten oft mehr CO<sub>2</sub> als die von Kraftwerken, so dass die Abscheidung weniger aufwändig ist.

Die Abscheidung beinhaltet auch die Trocknung, die Entfernung von Nebenbestandteilen und die Verdichtung des CO<sub>2</sub>-Gases in mehrstufigen Kompressoren - als Vorbereitung für den Transport.

# Transport von CO<sub>2</sub>

Im Allgemeinen ist eine **Pipeline** die bevorzugte Variante für den Transport von CO<sub>2</sub> zu den Injektionsbohrungen an den Speicherstandorten. Der CO<sub>2</sub>-Transport durch Rohrleitungen hat sich in der Praxis bereits bewährt: in den USA gibt es seit den 1970er Jahren ein CO<sub>2</sub>-Leitungsnetz von mehreren Tausend Kilometern Länge. **Tanklastwagen** werden bereits für den Transport von CO<sub>2</sub> für die Lebensmittelindustrie oder als technisches Gas eingesetzt und bieten eine flexible Variante. **Tankschiffe** könnten das CO<sub>2</sub> insbesondere bei längeren Entfernungen preisgünstig zu Speichern unter dem Meeresboden bringen, z.B. im Untergrund der Nordsee.

Um den Transportaufwand gering zu halten, sollten die Speicherstätten so nah wie möglich an den CO<sub>2</sub>-Emittenten liegen.

Die Trassenführung von Pipelines sollte weitestgehend entlang bestehender Leitungen erfolgen.

In der europäischen CCS-Richtlinie sind Verbundnetze vorgesehen, die mehrere CO<sub>2</sub>-Emissionsquellen und Speicher verbinden.



CO<sub>2</sub>-Tanklastzug für die Lebensmittelindustrie.



CO<sub>2</sub>-Pipeline.



CO<sub>2</sub>-Tankschiff (Quelle: www.co2-shipping.com)



CO<sub>2</sub>-Injektionsbohrung mit Zwischenlager.

Da die Produktionsmengen des abgeschiedenen CO<sub>2</sub> und auch die technisch mögliche Einspeisungsrate in den dauerhaften Speicher schwanken können, sind am Einspeisungsort meist Tanklager oder Kavernen als Zwischenspeicher erforderlich.