

CCS – CO₂-SPEICHERN FÜR SPÄTER

Auf Grundlage bisher erworbenen Wissens zu den Auswirkungen des energetischen Einsatzes fossiler Brennstoffe auf den Klimawandel wird den Schüler*innen die Maßnahme der Abscheidung und Speicherung von Kohlendioxid und deren Kritikpunkte näher gebracht. Methodisch werden unter anderem Arbeitsblätter, Filmmaterial und ein Rollenspiel eingesetzt.

ZIELE

Die Schüler*innen haben einen Einblick in den aktuellen Stand der Technik zu Abscheidung und Speicherung von Kohlendioxid. Sie können Hintergründe und technische wie auch ökologische Risiken einschätzen. Sie können sich eigenständig eine Meinung zu End-of-Pipe-Lösungen im Klimaschutz bilden.

LEHRPLANANBINDUNG

GY 9. Klasse, Chemie, Lernbereich 3: Erdöl und Erdgas – organische Stoffgemische

GY 10. Klasse, Ethik, Lernbereich 1: Wissenschaft, Technik und Verantwortung

ZEITBEDARF

2 UE

MATERIAL UND PRAKTISCHE VORBEREITUNG

Anlage 1: Arbeitsblatt Kohlendioxidabscheidung und -speicherung

Anlage 2: Diskussionskarten Rollenspiel – entsprechend der Anzahl der Gruppen (s. Punkt 5 der Durchführung)

Online: Film (in englischer Sprache) „Carbon Capture Storage – Cut it Out“

Ggfs. Rechner und Internetzugang

<https://www.youtube.com/watch?v=UcRtUGMNIBw>

[abgerufen am 01.10.2019]

INHALTLICHE VORBEREITUNG

CCS (Carbon Capture and Storage)

Bei der Verbrennung fossiler Energieträger wird CO₂ emittiert, das mit Hilfe unterschiedlicher Verfahren aus Kraftwerksabgasen abgetrennt und dauerhaft unterirdisch eingelagert werden kann. Aktuell ist nicht absehbar, ob diese Technologie für die jeweilige Umgebung und den Menschen sicher sein wird. Wissenschaftler schätzen, dass 65 – 80 % des emittierten CO₂ dauerhaft gespeichert werden könnten. Derzeit gibt es hierzu lediglich Forschungsprojekte. Ein zentrales Problem ist derzeit der hohe Energieaufwand für die Abscheidung. Große Risiken für Grundwasser, Boden sowie Flora und Fauna bestehen im Fall von Leckagen der unterirdischen Lagerstätten. Des Weiteren gibt es Nutzungskonflikte bei der Suche idealer Speicher. Bei den Speichern handelt es sich, vom heutigen Stand der Technik aus betrachtet, um Endlagerstätten.

DURCHFÜHRUNG

1. Einführung (10 min):

Die Lehrkraft bereitet die Tafel vor mit der Frage: „Welche Problematik ergibt sich durch ein Zuviel an CO₂ in unserer Atmosphäre?“ und verdeckt sie. Die Lehrkraft beginnt den Unterricht mit der Frage:

„Welche Folgen hat die Nutzung fossiler Energieträger?“ – Die Schüler*innen wiederholen das bereits Gelernte aus Klassenstufe 7. Im Anschluss wird die Frage an der Tafel gelüftet: „Welche Problematik ergibt sich durch ein Zuviel an CO₂ in unserer Atmosphäre?“ - Die Schüler*innen wiederholen wiederum das bereits Gelernte.

Daraus resultiert die Frage nach Lösungsansätzen:

2. Einführung in den Lösungsansatz der Speicherung von CO₂ im Untergrund

(15 min): Die Lehrkraft teilt die Arbeitsblätter mit Hintergrundinformationen zu CCS aus. Die Schüler*innen erwerben sich Hintergrundwissen, indem sie das Arbeitsblatt durchlesen.

3. Die Schüler*innen sehen sich den Film „Carbon Capture Storage – Cut it out“ an. (5 min)

4. Suche nach Argumenten Pro und Contra (15 min):

Hierbei haben die Schüler*innen die Aufgabe mit einem Partner / einer Partnerin jeweils ein oder zwei Argumente für und gegen die Abscheidung und Speicherung von Kohlendioxid zu sammeln

5. Expert*innendiskussion (35 min):

Die Lehrkraft unterteilt die Klasse in 3 oder 4 Gruppen. Jede Gruppe spielt das Rollenspiel mit der folgenden Aufgabe: „Die Hälfte der Gruppe setzt sich für die Belange von Umweltschutz, Naturschutz, Gesundheit und Nachhaltigkeit ein – die zweite Hälfte ist unüberwindbare/r Befürworter*in von CO₂–Abscheidung und –Speicherung. Hilfsmittel für die Diskussionen: die vorgefertigten Kärtchen und die selbst formulierten Argumente aus Punkt 4

6. Auswertung (10 min):

Die Klasse berichtet von den Erfahrungen, die sie im Rollenspiel in den Kleingruppen gemacht haben. Die Lehrkraft fokussiert die Nachbearbeitung auf Fragen wie: „Wie wird es nun wohl weitergehen? Welche Rolle ging in diesem Spiel als Sieger hervor?“ Und – last but not least: „Wie kann jede/r Einzelne von uns CO₂ aus der Atmosphäre speichern?“ Die Lehrkraft stellt die Initiative „Plant for the planet“ vor. Mehr Informationen dazu in der WEITERBEARBEITUNG.

KOMPETENZERWERB

ERKENNEN

Die Schüler*innen sind über die Technologie des Abscheidens und Speicherns von CO₂ informiert und kennen die Vor- und Nachteile.

BEWERTEN

An Hand selbst formulierter und in den Diskussionen aufgeworfener unterschiedlicher Standpunkte können sich die Schüler*innen positionieren und selbst ein Meinungsbild machen.

HANDELN

Die Schüler*innen sind dazu fähig, ihren eigenen Standpunkt zur Abscheidung und Speicherung von CO₂ darzulegen. Sie können zudem Aktionen zur Einsparung von treibhauswirksamen Gasen starten (beispielsweise im Rahmen von Plant for the planet oder Fridays for future).

WEITERBEARBEITUNG

Folgende Methoden und Materialien eignen sich zur Weiterarbeit:

Internetrecherche zu aktuellen Diskussionen oder Berichterstattungen – Die Ergebnisse aus dem Rollenspiel werden mit dem aktuellen Diskussionsstand aus den Medien verglichen.

Die Lehrkraft stellte bereits die Initiative „Plant for the planet“ vor: Aktionen starten, Informationen einholen, Botschafter*in werden. Aufforderung an die Schüler*innen: Ist deine Klasse auch daran interessiert, dann lies weiter unter: www.plant-for-the-planet.org

Filmmaterial (englisch) zu neuen Technologien, die sich mit der Abscheidung von CO₂ beschäftigen:

Jennifer Wilcox

https://www.ted.com/talks/jennifer_wilcox_a_new_way_to_remove_co2_from_the_atmosphere [aufgerufen am 15.09.2019]

HINTERGRUNDINFORMATIONEN FÜR LEHRKRÄFTE

Grundlagen, Risiken, klimapolitische Einordnung, rechtliche Hintergründe, Emissionshandel

Link: <https://www.umweltbundesamt.de/tags/ccs> (zuletzt aufgerufen am 15.09.2019)

Vor- und Nachteile, ausgewählte Studien der Universität Aachen RWTH

Link http://www.ipw.rwth-aachen.de/pub/select/select_52.pdf [aufgerufen am 15.09.2019]

CO₂-Endlagerung in Deutschland, Hintergründe, Gefahren, politischer Widerstand

<https://www.greenpeace.de/themen/endlager-umwelt/co2-endlagerung> [aufgerufen am 15.09.2019]

QUELLE

Konzipiert von *Dipl.-Ing. Birgit Benesch-Jenkner* als Teil des sächsischen Umsetzungsprojektes zum Orientierungsrahmen für den Lernbereich globale Entwicklung.

ANLAGE 1: ARBEITSBLATT KOHLENDIOXID ABSCHEIDUNG UND SPEICHERUNG

CCS (Carbon Capture and Storage)

Bei der Verbrennung fossiler Energieträger wird CO₂ emittiert, das mit Hilfe unterschiedlicher Verfahren aus Kraftwerksabgasen abgetrennt und dauerhaft unterirdisch eingelagert werden kann. Aktuell ist nicht absehbar, ob diese Technologie für Umgebung und Menschen sicher sein wird. Wissenschaftler schätzen, dass 65 – 80 % des emittierten CO₂ dauerhaft gespeichert werden können. Derzeit gibt es hierzu lediglich Forschungsprojekte. Ein zentrales Problem ist derzeit der hohe Energieaufwand für die Abscheidung. Große Risiken für Grundwasser, Boden sowie Flora und Fauna bestehen im Fall von Leckagen der unterirdischen Lagerstätten. Des Weiteren gibt es Nutzungskonflikte bei der Suche idealer Speicher. Bei den Speichern handelt es sich vom heutigen Stand der Technik aus betrachtet um Endlagerstätten.

Technologischer Fokus

In Deutschland wurde CCS bisher vor allem im Zusammenhang mit Kohlekraftwerken betrachtet. Aber auch unabhängig von der energetischen Umwandlung entstehen große Mengen CO₂. Beispielsweise bei der Zementproduktion, aber auch in Fabriken für die Produktion von Eisen, Stahl oder Papier, wie auch in der chemischen Industrie, fallen große Mengen CO₂ an.

Da sich die Bevölkerung sehr stark gegen unterirdische CO₂-Speicherung eingesetzt hat, ist es von Gesetzes wegen derzeit nicht möglich, CCS für wirtschaftliche Zwecke einzusetzen. Es gab in Deutschland bisher nur Forschungsprojekte, wie das Pilotprojekt bei Ketzin, in Brandenburg. Über 67 t CO₂ wurden dabei in etwa 5 Jahren in eine Schicht porösen Sandsteins in mehr als 600 m Erdtiefe gepresst. Entsprechend der Projektleitung wurde der Speicher als sicher angesehen. Sobald sich der Speicher stabilisiert, wird davon ausgegangen, dass keine Gefahr mehr drohe.

Verfahren

- Pre-Combustion-Verfahren: für die Abtrennung vor der Verbrennung (nach der Kohlevergasung) in Kohlekraftwerken
- Post-Combustion-Verfahren: Abtrennung erfolgt nach der Verbrennung in einer CO₂-Wäsche aus dem Abgas
- Oxyfuel-Verfahren: Kohle wird mit reinem Sauerstoff und dem Rauchgas verbrannt. Das CO₂ ist hochkonzentriert und kann ohne einen weiteren Abtrennungsprozess verdichtet ins Lager transportiert werden (Pilotanlage Schwarze Pumpe)
- Verfahren für die Industrie außerhalb des Kraftwerksbereichs sind derzeit weder als Forschungs- noch als Versuchsprojekte bekannt.
- In-situ-Kohlevergasung: Um Kohlevorkommen, die sehr tief liegen, zu erreichen, wird CO₂ nach unten gepumpt. Dadurch wandeln sich die Kohlereserven in Erdgas um.

Weitere Anwendungsansätze:

- Offshore-Lagerung. Dagegen sprechen jedoch folgende Argumente: komplizierter Transport, teuer, Meeresbiolog*innen sehen das kritisch.
- Einsatz von Biomassekraftwerken, deren Emissionen ebenso gespeichert werden.

Stichwort „negative Emissionen“ – bitte recherchiert, was Ihr im Zusammenhang dazu online finden könnt.

Gefahrenpotenzial und Nutzungskonflikte

Im schlimmsten Fall können Anwohner*innen in der Nähe einer solchen Lagerstätte bei einem Unfall an der hohen Dosierung des Gases ersticken.

Auch ein langsames Austreten von CO₂ aus einer Lagerstätte im Falle einer Leckage gefährdet die Gesundheit der Menschen wie auch die Qualität des Grundwassers.

Die dauerhafte Speicherung des Gases kann die Nutzung der Speicherschichten für andere Zwecke wie die Erdwärmenutzung verhindern. Eine unterirdische Raumordnung wird auf jeden Fall notwendig.

Chancenpotenzial

Da CO₂-Emissionen klimaschädlich sind und unsere Klimaschutzziele nur mit großem Engagement erreicht werden können, gibt es ein starkes Interesse, diese Emissionen zu vermeiden.

Derzeit kaufen Betreibende von Kohlekraftwerken Emissionszertifikate (siehe Alternativen), die auf dem aktuellen Markt günstiger sind, als dass sich CCS wirtschaftlich lohnen würde. Dieser Markt kann sich jedoch in einigen Jahren durchaus geändert haben.

Handlungsalternativen von EU-Ebene bis auf Klassenebene

- Investitionen in Energieumwandlungsanlagen mit Primärenergieträgern aus erneuerbaren Energiequellen (Biomasse, Wind, Sonne, Erdwärme..)
- Emissionshandel/Emissionzertifikate (nach EU-Richtlinie): energieintensive Betriebe und Energieversorger erhalten vom Staat eine bestimmte Menge von Emissionsberechtigungen (= Zertifikate). Unternehmen können mit Ihren Zertifikaten handeln. Wenn sie mit ihren Berechtigungen nicht auskommen, können sie welche zukaufen. Die Menge der Zertifikate wird für jeden Staat begrenzt. Zudem werden durch die Versteigerung von Zertifikaten internationale Klimaschutzprojekte finanziert.
- stärkere Reglementierung der Staaten (Klimaschutzabkommen von Paris), politische Förderanreize für emissionsarmes Verhalten bzw. Wirtschaften setzen bzw. eine CO₂-Steuer einführen
- Aufforstung z.B. mit Plant for the planet
(Recherchiere für deine Klasse: www.plant-for-the-planet.org)
- Verzicht, Einsparung ->Vorbildfunktion

Bitte überlegt, worauf Ihr im Alltag und auch beim Verreisen verzichten könnt, um selbst CO₂ und andere klimarelevante Gase einzusparen!

Quellen:

http://www.ipw.rwth-aachen.de/pub/select/select_52.pdf

<https://www.umweltbundesamt.de/tags/ccs>

https://ec.europa.eu/clima/policies/international/negotiations/paris_de

ANLAGE 2: DISKUSSIONSKARTEN ROLLENSPIEL

Die Zementindustrie muss das Problem in Griff bekommen. Ohne CO₂-Abscheidung erreichen wir unsere Klimaschutzziele nie! *(Hintergrund: der Herstellungsprozess von Zement ist für große Mengen an CO₂-Ausstoß verantwortlich)*

In ein paar Jahren werden wir keine Chance mehr haben: der Emissionshandel wird uns nichts mehr bringen. - Bis dahin sollten wir in CO₂-Abscheidung und –Speicherung investieren!

Was sind die wenigen Anwohner*innen, die im Falle eines Unfalls einer unterirdischen Speicherstätte zum Opfer fallen im Gegensatz zur gesamten Weltbevölkerung, die unter dem Klimawandel leidet.

Allein der Fleischkonsum verbraucht einen beträchtlichen Anteil am Treibhauseffekt! Auf Fleisch können ich und viele andere nicht verzichten, also müssen wir Technologien, die CO₂ speichern ausbauen und die Forschung darauf lenken.

Mit Messgeräten und angepassten Einpressmethoden gibt es keine Gefahr beim Speichern von CO₂ in unterirdischen Lagerstätten.

Besser die Meeresböden mit CO₂ vollpumpen, als den Meeresspiegel weiter steigen lassen!

Warum nicht gleich auf die CO₂-Emissionen verzichten? Wir investieren in Anlagen zur Erzeugung von Strom aus Erneuerbaren Energiequellen.

Selbst wenn wir diese Abscheidungsverfahren in 5 oder 10 Jahren zur Marktreife gebracht haben: was machen wir bis dahin? Wir müssen JETZT handeln, um die weltweite Durchschnittstemperaturerhöhung auf unter 2 °C (besser: 1,5 °C) zu begrenzen.

Die Staaten sollten lieber strengere Ziele für den Klimaschutz festlegen, als unterirdische Lagerstätten für die Speicherung des gefährlichen CO₂ freizugeben!

Kohle war gestern! Die großen noch vorhandenen Kohlevorkommen sollen doch bitte in der Erde bleiben. Somit bleiben auch die ursprünglichen Dörfer wie auch Lebensräume von Flora und Fauna erhalten.

Wer sagt, dass wir immer weiter wachsen müssen? Mehr Bauwerke, mehr Industrie, mehr Energieumwandlungsanlagen – ein reduzierter Bedarf an Baumaterialien und Rohstoffen für die Industrie würde unserem Planeten gut tun!

Der Energieeinsatz für die Speicherung und Abscheidung von CO₂ ist doch viel zu hoch! Wenn ich 1/3 mehr Kohle für diesen Prozess benötige, leiste ich mir doch gleich die Investition in ein Biomasse-KW, denn dessen Abwärme wird auch mit genutzt (Kraft-Wärme-Kopplung)
