

Carbon Capture in der demokratischen Bildung – Klimaschutz oder Greenwashing?

Bewertungskompetenz am Beispiel von kontroversen Klimaschutzmaßnahmen fördern

Rita Elisabeth Krebs¹, David Johannes Hauck², Linda Hämmerle³, Veronika Winter⁴

DOI: <https://doi.org/10.53349/re-source.2026.i4.a1609>

Zusammenfassung

Der Beitrag zeigt anhand der Technologien Carbon Capture and Storage und Carbon Capture and Utilisation, dass beim Umsetzen von Klimaschutzmaßnahmen ein sogenannter Verzögerungsdiskurs vorherrscht, der technologische Neuerungen als mögliche Lösungen der Klimakrise präsentiert, obgleich aber gesellschaftliche und politische Maßnahmen ergriffen werden sollen. Diese Technologien bieten somit einen guten Ansatzpunkt zur Förderung der demokratischen Bildung, indem die Lernenden sich Fachwissen über die Technologien aneignen und dann informiert und reflektiert für und gegen den Einsatz von Carbon Capture zum Schutz des Klimas argumentieren.

Stichwörter: Klimawandel, Bewertungskompetenz, Carbon Capture

1 Einleitung

Leben auf dem Planeten Erde ist aktuell nur aufgrund des natürlichen Treibhauseffekts möglich, ohne den der Planet nicht bewohnbar, sondern vereist wäre. Der anthropogene

¹ Pädagogische Hochschule Niederösterreich, Mühlgasse 67, 2500 Baden.

E-Mail: rita.krebs@ph-noe.ac.at

² Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Regensburger Straße 160, 90478 Nürnberg.

E-Mail: david.hauck@fau.de

³ Universität Wien, Porzellangasse 4/2/2, 1090 Wien.

E-Mail: linda.haemmerle@univie.ac.at

⁴ Universität Wien, Porzellangasse 4/2/2, 1090 Wien.

E-Mail: veronika.winter@univie.ac.at

Treibhauseffekt jedoch sorgt dafür, dass die Durchschnittstemperatur auf der Erde steigt, indem Wärmestrahlung durch eine erhöhte Konzentration von Treibhausgasen wie Kohlenstoffdioxid oder Methan in der Atmosphäre auf die Erdoberfläche reflektiert wird (IPCC, 2026a). Die daraus resultierenden klimatischen Veränderungen der letzten Jahrzehnte führen zu einer Häufung von Extremwetterereignissen, einer Verschiebung von Klimazonen und dem Anstieg des Meeresspiegels (Calvin et al., 2023; Steiniger et al., 2022).

Die wissenschaftlichen Grundlagen zu Ursachen des anthropogenen Klimawandels sind seit Jahrzehnten bekannt; schon im Jahr 1896 vermutete Svante Arrhenius einen Zusammenhang zwischen Erderwärmung und Kohlenstoffdioxid (Kunz, 2023) und spätestens mit den IPCC-Bereichen der letzten Jahre ist der anthropogene Klimawandel als wissenschaftlicher Fakt anzusehen. Zweifel daran wurde von der fossilen Industrie gestreut, obwohl die Auswirkungen von Treibhausgasen wie Kohlenstoffdioxid auf den Klimawandel dort schon früh bekannt waren. Bonneuil et al. (2021) zeigen beispielsweise, dass der französische Ölkonzern Total bereits 1971 über die Gefahren des Klimawandels Bescheid wusste und dass im Zuge einer Kampagne der International Petroleum Industry Environmental Conservation Association (IPIECA) gezielt Misstrauen an einem Zusammenhang zwischen Klimawandel und Treibhausgasen verbreitet wurden. Inzwischen ist jedoch nicht mehr die Leugnung oder der Zweifel am Zusammenhang zwischen erhöhten Treibhausgasemissionen und Fortschreiten des Klimawandels das dringende Problem, sondern sogenannte Verzögerungsdiskurse (Lamb et al., 2020). Eine Ausprägung des Verzögerungsdiskurses ist *technological optimism*, der postuliert: “technological progress will rapidly bring about emissions reductions in the future” (Lamb et al., 2020, S. 5). Diese Diskurse stehen im krassen Gegensatz dazu, dass weltweit die Mehrheit der Bevölkerung für Klimaschutz steht und auch bereit wäre, Klimaschutzmaßnahmen mitzutragen und zu unterstützen (Andre et al., 2024). Aktuell fehlt jedoch die demokratische Entscheidungsfindung zur Umsetzung von Maßnahmen, sowie durchdachte und nachhaltige politische Entscheidungen (Dittrich et al., 2023; Steiniger et al., 2022). Laut dem zweiten österreichischen Sachstandsbericht zum Klimawandel (AAR2) betrug der Anstieg der Jahresmitteltemperatur in Österreich bis 2024 +3,1°C seit der vorindustriellen Zeit (Formayer et al., 2025), was sich in extremen Hitzetagen, teilweise Wasserknappheit und nachteiligen Folgen für Gesellschaft und Industrie äußert, insbesondere in der Landwirtschaft (siehe Abbildung 1).

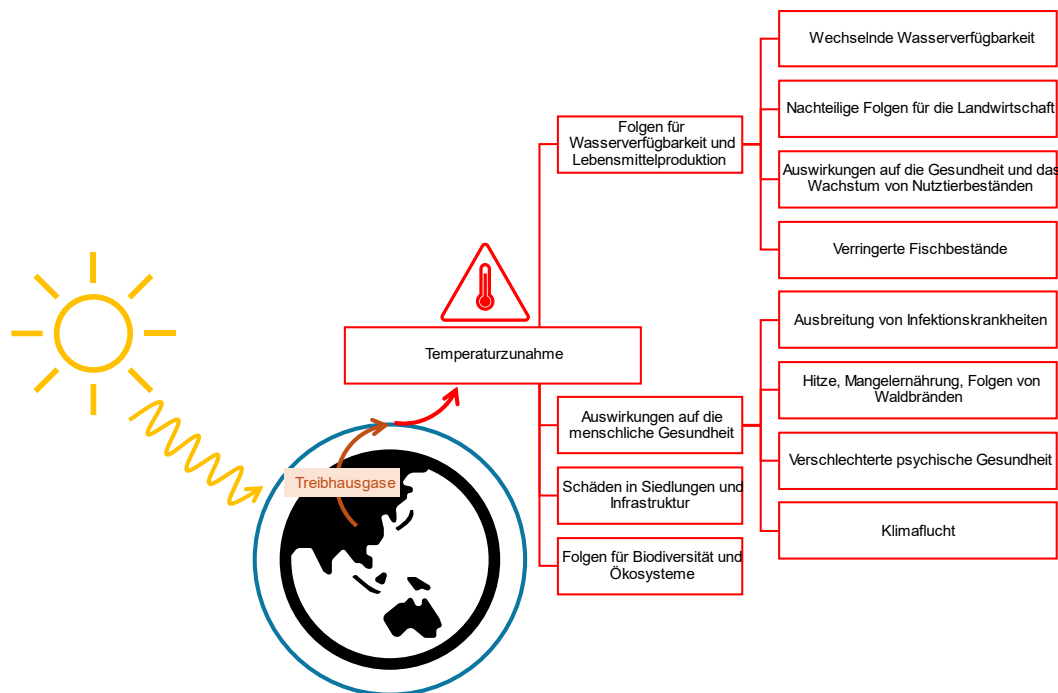


Abbildung 1: Beispiele für die Auswirkungen der Erderwärmung aufgrund des anthropogenen Klimawandels (eigene Darstellung, basierend auf der Darstellung *Adverse impacts from human-caused climate change will continue to intensify* des sechsten IPCC Reports (Calvin et al., 2023), https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/figures/IPCC_AR6_SYR_SPM_Figure1.png)

Ein wichtiges Beispiel für eine technologische Klimaschutzmaßnahme, mit der sehr viel Hoffnung verbunden ist, ist die des Carbon Capture, also des Einfangens von Kohlenstoffdioxid aus der Atmosphäre. Dieses kann dann entweder gespeichert (Carbon Capture and Storage, CCS) oder weiterverwendet (Carbon Capture and Utilisation, CCU) werden. Diese gesellschaftlich relevanten Technologien werden sowohl in der Wissenschaft als auch der Politik kontrovers diskutiert, im sechsten IPCC Report aber als zentrale Maßnahme zur Emissionsverringerung angesehen (Shukla et al., 2022). Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, wie kontroverse Technologien wie Carbon Capture im naturwissenschaftlichen Unterricht aufgegriffen werden können, um Bewertungskompetenz und demokratische Urteilsbildung zu fördern. Der vorliegende Beitrag entwickelt hierzu ein Unterrichtskonzept auf Grundlage des WAAGE^R-Modells und des Beutelsbacher Konsens.

2 Carbon Capture Verfahren als Fallbeispiel für das Erarbeiten von Bewertungskompetenz

Kohlenstoffdioxid als ein zentrales Treibhausgas wird einerseits auf natürlichem Weg durch die Atmung von Lebewesen produziert. Anthropogen verursachtes Kohlenstoffdioxid entsteht zusätzlich unter anderem durch die Verbrennung fossiler bzw. kohlenstoffhaltiger Brennstoffe, durch die Erzeugung von Zement oder die Waldrodung und Versiegelung von

Böden (IPCC, 2026b). Im Jahr 2024 entstanden laut Umweltbundesamt in Österreich (Anderl et al., 2026) beispielsweise rund 43,4 % aller Treibhausgasemissionen (v.a. Kohlenstoffdioxid, Methan, Lachgas) in der Industrie, davon nahezu die Hälfte aus der Metallproduktion. Das zweite Drittel Emissionen macht Mobilität aus, und davon wiederum der Großteil Abgase von PKWs. Landwirtschaft verursachte 2024 rund 12,6 % der Emissionen, und Abfallverwertung macht knapp über drei Prozent der Gesamtemissionen von Treibhausgasen aus.

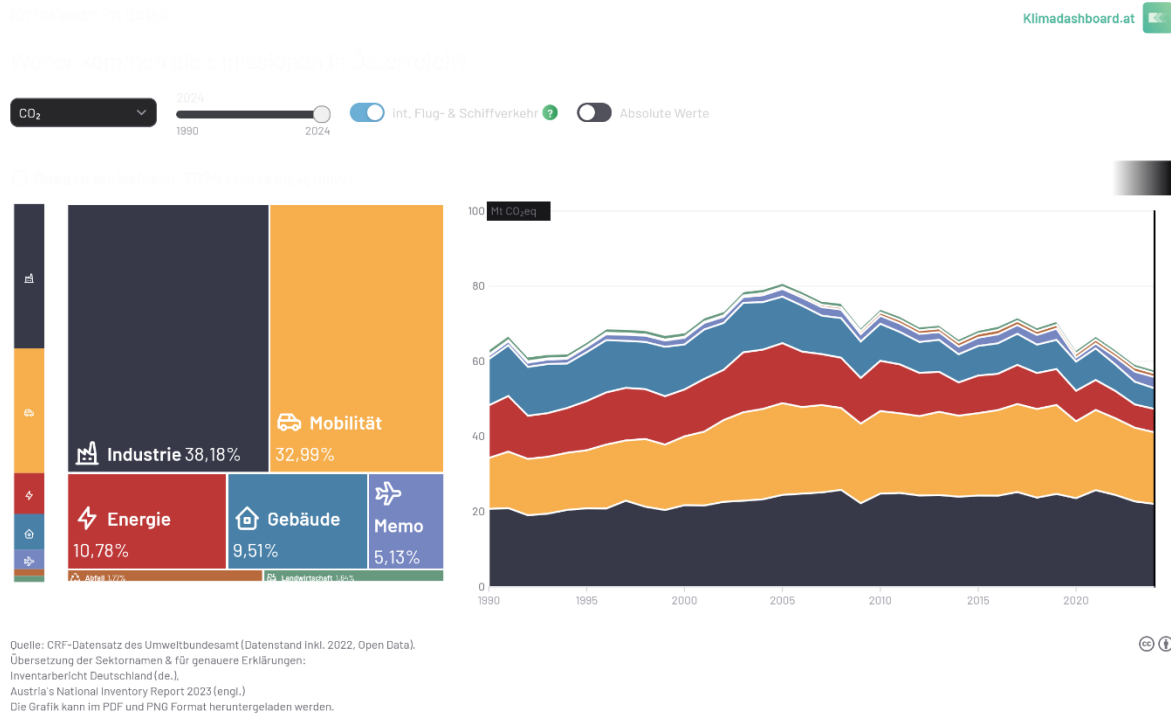


Abbildung 2: Woher kommen die Emissionen in Österreich? © Klimadashboard.at, CC-BY 4.0,
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>, via <https://klimadashboard.at/>

Wie man aus dieser Aufschlüsselung erkennen kann, ist die Produktion von Kohlenstoffdioxid in Österreich seit den 1990er Jahren zwar um 15,5 Prozent zurückgegangen, mit acht Tonnen Emissionen von Treibhausgasen pro Kopf liegt Österreich jedoch weit über dem weltweiten Durchschnitt von 4,8 Tonnen pro Kopf (Klimadashboard.at, 2022). Für eine Stabilisierung der Erderwärmung sollte dieser Wert auf jährliche Emissionen von unter einer Tonne pro Person sinken (Umweltbundesamt, 2025). Dieses Ziel ist ohne starke politische Maßnahmen jedoch nicht erreichbar (Dittrich et al., 2023; Steiniger et al., 2022) und macht angesichts der Dringlichkeit, Emissionen zu vermindern, den Einsatz von Technologien wie Carbon Capture-Verfahren attraktiv.

2.1 Wie funktioniert Carbon Capture?

Carbon Capture bezeichnet die Abtrennung und Abscheidung von Kohlenstoffdioxidgas aus der Luft mit dem Ziel, es entweder zu binden oder weiterzuverwenden. Für den ersten Schritt

zum „Einfangen“ von Kohlenstoffdioxid, der Abtrennung, kommen bei industriellen Quellen von kohlenstoffdioxidgashaltigen Abgasen Verfahren (Pre-Combustion, Oxyfuel-Combustion, Post-Combustion und industrielle Abscheidung) in Frage, bei denen Kohlenstoffdioxid an unterschiedlichen Schritten im Verbrennungsprozess von kohlenstoffhaltigen Stoffen entfernt wird mit dem Ziel, möglichst reines Kohlenstoffdioxid zu erhalten (Benson & Orr, 2008; Kiesling, 2025). Zusätzlich besteht die Möglichkeit von Direct Air Capture (DAC), also dem direkten Einfangen von Kohlenstoffdioxid aus der Luft (Fischedick et al., 2015; Kiesling, 2025; Wilberforce et al., 2021). Die Abtrennung stellt den energie- und damit kostenintensivsten Schritt des Prozesses dar, da er sowohl bauliche Änderungen an den bestehenden Anlagen als auch das dauerhafte Betreiben zusätzlicher industrieller Anlagen zur Abscheidung des Kohlenstoffdioxids erfordert (Wilberforce et al., 2021).

Das Kohlenstoffdioxid wird anschließend an einem vorläufigen Speichermedium abgeschieden und dann für die Speicherung oder Weiterverwendung transportiert (Fischedick et al., 2015; Kiesling, 2025). Dieser zweite Schritt, die Abscheidung von Kohlenstoffdioxid, kann durch Absorption, Adsorption (beides jeweils chemisch oder physikalisch) oder über die natürliche Einbindung durch Mikroalgen erfolgen (Fischedick et al., 2015; Kiesling, 2025, S. 31). Die Abscheidung erfolgt direkt nach der Abtrennung des Kohlenstoffdioxidgases aus Emissionen oder der Luft, um es dann für den Transport zu Lagerstätten für CCS oder zur weiteren Verwendung im Sinne von CCU vorzubereiten. Der problematische und energieintensive Aspekt des Transports ist, dass das Gas hierfür komprimiert und verflüssigt werden muss, um dann entweder per Pipeline oder über diskontinuierliche Transportmöglichkeiten (Kraftwagen, Schiff, Zug etc.) an den Ort der Weiterverarbeitung überbracht zu werden (Kiesling, 2025).

2.2 Carbon Capture and Storage

CCS bezeichnet Technologien, bei denen Kohlenstoffdioxidgas an großen Emissionsquellen wie Zement-, Stahl- oder Kraftwerken abgeschieden, komprimiert, transportiert und dauerhaft in geologischen Formationen (z. B. erschöpfte Erdgaslagerstätten, tiefe salzwasserführende Gesteinsschichten, Basaltgestein) oder im Ozean gespeichert wird (Benson & Orr, 2008; Kühn, 2011; Wilberforce et al., 2021). Es kann physikalisch entweder durch strukturelle oder kapillarische Rückhalte Mechanismen zurückgehalten werden. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, das Kohlenstoffdioxid chemisch zu lösen und dann in Form von Carbonaten mineralisch zu fixieren (Kiesling, 2025; Kühn, 2011). Das Ziel dieses Prozesses besteht darin, das Kohlenstoffdioxid dauerhaft von der Atmosphäre fernzuhalten und dadurch den Treibhauseffekt zu verringern.

Die wissenschaftliche Einschätzung ist, dass sowohl eine Speicherung unter dem Meeresboden als auch an Land grundsätzlich sicher möglich ist, sofern die Standorte sorgfältig ausgewählt, untersucht und überwacht werden (Kiesling, 2025; Kühn, 2011). Die Sicherheit von Kohlenstoffdioxid-speicherstätten hängt jedenfalls maßgeblich von einer sorgfältigen

geologischen Untersuchung, Auswahl und kontinuierlichen Überwachung ab. Geeignete Speicher sollten sich in geologisch stabilen Regionen ohne seismische Aktivität befinden (Kühn, 2011; Kühn & Clauser, 2006). Mit zunehmender Speicherdauer steigt die Sicherheit, da immer mehr Kohlenstoffdioxid dauerhaft chemisch bzw. mineralisch gebunden wird. Dennoch bestehen Risiken: Der hohe Injektionsdruck beim Einbringen von Kohlenstoffdioxidgas kann Gesteinsformationen beschädigen oder Risse verursachen. Zudem besteht die Möglichkeit, dass das salzhaltige Formationswasser aus den Gesteinsporen durch das Gas verdrängt wird und dann das Grundwasser kontaminiert. Gelöstes Kohlenstoffdioxid, also Kohlensäure, erhöht die Acidität des Formationswassers, wodurch Gestein und technische Anlagen korrodieren können. Zusätzlich kann durch alte Bohrungen, Minen oder natürliche Gesteinsklüfte Gas austreten. Kohlenstoffdioxidgas ist zwar weder brennbar noch explosiv noch giftig, kann sich jedoch aufgrund seiner höheren Dichte in Senken ansammeln und dort bei hohen Konzentrationen (und dadurch abnehmender Sauerstoffkonzentration) gesundheitliche Risiken verursachen (Kiesling, 2025; Kühn, 2011). Die Auswirkungen auf das Grundwasser lassen sich durch langfristige Überwachung deutlich minimieren. In Deutschland beträgt die gesetzliche Vorgabe hierfür beispielsweise bis zu 40 Jahre nach der Stilllegung (Kühn, 2011).

Aktuell bringt Carbon Capture and Storage sowohl große Chancen als auch erhebliche Herausforderungen mit sich. Während CCS lange Zeit als zu teuer, technisch unausgereift und politisch unzureichend unterstützt galt, hat sich diese Einschätzung seit den IPCC-Berichten ab 2018 im Sinne eines *technological optimism* deutlich verändert (Kiesling, 2025). Heute wird CCS als wichtige Brückentechnologie angesehen, um schwer vermeidbare Kohlenstoffdioxidemissionen insbesondere in der Industrie und im Energiesektor zu reduzieren und Klimaziele zu erreichen (Bui et al., 2018). Die Einführung von CCS ist jedoch mit hohen Investitions- und Betriebskosten verbunden. Besonders die Nachrüstung bestehender Industrieanlagen oder Kraftwerke erfordert erhebliche finanzielle Mittel und führt zu einem höheren Energieverbrauch sowie geringeren Wirkungsgraden. Hinzu kommen Kosten für Transport und geologische Speicherung des Kohlenstoffdioxids. Da viele Verfahren noch nicht (vollständig) marktreif sind, bestehen Unsicherheiten bei den tatsächlichen Kosten. Für den erfolgreichen Ausbau sind langfristige politische Rahmenbedingungen, wirtschaftliche Anreize sowie der Aufbau einer gemeinsamen Transport- und Speicherinfrastruktur notwendig. Auch verursacht die Technologie einen höheren Energie- und Wasserbedarf sowie zusätzliche Emissionen entlang der gesamten Prozesskette, etwa durch Transport, Speicherung und Herstellung der verwendeten Chemikalien (Wilberforce et al., 2021).

Die gesellschaftliche Akzeptanz gilt als weiterer entscheidender Faktor für die erfolgreiche Einführung von CCS (Bui et al., 2018; Kiesling, 2025). In Deutschland war die Technologie bereits in den 2010er Jahren stark umstritten. Geplante Speicherstandorte lösten Proteste aus, da viele Menschen Gasaustritte, Gesundheitsgefahren und Umweltschäden befürchteten. Häufig wurde CCS mit der Endlagerung radioaktiver Abfälle oder dem Fracking verglichen. Seit der erneuten Diskussion über CCS im Zuge der Klimaschutzdebatte ab 2018

wird die Technologie zwar stärker als mögliche Lösung für schwer vermeidbare Emissionen wahrgenommen, dennoch bestehen weiterhin Vorbehalte (Bui et al., 2018). Um die gesellschaftliche Akzeptanz zu erhöhen, empfehlen Forschende eine transparente und wissenschaftlich fundierte Kommunikation. Dabei sollten sowohl die Risiken der Technologie als auch die Folgen eines Verzichts auf CCS verständlich dargestellt werden. Bildungsangebote, öffentliche Informationsveranstaltungen und Beteiligungsprozesse können dazu beitragen, Vertrauen aufzubauen, Missverständnisse abzubauen und gesellschaftliche Entscheidungen demokratisch zu begleiten.

2.3 Carbon Capture and Utilisation

Carbon Capture and Utilisation beschreibt die Abscheidung von Kohlenstoffdioxidgas mit anschließender stofflicher Nutzung anstelle der dauerhaften Speicherung. Im Gegensatz zu CCS wird das Kohlenstoffdioxid also in den Kohlenstoffkreislauf zurückgeführt, indem es beispielsweise mithilfe von Katalysatoren oder biotechnologischen Verfahren in andere Chemikalien umgewandelt wird.

Generell kann abgeschiedenes Kohlenstoffdioxidgas direkt genutzt werden (z. B. zur Düngung in der Landwirtschaft, bei der Herstellung von Lebensmitteln wie entkoffeiniertem Kaffee oder als Feuerlöschmittel). In der chemischen Industrie kann es zur Herstellung von Kunststoffen (z. B. Polyurethane oder Polycarbonate), Treibstoffen (z. B. Methan oder Methanol) und weiteren Chemikalien (z. B. Harnstoff) eingesetzt werden (Baena-Moreno et al., 2019) oder es kann als Rohstoff für die Herstellung von Beton oder Zement (Mahoutian & Shao, 2016) verwendet werden. Die Umwandlung von Kohlenstoffdioxid in andere Verbindungen ist jedoch relativ energieintensiv, da Kohlenstoffdioxidmoleküle in einem energetisch stabilen Zustand sind: Die Verbrennung von kohlenstoffhaltigen Treibstoffen ist exotherm und das Kohlenstoffdioxidmolekül resonanzstabilisiert (Kass, 2024).

Eine konkrete Möglichkeit zur Abscheidung und Verwendung wird im Pilotprojekt „ViennaGreenCO2“ getestet; Ziel ist die Nutzung von Kohlenstoffdioxid aus dem Biomassekraftwerk Simmering zum Düngen in Gewächshäusern (Schöny et al., 2019). Aufgrund des um rund 25 Prozent erhöhten Energiebedarfs durch die Abscheidung in der Pilotanlage in Simmering im Vergleich zum Betreiben der Anlage ohne Kohlenstoffdioxid-Abscheidung ist es jedoch unklar, wie das Projekt langfristig umgesetzt werden kann.

Aktuell ist der Beitrag von CCU zur Reduktion von atmosphärischem Kohlenstoffdioxidgas im Vergleich zu dem von CCS vernachlässigbar, da die Technologien noch nicht ausgereift sind und es auch nicht danach aussieht, als ob hier hohe Wirkungsgrade erzielt werden können (Bui et al., 2018).

2.4 Vorteile und Nachteile von Carbon Capture Verfahren

Carbon Capture trägt als Technologie in vielerlei Hinsicht zur Reduktion von Treibhausgasemissionen bei: Sie unterstützt bei der Bindung von Kohlenstoffdioxidgas in der

Atmosphäre und soll so dazu beitragen, Klimaziele zu erreichen, die Folgen vom Klimawandel zu begrenzen und das Erreichen von den Klimakipppunkten aufzuhalten (Kiesling, 2025).

Carbon Capture and Storage	Carbon Capture and Utilisation
Ziel: dauerhafte Speicherung von Kohlenstoffdioxid	Ziel: stoffliche Nutzung von Kohlenstoffdioxid
Kohlenstoffdioxid wird unterirdisch gespeichert	Kohlenstoffdioxid wird Rohstoff für neue Produkte
Kein neuer wirtschaftlicher Nutzen des Kohlenstoffdioxids	Zusätzliche Wertschöpfung möglich
Dauerhafte Emissionsminderung	Kohlenstoff bleibt im Stoffkreislauf
Besonders geeignet für unvermeidbare Emissionen	Besonders interessant für die Chemie- und Bauindustrie

Tabelle 1: Gegenüberstellung von CCS und CCU (Eigendarstellung)

Gleichzeitig sprechen auch viele der oben genannten Überlegungen gegen ihren Einsatz, und der *technological optimism* trägt zum Verzögerungsdiskurs um Klimaschutzmaßnahmen bei. Tabelle 1 stellt die beiden Verfahren mit ihren zentralen Aspekten als fachliche Übersicht für die nachfolgende Unterrichtseinheit gegenüber.

3 Demokratiebildung vor dem Hintergrund komplexer Nachhaltigkeitsthemen

Naturwissenschaftliche Nachhaltigkeitsthemen zeichnen sich dadurch aus, dass sie keine einfachen Ja-Nein-Entscheidungen zulassen. Sie verbinden naturwissenschaftliche Erkenntnisse mit ökologischen, ökonomischen, sozialen und ethischen Fragestellungen und erfordern daher neben hoher fachlicher Kompetenz eine multiperspektivische Betrachtungsweise (Orgill et al., 2025; Reynders & Holme, 2025). Technologien zur Minderung der Auswirkungen des anthropogenen Klimawandels sind häufig mit Zielkonflikten verbunden: Eine Maßnahme kann beispielsweise einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz leisten, gleichzeitig aber hohe Kosten verursachen oder erhebliche Ressourcen benötigen. Diese Komplexität macht sie zu authentischen Lerngelegenheiten für demokratische Bildung.

Nachhaltigkeitsthemen bieten die Möglichkeit, zentrale Kompetenzen demokratischer Teilhabe zu fördern: Schüler*innen lernen, wissenschaftliche Informationen kritisch zu bewerten, unterschiedliche Interessen nachzuvollziehen, Argumente evidenzbasiert abzuwägen und begründete Entscheidungen zu treffen. Der naturwissenschaftliche Unterricht

verbindet dadurch fachliches Lernen mit demokratischer Urteilsbildung. Nachhaltigkeit wird somit als gesellschaftlicher Aushandlungsprozess verstanden, an dem informierte Bürger*innen aktiv teilnehmen können, und nicht als bloße Sammlung vorgegebener Lösungen.

3.1 Bewertungskompetenz im naturwissenschaftlichen Unterricht

Die Bewertung des Einsatzes von Carbon Capture erfordert neben naturwissenschaftlichem Fachwissen die Berücksichtigung ökologischer, ökonomischer, gesellschaftlicher und ethischer Aspekte. Carbon Capture stellt damit ein typisches Socio-Scientific Issue (SSI) dar, bei dem wissenschaftliche Erkenntnisse mit gesellschaftlichen Wert- und Interessenskonflikten verknüpft sind und unterschiedliche, gleichermaßen begründbare Handlungsoptionen bestehen (Sadler, 2004; Zeidler & Sadler, 2008). Als Gegenstand demokratischer Aushandlungsprozesse bieten SSI einen geeigneten Rahmen, um wissenschaftliche Argumentations- und Entscheidungsprozesse sowie die Entwicklung von Bewertungskompetenz zu fördern und Lernende auf die reflektierte Teilhabe an gesellschaftlichen Diskursen vorzubereiten (Högström et al., 2025; Langlet et al., 2022; Wlotzka et al., 2024).

Bewertungskompetenz geht dabei über die Anwendung naturwissenschaftlichen Wissens hinaus. Fundierte Bewertungen beruhen nicht allein auf empirischen Erkenntnissen, sondern beziehen auch Interessen, Werte und Normen ein. Während naturwissenschaftliches Wissen die Grundlage für Sachurteile bildet, erfordern Werturteile zusätzlich normative Annahmen und gesellschaftliche Wertvorstellungen. Eine zentrale Voraussetzung hierfür ist die Fähigkeit, zwischen deskriptiven („Ist“-) und normativen („Soll“-) Aussagen zu unterscheiden und beide Ebenen in einer begründeten Argumentation zu verknüpfen (Langlet et al., 2022).

Zur Strukturierung solcher Bewertungsprozesse schlagen Langlet et al. (2022) das fachübergreifende WAAGE^R-Modell vor. Es beschreibt Bewerten als einen systematischen Prozess, der die Schritte Wahrnehmen, Analysieren, Argumentieren, Gewichten, Entscheiden und Reflektieren umfasst. Ausgangspunkt ist die Wahrnehmung einer gesellschaftlich relevanten Entscheidungssituation mit unterschiedlichen Handlungsoptionen und Interessen. Anschließend werden naturwissenschaftliche Erkenntnisse mit normativen Argumenten verknüpft und die zugrunde liegenden Werte sowie Entscheidungskriterien gegeneinander abgewogen. Auf dieser Grundlage wird eine begründete Entscheidung getroffen und abschließend sowohl das Ergebnis als auch der Entscheidungsprozess kritisch reflektiert. Das WAAGE^R-Modell unterstützt damit einen transparenten und nachvollziehbaren Bewertungsprozess und eignet sich insbesondere für die Bearbeitung kontroverser Nachhaltigkeitsthemen wie Carbon Capture, bei denen naturwissenschaftliche Erkenntnisse mit gesellschaftlichen Wertentscheidungen verknüpft werden (Langlet et al., 2022; Högström et al., 2025).

Die Förderung von Bewertungskompetenz setzt voraus, dass kontroverse Themen im Unterricht multiperspektivisch behandelt werden und Lernende eigene, begründete Urteile entwickeln können. Für die didaktische Gestaltung solcher Lernprozesse bietet der Beutelsbacher Konsens einen zentralen Orientierungsrahmen.

3.2 Demokratische Entscheidungen und der Beutelsbacher Konsens

Eine wichtige Orientierung für das Erarbeiten komplexer Nachhaltigkeitsproblematiken bietet der **Beutelsbacher Konsens**, der seit 1976 als grundlegendes didaktisches Leitbild für die formale politische Bildung im deutschsprachigen Raum gilt (Reinhardt, 2020, S. 29–30; Wehling, o. J.). Seine drei zentralen Grundsätze, die bis heute die pädagogische Praxis an deutschsprachigen Bildungseinrichtungen maßgeblich prägen (Reinhardt, 2020), bilden eine sinnvolle Rahmengrundlage für die Behandlung kontroverser Themen des naturwissenschaftlichen Unterrichts.

3.2.1 Grundsatz 1: Das Überwältigungsverbot

Ein übergeordnetes Ziel politischer Bildung ist die Mündigkeit der Schüler*innen (Reinhardt, 2020, S. 17). Eine zentrale Rolle der Lehrperson ist es daher, die Lernenden in die Lage zu versetzen, selbständige Urteile zu bilden. Insbesondere ist es daher nicht gestattet, die Lernenden zu indoktrinieren bzw. „im Sinne erwünschter Meinungen zu überrumpeln“ (Wehling, o. J.).

3.2.2 Grundsatz 2: Das Kontroversitätsgebot

Eine weitere Aufgabe der Lehrpersonen besteht darin, dass Themen, die in der Wissenschaft und/oder Politik kontrovers diskutiert werden, auch im Unterricht kontrovers abgebildet werden. Nur wenn alle relevanten Standpunkte, Optionen und Alternativen erörtert werden, ist eine reflektierte Urteilsbildung seitens der Lernenden möglich. Für die Lehrkraft bedeutet dies, dass bei der Auswahl der dargestellten Positionen die persönliche politische Meinung von untergeordneter Bedeutung ist.

Eine besondere Rolle vor dem Hintergrund des Kontroversitätsgebots nimmt der anthropogene Klimawandel ein. Wenngleich dessen Existenz wissenschaftlich unstrittig ist, wird er politisch kontrovers diskutiert (Almis & Prager, 2023). Die Aufgabe der Lehrkraft, die dieses Thema behandelt, besteht insofern auch darin, die Diskrepanz zwischen dem wissenschaftlichen Konsens und der politischen Debatte zu beleuchten (Almis & Prager, 2023, S. 33). Weiterhin werden Carbon Capture-Ansätze, die in der Theorie vielversprechend erscheinen, hinsichtlich ihrer praktischen Umsetzbarkeit auch in der Wissenschaft kontrovers diskutiert (Baena-Moreno et al., 2019; Bui et al., 2018; Wilberforce et al., 2021).

3.2.3 Grundsatz 3: Der Partizipationsgedanke

Schüler*innen sollen über die reine Urteilsbildung hinausgehend zur politischen Teilhabe befähigt werden. Hierunter fällt einerseits die Analyse politischer Situationen sowie der eigenen Interessenlage, andererseits auch die Aufklärung über Mittel und Wege, die politische Situation im Sinne der eigenen Interessen zu beeinflussen (Reinhardt, 2020).

4 Carbon Capture als Beispiel für Demokratiebildung im naturwissenschaftlichen Unterricht

Der nachfolgende Ansatz zeigt exemplarisch, wie Carbon Capture-Verfahren im naturwissenschaftlichen Unterricht der Sekundarstufe zur Förderung von Bewertungskompetenz und Demokratiebildung eingesetzt werden können.

Titel der Unterrichtseinheit	Carbon Capture – Klimaschutz oder Greenwashing?
Fachbezug	Biologie und Umweltbildung, Chemie, Geographie und wirtschaftliche Bildung
Dauer	2 Unterrichtseinheiten à 50 Minuten (100 Minuten)
Thema	Carbon Capture and Storage (CCS) und Carbon Capture and Utilization (CCU) als Maßnahmen des Klimaschutzes
Kompetenzbereiche	Bewertungskompetenz, Bildung für nachhaltige Entwicklung, Demokratiebildung, naturwissenschaftliche Grundbildung, Systems Thinking
Lernziele	Die Schüler*innen können... ... Carbon Capture and Storage sowie Carbon Capture and Utilization fachlich beschreiben (Wahrnehmen – Aanalysieren). ... Vor- und Nachteile der beiden Technologien anhand naturwissenschaftlicher Evidenzen analysieren (Aanalysieren). ... Handlungsempfehlungen für den Einsatz von Carbon Capture entwickeln und diese unter Berücksichtigung naturwissenschaftlicher, ökologischer, ökonomischer und

	gesellschaftlicher Aspekte begründen (Argumentieren – Gewichten – Entscheiden).
	... eine reflektierte Position zum Einsatz von Carbon Capture formulieren (Entscheiden – Reflektieren).

Tabelle 2: Didaktischer Kommentar zum Unterrichtsentwurf (Eigendarstellung)

Für alle Phasen des Unterrichts bildet der Beutelsbacher Konsens den didaktischen Rahmen: Die Lehrperson darf im Sinne des Überwältigungsverbots ihre eigene Meinung zu den Technologien nicht in den Vordergrund stellen; sie muss im Sinne des Kontroversitätsgebots darauf eingehen, dass Carbon Capture-Verfahren kontrovers diskutiert werden; weiterhin sollen die Lernenden sich als mündige Bürger*innen eine eigene fachwissenschaftlich fundierte Meinung erarbeiten.

4.1 Einstieg in die Unterrichtseinheit

Die Lehrperson beginnt die Unterrichtseinheit, indem sie das Klimadashboard.at öffnet und beispielsweise aktuelle Emissionswerte präsentiert. Folgende Daten könnten dabei hervorgehoben werden: globale Erhitzung, Emissionsquellen in Österreich nach Sektoren, Übersicht über die Kohlenstoffdioxidemissionen oder globale Emissionen pro Kopf. Die Schüler*innen können auch selbstständig verschiedene Diagramme auswählen und im Detail betrachten. Anschließend wird gemeinsam festgehalten: Der anthropogene Klimawandel gilt wissenschaftlich als eindeutig belegt – es muss aber diskutiert und entschieden werden, wie dessen Folgen eingedämmt werden können. Neben der Klimawandelanpassung müssen die globalen Kohlenstoffdioxidemissionen gesenkt (Mitigation = Klimaschutz) werden. Die Lehrperson aktiviert anhand der Leitfrage *Wie kann die Menge an Kohlenstoffdioxid in der Atmosphäre reduziert werden?* das Vorwissen der Schüler*innen zum Thema Klimaschutz. Die Ideen der Schüler*innen können durch digitale Tools, ein Plakat oder die Tafel gesammelt werden. Sollten die Lernenden nicht vorschlagen, Kohlenstoffdioxid aus der Atmosphäre zu entfernen, fügt die Lehrperson diese Möglichkeit an.

4.2 Wahrnehmen: Carbon Capture als kontroverser Lösungsansatz

In der nächsten Phase sollte die Kontroverse um Carbon Capture dargelegt werden, beispielsweise durch einen Concept Cartoon (siehe Abbildung 3). Die Idee von Concept Cartoons ist es Antwortmöglichkeiten zu naturwissenschaftlichen Fragestellungen zu präsentieren, die beispielsweise aus der Literatur zu Lernendenvorstellungen abgeleitet sind (Steininger, 2026). Im Fall des hier abgebildeten Concept Cartoons wurden die Antworten der vier Personen auf die Frage, welchen Beitrag Carbon Capture-Verfahren zum Klimaschutz leisten können, aus den Positionen der wissenschaftlichen Forschung zu den Technologien abgeleitet (siehe Abschnitt 3). Die Lernenden sollen die vier Aussagen auf dem Concept

Cartoon kommentieren und ihre eigenen Vermutungen in Form von Hypothesen formulieren, beispielsweise in Form von solchen Aussagen: „Ich denke, dass Sasha recht hat, weil...“.

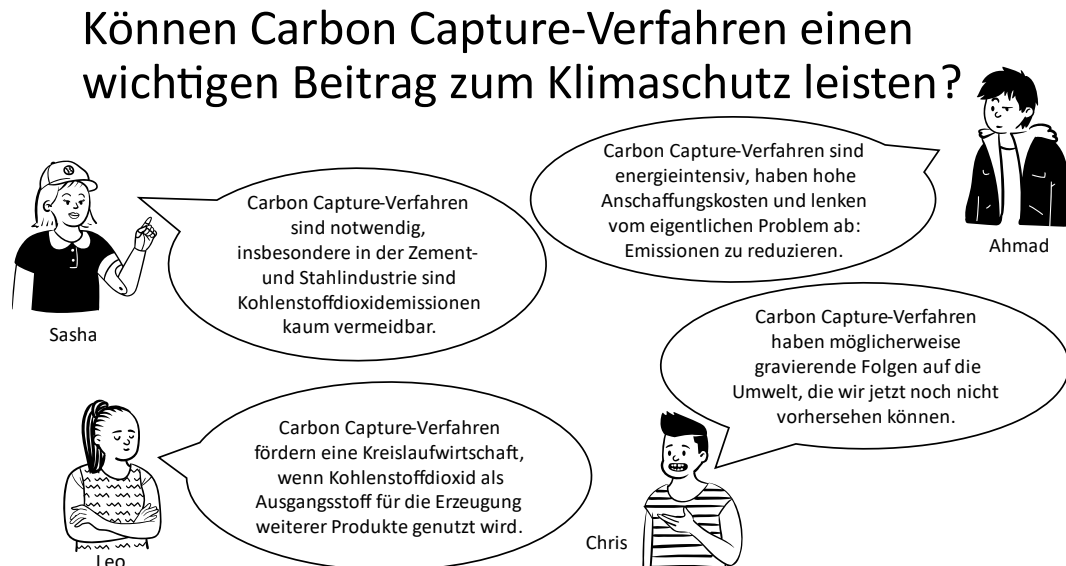


Abbildung 3: Concept Cartoon als Einstieg in die Unterrichtseinheit (Eigendarstellung)

Die fachliche Angemessenheit ihrer Vermutungen soll dann in einem nächsten Schritt untersucht werden.

4.3 Analysieren: Fachliche Hintergründe erarbeiten

In der nächsten Phase soll beispielsweise in Kleingruppen der fachliche Hintergrund der Aussagen im Concept Cartoon erarbeitet werden. Dazu arbeiten die Schüler*innen mit adressatengerecht adaptierten Sachtexten¹ und befüllen eine Tabelle mit folgenden Informationen jeweils zu CCS oder CCU: Funktionsweise, Vorteile, Nachteile und Einsatzmöglichkeiten bzw. Beispiele und Notwendigkeit für den erfolgreichen Einsatz der Technologie. Daraus leiten sie dann in den Kleingruppen Argumente für und gegen den Einsatz von CCS oder CCU ab.

4.4 Gewichten: Argumente ordnen

Zuerst werden die Gruppen neu gemischt: Es sollte nun in jeder Gruppe mindestens eine Person CCS und eine Person CCU recherchiert und Notizen zu den jeweiligen zentralen Aspekten der Technologie sowie zu Argumenten für und gegen ihren Einsatz gesammelt haben. Bei der Gewichtung der Argumente beziehen die Schüler*innen anschließend nochmals Informationen aus den Sachtexten, aus denen sie selbstständig oder mit Hilfe von Scaffolds Kriterien für die Reihung ableiten. Beispielsweise könnten Wirtschaftlichkeit,

Potential für Klimaschutz, technische Umsetzbarkeit oder gesellschaftliche Akzeptanz mögliche Kriterien für das Ranking sein.

4.5 Entscheiden: Handlungsempfehlungen entwickeln

Bei der Erarbeitung von Handlungsempfehlungen werden zuerst die zentralen Argumente aller Kleingruppen gesammelt. Je nach Klassengröße kann beispielsweise das Prinzip think – pair – square – share (nachdenken – in Zweiergruppen erarbeiten – zu viert erarbeiten – ins Plenum bringen) zum Einsatz kommen, um die gewichteten Argumente nochmals zu diskutieren, zu straffen und dann im Plenum zu sammeln. Die Sammlung der Handlungsempfehlungen könnte dann unter Leitfragen wie *Unter welchen Bedingungen ist CCS sinnvoll?*, *Unter welchen Bedingungen sollte CCU eingesetzt werden?* oder *Was spricht gegen den Einsatz der Technologien?* gemeinsam erarbeitet werden.

4.6 Reflektieren: Eigene Position beziehen

Abschließend sollen die Schüler*innen die Kontroverse um Carbon Capture-Technologien nochmals eigenständig reflektieren. Dafür können sie beispielsweise einen Instagram-Post, bestehend aus Caption, kurzen Texten und Skizzen auf mehreren Bildern, erstellen. Dieser Post soll auf die Frage eingehen, inwiefern Carbon Capture beim Umgang mit dem anthropogenen Klimawandel helfen kann und welche persönliche Meinung die Lernenden vertreten. Dadurch soll die Ausgangsfrage des Concept Cartoons zu Beginn der Unterrichtseinheit nun informiert beantwortet werden: *Können Carbon Capture-Verfahren einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz leisten?*

5 Resümee

Der Beitrag zeigt exemplarisch, wie Carbon Capture-Verfahren genutzt werden können, um Bewertungskompetenz im naturwissenschaftlichen Unterricht zu fördern. Als kontroverses Nachhaltigkeitsthema verbinden sie naturwissenschaftliche Erkenntnisse mit ökologischen, ökonomischen, gesellschaftlichen und ethischen Fragestellungen und eignen sich dadurch besonders für demokratische Lernprozesse.

Vor dem Hintergrund des Beutelsbacher Konsens greift dieses Thema eine aktuelle Kontroverse aus der naturwissenschaftlichen Forschung auf, anhand derer zentrale Aspekte technologischer Klimaschutzansätze (z. B. Wirtschaftlichkeit, Unsicherheiten, mögliche ökologische Auswirkungen) erarbeitet werden können. Eine besondere Herausforderung für Lehrpersonen stellt zwar die Aneignung von Fachwissen zu diesem Thema dar, da sich dieses durch wissenschaftliche Komplexität und eine ständige Aktualisierung der wissenschaftlichen Erkenntnisse auszeichnet. Dies soll jedoch nicht als Barriere, sondern aufgrund der großen gesellschaftlichen Relevanz als Potential betrachtet werden, komplexe

Nachhaltigkeitsthemen im Unterricht zu thematisieren. Denn nur so können Schüler*innen lernen, sich am gesellschaftlichen Diskurs zu beteiligen und Klimaschutzmaßnahmen demokratisch mitzugestalten.

Ob und in welchem Umfang Carbon Capture künftig zum Klimaschutz beitragen wird, bleibt aktuell Gegenstand wissenschaftlicher und gesellschaftlicher Debatten. Die Umsetzung wirksamer Klimaschutzmaßnahmen scheitert derzeit vor allem an der demokratischen Einigung auf ihren Einsatz und ihre Ausgestaltung. Gerade deshalb eignet sich das Thema, um begründete Urteile im Spannungsfeld naturwissenschaftlicher Erkenntnisse und gesellschaftlicher Werteentscheidungen zu entwickeln.

Literatur

- Almis, C., & Prager, A. (2023). Der Beutelsbacher Konsens. Kontroversitätsgebot und Überwältigungsverbot in Krisenzeiten. *Lehren & Lernen*, 49(1), 32–34.
<https://doi.org/10.25656/01:34044>
- Anderl, M., Bartel, A., Buchmayr, A., Constabel, A., Gössl, M., Heinfellner, H., Heller, C., Heuber, A., Krutzler, T., Kuschel, V., Makoschitz, L., Matthews, B., Mayer, M., Mayer, S., Moldaschl, E., Pazdernik, K., Perl, D., Poupa, S., Purzner, M., Rigler, E., Rockenschaub, A. K., Roll, M., Schieder, W., Schmid, C., Schmidt, G., Schodl, B., Schwarzl, B., Stiefmann, M., Stranner, G., Vogel, J., Weiss, P., Wiesenberger, H., Wieser, M., & Zechmeister, A. (2026). *Klimaschutzbericht 2026*.
<https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep1042.pdf>
- Andre, P., Boneva, T., Chopra, F., & Falk, A. (2024). Globally representative evidence on the actual and perceived support for climate action. *Nature Climate Change*, 14(3), 253–259.
<https://doi.org/10.1038/s41558-024-01925-3>
- Baena-Moreno, F. M., Rodríguez-Galán, M., Vega, F., Alonso-Fariñas, B., Vilches Arenas, L. F., & Navarrete, B. (2019). Carbon capture and utilization technologies: A literature review and recent advances. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, 41(12), 1403–1433. <https://doi.org/10.1080/15567036.2018.1548518>
- Benson, S. M., & Orr, F. M. (2008). Carbon Dioxide Capture and Storage. *MRS Bulletin*, 33(4), 303–305. <https://doi.org/10.1557/mrs2008.63>
- Bonneuil, C., Choquet, P.-L., & Franta, B. (2021). Early warnings and emerging accountability: Total's responses to global warming, 1971–2021. *Global Environmental Change*, 71, 102386.
<https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2021.102386>
- Bui, M., Adjiman, C. S., Bardow, A., Anthony, E. J., Boston, A., Brown, S., Fennell, P. S., Fuss, S., Galindo, A., Hackett, L. A., Hallett, J. P., Herzog, H. J., Jackson, G., Kemper, J., Krevor, S., Maitland, G. C., Matuszewski, M., Metcalfe, I. S., Petit, C., ... Mac Dowell, N. (2018). Carbon capture and storage (CCS): The way forward. *Energy & Environmental Science*, 11(5), 1062–1176. <https://doi.org/10.1039/C7EE02342A>
- Calvin, K., Dasgupta, D., Krinner, G., Mukherji, A., Thorne, P. W., Trisos, C., Romero, J., Aldunce, P., Barrett, K., Blanco, G., Cheung, W. W. L., Connors, S., Denton, F., Diongue-Niang, A., Dodman, D., Garschagen, M., Geden, O., Hayward, B., Jones, C., ... Péan, C. (2023). *IPCC, 2023: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth*

- Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland. (First). Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).* <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>
- Dittrich, M., Liebich, A., Ewers, B., Kathan, A., Wingenbach, C., Limberger, S., Brischke, L.-A., Weiß, D., Mohnen, L., Maixner, L., Keppner, B., Leuser, L., Knörzer, U., Polanía Giese, J. C., Schoner, K., & Müller, J. (2023). *Die Grenzen des Konsums: Nachhaltiger Konsum unter der Berücksichtigung von planetaren Grenzen und globalen Wachstumsdynamiken: Abschlussbericht.* Umweltbundesamt. https://www.umweltbundesamt.de/system/files/medien/11850/publikationen/164_2024_t_exte.pdf
- Fischedick, M., Görner, K., & Thomeczek, M. (Hrsg.). (2015). *CO₂: Abtrennung, Speicherung, Nutzung: Ganzheitliche Bewertung im Bereich von Energiewirtschaft und Industrie.* Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-19528-0>
- Formayer, H., Parajka, J., Petermann, J., Baumgarten, A., Becsi, B., Dullinger, S., Glatzel, S., Gobiet, A., Kainz, M., Laaha, G., Lexer, M., Maraun, D., Nicholson, L., Olefs, M., Stumpp, C., Zangerl, C., & Mayer, M. (2025). Physical and ecological manifestation of climate change in Austria. In D. Huppmann, M. Keiler, K. Riahi, & H. Rieder (Hrsg.), *Second Austrian Assessment Report on Climate Change (AAR2) of the Austrian Panel on Climate Change (APCC).* Austrian Academy of Sciences Press. <https://doi.org/10.1553/aar2-ch1>
- Högström, P., Gericke, N., Wallin, J., & Bergman, E. (2025). Teaching Socioscientific Issues: A Systematic Review. *Science & Education*, 34(5), 3079–3122. <https://doi.org/10.1007/s11191-024-00542-y>
- IPCC. (2026a). Climate Change. *Frequently Asked Questions.* <https://www.ipcc.ch/help/frequently-asked-questions/>
- IPCC. (2026b). Greenhouse Gases. *Frequently Asked Questions.*
- Kass, S. R. (2024). Carbon Dioxide Stability and C=O π -Bond Strengths. *The Journal of Organic Chemistry*, 89(16), 11353–11356. <https://doi.org/10.1021/acs.joc.4c01024>
- Kiesling, E. (2025). *What to do with CO₂? - Iterative Entwicklung und Erprobung einer bilingual englischen Schülerlaboreinheit mit dem Fokus auf Carbon Capture and Storage als Beitrag zur Bildung für nachhaltige Entwicklung* [Dissertation]. Bergische Universität Wuppertal.
- Klimadashboard.at. (2022). *Woher kommen die Emissionen in Österreich?* <https://klimadashboard.at/charts/bab3d362-cd9c-4498-9a43-28376a757c87>
- Kühn, M. (2011). CO₂ -Speicherung. Chancen und Risiken. *Chemie in Unserer Zeit*, 45(2), 126–138. <https://doi.org/10.1002/ciuz.201100538>
- Kühn, M., & Clauser, C. (2006). Mineralische Bindung von CO₂ bei der Speicherung im Untergrund in geothermischen Reservoiren. *Chemie Ingenieur Technik*, 78(4), 425–434. <https://doi.org/10.1002/cite.200600019>
- Kunz, D. (2023). Arrhenius und die Erderwärmung. *Mitteilungen der Fachgruppe Geschichte der Chemie*, (27), 59–84.
- Lamb, W. F., Mattioli, G., Levi, S., Roberts, J. T., Capstick, S., Creutzig, F., Minx, J. C., Müller-Hansen, F., Culhane, T., & Steinberger, J. K. (2020). Discourses of climate delay. *Global Sustainability*, 3, e17. <https://doi.org/10.1017/sus.2020.13>
- Langlet, J., Eilks, I., Gemballa, S., Heckmann, G., Kunz, A., Lübeck, M., Meisert, A., Menthe, J., Ratzeck, J., Wlotzka, P., & Wodzinski, R. (2022). *Bewertungskompetenz in den Naturwissenschaften:*

- Denkanstöße, Empfehlungen und Hilfen für den Unterricht und für Aufgaben.* MNU – Deutscher Verein zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts.
- Mahoutian, M., & Shao, Y. (2016). Production of cement-free construction blocks from industry wastes. *Journal of Cleaner Production*, 137, 1339–1346. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.08.012>
- Orgill, M., Donnelly, S., & Delaney, S. (2025). Sustainability Tools I – Systems Thinking. In C. H. Middlecamp, M. M. Kirchhoff, P. Mahaffy, & K. Kümmerer (Hrsg.), *Chemistry Education for a Sustainable Future*. Royal Society of Chemistry. <https://books.rsc.org/books/book/2376/Chemistry-Education-for-a-Sustainable-Future>
- Reinhardt, S. (2020). *Politik Didaktik: Handbuch für die Sekundarstufe I und II* (9. Aufl). Cornelsen.
- Reynders, M., & Holme, T. (2025). Imagining Chemistry Education in 2050. In C. H. Middlecamp, M. M. Kirchhoff, P. Mahaffy, & K. Kümmerer (Hrsg.), *Chemistry Education for a Sustainable Future* (S. 21). Royal Society of Chemistry. <https://books.rsc.org/books/book/2376/Chemistry-Education-for-a-Sustainable-Future>
- Sadler, T. D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 513–536. <https://doi.org/10.1002/tea.20009>
- Schöny, G., Fuchs, J., Infantino, M., Van Paasen, S., Van De Graaf, J., & Hofbauer, H. (2019). Pilot Scale Demonstration of Solid Sorbent CO₂ Capture Technology at a Biomass Power Station. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3366409>
- Shukla, P. R., Skea, J., Reisinger, A. R., & IPCC (Hrsg.). (2022). *Climate change 2022: Mitigation of climate change*. IPCC.
- Steiniger, K., Schinko, T., Rieder, H., Kromp-Kolb, H., Kienberger, S., Kirchengast, G., Michl, C., Schwarzl, I., & Lambert, S. (2022). *+1,5°C: Wieviel Treibhausgase dürfen wir noch emittieren? Hintergrundpapier zu globalen und nationalen Treibhausgasbudgets*. CCCA.
- Steininger, R. (2026). *Vertraut und dennoch rätselhaft. Alltagsphänomene aus dem Bereich Chemie diskutieren!* AECC Chemie. <https://phaidra.univie.ac.at/o:2254659>
- Umweltbundesamt. (2025). *Wie hoch sind die Treibhausgasemissionen pro Person in Deutschland und wie viel wäre klimaverträglich?* <https://www.umweltbundesamt.de/service/uba-fragen/wie-hoch-sind-die-treibhausgasemissionen-pro-person>
- Wehling, H.-G. (o. J.). Konsens à la Beutelsbach? Nachlese zu einem Expertengespräch. In S. Schiele & H. Schneider (Hrsg.), *Das Konsensproblem in der politischen Bildung*.
- Werner Siemens Stiftung. (2025). *Gelingt die Traumreaktion?* <https://www.wernersiemenstiftung.ch/detail/gelingt-die-traumreaktion>
- Wilberforce, T., Olabi, A. G., Sayed, E. T., Elsaid, K., & Abdelkareem, M. A. (2021). Progress in carbon capture technologies. *Science of The Total Environment*, 761, 143203. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143203>
- Wlotzka, P., Menthe, J., & Eilks, I. (2024). Bewertungskompetenz vermitteln im Chemieunterricht. *Naturwissenschaften im Unterricht / Chemie*, 35(1), 2–8.
- Zeidler, D. L., & Sadler, T. D. (2008). Social and Ethical Issues in Science Education: A Prelude to Action. *Science & Education*, 17(8–9), 799–803. <https://doi.org/10.1007/s11191-007-9130-6>

¹ Folgende Quellen können für die Sachtexte beispielsweise herangezogen werden:

<https://chemiedidaktik.uni-wuppertal.de/de/unterrichtsmaterialien/carbon-capture-and-storage-1/>
<https://nachhaltigkeit-im-unterricht.de/speicherung-von-co2/>
<https://www.wienenergie.at/blog/carbon-capture-utilization-and-storage/>
<https://climate.mit.edu/explainers/carbon-capture>