

## NABU-Standpunkt CCU und CCS in der Industrie

### Können diese Technologien einen wirksamen Beitrag zur Bekämpfung der Klimakrise leisten?



*Die Folgen des Klimawandels werden immer deutlicher und bedrohen die Lebensräume von Mensch und Natur. Ein Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur um 1,5 Grad droht noch in diesem Jahrzehnt, wenn wir nicht entschieden umsteuern. Insbesondere der Industriesektor braucht Zeit, um seine energie- und CO<sub>2</sub>-intensiven Prozesse umzustellen. Zeit, die wir angesichts der rasanten Erwärmung nicht haben.*

#### Wo stehen wir heute?

Unser CO<sub>2</sub>-Ausstoß ist maßgeblich für den voranschreitenden Klimawandel mit seinen Extremwetter-Ereignissen verantwortlich. Ernteausfälle, Überschwemmungen und schmelzende Gletscher sind die Folge. Ein wesentlicher Treiber ist das industriell ausgestoßene CO<sub>2</sub> aus Kohle, Gas und Öl. Natürliche Senken wie Pflanzen, Wälder, Böden und Moore hingegen können CO<sub>2</sub> auf natürliche Weise langfristig speichern.

Eine Studie des Umweltbundesamtes (UBA) kam zu dem Schluss, dass die Klimaneutralität in Deutschland mit natürlichen Senken erreicht werden könne, wenn **drastische CO<sub>2</sub>-Minderungsmaßnahmen** umgesetzt werden.<sup>1</sup>

*...also einfach weniger produzieren, konsumieren und transportieren?*

**Genau dieser Suffizienz-Ansatz lässt sich jedoch nicht beobachten.**

Um dennoch das globale 1,5 Grad Ziel zu erreichen, ist es unabdingbar, unsere Treibhausgasemissionen gegen Null zu senken. Wissenschaftler\*innen haben ermittelt, dass dafür **negative Emissionen im Umfang zwischen 40 und 100 Mt. CO<sub>2</sub>** notwendig sein werden<sup>2</sup>.

Deshalb drängen Negativ-Emissionstechnologien (NET), die mittels **physikalischer, chemischer und biologischer** Prozesse Treibhausgase binden und langfristig speichern können, immer stärker in die politische Diskussion. Die Industrie jedoch verbrennt noch immer für ihre Produktionsprozesse große Mengen an fossiler Energie und setzt damit CO<sub>2</sub> frei. Dieses soll neuerdings nicht mehr in die Atmosphäre entweichen, sondern aufgefangen und unterirdisch gespeichert oder in Produkten gebunden werden.

#### Kontakt

##### NABU Bundesgeschäftsstelle

Dr. Steffi Ober  
Teamleiterin Ökonomie und Forschungs-  
politik

Tel. +49 30-28 49 84-16 12  
Steffi.Ober@NABU.de

Dr. Arianna Ferrari  
Referentin Neue Technologien

Tel. +49 30 284 984-8283  
Arianna.Ferrari@NABU.de



##### Negativ-Emissionen

CO<sub>2</sub> muss der Atmosphäre entzogen und dauerhaft gespeichert werden. Da es sich hierbei um das Gegenteil von Emissionen handelt, werden diese Verfahren oder Technologien oft als Erzielung **negativer Emissionen** oder **Senken** bezeichnet. **DACCS** und **BECCS** zählen dazu.

<sup>1</sup> <https://www.umweltbundesamt.de/rescue>

<sup>2</sup> Prognos; Öko-Institut; Wuppertal-Institut 2021; BMWK 2021; PIK 2021; dena 2021

Der Weg in diese neue, CO<sub>2</sub>-reduzierte Welt gilt als eine große Chance für die deutsche Industrie und soll durch einen **Innovationsfond** unterstützt werden, um zukünftig unvermeidbare **Restemissionen** aus der Zement-, Stahl oder Aluminiumproduktion zu kompensieren.

*Doch diese Technologien bergen auch Risiken für den Arten- und Klimaschutz, weshalb deren Einsatz kritisch begleitet werden muss. Hierzu will dieser Standpunkt einen Beitrag leisten.*



... **Restemissionen** bezeichnen Emissionen, die nach heutigem Stand der Forschung technisch auch im Jahr 2045 **nicht vermieden** werden können.

## Mit CCU und CCS ans Ziel?

Carbon Capture und Utilization (CCU) und Carbon Capture und Storage (CCS) stehen im Zentrum der aktuellen Lösungsansätze, um möglichst viel CO<sub>2</sub> aus fossil-basierten Prozessen abzutrennen und somit den Weg in eine klimaneutrale Industrie zu ebnet.

Durch die **Abscheidung** und die **geologische Speicherung** von CO<sub>2</sub> aus Kraftwerken können aktuellen Studien zufolge zwischen **65 und 80 Prozent CO<sub>2</sub>-Emissionen eingespart** werden<sup>3</sup>. Auf den ersten Blick deuten die Zahlen ein bemerkenswertes Einsparpotential an, doch darf der mit den Technologien einhergehende Energieverbrauch von 40 Prozent nicht außer Acht gelassen werden.

## Die Technologien im Überblick

Grundsätzlich basieren die beiden Technologien Carbon Capture and Storage (CCS) und Carbon Capture and Use (CCU) auf der Abscheidung von CO<sub>2</sub> aus fossil befeuerten Kraftwerken und industriellen Prozessen. Das dabei gebundene CO<sub>2</sub> kann entweder gespeichert (Storage) oder direkt als Kohlenstoffquelle genutzt (Utilisation) werden. Die folgende Abbildung bietet einen Überblick über die in dem Standpunkt angesprochenen Technologien.

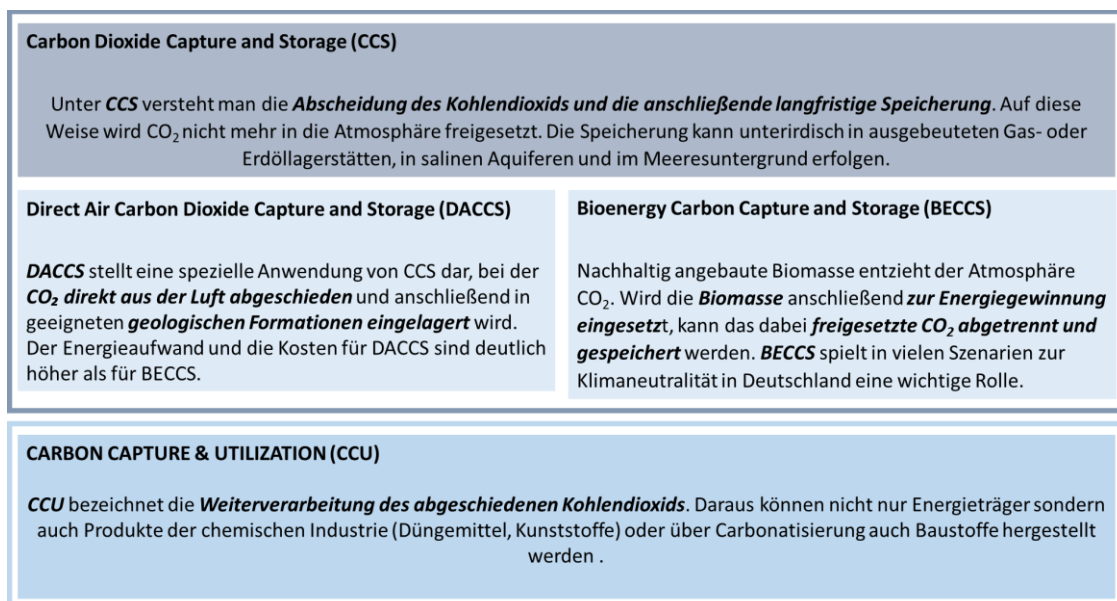


Abbildung 1: Schematische Unterscheidung von CCS- und CCU-Anwendungen (eigene Darstellung)

<sup>3</sup> Cames, M., Chaudry S., Sutter J. (2021): Wie ökologisch und sozial verträglich sind CCS, BECCS und CCU Technologien? Berlin, Öko-Institut

## Potenziale und Risiken im Blick behalten...

### **Carbon Capture and Storage**

Bisher existieren noch keine großskaligen CCS-Anlagen in Deutschland, wohingegen der Leitungsausbau bereits vorangetrieben wird. Beide Prozesse müssen zwingend aufeinander abgestimmt werden. Der Aufbau der zugehörigen **Infrastruktur** sowie eines **europäischen Rechtsrahmens** muss politisch diskutiert und zeitnah entschieden werden. Zuvor bedarf es einer **gesellschaftlichen Diskussion**, in welcher **Menge** und für welche **Bereiche** CCS eingesetzt werden soll. Auch Fragen, wie der Transformationspfad bis 2045 zur Entwicklung und Nutzung von CCS ausgestaltet wird oder woher die notwendigen Kapazitäten für den Transport an Land und per Schiff herkommen sollen, sind bisher ungelöst.

### **... des Transportes und der Speicherung**

Bei CCS bestehen Risiken in Form von **Leckagen** beim Transport und der Lagerung von CO<sub>2</sub>. Der Transport kann über eine Pipeline, per Schiff oder per Schiene erfolgen. Leckagen führen dazu, dass das CO<sub>2</sub> entweicht und die beabsichtigten Minderungsleistungen verringert werden. Zudem ist CO<sub>2</sub> schwerer als Luft und kann dazu führen, dass Menschen bei zu hoher Konzentration ersticken.

Auch bei der **Endlagerung** müssen Leckage-Gefahren berücksichtigt werden. Das mittels CCS gebundene CO<sub>2</sub> kann in Bohrlöchern ehemaliger **Kohlenwasserstofflagerstätten**, aber auch in **salinen Aquiferen** gelagert werden. Saline Aquifere finden sich in Deutschland großflächig im norddeutschen Tieflandbecken und in der Nordsee. Im tiefen Meer wären der Nachweis und die Behebung von Leckagen aufwändiger und teurer als an Land. Zudem hätte das austretende CO<sub>2</sub> direkte, wenn auch vermutlich eher kleinskalige, Auswirkungen auf die Meeresumwelt (z.B. pH-Wert Änderungen).

Generell ist das Monitoring in den Meeren teuer und technisch schwierig, da die Systeme komplex und noch nicht vollständig verstanden sind. Hinzu kommt, dass das Ökosystem Nordsee sich bereits heute in einem schlechten Umweltzustand befindet und unter intensivem Druck von Schiffsverkehr, Stoffeinträgen, Fischerei und Offshore-Windparks leidet.

### **... der Umwelt?**

CCS benötigt viel Energie für die Abscheidung, Lagerung und Speicherung von CO<sub>2</sub>.

Am energieintensivsten ist das **DACCS-Verfahren**: Hier wird viel Wärme und Strom für die Regeneration der chemischen Substanzen (Sorptionsmittel) benötigt, die das CO<sub>2</sub> aus der Luft abscheiden. Aktuelle Ökobilanzen haben gezeigt, dass pro Tonne abgeschiedenen CO<sub>2</sub> derzeit 0,3 Tonnen CO<sub>2</sub> ausgestoßen werden.<sup>4</sup> Der Ausstoß von CO<sub>2</sub> kann variieren, je nachdem, welcher Anteil von Erneuerbaren Energien bei der Generierung von Strom verwendet wird.

Bei **BECCS** wird davon ausgegangen, dass Bioenergie emissionsfrei ist, da Pflanzen beim Wachsen CO<sub>2</sub> aufnehmen. Werden die bei der Vergärung oder Verbrennung entstehenden Emissionen anschließend dauerhaft gespeichert, lassen sich Negativemissionen errechnen. Jedoch ist Biomasse nicht per se CO<sub>2</sub>-neutral, da insbesondere



Im Rahmen des **Treibhausgas-Emissionshandelsgesetz (TEHG)** und der **Monitoring-Verordnung** der EU werden Aspekte der CCS-Kette geregelt

<sup>4</sup> Madhu, K., Pauliuk, S., Dhathri, S. et al. Understanding environmental trade-offs and resource demand of direct air capture technologies through comparative life-cycle assessment. Nat Energy (2021).

Bäume als CO<sub>2</sub> Speicher durch Abholzung für viele Jahre verloren gehen.<sup>5</sup> BECCS muss daher zwingend mit den Anforderungen an einen naturverträglichen Biomasseanbau übereinstimmen und darf nicht mit einem erhöhten Druck auf Holzeinschlag oder industrieller Landnutzung einhergehen. Somit ergeben sich nur recht geringe Potenziale.

### **...und des gesellschaftlichen Diskurses?**

Eine hitzige Debatte über CCS-Technologien gab es vor 20 Jahren. Während einige Wissenschaftler\*innen diese Technologien als wesentlichen Bestandteil einer Übergangsphase (z.B. IPCC 2005) betrachteten, sahen andere hier nur eine Ausrede für eine längere Nutzung der Kohlekraftwerke (Stichwort „Clean Coal“). Nachdem diese Anwendung bis heute ausgeschlossen wurde, ebte die Diskussion ab.

Um das notwendige Vertrauen in die handelnden Akteur\*innen und Verfahren zu schaffen, sollte ein transparentes Verfahren nach dem Vorbild des **Klima-Tisches** in den Niederlanden bei der Bundesregierung etabliert werden. **Vertreter\*innen aus Wirtschaft, Wissenschaft und Gesellschaft** sollten einen transdisziplinären CCS-Beirat bilden, um Vorschläge für eine gute Governance zu erarbeiten sowie sozial robuste und akzeptable Lösungen abzuleiten. Das Kräfteverhältnis darf dabei nicht zugunsten eines Sektors verschoben werden.

#### **ZWISCHENFAZIT:**

**Abscheidung, Transport und Lagerung** von CO<sub>2</sub> sind besonders **kosten- und energieintensiv**. Die Nutzung erneuerbarer Energien ist daher zwingend erforderlich.

CCS erfordert zudem eine **langfristige, generationsübergreifende Überwachung** der Lagerstätten. Nur wenn das eingelagerte CO<sub>2</sub> dauerhaft und vollständig in den Speichern verbleibt, können diese Technologien einen **realen Beitrag zum Klimaschutz** leisten. Ein umfangreiches **Monitoring** des **Transports, der Anlagen und der Speicherstätten** muss gewährleistet werden.

Ein **transdisziplinäres Gremium** muss den Bau der neuen CCS-Infrastruktur kritisch begleiten, geeignete Förderinstrumente vorschlagen sowie die Menge des förderfähigen CCS schrittweise begrenzen. **Im Jahr 2045 sollten nur noch unvermeidliche Restemissionen kompensiert werden.**

<sup>5</sup> Siehe Stellungnahme Bioenergie wie auch die seitens des NABU im Auftrag gegebene Studie „Wie ökologisch und sozialverträglich sind CCS, BECCS und CCU Technologien“.

## Potenziale und Risiken im Blick behalten

### **Carbon Capture and Utilisation**

CCU bezeichnet die Abscheidung des Kohlendioxids für die Herstellung von Produkten und Energieträgern. Momentan werden CCU-Technologien in der Industrie für die Herstellung verschiedener Materialien wie Grundchemikalien oder Zwischenprodukte der chemischen Industrie und für (einige der) Power-to-X-Technologien (PtX-Technologien) erprobt.

### **Anwendungen**

CCU spielt eine entscheidende Rolle für die Produktionsbereiche, bei denen es keine Alternative zur Nutzung von Kohlenstoff gibt. Viele Produkte aus der Grundstoffindustrie basieren auf Kohlenstoffverbindungen. CCU-Anwendungen sind zunächst nur eine zeitliche Verschiebung der Treibhausgasemissionen, weil das CO<sub>2</sub> unabhängig von der Anzahl der nachfolgenden Nutzungen immer am Ende der Nutzungskette in die Atmosphäre gelangt. Die Dauer der Bindung von CO<sub>2</sub> in Produkten hängt von deren Lebensdauer ab: Tage oder Wochen (z.B. synthetische Kraftstoffe) bis hin zu Jahrzehnten bzw. Jahrhunderten (z.B. Zement)<sup>6</sup>. Wirklich klimaneutral wird CCU nur dann, wenn das CO<sub>2</sub> mit DACCS direkt aus der Atmosphäre entnommen wird.

#### **ZWISCHENFAZIT:**

*Solange CO<sub>2</sub> wieder im Kreislauf in die Wertschöpfungskette zurückgeführt und nicht freigesetzt wird, und der notwendige Strom für die Abschneidung von CO<sub>2</sub> aus erneuerbaren Energien stammt, kann CCU einen effektiven Beitrag zum Klimaschutz leisten*



Unter dem Begriff **Power-to-X-Technologien** versteht man **Energieträger**, die aus Strom hergestellt werden.

Mithilfe von Wasserstoff und CO<sub>2</sub> aus der Umgebungsluft lassen sich auf diese Weise flüssige oder gasförmige Energieträger wie E-Fuels oder E-Methan herstellen

<sup>6</sup> Um den Beitrag von CCU zum Klimaschutz zu bewerten, bietet das UBA eine gute Entscheidungshilfe an (UBA 2021, S. 13 Abb. 2)

## **NABU-Thesen auf einen Blick:**

### **1. CCU und CCS dürfen nicht zu einem Lock-in fossile Infrastrukturen führen.**

Die konsequente Minderung von Treibhausgasemissionen darf nicht weiter verzögert werden.

### **2. CCU muss mit erneuerbarer Energie und innerhalb einer Kreislaufwirtschaft betrieben werden**

Nur wenn CCU-Produkte konsequent im Kreislauf geführt werden, bleibt das CO<sub>2</sub> dauerhaft gespeichert. Jede sofortige Freisetzung von Kohlendioxid aus CCU-Produkten, wie aus Kraftstoffen für den Verkehr, ist nicht klimaneutral.

### **3. CCS-Standorte sind sorgfältig zu planen**

Die Diskussion zu CCS auf deutschen terrestrischen Standorten war von geringer Akzeptanz geprägt. Stattdessen sollten bereits etablierte Lagerstätten wie in Norwegen mit genutzt und entsprechende Infrastrukturen für den Transport aufgebaut werden.

### **4. Die CCS- Lagerstätten müssen international überwacht werden.**

Der Transport von CO<sub>2</sub> wird häufig über nationale Grenzen hinweg gehen. Um sicherzustellen, dass durch die Speicherung von Kohlendioxid die Treibhausgase tatsächlich reduziert werden, muss eine global umfassende und lückenlose Überwachung erfolgen. Internationale Anrechnungsregeln gewährleisten, dass Emissionsminderungen nicht doppelt gezählt werden. Dies ist durch eine entsprechende Gesetzgebung abzusichern.

### **5. BECCS hat ein sehr begrenztes Potenzial**

Weitreichende Negativemissionen durch BECCS werden aufgrund des geringen nachhaltigen Biomasseangebots nicht zu erzielen sein. Ein intensiver Energiepflanzenanbau mit hohem Flächen- und Wasserverbrauch ist der falsche Weg, denn er verstärkt die Artenkrise und gefährdet natürliche Senken.

### **6. Öffentliches Vertrauen in CCS kann nur mit einer guten Governance gelingen.**

Wir müssen in Infrastrukturen zur CO<sub>2</sub>-Abscheidung und -Speicherung investieren, damit die Industrie in Deutschland genügend Zeit für die notwendige Transformation hat. Doch jede Investition in fossile Infrastrukturen könnte den Weg zur Klimaneutralität verzögern. Deshalb muss ein Klima-Tisch unter Beteiligung der Zivilgesellschaft den Prozess monitoren und gestalten.

### **7. Um unerwünschte Nebenfolgen möglichst zu begrenzen, sollte eine partizipative Technikabschätzung den Prozess begleiten.**

Mit einer partizipativen Technikabschätzung können die Chancen und Risiken für unterschiedliche Akteure (wie Arbeitnehmer\*innen und Arbeitgeber\*innen der energieintensiven Industrie), mögliche Verschiebungen der Machtverhältnisse sowie drohende Lock-In Effekte antizipiert und gesteuert werden. Gemeinsame Zukunftsbilder geben Orientierung, um die Rolle von CSS in einer sich weiter defossilisierenden Welt auszuloten. Die Frage, wie eine nachhaltige, grüne und lebenswerte Welt aussieht, kann nur mit der Gesellschaft beantwortet werden.

## FAZIT:

Wir setzen uns als NABU vor dem Hintergrund der gravierenden gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und ökologischen Herausforderungen dafür ein, dass

- ✚ der Konsum **energie- und rohstoffintensiver Güter reduziert** (Reduce),
- ✚ eine **konsequente Kreislaufwirtschaft** etabliert,
- ✚ die **Defossilierung** der Industrie weiter mit Hochdruck vorangetrieben und
- ✚ Prozesse, soweit heute schon technisch möglich, auf **erneuerbaren Strom** und **grünen Wasserstoff** umgestellt werden.

Uns ist bewusst, dass es gilt, die Übergangszeit zu gestalten. Dafür fordern wir einen **gesellschaftlichen Aushandlungsprozess zu CCS und negativen Emissionen**, für den wir als NABU mit **fachlicher Expertise zur Verfügung stehen**.