Abscheidung und Speicherung von CO_2 (CCS, Carbon Capture and Storage)

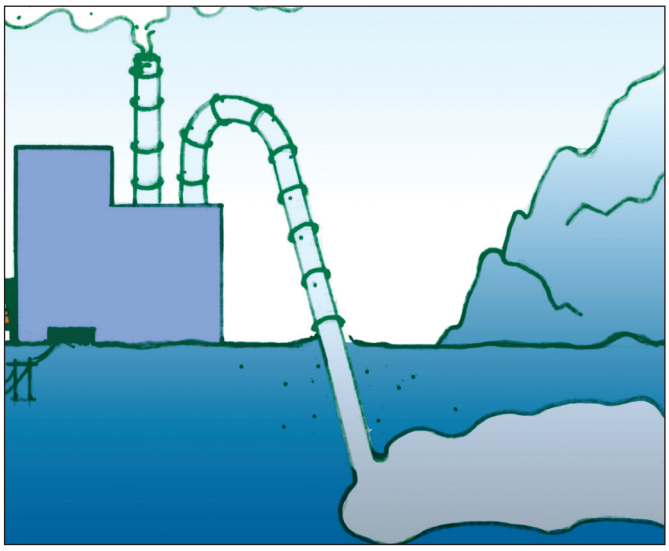
Beschreibung und Zweck der Technologie
Die Abscheidung und Speicherung von CO_2 (CCS) ist eine Technologie, die zur Entfernung von Kohlendioxid (CDR[A]) vorgeschlagen wird und darauf abzielt, das bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe, der Zement- und Stahlproduktion, der Raffination und einigen anderen industriellen Prozessen emittierte CO_2 abzuscheiden und unterirdisch zu speichern. Das abgeschiedene CO_2 wird komprimiert und in flüssiger Form per Pipeline zu einem Standort transportiert, an dem es unterirdisch in geologischen Formationen wie Öl- oder Gasreservoirs, saline Aquifere[B] oder unter den Meeresboden gepumpt werden kann – theoretisch zur langfristigen Speicherung.

Die „Post-Combustion"-Technologie, eine Methode zum Abscheiden von CO_2 aus Abgasen nach dem Verbrennungsprozess, ist die am häufigsten vorgeschlagene Option. Alle Ansätze zur CO_2–Abscheidung erfordern eine Substanz, die als selektiver CO_2-Filter fungiert: Das CO_2 löst sich entweder darin oder bleibt am Filter haften. Am üblichsten sind flüssige Lösungsmittel. Weitere Filteroptionen sind feste Sorptionsmittel und Membrane. Damit sie jedoch wiederholt verwendet werden können, müssen die Filter in der Lage sein, das abgeschiedene CO_2 wieder freizusetzen. Dieser Regenerationsprozess benötigt in der Regel hohe Temperaturen, was wiederum einen hohen Energiebedarf erfordert und die Effizienz der betriebenen Anlage beeinträchtigt.

A CDR = Carbon Dioxide Removal: Technologie zum Abscheiden von CO_2

B salzwasserführende Gesteinsschichten

C CO_2 wird in Ölreservoirs gepumpt, um schwer zugängliche Ölvorkommen nutzen zu können, wird auch als tertiäre Ölgewinnung bezeichnet



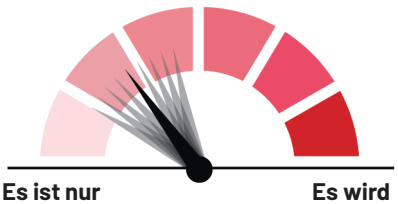
CO_2 soll durch CCS-Technologie abgeschieden und u nterirdisch gespeichert werden.

Durch den Energiebedarf für die CO_2–Abscheidung, den Transport und die Speicherung steigt der Verbrauch fossiler Brennstoffe um bis zu 40 %, was sowohl energetisch als auch finanziell ein kostspieliger Prozess ist. Den höchsten Anteil hat das CO_2–Abscheidungsverfahren, das einen Anstieg von bis zu 30 % bewirkt. Das bedeutet, dass für ein Kohlekraftwerk noch mehr Kohle gefördert und verbrannt werden müsste, um dieselbe Energiemenge mit CCS zu erzeugen.[1]

CCS wurde ursprünglich von der Ölindustrie entwickelt, um schwer zugängliche tiefe Ölvorkommen zu fördern, und wurde deswegen als Enhanced Oil Recovery (EOR[C]) Technik bezeichnet. Dabei wird unter Druck stehendes CO_2 in Ölreservoirs gepumpt, um Ölreserven aus alternden Ölfeldern zu extrahieren oder um anderweitig unzugängliches Öl zu fördern, wodurch die Produktion erheblich gesteigert wird.

Auswirkungen auf:

Realitätscheck:



EOR wird seit mehr als 45 Jahren praktiziert, vor allem in den USA, wurde aber aufgrund der hohen Kosten bisher nicht extensiv genutzt.

Die CCS-Abteilung der Internationalen Energieagentur (IEA) beschreibt „Advanced EOR+" als eine Möglichkeit, „zwei Geschäftsaktivitäten gleichzeitig profitabel zu nutzen": die Ölförderung und die CO_2-Lagerung.[2] Der CCS-Prozess führt zu einer erhöhten Förderung und Verbrennung von fossilen Brennstoffen, birgt erhebliche Umweltrisiken, wie z. B. das Entweichen von CO_2 durch Leckagen, ist kostspielig und technologisch anspruchsvoll. Um vor diesem Hintergrund Gelder aus Klimafonds abzugreifen, wird CSS jetzt als „Klimatechnologie" beworben. Insbesondere das „Einfangen" und die Phase der Gaskompression machen bis zu 90 % der gesamten monetären Kosten von CCS aus.[3]

Akteur/innen

Ölkonzerne sind besonders an der Entwicklung von CCS interessiert, weil es eine Quelle von subventioniertem CO_2 für EOR schafft und den Konzernen ermöglicht, mehr Öl zu fördern. Jahrzehntelange Forschung und Milliardenausgaben von Regierungen und Unternehmen wie Shell, Statoil und ExxonMobil haben nur zu einigen wenigen CCS-Anlagen im kommerziellen Maßstab geführt, was verdeutlicht, in welchem Maße CCS wirtschaftlich nur rentabel ist, wenn es für EOR eingesetzt wird. Diese zusätzliche Förderung von fossilen Brennstoffen widerspricht dem vorgeblichen Zweck des Verfahrens.

Das Global CCS Institute verzeichnet weltweit 21 betriebsbereite, kommerzielle CCS-Anlagen. Die meisten dienen jedoch für EOR-Zwecke und sollten gar nicht als CCS-Anlagen bezeichnet werden. Zwei der aufgelisteten Anlagen sind Kohlekraftwerke zur Stromerzeugung, 16 liefern abgeschiedenes CO_2 für EOR und zwei im Bau befindliche Anlagen sind ebenfalls für EOR-Zwecke vorgesehen.[4] Diese Zahlen belegen, dass die Motivation für CCS in zusätzlicher Ölförderung liegt, die zu erhöhten Emissionen führen wird. Das US-Energieministerium, der größte öffentliche Geldgeber für CCS-Projekte, gibt an, dass in den USA durch den Einsatz von CO_2 für EOR zusätzliche 200 Milliarden Barrel Öl gefördert werden könnten, was die Menge an förderbarem Öl verdoppeln würde.[5] Regierungen und die fossile Brennstoffindustrie haben CCS viele Jahre lang als ein Patentrezept gegen den Klimawandel präsentiert.

„Der CCS-Prozess führt zu einer erhöhten Förderung und Verbrennung von fossilen Brennstoffen, birgt erhebliche Umweltrisiken, wie z. B. das Entweichen von CO_2 durch Leckagen, ist kostspielig und technologisch anspruchsvoll."

Die Aussicht auf diese Technologie diente beständig als Vorwand, um die konsequente Verringerung des fossilen Brennstoffverbrauchs kontinuierlich zu verzögern.

Auswirkungen der Technologie

Die symbiotische Beziehung zwischen CCS und EOR untergräbt ihr (theoretisches) Potenzial als ernstzunehmende Reaktion auf den Klimawandel. In Nordamerika wird das CO_2 aus den beiden einzigen großen CCS-Kraftwerken – Petra Nova in Texas und SaskPower in Saskatchewan (beide mit Kohle befeuert) – über eine Pipeline zu den Ölfeldern transportiert, wo es zu EOR-Zwecken injiziert wird. Abgesehen von den zusätzlichen Emissionen aus dem geförderten Öl gehen Schätzungen der Ölindustrie davon aus, dass etwa 30 % des zu einem EOR-Standort geleiteten CO_2 direkt wieder in die Atmosphäre emittiert werden.[6]

Die Befürworter/innen von CCS (und Bioenergie mit CCS, siehe BECCS-Briefing) behaupten, dass die Speicherung von CO_2 in alten Öl- und Gasreservoirs, tiefen salinen Aquiferen oder unter dem Meeresboden effektiv und sicher sein wird. Doch die Erfahrungen aus der Praxis deuten auf das Gegenteil hin: Das abgeschiedene CO_2 könnte aus vielen Gründen entweichen, u. a. durch Konstruktionsfehler, Erdbeben oder andere Untergrundbewegungen. Das bedeutet, dass selbst eine sorgfältige Vorbereitung undichte Stellen nicht verhindern kann. Bei solch hohen Konzentrationen ist ausgetretenes CO_2 hochgiftig für Tiere und Pflanzen. Das injizierte CO_2 kann auch Schadstoffe sowie salzhaltiges Grundwasser verdrängen, was zu einer Verschlechterung der Qualität von Oberflächengewässern führen könnte. An Offshore-Standorten kann CCS die Versauerung der Ozeane verstärken und sich negativ auf marine Ökosysteme auswirken, während bewährte Messverfahren zur Identifizierung von Leckagen fehlen.[7]

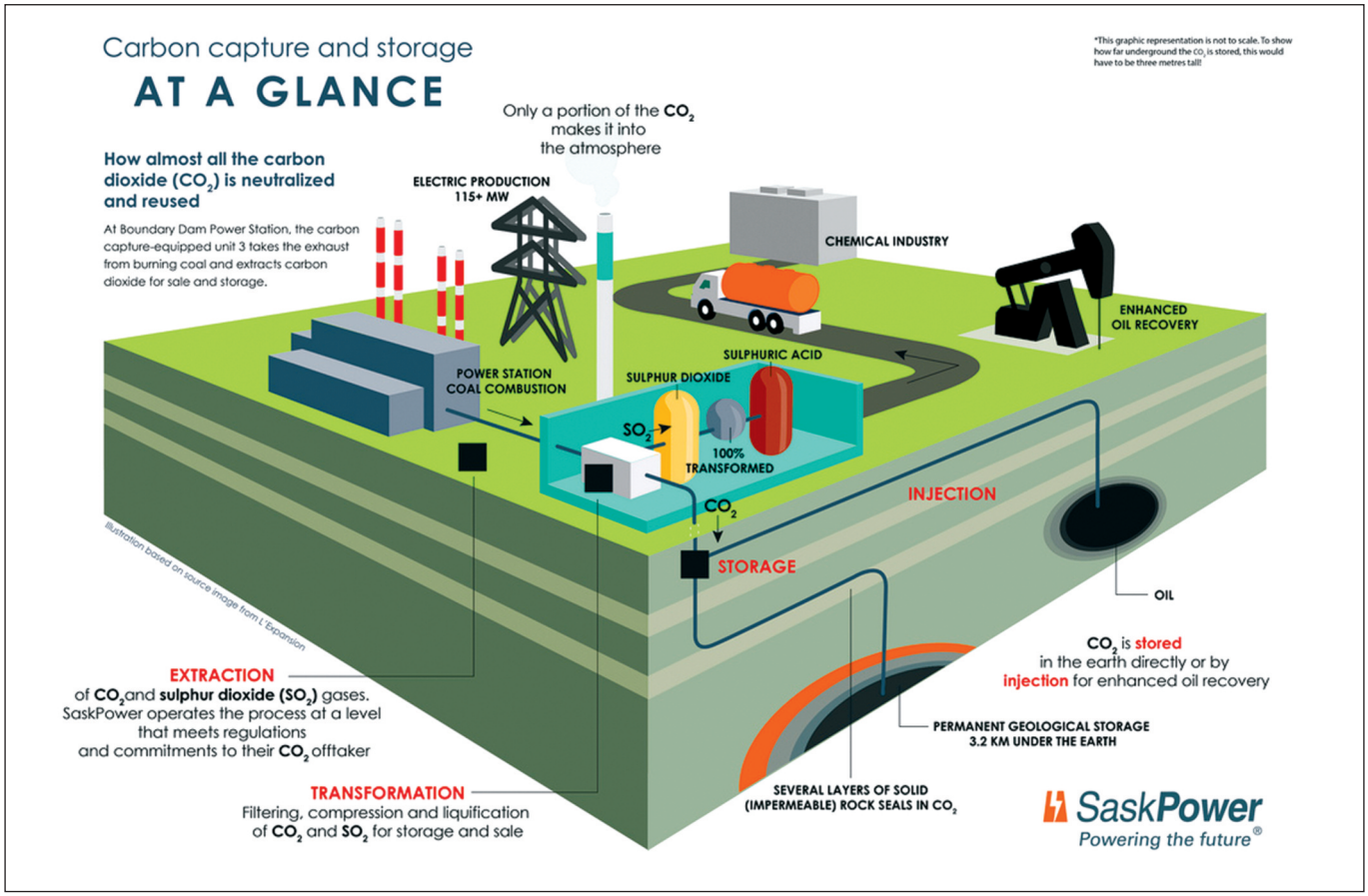


Diagramm zur Erläuterung der wichtigsten CCS-Prozesse von SaskPower

Die folgenden Beispiele verdeutlichen die Unwägbarkeiten der unterirdischen Lagerung:

- Im Jahr 2000 begann Cenovus Energy, CO_2 aus einer Kohlevergasungsanlage in das kanadische Ölfeld Weyburn zu injizieren.[8] Nach ungeklärten Todesfällen unter Nutztieren und weil sie Blasen und Ölfilme auf ihren Teichen beobachteten, zeigten die Anwohner/innen sich besorgt. Viele Jahre und zahlreiche Untersuchungen später, die ein Leck entweder bewiesen oder widerlegten, ist immer noch unklar, was in Weyburn tatsächlich passiert ist.[9]
- Im Sleipner–Projekt in der Nordsee, das von ExxonMobil, Statoil, Lotos Norge und Total betrieben wird, werden jährlich bis zu 1 Mio. Tonnen CO_2 aus einer Erdgas-Aufbereitung sanlage in einen salinen Aquifer unter dem Meeresboden injiziert. Es wurden Beobachtungen von ölhaltigem Wasser, unerklärlichen Rissen und Schäden an der Gesteinsformation in Zusammenhang mit Injektionen, von einem Ölleck und von einer unvorhergesehenen Bewegungen des injizierten CO_2 im Gestein gemeldet. Diese Beobachtungen gehen einher mit einer erheblichen Abweichung zwischen der injizierten und der bei seismischen Untersuchungen entdeckten CO_2–Menge.[10]
- Ein Joint Venture zwischen BP und Statoil in Algerien injizierte zwischen 2004 und 2011 CCO_2 aus der Gasproduktion in drei Bohrlöcher. Eine seismische Untersuchung ergab, dass die Injektion eine tiefe Bruchzone aktiviert hat,[11] und in einem nahe gelegenen Bohrlochkopf wurde eine Leckage gefunden.[12]
- Leckagen – sowohl mit geringen freigesetzten Mengen über einen langen Zeitraum als auch mit abrupten, potenziell katastrophalen Freisetzungen – würden jegliche „Sequestrierungs" - Erfolge untergraben. Lecks sind schwer zu vermeiden. In den USA gibt es über 3 Mio. stillgelegte Öl- und Gasbohrlöcher, die bis heute nicht verschlossen sind.[13] Viele davon reichen in tiefere Gesteinsschichten, die derzeit für CCS genutzt oder in Betracht gezogen werden.[14]
- Pläne zur Lagerung von CO_2 auf dem Festland sind insbesondere in Europa aufgrund von Sicherheitsbedenken auf heftigen Protest gestoßen, was dazu führte, dass eine Reihe von Projekten abgesagt wurde.[15]

Realitätscheck

CCS ist überwiegend unausgegorene Zukunftsmusik und es gibt kaum Belege dafür, dass diese Technologie effektiv ist. Das Interesse an CCS ist groß, die Umsetzung jedoch begrenzt. Enorme Kosten und technische Probleme haben in den letzten Jahren zum Abbruch mehrerer Vorzeigeprojekte geführt, die Aussetzung des CCS-Projekts Petra Nova im Jahr 2020 gehört zu den jüngsten Beispielen. Sogar Anlagen, die in Betrieb gegangen sind und als Erfolg gefeiert wurden, haben mit Problemen zu kämpfen.[16] Die Tatsache, dass mehrere CDR-Technologien, wie BECCS und Direct Air Capture, auf CCS angewiesen sind, sollte ebenfalls Anlass zu ernsthafter Sorge geben, da CCS möglicherweise nicht verfügbar sein wird oder sich für die CO_2-Abscheidung als unwirksam erweist, so dass ein Vertrauen auf CCS höchst spekulativ und gefährlich ist.

Weiterführende Inhalte

CIEL (2019), ***Fuel to the Fire: How Geoengineering Threatens to Entrench Fossil Fuels and Accelerate the Climate Crisis***, https://www.ciel.org/reports/fuel-to-the-fire-how-geoengineering-threatens-to-entrench-fossil-fuels-and-accelerate-the-climate-crisis-feb-2019/

Geoengineering Monitor (2020), ***Carbon capture is the fossil fuel giants' plant to keep extracting***, http://www.geoengineeringmonitor.org/2020/03/carbon-capture-is-the-fossil-fuel-giants-plan-to-keep-extracting/

Greenpeace (2015), „***Carbon Capture SCAM***", http://www.greenpeace.org/usa/research/carbon-capture-scam/

Biofuelwatch, „**BECCS: Last ditch climate option or wishful thinking?**", http://www.biofuelwatch.org.uk/2015/beccs-report/

ETC Group und Heinrich-Böll-Stiftung, „***Geoengineering Map***," https://map.geoengineeringmonitor.org/

Fußnoten

1 ETC Group und Heinrich-Böll-Stiftung (2020) Geoengineering Map, https://map.geoengineeringmonitor.org/; Deutsches Umweltbundesamt (2018) Carbon Capture and Storage, online veröffentlicht: 18. April 2018, https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/gewaesser/grundwasser/nutzung-belastungen/carbon-capture-storage#grundlegende-informationen; House, et al. (2009) The energy penalty of post-combustion CO_2 capture & storage and its implications for retrofitting the U.S. installed base, in Energy & Environmental Science, Issue 2, https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2009/ee/b811608c#!divAbstract

2 Heidug, et al. (2015) Storing CO2 through Enhanced Oil Recovery: Combining EOR with CO_2 storage (EOR+) for profit, International Energy Agency, Insights Series 2015, S. 6, https://nachhaltigwirtschaften.at/resources/iea_pdf/reports/iea_ghg_storing_co2_trough_enhanced_oil_recovery.pdf

3 Folger (2017) Carbon Capture and Sequestration (CCS) in the United States, Congressional Research Service, veröffentlicht: 14. November 2017, S. 12, https://www.ourenergypolicy.org/wp-content/uploads/2017/11/R44902-1.pdf; House, et al. (2009); Deutsches Umweltbundesamt (2018)

4 Global CCS Institute (2019) Global Status Of CCS 2019, https://www.globalccsinstitute.com/wp-content/uploads/2019/12/GCC_GLOBAL_STATUS_REPORT_2019.pdf; Global CCS Institute (2020) Global CCS Institute welcomes the 20th and 21st large-scale CCS facilities into operation, veröffentlicht: 3. Juni 2020, https://www.globalccsinstitute.com/news-media/press-room/media-releases/global-ccs-institute-welcomes-the-20th-and-21st-large-scale-ccs-facilities-into-operation/

5 National Energy Technology Laboratory (2020) Commercial Carbon Dioxide Uses: Carbon Dioxide Enhanced Oil Recovery, US-DOE, abgerufen: Juni 2020, https://netl.doe.gov/research/coal/energy-systems/gasification/gasifipedia/eor; ETC Group und Heinrich-Böll-Stiftung (2020)

6 Ernsting und Munnion (2015) Last ditch climate option of wishful thinking? Bioenergy with carbon capture and storage, Biofuelwatch, http://www.biofuelwatch.org.uk/2015/beccs-report/

7 Gross, et al. (2019) Simulating and Quantifying Multiple Natural Subsea CO_2 Seeps at Panarea Island (Aeolian Islands, Italy) as a Proxy for Potential Leakage from Subseabed Carbon Storage Sites, in Environ. Sci. Technol., Vol. 53(17): 10258 - 10268, https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.est.9b02131; Deutsches Umweltbundesamt (2018); Skuce (2016) 'We'd have to finish one new facility every working day for the next 70 years'—Why carbon capture is no panacea, in: Bulletin of the Atomic Scientists, veröffentlicht: 4. Oktober 2016, https://thebulletin.org/2016/10/wed-have-to-finish-one-new-facility-every-working-day-for-the-next-70-years-why-carbon-capture-is-no-panacea/

8 Whittaker, et al. (2011) A decade of CO2 injection into depleting oil fields: Monitoring and research activities of the IEA GHG Weyburn-Midale CO_2 Monitoring and Storage Project," in Energy Procedia, Vol. 4: 6069 - 6076, https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610211008915

9 Ernsting und Munnion (2015)

10 Ernsting und Munnion (2015)

11 Stork, et al. (2015) The microseismic response at the In Salah Carbon Capture and Storage (CCS) site, in: International Journal of Greenhouse Gas Control, Vol. 32: 159 - 171, https://doi.org/10.1016/j.ijggc.2014.11.014

12 Wright, et al. (2010) In Salah CO_2 Storage JIP: Site Selection, Management, Field Development Plan and Monitoring Overview, in: Energy Procedia: 614 - 1000

13 Gale (2014) IEAGHG Information Paper 2014-27; The Trouble with Abandoned Wells, IEA Greenhouse Gas R&D Programme, 23. Dezember 2014; Weingarten, et al. (2015) High-rate injection is associated with the increase in U.S. mid-continent seismicity, in Science, Vol. 348(6241): 1336 - 1340, https://science.sciencemag.org/content/348/6241/1336

14 Ide, et al. (2006) CO_2 leakage through existing wells: current technology and regulations, in: Proceedings of the 8th International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies, International Energy Agency Greenhouse Gas Programme: Elsevier, Netherlands (2006)

15 Neslen (2015) Europe's carbon capture dream beset by delays, fears and doubt, in: The Guardian, veröffentlicht: 9. April 2015, https://www.theguardian.com/environment/2015/apr/09/carbon-capture-dream-norway-beset-by-delays-fears-doubt-europe

16 Greenpeace (2016) Carbon capture and storage a costly, risky distraction, veröffentlicht: 1. Juli 2016, http://www.greenpeace.org/international/en/campaigns/climate-change/Solutions/Reject-false-solutions/Reject-carbon-capture—storage/; Anchondo und Klump (2020) Petra Nova is closed: What it means for carbon capture, in: E&E News, 22. September 2020, https://www.eenews.net/stories/1063714297; ETC Group und Heinrich-Böll-Stiftung (2020)