Wie klimaneutral ist CO_2 als Rohstoff wirklich?

WWF Position zu Carbon Capture and Utilization (CCU)

Fußnoten

1 https://ec.europa.eu/energy/en/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive (Revision 2018)

2 https://www.theicct.org/publications/final-recast-renewable-energy-directive-2021-2030-european-union

3 https://www.iass-potsdam.de/sites/default/files/files/iass_study_nov2016_de_co2-als-wertstoff.pdf

4 https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/impulspapier-strom-2030.pdf?__blob=publicationFile&v=23

5 https://dechema.de/dechema_media/Technology_study_Low_carbon_energy_and_feedstock_for_the_European_chemical_industry-p-20002750.pdf

6 Aus dem Kopernikus-Projekt Power-to-X (https://www.kopernikus-projekte.de/projekte/power-to-x) auf Basis der Daten von AGEB, BMWi, BAB

7 https://shop.dena.de/fileadmin/denashop/media/Downloads_Dateien/esd/9261_dena-Leitstudie_Integrierte_Energiewende_kurz.pdf

8 https://bdi.eu/publikation/news/klimapfade-fuer-deutschland/

9 https://www.leopoldina.org/uploads/tx_leopublication/2017_11_14_ESYS_Sektorkopplung.pdf

10 https://www.agora-energiewende.de/fileadmin2/Projekte/2017/Big_Picture/Agora_Big-Picture_WEB.pdf

11 Mac Dowell et al. „The Role of CO_2 Capturing and Utilization in Mitigating Climate Change“ Nature Climate Change Perspective DOI:10.1038/NCLIMATE3231

12 Bei diesem Abschnitt wurde auf Zitate verzichtet. Zitate würden zur Nennung konkreter Projekte bei konkreten Firmen führen und eventuell Missverständnisse erzeugen, ob der WWF die Firma bzw. das Produkt insgesamt empfiehlt.

Inpressum

Herausgeber	WWF Deutschland, Berlin
Stand	November 2018
Ansprechpartnerin	Dr. Erika Bellmann (Klimaschutz und Energiepolitik WWF Deutschland) +49 (0)30 311 777-206, Erika.Bellmann@wwf.de
Gestaltung	Thomas Schlembach/WWF Deutschland
Produktion	Maro Ballach/WWF Deutschland
Druck	Druckstudio GmbH
Papier	Circleoffset Premium White, 100 % Recyclingpapier

© 2018 WWF Deutschland • Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Herausgebers.

Inhalt

Wie klimaneutral ist CO_2 als Rohstoff wirklich? 4

Welches Potenzial hat CCU? 6

Wofür stehen die verschiedenen Begriffe in der CCU-Diskussion? 7

CCU ist nicht klimaneutral 9

- Herstellung chemischer Grundstoffe 10
- Langzeitspeicher im Stromsystem 12
- Treibstoff für den Verkehrssektor 13
- Heizmaterial 16

CCU ist ein Stromfresser 17

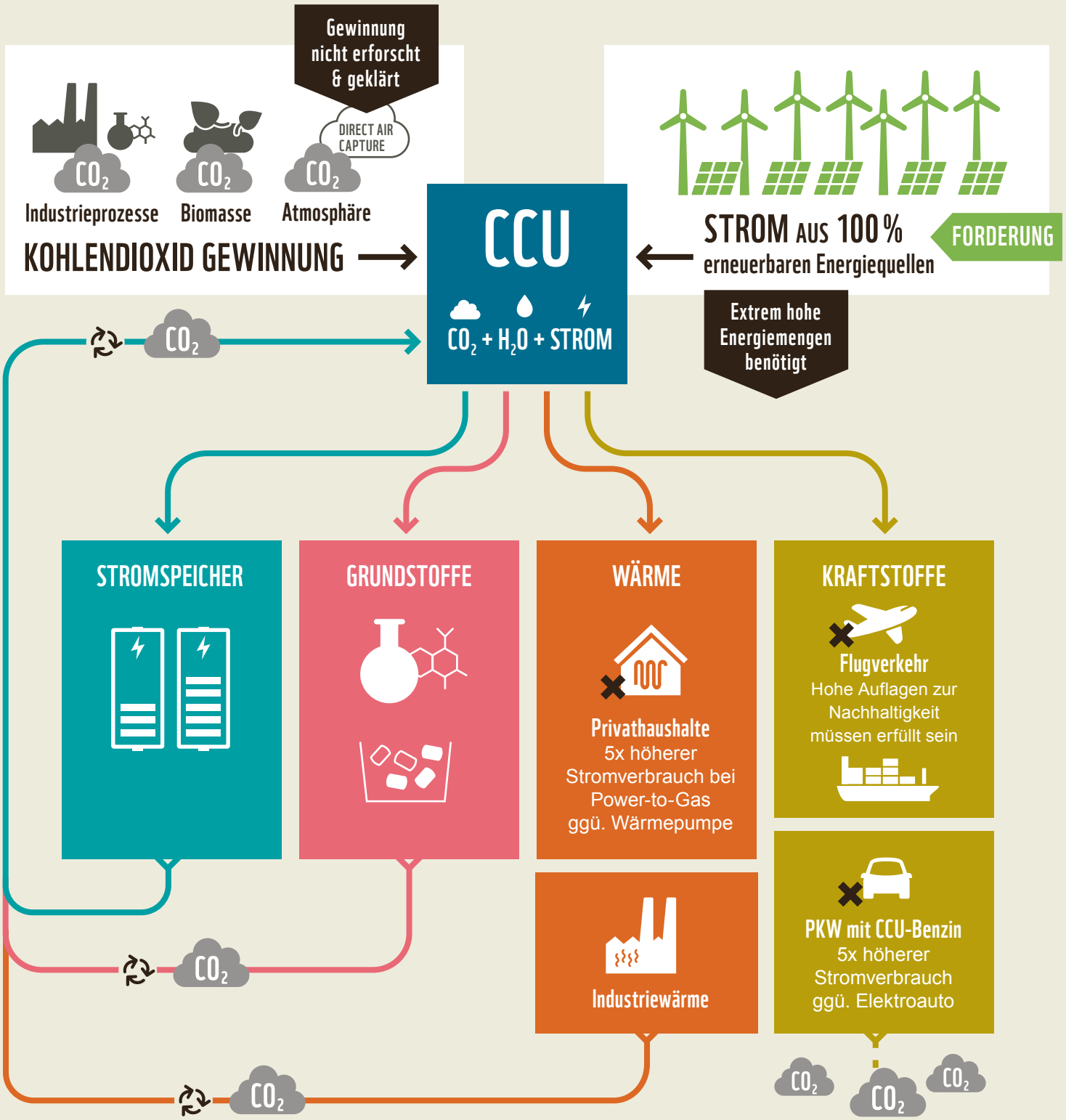
CCU kann nur wenig zum Einsparen von Treibhausgasen beitragen … 20

… spielt in einer klimaneutralen Wirtschaft dennoch eine wichtige Rolle 21

Welche Möglichkeiten gibt es, CCU weiterzuentwickeln? 22

CARBON CAPTURE AND UTILIZATION (CCU)

WIE KLIMANEUTRAL IST CO_2 ALS ROHSTOFF WIRKLICH?



CCU kann die Wunschvorstellung von klimaneutralen Treibstoffen nicht bedienen.

Zu den größten klimapolitischen Sorgenkindern gehört vor allem der Verkehrssektor. Deshalb wird besonders in diesem Bereich verstärkt nach CO_2-neutralen Antriebsmöglichkeiten gesucht. In der aktuellen Debatte ist immer häufiger von sogenannten „klimaneutralen Treibstoffen“ oder „erneuerbaren Kraftstoffen“ die Rede. Dabei handelt es sich meist um Treibstoffe, die mittels Carbon Capture and Utilization (CCU) aus Kohlendioxid hergestellt werden. Darunter versteht man das Abscheiden von CO_2 aus Abgasen einer Industrieanlage oder aus der Luft und seine chemische Umwandlung zu anderen Stoffen. Im Rahmen von CCU-Verfahren wird Kohlendioxid also eingefangen und als Rohstoff genutzt.

Weil bei der Herstellung Kohlendioxid verbraucht wird, werden Treibstoffe aus CCU-Prozessen gern als „klimaneutral“ dargestellt. Doch das ist irreführend!

Treibhausgasneutralität wird durch CCU nur dann erreicht, wenn die für alle CCU-Prozesse verwendete Energie zu 100 % aus erneuerbaren Energien gewonnen wird. Außerdem muss das Kohlendioxid aus der Atmosphäre oder aus nachhaltig hergestellter Biomasse stammen. Sind diese beiden Bedingungen nicht erfüllt, wären die klimaschädlichen Emissionen durch CCU oft sogar deutlich höher als durch herkömmliche erdölbasierte Kraftstoffe.

Um CCU sinnvoll einzusetzen, müssen Klimakriterien definiert werden. Sonst könnte CCU die klimaschädlichen Emissionen sogar erhöhen.

Der WWF beobachtet die Debatte um das vermeintlich große Klimaschutzpotenzial von CCU mit großer Sorge und fordert, dass die Erneuerbaren-Energien-Richtlinie der EU (RED) für „erneuerbare Kraftstoffe“ klare Nachhaltigkeitskriterien festlegt. Auch für den Import von Treibstoffen aus CCU-Verfahren muss gelten, dass:

» 100 % Strom aus erneuerbaren Energien genutzt wird

» Fossile CO_2-Quellen ausgeschlossen werden

» Eine Lebenszyklusanalyse erfolgt und eine Mindesteinsparung gegenüber dem existierenden Vergleichskraftstoff nachgewiesen wird – zum Beispiel mindestens 70 % der Treibhausgaseinsparung in Summe

Ohne diese Kriterien läuft die EU Gefahr, Kraftstoffe als „erneuerbar“ zuzulassen, die im Ergebnis höhere Treibhausgasemissionen verursachen als herkömmliche Kraftstoffe und die zu erhöhtem Verbrauch fossiler Energieträger führen.

Welches Potenzial hat CCU?

CCU kann durchaus sinnvoll genutzt werden. Als Langzeitspeicher im Stromsystem, in Form von Rohstoffen für die chemische Industrie und in begrenztem Umfang auch als Kraftstoff zum Beispiel im Flugverkehr kann CCU zu einer klimaschonenden, von Kohle, Erdöl und Erdgas unabhängigen Wirtschaft einen Beitrag leisten. Allerdings darf nicht der Eindruck erweckt werden, es gäbe „klimafreundlichen Diesel“.

Dieses Positionspapier stellt wesentliche Fakten über Carbon Capture and Utilization, kurz CCU, zusammen und erläutert die begrenzten Potenziale der Technologie für den Klimaschutz. Es legt weiterhin dar, warum der WWF

» für CCU-Kraftstoffe für den Flugverkehr hinreichende Nachhaltigkeitskriterien fordert und sie für andere Verkehrsanwendungen ablehnt,

» CCU für Langzeitspeicher im Stromsystem und chemische Rohstoffe überwiegend befürwortet, wenn bestimmte Nachhaltigkeitskriterien erfüllt werden.

Wofür stehen die verschiedenen Begriffe in der CCU-Diskussion?

Unter **CCU (Carbon Capture and Utilization)** versteht man eine Gruppe von neuen Verfahren, mit denen man die gleichen Stoffe herstellt, die heute als fossile Energieträger bergmännisch gefördert oder aus fossilen Energieträgern mit emissionsintensiven Prozessen der Grundstoffchemie hergestellt oder ersetzt werden. Dazu gehören vor allem Methan (Erdgas), Treibstoffe (Benzin, Diesel, Kerosin), Synthesegas und andere Grundchemikalien als Ausgangsmaterial für die Herstellung von z. B. Kunstoffen, Farben, Körperpflegeartikeln und weiteren Produkten der chemischen und pharmazeutischen Industrie. CCU verwendet jedoch Kohlendioxid (CO_2) und Wasser und einen strombasierten Prozess (Elektrolyse), um diese Stoffe zu erhalten.

Power-to-Gas bezeichnet eine Gruppe von Verfahren, wobei durch Elektrolyse gasförmige Energieträger hergestellt werden. Es handelt sich dabei in der Regel entweder um Wasserstoff (H_2, ausgehend von Wasser) oder um das Erdgas-Äquivalent Methan (CH_4, ausgehend von Wasser und Kohlendioxid). Für die Methanherstellung werden beide Oberbegriffe Power-to-Gas und CCU genutzt, je nachdem, ob die Gasförmigkeit (Power-to-Gas) oder die C-haltigkeit (CCU) betont werden soll. Die Wasserstoffherstellung gehört zu Power-to-Gas, nicht aber zu CCU, denn Kohlendioxid ist hier kein Ausgangsstoff und das Produkt enthält keinen Kohlenstoff.

Unter der Bezeichnung Power-to-Gas versteckt sich auch ein Produkt, welches keinen Kohlenstoff enthält: Wasserstoff. Das ist nicht CCU.

Ähnlich funktioniert **Power-to-Liquid**. Darunter versteht man eine Gruppe von Verfahren, bei denen durch Elektrolyse flüssige Energieträger hergestellt werden. Power-to-Liquid-Verfahren sind CCU-Verfahren, deren Produkte Äquivalente von Benzin, Diesel und Kerosin (Flugbenzin) sind. Der Begriff Power-to-Liquid ist meistens mit der Nutzung des Produkts als Treibstoff im Verkehr (englisch auch: high energy density liquid fuels) verknüpft.

Power-to-X betont als Oberbegriff die Vielfalt der Produkte und Anwendungen, die aus Strom bereitgestellt werden können. Er schließt sämtliche Power-to-Gas-, Power-to-Liquid- und CCU-Verfahren ein und könnte in Zukunft auf weitere Elektrolyseverfahren, zum Beispiel zur Herstellung stickstoffhaltiger Verbindungen, ausgeweitet werden. Nach gleichem Prinzip (Wasser, Kohlendioxid, Elektrolyse) wird eine Reihe unterschiedlicher Stoffe hergestellt, die als Grundstoffe in der chemischen Industrie, als Treibstoffe im Verkehr, zur Wärmegewinnung oder zur Stromgewinnung (zur Rückverstromung, Langzeitspeicher)

verwendet werden. Auch Wärmeanwendungen (Power-to-Heat) schließt dieser Begriff mit ein. Dabei wird Strom genutzt, um Wärme zu erzeugen. Beispiele dafür sind Wärmepumpen in Gebäuden oder Elektrodenkessel in der Industrie.

„Renewable liquid and gaseous transport fuels of non-biological origin“[1] ist der Fachbegriff aus der Erneuerbaren-Energien-Richtlinie der EU (RED) für die Power-to-X-Produkte im Verkehrssektor. Laut der EU kann durch sie der Anteil der erneuerbaren Energien im Straßenverkehr gesteigert werden. Die von der EU gewählte Bezeichnung ist leider irreführend, denn „renewable“ wären diese Produkte nur, wenn eine Reihe von Kriterien an deren Herstellung geknüpft worden wäre. Diese Forderungen stellt die Richtlinie zurzeit jedoch nicht auf. Durch die Öffnung der entsprechenden Paragrafen für die Verwendung fossiler CO_2-Quellen und unterschiedlicher, auch fossiler, Stromquellen läuft die RED Gefahr, Treibstoffe als „renewable“ zuzulassen, die im Ergebnis höhere Treibhausgasemissionen verursachen als die herkömmlichen Treibstoffe. Bis Ende 2021 sollen Kriterien erarbeitet und ergänzt werden.[2]

Hinreichende Nachhaltigkeitskriterien für CCU-Produkte müssen in der Erneuerbare-Energien-Richtlinie der EU unbedingt ergänzt werden.

CCU ist nicht klimaneutral

Unter einem Kohlenstoffkreislauf versteht man die chemische Umwandlung kohlenstoffhaltiger Verbindungen, ohne dass dabei zusätzliches CO_2 in die Atmosphäre entweicht. Das ist auch das ultimative Ziel von CCU.

Doch wird CCU für die Herstellung von Treibstoffen im Verkehr verwendet, entsteht kein Kohlenstoffkreislauf. CO_2 strömt weiterhin in die Atmosphäre. Wird mit CCU-Gas in Wohnhäusern geheizt, entsteht ebenfalls kein Kohlenstoffkreislauf. Bei der Herstellung chemischer Grundstoffe und bei der Verwendung als Langzeitspeicher im Energiesystem können jedoch klar nachvollziehbare, von den Anlagenbetreibern kontrollierbare Kohlenstoffkreisläufe entstehen. Für CCU wird aber sehr viel Strom benötigt. Ob der Kohlenstoffkreislauf dann auch klimaneutral ist, hängt davon ab, wie der Strom hergestellt wird.

Bei Anwendung von CCU im Verkehr entweicht weiterhin zusätzliches CO_2 in die Atmosphäre.

Herstellung chemischer Grundstoffe

Mit CCU kann ein Kreislauf des Kohlenstoffs entstehen. Am überzeugendsten ist dabei die Anwendung von CCU zur Herstellung chemischer Grundstoffe, die zu langlebigen und recycelbaren Produkten verarbeitet werden. Dabei wird Kohlenstoff zunächst im Recycling-Kreislauf gebunden, wird am Ende der Lebensdauer von nicht mehr recycelbaren Resten noch energetisch genutzt und via CCU nochmals in den chemischen Grundstoff recycelt. Die Abbildung 1 verdeutlicht schematisch diesen denkbaren Verlauf.

CO_2 kann der neue Rohstoff für die chemische Industrie werden. Für einen nachhaltigen Kohlenstoffkreislauf braucht es langlebige, recycelbare Produkte und Erneuerbare Energien.

Zu beachten dabei ist, dass der Kreislauf zwar in Bezug auf den Kohlenstoff in dieser Weise entstehen könnte, nicht aber in Bezug auf die Energie. Durch Wirkungsgradverluste und den zusätzlichen Energieaufwand für das Auffangen des CO_2 aus den Verbrennungsgasen geht bei jedem Durchlauf sehr viel Energie verloren. Je weniger CCU-Durchläufe, umso geringer die Energieverluste, so dass Langlebigkeit von Produkten und das Recycling der Materialien wesentliche Faktoren für die Nachhaltigkeit dieses Kreislaufs sind.

Es besteht aber die Gefahr, dass die praktische Umsetzung vom Idealfall abweicht. Wenn beispielsweise Verpackungsfolien mit kurzer Lebensdauer hergestellt und nicht recycelt werden, wenn CO_2 in den Prozesskreislauf zusätzlich eingespeist wird und aus einer fossilen Quelle stammt, so kann dieser Kreislauf zu einer sehr energieintensiven Kette zerfallen. In der Praxis könnten gegenüber dem Status quo sogar zusätzlich klimaschädliche Emissionen entstehen. Ob eine konkrete CCU-Anwendung sinnvoll ist, sollte stets anhand einer umfassenden Lebenszyklusanalyse geprüft werden. Trotz dieser Einschränkungen könnte CCU bei einer nachhaltigen Ausgestaltung der Prozesskette Teile einer neuen, von Kohle, Erdöl und Erdgas unabhängigen Rohstoffbasis für die chemische Industrie bilden.

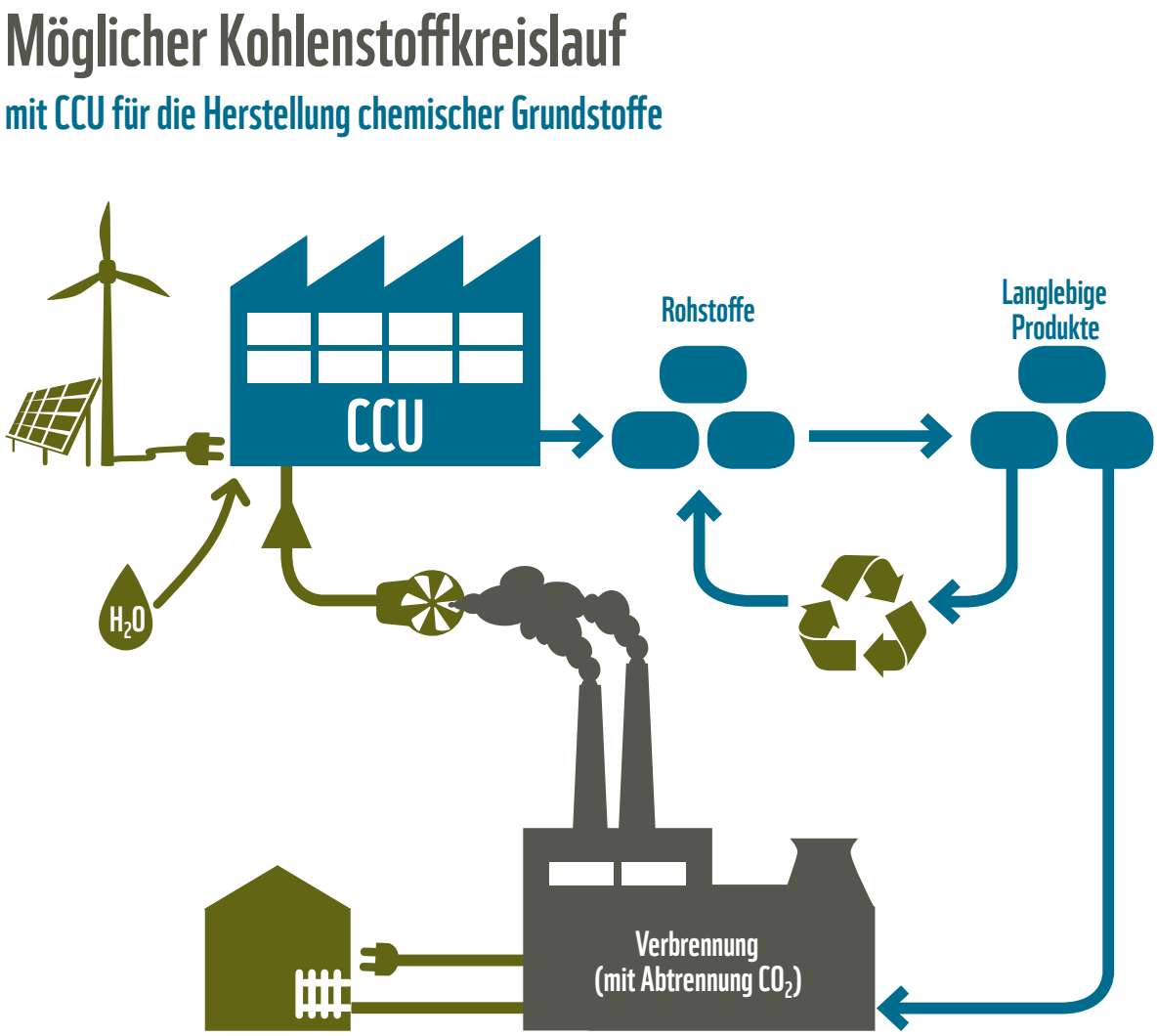


Abbildung 1: Möglicher Kohlenstoffkreislauf mit CCU für die Herstellung chemischer Grundstoffe

Langzeitspeicher im Stromsystem

Ebenfalls im Kreislauf wird der Kohlenstoff bei einer Anwendung von CCU als Langzeitspeicher im Stromsystem geführt (Abbildung 2). Auch hier kann der Kreislauf nur in Bezug auf den Stoff entstehen und nicht in Bezug auf die Energie. Durch Wirkungsgradverluste und den zusätzlichen Energieverbrauch geht die zu speichernde Energie überwiegend verloren. Deshalb ist der Einsatz von CCU als Langzeitspeicher bezüglich Wirtschaftlichkeit, Ressourcen- und Flächenverbrauch stets abzuwägen mit anderen Optionen wie der kohlenstofffreien Power-to-Gas Variante (Wasserstoff-Elektrolyse). Auch Netzausbau, Flexibilisierung der Nachfrage und andere Speichertechnologien sind Alternativen. Trotz der Nachteile könnte CCU zur Herstellung des Erdgasäquivalents Methan als Langzeitspeichertechnologie in Zukunft zu einem sinnvollen Bestandteil eines klimaneutralen Stromsystems werden. Ein möglicher Vorteil wäre zum Beispiel die ausgereifte Technologie zur sicheren Langzeitlagerung und Langstreckentransport von Erdgas/Methan in schon bestehenden Erdgasspeichern und Pipelines.

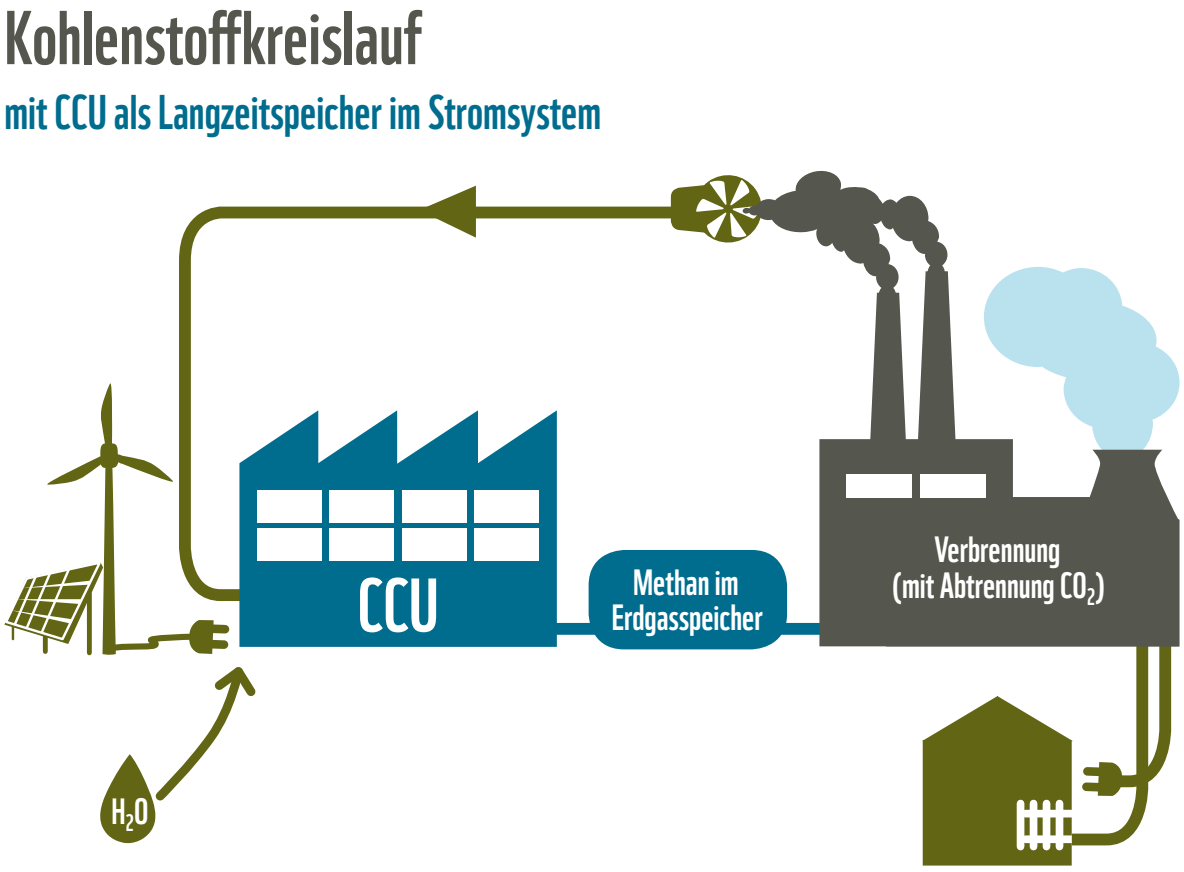
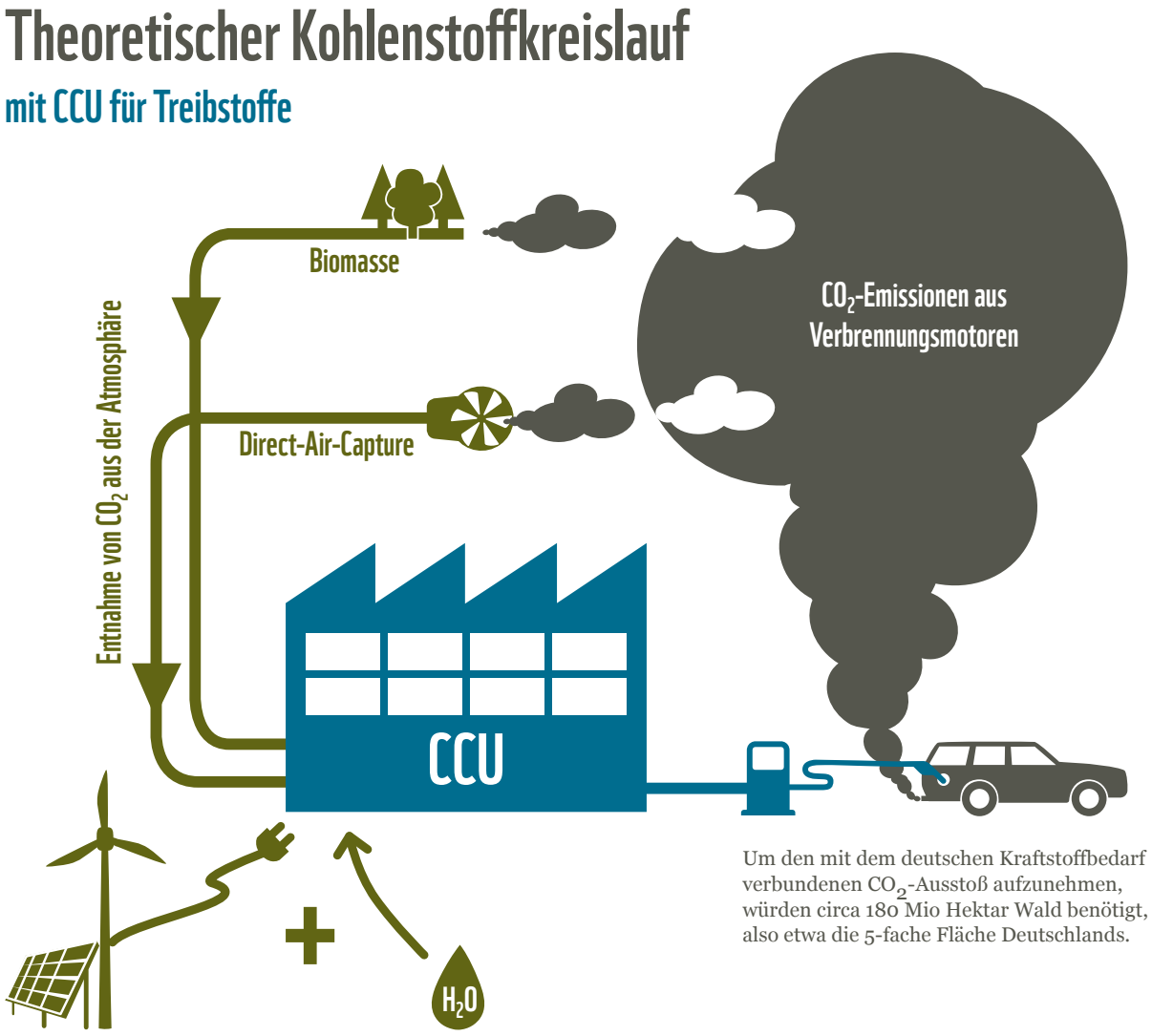


Abbildung 2: Kohlenstoffkreislauf mit CCU als Langzeitspeicher im Stromsystem

Treibstoff für den Verkehrssektor

Der Schwerpunkt der aktuellen Debatte liegt auf der Anwendung von CCU im Verkehr. Es sollen „klimaneutrale Treibstoffe“ oder „erneuerbare Treibstoffe“ auf diesem Wege entstehen. Allerdings kann bei der Verbrennung entstehendes CO_2 in Autos nicht abgeschieden und zur erneuten Nutzung gespeichert werden. Dennoch kann man theoretisch auch hier einen Kreislauf beschreiben, und zwar durch sogenannte Direct-Air-Capture oder durch Biomasse (Abbildung 3).



Um den mit dem deutschen Kraftstoffbedarf verbundenen CO_2-Ausstoß aufzunehmen, würden circa 180 Mio Hektar Wald benötigt, also etwa die 5-fache Fläche Deutschlands.

Fährt ein Auto mit CCU-Benzin, so ist sein Stromverbrauch circa fünf Mal so groß wie der eines Elektroautos.

Abbildung 3: Theoretischer Kohlenstoffkreislauf mit CCU für Treibstoffe – Klimaneutralität nur bei Entnahme von CO_2 aus der Atmosphäre

Mit Direct Air Capture wird CO_2 mit chemischen Bindemitteln direkt aus der normalen Umgebungsluft gefiltert. Das Problem dabei liegt in der geringen Konzentration von CO_2 in der Luft. Daher müssen enorme Luftmengen in den Anlagen bewegt werden, was einen sehr hohen Strombedarf zur Folge hat.

Das CO_2 aus den Verbrennungsmotoren kann zwar auch durch Biomasse der Atmosphäre wieder entzogen werden. Dabei ergibt sich aber das Problem des hohen Flächenbedarfs für den Anbau der Biomasse, zum Beispiel in Form von Wäldern. Um den mit dem deutschen Kraftstoffbedarf verbundenen CO_2-Ausstoß aufzunehmen, würden circa. 180 Mio. Hektar Wald benötigt, also in etwa die 5-fache Fläche Deutschlands.[3] Zusätzlich stellt sich die Frage, ob diese Waldflächen nachhaltig bewirtschaftet werden oder ob eine intensive forstwirtschaftliche Nutzung die CO_2-Aufnahme ganz oder teilweise zunichtemacht. Manchmal wird argumentiert, dass die Emissionen aus dem Verkehr in Deutschland durch nachhaltig bewirtschaftete Waldflächen im Ausland aufgenommen werden könnten. Man muss jedoch davon ausgehen, dass diese Länder ihre Wälder für den Ausgleich der eigenen Emissionen benötigen und so wohl nicht zur Treibhausgasneutralität der in Deutschland verwendeten Treibstoffe beitragen würden – zumindest nicht ohne finanzielle Gegenleistung.

Wenn in der Praxis das Kohlendioxid aus einem Industrieprozess stammt, entstehen zusätzliche klimaschädliche Emissionen. CCU kann größere Klimaschäden verursachen als Diesel und Benzin.

Sowohl in Deutschland als auch auf EU-Ebene wird darüber diskutiert, verstärkt CO_2 für die Treibstoffherstellung zu nutzen, das aus einem Industrieprozess oder aus einem fossilen Kraftwerk stammt. Damit erhält man aber keinen klimaneutralen Kreislauf, sondern fasst lediglich zwei Emissionsquellen zusammen (Abbildung 4).

Der Einsatz von CCU-Prozessen im Verkehrssektor birgt die Gefahr, dass sogar deutlich mehr CO_2 emittiert wird als durch Diesel und Benzin. Das Ziel Treibhausgasneutralität aus dem Pariser Klimaschutzabkommen kann so nicht erreicht werden.

Zusammenfassung zweier Emissionsquellen

Verbrauch von fossilen Energieträgern wird reduziert, aber nicht beendet

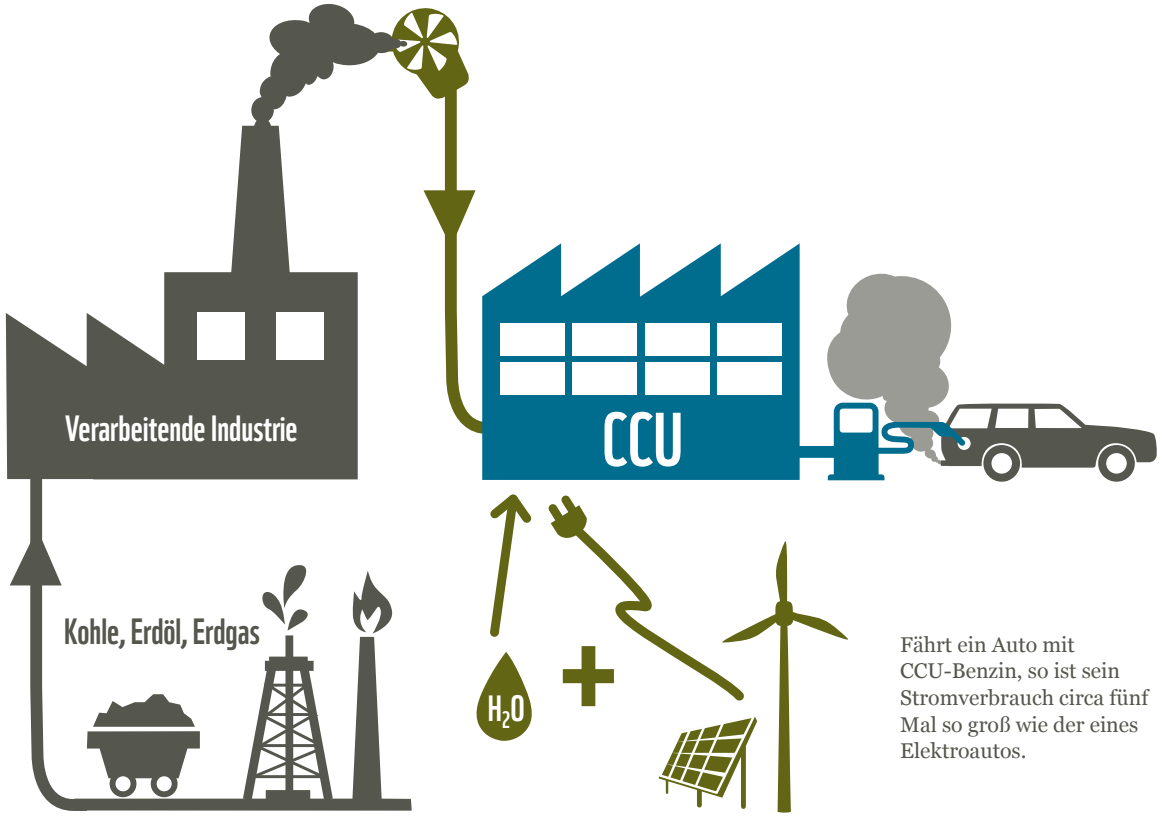


Abbildung 4: Zusammenfassung zweier Emissionsquellen.
Der Verbrauch von fossilen Energieträgern wird reduziert, aber nicht beendet.

Heizmaterial

Bei Wärmeanwendungen gibt es zwei Extremfälle: Sehr niedrige Temperaturen (unter 100 °C), sehr kleine Energiemengen, die in einer Vielzahl weiträumig verteilter sehr kleiner Anlagen erzeugt werden – Heizung und Warmwasser in Wohngebäuden. Sehr hohe Temperaturen von mehreren Hundert oder über 1.000 °C, sehr große Energiemengen konzentriert an einem Ort in einer großen Anlage – Industrieanlagen und Heizwerke.

Für den ersten Fall gilt im Wesentlichen die gleiche Betrachtung wie für Kraftstoffe. Ein Auffangen des CO_2 erscheint unmöglich. Somit entsteht kein Kohlenstoffkreislauf. Für den zweiten Fall könnte das CO_2 aufgefangen werden und ähnlich wie bei Rückverstromung nach einem CCU Schritt zur wiederholten Wärme- und Stromgewinnung verwendet werden. Es hätte auch denselben Nachteil: Jede der CCU-Schleifen wäre mit einem hohen Energieverlust verbunden.

Fernwärme Wien betreibt das größte österreichische fossil beheizte Fernheizwerk mit einer thermischen Leistung von 358.000 kW.

CCU ist ein Stromfresser

CCU benötigt in Relation zu Vergleichsprozessen etwa die fünffache Strommenge. Fährt ein Auto zum Beispiel mit CCU-Benzin, so ist sein Stromverbrauch circa fünf Mal so groß wie der eines Elektroautos. Verwendet eine Wohnhausheizung CCU-Heizgas, so verbraucht sie circa fünf Mal so viel Strom wie eine Wärmepumpe. Die zusätzlichen Strombedarfe für die Herstellung chemischer Grundstoffe könnten die Größenordnung heutiger Stromverbräuche erreichen.

Erdöl und Erdgas enthalten sehr viel Energie. Die Moleküle CO_2 und Wasser zählen hingegen zu den chemischen Verbindungen mit dem geringsten Energiegehalt überhaupt. Deshalb wird durch die Verbrennung von Erdöl und Erdgas zu CO_2 und Wasser so viel Energie frei, dass wir quasi die ganze heutige Energieversorgung auf dieser chemischen Umwandlung derzeit basieren. Im Umkehrschluss bedeutet es, dass wenn wir aus CO_2 und Wasser Erdöl- und Erdgas-Äquivalente machen wollen, riesige Energiemengen in die Umwandlung gesteckt werden müssen. Auch beim bestmöglichen, ideal ausoptimierten CCU-Prozess wird der Energiebedarf sehr hoch bleiben und müsste mit erneuerbarem Strom gedeckt werden.

Eine Analyse des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie stellt den relativen Strombedarf der CCU-Lösungen im Vergleich zu anderen Optionen dar (Abbildungen 5 u. 6). Aus Gründen von Ressourceneffizienz würde man demnach direkte Elektrifizierung stets vorziehen und CCU-Lösungen auf die Fälle beschränken, in denen eine direkte Elektrifizierung nicht möglich ist. Im Bereich Verkehr wäre es zum Beispiel der Flugverkehr.

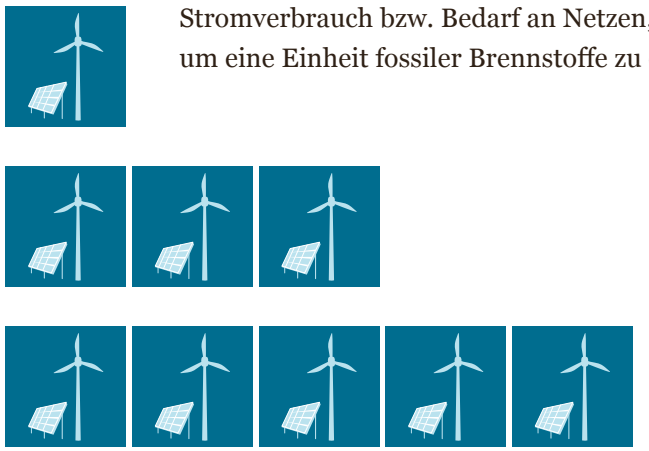


Abbildung 5: Relativer Strombedarf der CCU-Lösungen im Vergleich zu anderen Optionen – Heizung[4]

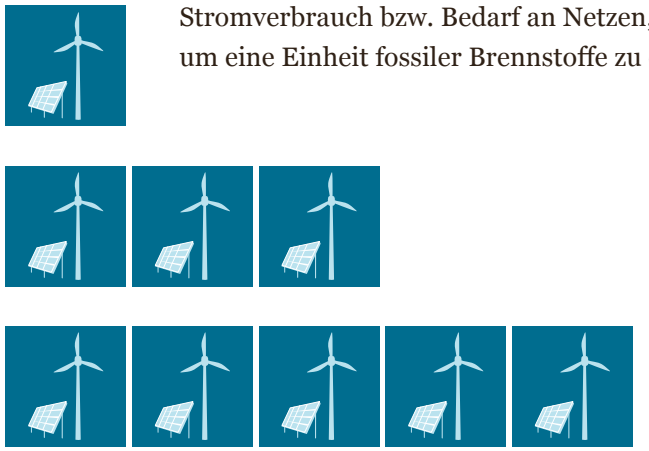


Abbildung 6: Relativer Strombedarf der CCU-Lösungen im Vergleich zu anderen Optionen – Verkehr[2]

Elektroautos und Wärmepumpen werden manchmal als zusätzliche Stromverbraucher kritisch wahrgenommen, weil sie zu einem stärkeren Ausbau der Wind- und Solarenergie und zusätzlichem Netzausbau führen. CCU-Treibstoffe sind jedoch keine Lösung für diese Herausforderung, genau das Gegenteil ist der Fall.

Auch für chemische Prozesse wäre der Strombedarf enorm. Eine Studie der DECHEMA Gesellschaft für chemische Technik und Biotechnologie e.V. im Auftrag des europäischen Chemieverbands cefic ermittelte einen Strombedarf von bis zu 4.900 TWh für eine Umstellung der Prozesse in der chemischen Industrie. Damit wäre der Stromverbrauch der europäischen chemischen Industrie in 2050 um ein Viertel höher als der gesamte Stromverbrauch der EU derzeit.

Auch für chemische Rohstoffe ist der Strombedarf enorm. Nur mit langlebigen Produkten, alternativen Materialien und optimalem Recycling wird man den Strombedarf auf ein realisierbares Maß begrenzen können.

Sicherlich kann man die zugrundeliegenden Annahmen hinterfragen und verlangen, dass durch Ausschöpfen aller Potenziale der Kreislaufwirtschaft, durch Energie- und Materialeffizienz sowie Materialsubstitution dieser Strombedarf reduziert und begrenzt wird. Jedoch sind das Größenordnungen, bei denen klar wird:

» Ein forcierter Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung in Deutschland und in der EU wird dringend gebraucht, sofern eine moderne klimaneutrale Industrie an deutschen und EU-Standorten ermöglicht werden soll. Jede Möglichkeit zum naturverträglichen Ausbau der Erneuerbaren und zu Ausbau und Optimierung der Netze muss schnellstmöglich genutzt werden, damit im Zeitraum 2030 bis spätestens 2050 eine Umstellung der Industrieprozesse hin zu einer klimaneutralen strombasierten Produktion gelingen kann.

» Eine Versorgung Deutschlands und Europas mit CCU-Treibstoffen in der Größenordnung des heutigen Kraftstoffbedarfs aus inländischer Herstellung ist illusorisch. Diese müssten importiert werden. Die Perspektive einer zunehmenden Importunabhängigkeit und des Erhalts der Wertschöpfung in Deutschland und Europa ist nur mit steigender Effizienz und dem Einsatz von überwiegend direktelektrischen Antrieben vereinbar.

» Für Heizungen gelten ähnliche Überlegungen wie für den Verkehr: Nur wenn durch umfassende energetische Sanierungen im Bestand und energieeffiziente Neubauten der Energiebedarf für Heizungen minimiert wird, kann der Restbedarf klimaschonend überwiegend über Wärmepumpen gedeckt werden. CCU-Heizgas als Ersatz für Erdgas bietet hier nur sehr eingeschränkt eine Lösungsoption, außer man geht von massiven Importen aus.

CCU kann nur wenig zum Einsparen von Treibhausgasen beitragen …

Das Treibhausgaspotenzial von CCU-Verfahren und Produkten ist von Fall zu Fall sehr unterschiedlich. Aber mit dem heutigen deutschen Strom verursachen fast alle CCU-Produkte mehr klimaschädliche Emissionen als der Status quo. Erst wenn die Kohlekraftwerke abgeschaltet sind und die deutsche Stromversorgung zu ca. 80 % aus erneuerbaren Energien erfolgt, würden die mit CCU-Benzin fahrenden PKW mit den normalen Benzinern gleichauf liegen. Nennenswerte Einsparungen erzielen kann man erst mit nahezu 100 % erneuerbarem Strom.[6]

Aktuelle Szenario-Studien, die diese Problematik im Kontext von Energiewende und Klimaschutz detaillierter beleuchten und quantifizieren, liegen vor.[7, 8, 9, 10] Ihnen allen gemeinsam ist, dass Energieeffizienz, Direktelektrifizierung und Wasserstoff über Power-to-Gas als die vorrangigen und vorteilhafteren Technologieoptionen ermittelt werden. Die verbleibenden Potenziale werden dann über CCU realisiert, wobei CCU-Treibstoffe überwiegend oder ausschließlich aus sonnen- und windreichen Regionen importiert werden.

Solange der Strom aus Kohle stammt, ist die Debatte über angeblich klimaneutrale CCU-Treibstoffe unseriös.

Aus Sicht des WWF ist die aufkommende Debatte über die angeblich „klimaneutralen“ Treibstoffe daher unseriös – vor allem mit Blick auf den Kohleausstieg. Erst nach Ende der Kohleverstromung bei nahezu 100 % Stromversorgung aus Erneuerbaren wären nennenswerte Treibhausgaseinsparungen überhaupt denkbar. Aber der erneuerbare Strom wird für andere Anwendungen gebraucht. Treibhausgaseinsparung durch CCU-Treibstoffe im PKW-Verkehr wird es nicht geben, zumindest nicht mit Produktion an deutschen Standorten.

Mögliche Einsparungen durch CCU sind von Produkt zu Produkt unterschiedlich und müssen per Lebenszyklusanalyse ermittelt werden.

Außerhalb der Herstellung von PKW-Treibstoffen bestehen grundsätzlich bessere Voraussetzungen für eine Klimaschutzwirkung von CCU, insbesondere da, wo ein Kohlenstoffkreislauf entstehen kann. Die eigentliche Einsparung ist von Produkt zu Produkt und von Verfahren zu Verfahren unterschiedlich und muss per Lebenszyklusanalyse ermittelt werden.

An weitreichenden CO_2-Vermeidungsmaßnahmen führt nichts vorbei.

Eine aktuelle Analyse kommt zu dem Schluss, dass in Summe über alle CCU-Potenziale lediglich 1 bis maximal 8 % der CO_2-Emissionen durch CCU gemindert werden könnten[11]. Aus Klimaschutzsicht kann man CCU mithin auch sehr kritisch als ein Ablenkungsmanöver werten. Es wird der Eindruck erweckt, als wäre es nicht wirklich nötig, fossile Emissionen zu mindern, denn das aus Kraftwerken und Industrieanlagen stammende CO_2 wäre ja ein wertvoller Rohstoff. In der Tat führt an weitreichenden CO_2-Vermeidungsmaßnahmen nichts vorbei, denn selbst bei maximaler Ausnutzung sämtlicher CCU-Potenziale müssten 99 bis 92 % schlicht vermieden werden.

… spielt in einer klimaneutralen Wirtschaft dennoch eine wichtige Rolle

Die größere Bedeutung von CCU liegt in einer erweiterten Perspektive von Sicherung der Rohstoffbasis und Ressourceneffizienz. Für die chemische Industrie bilden CCU-Prozesse neben Biomasse aus nachhaltiger Herstellung eine neue Rohstoffbasis.

Andererseits ist für das Ziel der Klimaneutralität jeder Beitrag nötig, und auch die Treibhausgasminderung durch CCU – so gering sie auch sein mag – wird gebraucht.

Die größere Bedeutung von CCU liegt allerdings in einer erweiterten Perspektive von Sicherung der Rohstoffbasis und Ressourceneffizienz. In einer nahezu 100 % auf erneuerbaren Energien basierenden Energieversorgung bilden CCU-Prozesse eine Option zur Langzeitspeicherung von Strom und tragen durch flexible, an die Wetterverhältnisse angepasste Fahrweise zur Stabilität des Gesamtsystems und zur maximalen Ausnutzung aller verfügbaren Strommengen bei. In einer klimaneutralen Wirtschaft, die Erdöl, Erdgas und Kohle nicht mehr verwendet, bilden CCU-Prozesse neben Biomasse aus nachhaltiger Herstellung die neue Rohstoffbasis für die chemische Industrie. Für Mobilitätsanwendungen, für die derzeit keine anderen Antriebe vorstellbar sind, insbesondere Flugverkehr, stellen CCU-Treibstoffe ebenfalls eine Alternative zu erdölbasierten Treibstoffen dar.

Welche Möglichkeiten gibt es, CCU weiterzuentwickeln?[12]

CCU-Technologien sind trotz aller Kritik keineswegs zum Scheitern verurteilt. Für die weitere Forschung und Forschungsförderung sieht der WWF folgende Schwerpunkte:

Langfristige Bindung des CO_2: Entscheidend ist die Wahl der Anwendung. Treibstoffe für den Verkehr oder Heizgas zum Verbrauch in individuellen Heizungen sind grundsätzlich problematisch und werden auch bei bestmöglicher Prozessoptimierung zu einem CO_2-Ausstoß führen. Bei CCU für chemische Rohstoffe, Baumaterialien oder Energiespeicher hat man hingegen gute Chancen für eine langfristige Bindung des Kohlenstoffs und für klar nachvollziehbare, vom Anlagenbetreiber kontrollierbare Kohlenstoffkreisläufe.

Reduktion des Energieverbrauchs bei der CO_2-Abscheidung: Bei der Nachrüstung herkömmlicher Anlagen mit CO_2-Wäschen wird es zwangsläufig dazu kommen, dass zusätzlicher Energiebedarf für die Gaswäsche entsteht. Dieser kann sehr beträchtlich sein und bis zu ein Drittel des Energieverbrauchs der Anlage betragen. Das führt zu einem stark erhöhten Mehrverbrauch an fossilen Brennstoffen, was dem ursprünglichen Ziel der CCU-Idee entgegensteht. Um diese Hürde zu überwinden, gibt es Ansätze in der Anlagenentwicklung für zum Beispiel Zement- oder Stahlanlagen. Dabei wird der Prozess insgesamt anders geführt und die CO_2-Abscheidung integriert. In Summe ergibt sich eine geringere Menge an CO_2, die zudem aufgefangen wurde. Diese Entwicklungen sind sehr wichtig und insofern ergebnisoffen, als das CO_2 sowohl rohstofflich verwendet als auch im Erdreich deponiert werden könnte (Carbon Capture and Storage, CCS). Es wird in jedem Fall ein entscheidender Fortschritt erreicht, weil der Energieverbrauch und die Gesamtmenge des produzierten CO_2 sinken.

Reduzierung des hohen Strombedarfs des CCU-Prozesses: Der Strombedarf von CCU-Elektrolyse-Prozessen ist grundsätzlich hoch. Eine vielversprechende Umgehung des Stromproblems ist die Einbeziehung biologischer Vorgänge. Wenn das aufgefangene CO_2 zum Beispiel in Algenkulturen großtechnisch in Biomasse umgewandelt wird, dann erfolgt die Überwindung der Energiebarriere durch Fotosynthese. Zwar haben die Anlagen dann trotzdem einen Strombedarf, zum Beispiel für das Aufrechterhalten konstanter Beleuchtung und konstanter Temperatur, doch im Vergleich zum Strombedarf der Elektrolyse sind es kaum nennenswerte Bruchteile. Aus der Algenmasse können wertvolle Inhaltsstoffe gewonnen werden. Ein weiteres Beispiel für CCU ohne Elektrolyse ist die Karbonatisierung, also die CO_2-Aufnahme durch Gesteine oder industrielle Rückstände (Schlacken, Aschen). Die Karbonatisierung ist ein natürlich ablaufender Prozess in Gesteinsformationen. Für die industrielle Anwendung lässt er sich stark beschleunigen. Im Ergebnis erhält man Baumaterialien.

Die Forschung wird vielfältig gefördert und die Fördermittel für klimaschonende Technologien sind tendenziell steigend. Bei der Entscheidung über Förderungen sollte vorrangig beachtet werden, in welchem Umfang das vorgeschlagene Projekt tatsächlich zu einer Klimaneutralität und Abkehr von den fossilen Rohstoffen beitragen kann.

Unterstützen Sie den WWF

IBAN: DE06 5502 0500 0222 2222 22

Bank für Sozialwirtschaft Mainz

BIC: BFSWDE33MNZ

WWF Deutschland

Reinhardtstraße 18

10117 Berlin | Germany

Tel.: +49 (0)30 311 777 700

Fax: +49 (0)30 311 777 888

info@wwf.de | wwf.de

Unser Ziel

Wir wollen die weltweite Zerstörung der Natur und Umwelt stoppen und eine Zukunft gestalten, in der Mensch und Natur in Einklang miteinander leben.

wwf.de | info@wwf.de

© Copyright des WWF International ® Warenzeichen des WWF International • Gedruckt auf 100% Recyclingpapier • Stand: 11/18