



Zusammenstellung der Stellungnahmen zur öffentlichen Anhörung
am Mittwoch, den 5. Juli 2023
11:00 Uhr bis 13:00 Uhr, PLH, Sitzungssaal E. 200

zum Antrag der Fraktion der CSU/CSU „CO₂-Abscheidung und -Speicherung, CO₂-Nutzung
sowie Negativemissionen – Chancen für Klima, Industrie und Wohlstand“
BT-Drucksache 20/5350

Siehe Anlage



Stellungnahme

des Sachverständigen Jan-Justus Andreas, Geschäftsführer der Bellona
Deutschland

zum Antrag der Fraktion der CSU/CSU „CO₂-Abscheidung und -Speicherung, CO₂-Nutzung
sowie Negativemissionen – Chancen für Klima, Industrie und Wohlstand“,
BT-Drucksache 20/5350

Siehe Anlage

Dr. Jan-Justus Andreas
Bellona Deutschland gGmbH
Kronenstraße 63
10117 Berlin

Stellungnahme

zum Antrag der Fraktion der CDU/CSU „CO₂-Abscheidung und -Speicherung, CO₂-Nutzung sowie Negativemissionen – Chancen für Klima, Industrie und Wohlstand“ (Bundestagsdrucksache 20/5350)

Öffentliche Anhörung im Ausschuss für Klimaschutz und Energie des Deutschen Bundestags am
05.07.2023

Wir stehen vor einer immensen Klimaschutzherausforderung. In den vergangenen 22 Jahren haben die vergleichsweise einfache Umstellung im Stromsektor und Effizienzmaßnahmen in der Industrie einen Rückgang der Treibhausgase von ca. 300 Millionen Tonnen CO₂äq erreicht. Die gleiche Menge müssen wir in den nächsten 7 Jahren schaffen. Und in den nächsten 22 Jahren müssen wir klimaneutral werden.¹

Es gibt keine niedrig hängenden Früchte mehr, die man bequem pflücken kann. Es geht jetzt um die Sektoren wie Industrie, wo wir vor anspruchsvollen Aufgaben stehen – auch und vor allem aufgrund der systemischen Zusammenhänge mit der Energiewende. Dort brauchen wir alle uns zu Verfügung stehenden Optionen, um die Transformation erfolgreich zu lösen.

Aufgrund der wenig verbleibenden Zeit, die wir haben, und der wachsenden Komplexität der tiefgreifenderen notwendigen Transformation, müssen wir schneller und wirksamer im Klimaschutz werden. Eine derart schnelle Reduzierung des CO₂-Budgets zum Erreichen der 1,5 und 2-Grad-Ziele scheint derzeit fast unmöglich. Jede Überschreitung resultiert in irreparablen Schäden an der Umwelt und der Zerstörung von Ökosystemen sowie einer Häufung klimabedingter Extremwetterereignisse, die unsere Lebensgrundlagen bedrohen und Leben gefährden. Diese Auswirkungen können wir nicht durch zukünftige Negativemissionen und die Rückannäherung an die Gradziele rückgängig machen. Alle heute vermeidbaren Emissionen müssen also unbedingt vermieden werden, um die massiven Folgen der Überschreitung einzugrenzen. Alle erforderlichen Klimamaßnahmen müssen vorbereitet und umgesetzt werden – und das schnellstmöglich, ohne weitere Verzögerungen hinzunehmen.

¹ UBA, 2023, Deutschland Emissionsentwicklung, <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/treibhausgas-emissionen-in-deutschland#emissionsentwicklung>; Statista, Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Deutschland, 2023, <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/76558/umfrage/entwicklung-der-treibhausgas-emissionen-in-deutschland/#:~:text=Die%20Treibhausgasemissionen%20nahmen%20in%20Deutschland,745%20Millionen%20Tonnen%20CO2%2D%C3%84quivalente.>

Hierarchie bedeutet nicht Chronologie: CCS muss jetzt vorbereitet und umgesetzt werden

Es herrscht inzwischen breiter Konsens, dass CCS ein wichtiger Baustein ist, um die Klimaziele zu erreichen. Im vom Weltklimarat veröffentlichten IPCC-Report² ist in fast jedem Szenario, das die globale mittlere Temperaturerwärmung auf deutlich unter 2 Grad Celsius oder möglichst auf 1,5 Grad begrenzt, CCS als Klimamaßnahme enthalten. Auch der Evaluierungsbericht der Bundesregierung zum Kohlendioxid-Speicherungsgesetz (KSpG) verweist darauf, dass mit der Zielsetzung von Netto-Null-Emissionen in den aktuellen Studien der Einsatz von CO₂-Abscheidung und CCS Konsens ist.³

Priorität muss immer CO₂-Vermeidung haben, sowie Elektrifizierung und die dazu notwendigen Stromnetze oder Effizienz- und Suffizienzmaßnahmen. Für die Industrie sind aber auch emissionsarmer Wasserstoff und CCS zentral. Die Einordnung von CCS als Teil der klimaneutralen Transformation ist essenziell. Wichtige Faktoren sind Zeit (schnellstmöglich) und Skalierbarkeit (größtmöglich). Wir haben jedoch nicht mehr ausreichend Zeit und Möglichkeit, eine Maßnahme nach der anderen anzugehen, wenn wir Klimaschutz ernst nehmen. Ein Warten in der Umsetzung von CCS bis alle weiteren Maßnahmen umgesetzt wurden riskiert ein weitläufiges Überschreiten der CO₂-Budgets.

Gleichzeitig zeigen wissenschaftliche Erkenntnisse und Erfahrungen aus Ländern wie Dänemark und Norwegen, die bei der Dekarbonisierung des Stromsystems und der Elektrifizierung schon viel weiter sind als Deutschland, dass selbst ein nahezu oder gar komplett CO₂-freies Stromnetz nicht ausreicht, um Klimaneutralität zu erreichen. Denn es existieren Bereiche, in denen Emissionen nicht durch Elektrifizierung oder den Wechsel auf andere Energieträger komplett vermieden werden können. Dies bezieht sich insbesondere auf Prozessemissionen in der Industrie, die z.B. in Kalk- und Zementanlagen sowie in der thermischen Abfallwirtschaft entstehen. Die Abscheidung und permanente tiefegeologische Speicherung von CO₂ aus diesen Prozessen ist laut Stand der Technik heute, die einzige Möglichkeit, das Ausstoßen dieser „unvermeidbaren“ Prozessemissionen dennoch zu verhindern. Die Bereitstellung von CCS ist essenziell, um die klimaneutrale Herstellung von Produkten in Deutschland sicherzustellen. Diese sind auch für den Klima- und Umweltschutz zentral (z.B. im Bau von Windanlagen und Infrastrukturen).

Im Hinblick auf die ambitionierten, aber notwendigen Klimaschutzpfade der Bundesregierung geht es darum, robuste Maßnahmenpfade umzusetzen, die ein Erreichen der Klimaziele, denen sich die Bundesregierung verpflichtet hat, einzuhalten. CCS muss hier als Teil eines Portfolios an Maßnahmen gedacht werden, das auch aufgrund der Einsatzmöglichkeit an unterschiedlichen industriellen Punktquellen einen Mehrwert bietet.

CCS stellt daher einen zusätzlichen, und keinen alternativen Klimaschutz da. Die Technologie kann jedoch auch als Ausfallsicherung dienen. CCS kann z.B. auch bei schwer vermeidbaren Emissionen, wie im Stahl, Einsatz finden, wenn in der näheren Zukunft die ausreichend Verfügbarkeit von Alternativpfaden, wie z.B. emissionsfreiem Wasserstoff nicht gesichert ist. Hier entstehen Optionalitäten, die „garantieren“, dass Optionen zur Dekarbonisierung vorhanden sind. Dies muss

² IPCC. (2022). *Summary for Policymakers. In: Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press; vgl. auch IPCC (2023), *Summary for Policymakers. In: Climate Change 2023: Mitigation of Climate Change*

³ Evaluierungsbericht der Bundesregierung zum KSpG vom 21.12.2022, S. 123.

nicht sektorübergreifend sein, kann aber an vereinzelten Standorten eine wichtige Alternative darstellen.

Für die Entwicklung in Deutschland ist eine klare Einordnung der Potenziale und Alternativen zu CCS zentral, um auch die noch weiterbestehende Skepsis gegenüber der Technologie und Lock-in Effekten durch regulierende Rahmenbedingungen zu überwinden.

CCS Leiter: Die Einordnung der CCS-Anwendungen

Zusammen mit E3G und unabhängigen Autor:innen haben wir die CCS Leiter, angelehnt an der H2-Leiter von Liebreich Associates, entwickelt. Sie stellt einen methodischen Rahmen, um den Klimanutzen von verschiedenen CCS-Anwendungen für Europa einzuordnen – für die Zeitpunkte 2030 und 2050.⁴

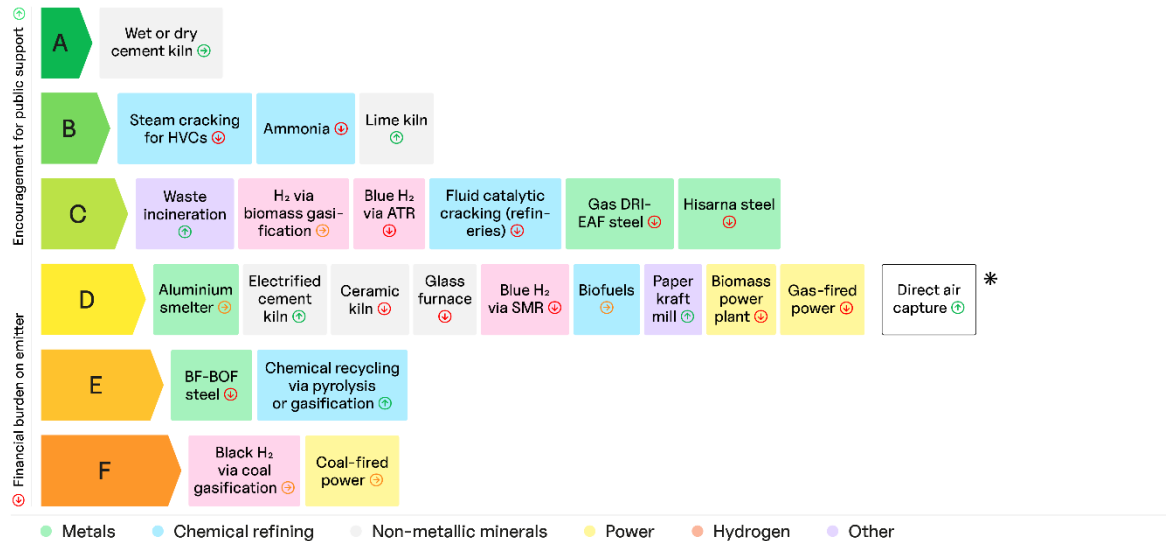
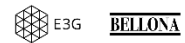
Die CCS Leiter verdeutlicht, dass es No-Regret-Anwendungen für CCS gibt. Dazu gehören z.B. bestimmte Industriezweige mit Prozessemissionen wie Zement und Kalk. Prozessemissionen sind für ein Drittel der heutigen Treibhausgasemissionen aus dem Industriesektor verantwortlich. Eine CCS-Anlage kann das CO₂ direkt bei der Entstehung abfangen, damit es erst gar nicht in die Atmosphäre gelangt. Für diese Sektoren ist der schnelle Einstieg in CCS für das Erreichen von rechtzeitiger Klimaneutralität elementar. Öffentliche Förderung sollte vor allem in die No-Regret-Anwendungen fließen. Sie muss aber mit weiteren Innovationsanreizen für alle Maßnahmen zur Emissionsminderung verbunden werden – einschließlich Effizienz- und Suffizienzmaßnahmen.

Die Rolle von CCS wird sich über die Zeit verändern. Abhängig vom (Mis)Erfolg parallel stattfindender Klimamaßnahmen wie Erneuerbaren- und Stromnetzausbau sowie die Bereitstellung von Wasserstoff. Wir erwarten, dass auf dieser Basis der Klimanutzen von CCS für einige Anwendungen über die Jahre stark abnehmen wird. Die CO₂-Infrastruktur, die wir jetzt aufbauen müssen, werden wir aber dennoch auch zukünftig brauchen – u.a. für Negativemissionen. Diese werden mit jedem Jahr, in dem wir nicht ausreichend Emissionen reduzieren, wichtiger.

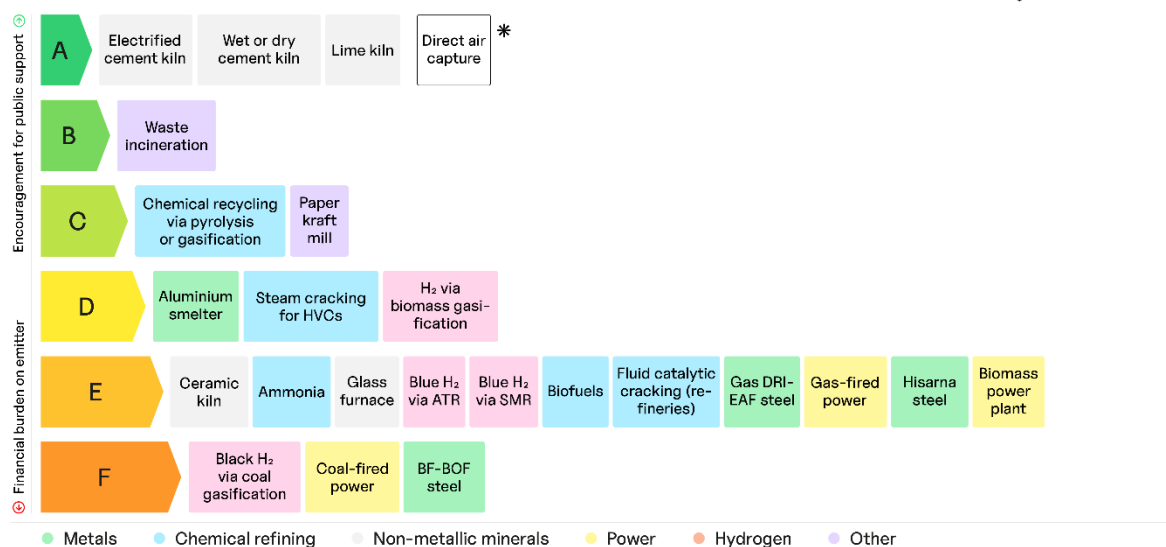
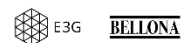
Dabei lohnt es sich, Strategien zusammenzudenken. Eine systemische Planung dieser Infrastruktur im Einklang mit anderen Infrastrukturvorhaben wie z.B. Wasserstoff ermöglicht kosteneffiziente und effektive Umsetzung.

⁴ Bellona, E3G, CCS Ladder https://network.bellona.org/content/uploads/sites/5/2023/07/CCSL_briefing.pdf

2030 CCS ladder (for Europe)



2050 CCS ladder (for Europe)



CCS als Teil des Klimamaßnahmenportfolios und Brücke zur Klimaneutralität

Es müssen regulatorische Hebel evaluiert werden wie eine Fokussierung von CCS und der Fortschritt anderer Klimamaßnahmen sichergestellt wird. Eine systemische Planung und Priorisierung von Sektoren ist z.B. unbedingt erforderlich. Wichtige Faktoren hier sind der klimatische und systemische Mehrwert, also wie viele Emissionen gemindert werden und welche Rolle dieser Sektor in einer zukünftigen CO₂-neutralen Gesellschaft spielt und spielen soll. Solche Nachhaltigkeitskriterien sollten eine Fokussierung des Einsatzes von CCS erwirken und in Förderinstrumenten reflektiert sein.

Der Kostenfaktor CO₂-Abscheidung bietet eine Sicherheit, dass Unternehmen sich nicht auf CCS „ausruhen“. Denn CCS bringt konstante Mehrkosten mit sich, die marktwirtschaftlich einen klaren

Anreiz zur Vermeidung der abzuscheidenden Menge CO₂ bringen. Instrumente wie die Klimaschutzverträge sollten daher nicht die komplette Menge bzw. die kompletten Kosten von CCS subventionieren, damit Anreize für weitere Maßnahmen bestehen bleiben.

Auch auf Nachfrageseite kann die Entwicklungen beeinflussen – ob durch Leitmärkte oder CO₂-Ausgleichsmechanismen. So können Produkte und Maßnahmen gezielt gefördert werden und idealerweise ein Wettbewerb zwischen den Dekarbonisierungspfaden verschiedener Industriezweige entstehen.

CMS: Klimainfrastrukturen europäisch denken und „best practices“ einbeziehen

In Europa herrscht zurzeit eine erfreuliche Dynamik, ob im Entwurf zum Net Zero Industry Act⁵ oder der kürzlich publizierten Schlussfolgerungen des Europäischen Rats.⁶ Eine Anforderung an Länder und Öl und Gasproduzenten CO₂ Speicherkapazitäten vorzubereiten wie auch das Ziel weit vor 2050 nicht emissionsgeminderte fossile Energieträger global zu befreien zeigen nicht nur, dass die fossile Industrie selbst mehr finanzielle Verantwortung übernehmen muss, sondern auch, dass für den globalen Klimaschutz eine rapide Emissionssenkung mithilfe aller bereitstehender Instrumente enorm wichtig ist.

Deutschland darf den Anschluss nicht verlieren und sollte auch aufgrund seiner globalen Verantwortung stattdessen eine Vorreiterrolle anstreben. Gleichzeitig kann es von Best Practices in anderen europäischen Ländern profitieren, in denen die Umsetzung von CCS zu zusätzlichem Klimaschutz geführt hat, ohne CO₂-Vermeidung zu verdrängen. Beispiele für eine gelungene Umsetzung sind die Niederlande und Dänemark.

Die Carbon Management-Strategie (CMS) ist ein wichtiger Meilenstein. Es gilt zu sichern, dass der Prozess möglichst zeitnah mit klaren und zielführenden Ambitionen verabschiedet werden muss. Die Basis dafür sollte der umfassende Evaluierungsbericht des KSpG vom vergangenen Jahr bieten.

Die CMS kann erst der Anfang sein. Noch wichtiger als die Verabschiedung der Strategie ist das, was auf sie folgt. Die schnelle und systemintegrierte Umsetzung von Carbon Management-Technologien ist eine Voraussetzung für ernstgemeinten Klimaschutz in der Industrie und die Just Transition in Deutschland.

Wichtig ist dabei: Die trennscharfe Differenzierung von CCS, CCU und CDR muss gewährleistet sein – sowohl in der Diskussion als auch im Rechtsrahmen. Nur so kann der maximale Klimanutzen der Technologien ausgeschöpft werden.

CCS ist eine CO₂-Minderungstechnologie

Die Rolle von CCS ist dort, wo anderweitig kein CO₂ vermeidbar ist, zumindest dessen Emittierung zu vermeiden. Sowohl bei Prozessemissionen (Zement, thermische

⁵ Europäische Kommission, 2023, The Net-Zero Industry Act: Accelerating the transition to climate neutrality, https://single-market-economy.ec.europa.eu/industry/sustainability/net-zero-industry-act_en

⁶ Europäischer Rat, 2023, Council conclusions on Climate and Energy Diplomacy, <https://www.consilium.europa.eu/media/62942/st07248-en23.pdf>

Abfallwirtschaft und Kalk) aber auch dort wo aufgrund fehlender Bereitstellung von Alternativen ansonsten weitere Emissionen entstehen würden. Dies muss nicht sektorübergreifend sein, kann aber an vereinzelten Standorten eine wichtige Option darstellen.

CCU ist eine alternative Rohstoffquelle

CCU ist eine energieintensive Technologie mit komplexen Lebenszyklen. Für die Kreislaufwirtschaft und die Zukunft der Chemie ist sie essenziell, steht aber noch vor enormen Herausforderungen in der Umsetzung. Jedoch muss sie gleichzeitig mitgedacht und vorbereitet werden.

CDR ist eine technische „Senke“, aka. Negativemissionen

Negativemissionen werden auf Basis jetziger Emissionspfade immer wichtiger. Essenziell ist die permanente Speicherung des CO₂, sodass CCS hier eine klare Rolle als „Ermöglicher“ zukommt.

Wir müssen sicherstellen, unsere Abhängigkeit von Negativemissionen so stark wie möglich zu reduzieren. Je mehr CO₂ wir heute vermeiden und mindern – auch mithilfe von CCS – desto weniger Negativemissionen brauchen wir in der Zukunft.

Kosteneffizienten und effektiven Aufbau einer CO₂ Infrastruktur erwirken

Gleichzeitiges denken und planen ist das A und O – es muss ein klares Wechsel- und Zusammenspiel von Elektrifizierung, Wasserstoff und Carbon Management Technologien geben.

Die Industrie braucht neue Infrastrukturen. Ein Clusterfokus für ein infrastrukturelles Grundgerüst stellt einen sinnvollen ersten Ansatz dar. Eine Überdimensionierung der Infrastruktur sollte durch regulatorische Hebel (s.o.) vermieden werden. Ein Hub-basierter Ansatz mit modularen Transportmöglichkeiten kann ein pipelinebasiertes Basisnetz der CO₂-Infrastruktur aufs Nötigste minimieren. Daher sollte der Ausbau der Infrastruktur nicht komplett der Privatwirtschaft überlassen werden, sondern mindestens klar staatlich koordinierte oder gar in Teilen vom Staat übernommen werden, um öffentliche Interessen zu priorisieren und einen diskriminierungsfreien Zugang zu garantieren.⁷

Die Umrüstung von existierenden Gaspipelines ist wichtiger Teil der Transformation. Ob diese CO₂ oder Wasserstoff dienen sollen, braucht einen integrierten Planungsansatz. Bei neuen Kabeln und Leitungen können gleichzeitig wichtige Klimainfrastrukturen umgesetzt werden.

Perspektivisch können CO₂-Infrastrukturen für zukünftige technische Negativemissionen und als Teil der Kreislaufwirtschaft genutzt werden, was einen grundsätzlichen „No/Few-regrets“-Ansatz im Aufbau ermöglicht.

⁷ Bellona, 2016, Manufacturing our Future,

<https://network.bellona.org/content/uploads/sites/3/2016/04/MANUFACTURING-OUR-FUTURE.pdf>

Das Verschleppen essenzieller Klimamaßnahmen wie der Energie- und Mobilitätswende und dem damit verbundenen Infrastrukturausbau ist die zentrale Gefahr für einen Lock-in von CCS. Damit dies vermieden werden kann, muss die Klimapolitik auch in diesen Bereichen unbedingt ambitionierter, effektiver und schneller werden.

Prioritäten in der Umsetzung der CMS

- Novellierung KSpG um CCS zu ermöglichen & erste Projekte im Industriemaßstab umsetzen
- CCU auf Basis der EU Richtlinien dort ermöglichen, wo es einen klaren klimapolitischen Mehrwert hat
- CDR vorbereiten und durch Vermeidung und Minderung aufs Nötigste limitieren
- Artikel 6 des London Protokolls ratifizieren und internationale Zusammenarbeit bei der CO₂ Speicherung voran bringen
- Infrastrukturaufbau planen und beginnen
- KSV-Förderung abschließen
- Forschungsfreiräume zur Erkundung von CO₂ Speichern in Deutschland bieten

Sollte auch die Speicherung von CO₂ in Deutschland mittelfristig stattfinden (wie es der EU-Auftrag an Mitgliedsstaaten im NZIA vorsieht) muss der Forschung, aber auch Unternehmen die Möglichkeiten gegeben werden, Erkundungen von potenziellen Speichern durchzuführen. Vorhaben solcher Art sind auf bis zu acht Jahren angesetzt, sodass die Zeit drängt hier voranzukommen.

Die Politik ihrerseits muss ein Vertrauen schaffen, dass andere Klimaschutzmaßnahmen umgesetzt werden. Der Erfolg von CCS hängt entscheidend vom Erfolg der Energie-, Wärme- und Verkehrswende ab. Nur wenn hier Erfolge errungen werden, kann CCS seiner effektiven Rolle als Rückhalt und Ausfallsicherung gerecht werden sowie als Vorbereiter eines fokussierten Einsatzes für Negativemissionen.

Bellona ist eine internationale gemeinnützige Umwelt- und Klimaschutz-Organisation mit Hauptsitz in Oslo. Bellona Deutschland, das 2021 gegründet wurde, arbeitet daran, den Weg für eine klimaneutrale Wirtschaft in Deutschland zu ebnen.

Seit über 20 Jahren beschäftigt sich Bellona mit CO₂-Abscheidung, -Transport, -Nutzung und/oder -Speicherung sowie Negativemissionen. Wir waren treibende Kraft hinter der norwegischen CCS-Strategie und Projekten rund um ‚Northern Lights‘ und ‚Longship‘. Bellona ist außerdem in Diskussionen rund um CCS und Klimaschutz in der Industrie in Großbritannien und den Niederlanden involviert.

Bellona Deutschland hat das CCS Forum gegründet, das eine Dialog-Plattform von Akteuren aus Industrie, Politik und Zivilgesellschaft darstellt und mit einem internen und externen Wissenstransfer Verständnis und Vertrauen fördert.



Stellungnahme

des Sachverständigen Dr. Oliver Geden, Leiter Forschungscluster
Klimapolitik, Stiftung Wissenschaft und Politik

zum Antrag der Fraktion der CSU/CSU „CO₂-Abscheidung und -Speicherung, CO₂-Nutzung
sowie Negativemissionen – Chancen für Klima, Industrie und Wohlstand“,
BT-Drucksache 20/5350

Siehe Anlage

Dr. Oliver Geden

Stellungnahme

**zum Antrag der Fraktion der CDU/CSU „CO₂-Abscheidung und -Speicherung, CO₂-Nutzung sowie Negativemissionen – Chancen für Klima, Industrie und Wohlstand“
(Bundestagsdrucksache 20/5350)**

**Öffentliche Anhörung im Ausschuss für Klimaschutz und
Energie des Deutschen Bundestags am 05.07.2023**

Mit dem Ziel von netto-null Treibhausgas-Emissionen (in Deutschland 2045, EU-weit 2050) ist neben der konventionellen Emissionsminderung eine neue Herausforderung sichtbar geworden, nämlich der Umgang mit jenen Emissionen, die als schwer vermeidbar (*hard-to-abate*) gelten. Je näher die Zieljahre des europäischen und deutschen Klimaschutzgesetzes rücken, desto mehr Aufmerksamkeit richtet sich auf diejenigen Sektoren, in denen eine Umstellung auf erneuerbare Energieträger allein nicht ausreicht, um die Emissionen auf Null zu senken. Neben Emissionsquellen in der Landwirtschaft und der Müllverbrennung werden häufig Prozessemissionen der Zement- und Kalkproduktion als Beispiele angeführt, nicht zuletzt auch im 6. Sachstandsbericht des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), sowohl im Bericht der Arbeitsgruppe III zur Minderung des Klimawandels¹ als auch im abschließenden Synthesebericht.²

Vor diesem Hintergrund ist *Carbon Management* in den klimapolitischen Fokus gerückt.³ Zwar steht die konkrete Gesetzgebung noch am Anfang, aber sowohl auf europäischer als auch auf bundesdeutscher Ebene wurden Prozesse zur Entwicklung von Strategien angestoßen, die eine zukünftige Regulierung vorbereiten. Auf europäischer Ebene zeugen neue Initiativen der Europäischen Kommission wie der *Net Zero Industry Act*, der Rahmen zur Zertifizierung von CO₂-Entnahmen (CRCF) oder die beginnenden Diskussionen über das 2040-Klimaziel von der Dynamik. In Deutschland sind es vor allem die angekündigte Novellierung des Bundes-Klimaschutzgesetzes und die Erarbeitung von Strategien zum Carbon Management und zum Umgang mit schwer bzw. unvermeidbaren Restemissionen. Ähnliche Prozesse lassen sich in Europa sowohl in anderen EU-Mitgliedstaaten (etwa Dänemark oder in Österreich) als auch in Nicht-EU-Staaten wie Norwegen oder Großbritannien. Auf Bundesländer-Ebene ist insbesondere Nordrhein-Westfalen hervorzuheben, das bereits 2021 eine entsprechende Strategie entworfen hat.

¹ P.R. Shukla et al. (eds.) (2022): *Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Geneva

² H. Lee et al. (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*. Geneva

³ Felix Schenuit/Miranda Böttcher/Oliver Geden (2023): »Carbon Management«: Chancen und Risiken für ambitionierte Klimapolitik. SWP-Aktuell 2023/A 30

Begriffliche Differenzierung notwendig

Bislang werden im Kontext von Carbon Management Begriffe sehr unterschiedlich verwendet. Klare Definitionen sind aber ein wichtiger Ausgangspunkt für zukünftige Regulierung. Unter Carbon Management werden in der Regel die folgenden drei Arten von Prozessketten zusammengefasst: CO₂-Abscheidung, Transport und Speicherung (*Carbon Capture and Storage*, CCS), CO₂-Abscheidung, Transport und anschließende Nutzung (*Carbon Capture and Utilization*, CCU) und CO₂-Entnahme aus der Atmosphäre (*Carbon Dioxide Removal*, CDR). Um die klimapolitischen Chancen und Risiken des Carbon Management zu identifizieren, müssen dessen drei Bestandteile und ihre jeweilige klimapolitische Funktion aber differenziert werden.

Unterirdische Speicherung: CCS

CCS umfasst Prozessketten, bei denen CO₂ abgetrennt und verdichtet wird, um es anschließend zu Lagerstätten zu transportieren und unterirdisch zu speichern. CCS kann auf verschiedene Weise eingesetzt werden: In Kombination mit fossilen Energieträgern (z.B. Erdgaskraftwerke oder bei der Erzeugung von blauem Wasserstoff), zur weitgehenden Vermeidung industrieller Prozessemissionen (z.B. von Energiezufuhr unabhängige Emissionen in der Zement- oder Kalkproduktion) oder zur CO₂-Entnahme durch Speicherung von CO₂ aus biogenen Quellen (z.B. Bioenergie plus CCS, BECCS) oder Abscheidung aus der Umgebungsluft (Direct Air Capture plus CCS, DACCS). Die klimapolitische Funktion von CCS hängt entscheidend von der Art der CO₂-Quelle ab. Zentrale Kriterien sind darüber hinaus die realisierten Abscheideraten und weitere Emissionen der jeweiligen Prozesskette. Der Reifegrad der einzelnen CCS-Prozesse ist sehr unterschiedlich, auch die Kosten variieren je nach Anwendung stark. Derzeit wird zumeist eine Spanne von 50 bis 150 Euro pro Tonne für Abscheidung an Punktquellen, Transport, Speicherung und anschließendes Monitoring angegeben.

Ob und für welche Prozesse CCS in Frage kommt, ist sowohl in der EU als auch in Deutschland eine politisch weitgehend ungeklärte Frage. Vor allem in Deutschland ist die Anwendung im Rahmen der fossilen Stromerzeugung politisch stark umstritten. Die Debatte über Kohlekraftwerke mit CCS hat Ende der 2000er Jahre zu einer erheblichen Polarisierung der Technologie geführt. In anderen EU-Mitgliedstaaten, zum Beispiel Polen und Ungarn, wird diese Option offener diskutiert. Außerhalb

Europas ist die Kombination von fossilen Energie-Infrastrukturen mit CCS ein fester Bestandteil des Diskurses.

Szenarien für die EU als auch für Deutschland zeigen für CCS bis 2030 nur einen geringfügigen Einsatz an. Die bislang verfügbaren Studien zum Erreichen von Treibhausgas-Neutralität in Deutschland gehen für 2045 von zu speichernden Mengen in einer Größenordnung von 34-73 Millionen Tonnen (Mt) aus, und zwar nicht nur aus fossilen CO₂-Quellen, sondern auch durch den Einsatz vom BECCS und DACCS. Für die gesamte EU gehen Szenarien der Europäischen Kommission von etwa 500 Mt geologischer CO₂-Speicherung im Jahr 2050 aus. In welchem Umfang und für welche Anwendungen CCS in Deutschland und Europa als legitimer Bestandteil der Klimapolitik angesehen wird, dürfte eine der umstrittenen Debatten an der Schnittstelle von Klima- und Industriepolitik werden. Neben den aufwendigen Speicherinfrastrukturen – die wegen der großen Potentiale zunächst vor allem in Nordwesteuropa erschlossen werden –, spielt auch die Anbindung an CO₂-Transportinfrastrukturen eine wichtige Rolle. Nicht alle potentiellen CCS-Anwender sind in den großen industriellen Clustern verortet (z.B. Kalk- und Zementwerke in Deutschland); der finanzielle und infrastrukturelle Aufwand für den Transport des CO₂ per Pipeline, Schiff oder LKW wäre hier deutlich höher.

Kohlenstoff als Ressource: CCU

Zweitens umfasst der Begriff Carbon Management die Abscheidung, den Transport und die anschließende Nutzung von Kohlenstoff (*Carbon Capture and Utilization*, CCU). Im Gegensatz zu CCS wird CO₂ hier nicht in geologischen Formationen gespeichert, sondern in Produkten verwertet. Die klimapolitische Funktion hängt neben der Herkunft des CO₂ und der Prozesskette maßgeblich von der Lebensdauer des Produkts ab. Der Einsatz als Ressource ist einerseits physikalisch in Form einer direkten Nutzung möglich, zum Beispiel in Nahrungsmitteln, Getränken oder Lösungsmitteln. Zum anderen kann CO₂ chemisch oder biologisch umgewandelt und unter anderem zur Herstellung von Chemikalien, synthetischen Kraftstoffen, Baustoffen oder Düngemitteln verwendet werden.

Bei CCU ergeben sich große Herausforderungen, was die klimapolitische Bilanzierung betrifft – insbesondere in Bezug auf die Dauerhaftigkeit der Speicherung gibt es je nach Produkt und Lebenszyklus

Probleme bei der Anrechnung. Bei den meisten CCU-Prozessketten handelt es sich lediglich um eine Verzögerung der Emission, die zwischen Tagen und Wochen (z. B. synthetische Kraftstoffe) und mehreren Jahrzehnten (z. B. Baustoffe wie Carbonfaser und Holz) liegen kann. Politisch forciert wird das Thema CCU vor allem von der chemischen Industrie, die auch im und nach dem Netto-Null-Jahr noch Kohlenstoff als Grundstoff benötigt. Würde man das CO₂ aus dezentralen Punktquellen wie Zement- und Kalkwerken sowie Müllverbrennungsanlagen nutzen, müssten Investitionen in die CO₂-Transportinfrastruktur getätigt werden.

CO₂ aus der Atmosphäre entnehmen: CDR

Drittens werden unter dem Begriff Carbon Management auch Methoden der CO₂-Entnahme (Carbon Dioxide Removal, CDR) zusammengefasst. Im Unterschied zu denjenigen CCS- und CCU-Anlagen, die CO₂ aus fossilen Quellen verwenden, weisen CDR-Prozessketten netto-negative Emissionsbilanzen auf. Erreicht werden diese dadurch, dass das CO₂ entweder aus biogenen Quellen oder der Umgebungsluft stammt. Das CO₂ kann in geologischen Speicherstandorten, in terrestrischen oder ozeanischen Reservoirs oder in langlebigen Produkten gespeichert werden – CCU und CCS können also Bestandteil von CDR-Prozessketten sein.

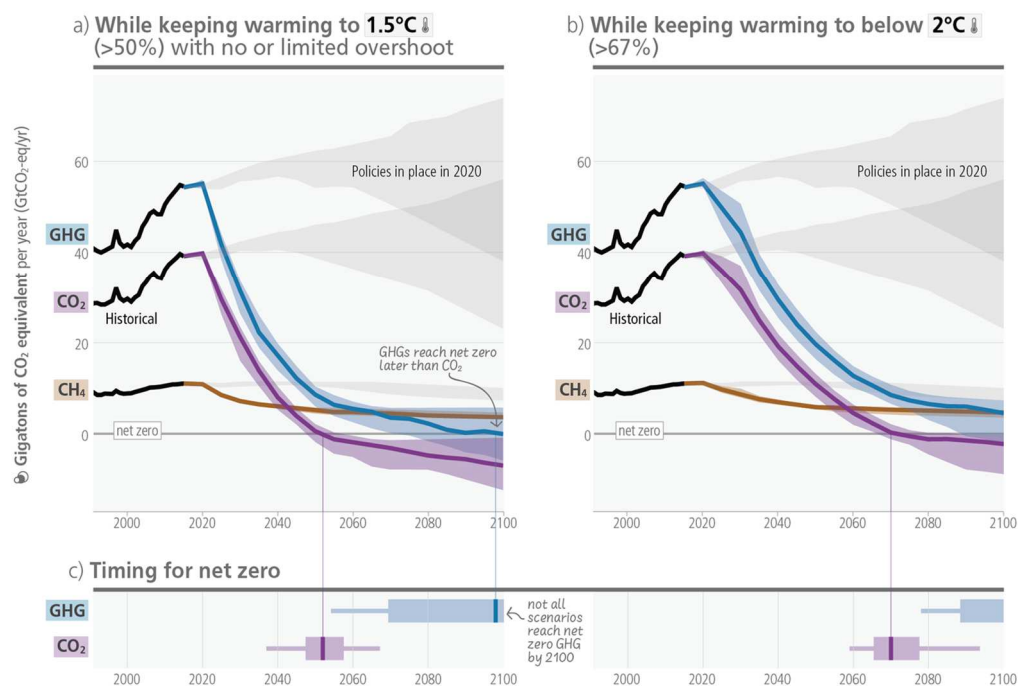
Klar ist, dass der Einsatz von CDR-Methoden notwendig sein wird, um Netto-Null-Ziele zu erreichen. Szenarien des IPCC gehen zudem von netto-negativen CO₂-Emissionen in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts aus, um das Langfrist-Temperaturziel des Pariser Klimaabkommens einhalten zu können (Grafik 1). Nicht zuletzt aus diesem Grund sehen sowohl das deutsche als auch das EU-Klimaschutzgesetz ein Erreichen von netto-negativen Treibhausgas-Emissionen nach 2050 vor – wobei oftmals übersehen wird, dass zum Zeitpunkt von netto-null THG-Emissionen bereits netto-negative CO₂-Emissionen erreicht werden, da Nicht-CO₂-Restemissionen (v.a. Methan und Lachgas aus der Landwirtschaft) durch CO₂-Entnahmen aus der Atmosphäre ausgeglichen werden (Grafik 2).

Viele klimapolitische Strategiedokumente auf europäischer und deutscher Ebene zeigen, dass auf dem Weg zu Netto-Null-Emissionen sowohl CO₂-Entnahmen in den Sektoren Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (LULUCF), wie zum Beispiel durch Wiederaufforstung, als auch CCS-basierte Entnahmemethoden wie BECCS

und DACCS zum Einsatz kommen müssen.⁴ Auch landbasierte Entnahmefethoden ohne CCS (etwa beschleunigte Verwitterung von Mineralien) sowie marine Entnahmefethoden (etwa Ozean-Alkalinisierung) finden in jüngster Zeit vermehrt Beachtung und werden in Deutschland im Rahmen von Förderlinien des BMBF erforscht (*CDRterra* und *CDRmare*).⁵

Global modelled pathways that limit warming to 1.5°C (>50%) with no or limited overshoot reach net zero CO₂ emissions around 2050

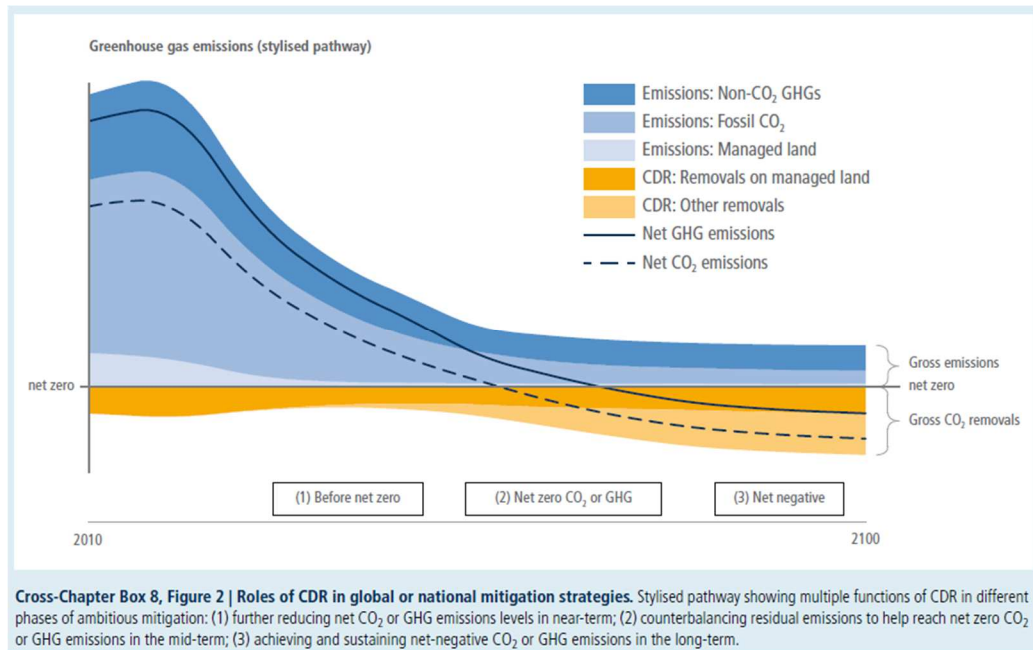
Total greenhouse gases (GHG) reach net zero later



Grafik 1: aus IPCC AR6 Synthesebericht (siehe Fn. 2), Figure 3.5

⁴ Üblicherweise werden unter dem Sammelbegriff *Carbon Management* lediglich CCS-basierte CDR-Methoden gefasst; LULUCF-basierte CDR-Methoden firmieren auf EU-Ebene unter *Carbon Farming* und in Deutschland als Bestandteil von *Natürlichem Klimaschutz*.

⁵ <https://cdrterra.de> bzw. <https://cdrmare.de>



Grafik 2: aus IPCC AR6 WG III Bericht (siehe Fn. 1), Figure 2 in Cross Chapter Box Carbon Dioxide Removal

LULUCF-basierte CDR-Methoden sind schon jetzt eine Komponente der Klimapolitik. Das EU-Klimagesetz erlaubt bereits die Anrechnung von 225 Mt netto CO₂-Entnahmen aus dem LULUCF-Sektor, um das 55-Prozent-Ziel bis 2030 zu erreichen. CCS-basierte Entnahme-Methoden wie BECCS und DACCS hingegen sind bislang nicht in die deutsche oder europäische Klimapolitik integriert. Im Fit-for-55-Paket wurde diese Diskussion weitgehend ausgeklammert. Dass diese Integration eine der anstehenden klimapolitischen Aufgaben ist, ergibt sich aus allen großen Modellierungsstudien zum Erreichen von Treibhausgas-Neutralität. Aufgrund der langen Zeiträume, die für das Hochskalieren neuartiger Technologien notwendig ist, ist die klimapolitische und regulatorische Integration bereits in der kommenden Dekade zu leisten, nicht erst kurz vor dem Erreichen des Ziels der Treibhausgas-Neutralität.⁶ In Deutschland wird dies Gegenstand der anstehenden Novelle des Klimaschutzgesetzes sein, auf EU-Ebene Gegenstand der Reform des EU-Emissionshandels (ETS I), da die Anzahl der neu ausgegebenen Zertifikate schon

⁶ S. Smith et al. (2023): *The State of Carbon Dioxide Removal – 1st Edition*. Oxford

gegen Ende der kommenden Handelsperiode (2031-2040) gegen Null gehen dürfte.⁷

Restemissionen als neuer Gegenstand der klimapolitischen Debatte und Regulierung

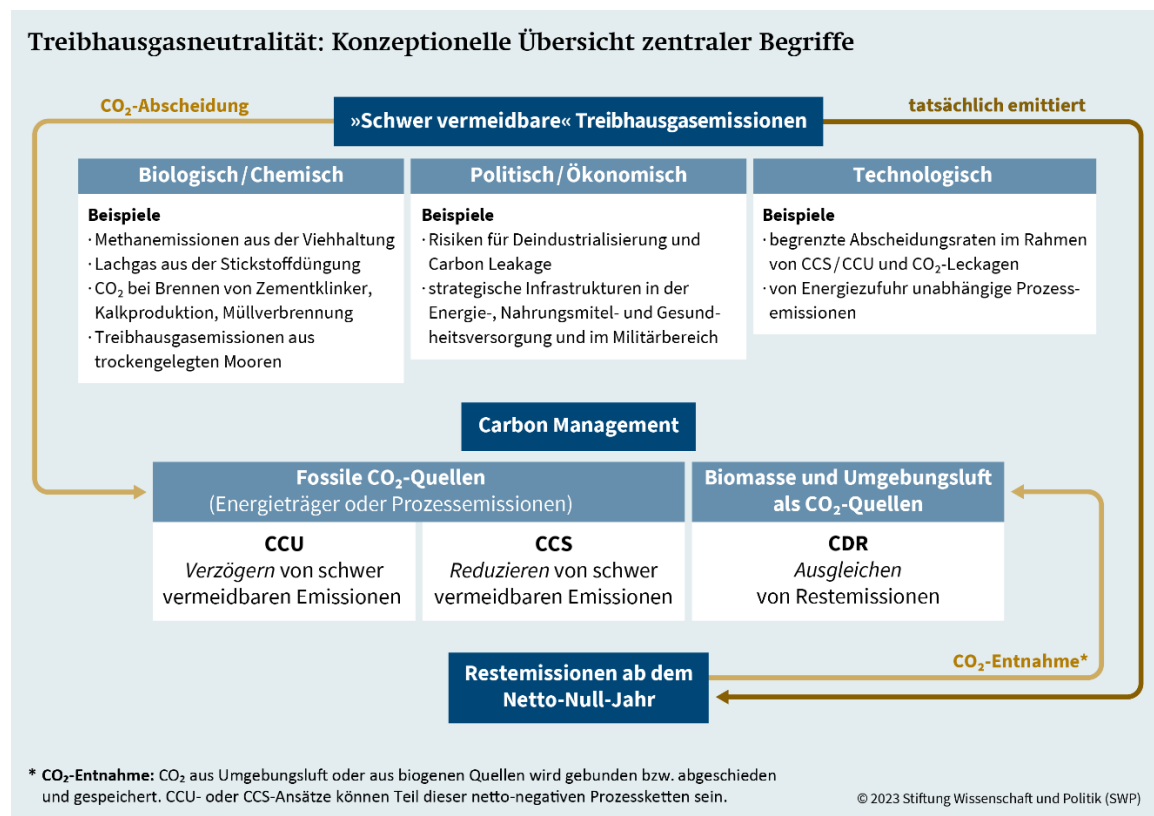
Mit der fortschreitenden Operationalisierung der Netto-Null-Ziele in konkrete politische Maßnahmen werden die sogenannten Restemissionen zu einem Hauptgegenstand der klimapolitischen und -wissenschaftlichen Debatte. Obwohl der Begriff mittlerweile in den meisten Positionspapieren relevanter Stakeholder auftaucht und auch Eingang in den Koalitionsvertrag und die EU-Gesetzgebungsprozesse gefunden hat, bleibt häufig unklar, was einzelne Akteure darunter verstehen. Bisher haben sich weder einheitliche Verwendungen noch einvernehmliche Definitionen zentraler Begriffe (darunter Restemissionen, Residualemissionen, Prozessemissionen, schwer bzw. unvermeidbare Emissionen) etabliert.

Die konkrete Definition und Größe der erwartbaren Restemissionen hat erhebliche Auswirkungen auf die klimapolitische Ambition, auf Politikdesigns und auf mögliche Verteilungswirkungen zwischen Sektoren. Um Unklarheiten in der politischen Debatte, in den anlaufenden Strategieprozessen und bei zukünftigen Regulierungsinitiativen vorzubeugen, wird folgende begriffliche Unterscheidung vorgeschlagen (Grafik 3).

Restemissionen gelten im Einklang mit der klimaökonomischen Modellierung als eine Größe, die lediglich beschreibt, welche Emissionen im und nach dem Netto-Null-Jahr tatsächlich in die Atmosphäre gelangen. Davon unterschieden werden *schwer vermeidbare Emissionen*, die von unterschiedlichen Akteuren aus je eigenen Motivlagen und mit verschiedenen Begründungen als solche eingestuft werden. Die Gründe, Emissionen als schwer vermeidbar zu beschreiben, sind vielfältig. In der politischen Debatte werden folgende drei Begründungslogiken variantenreich miteinander kombiniert: erstens, biologische oder chemische Charakteristika bestimmter Prozesse (z.B. Methanemissionen aus der Tierhaltung oder CO₂-Emissionen beim Brennen von Zementklinker); zweitens, politisch und ökonomisch schwer vermeidbare Emissionen (z.B. im

⁷ W. Rickels et al. (2022): *Procure, Bank, Release: Carbon Removal Certificate Reserves to Manage Carbon Prices on the Path to Net-Zero*. Energy Research & Social Science, Vol. 94, 102858

Zusammenhang mit Risiken der Deindustrialisierung und von *Carbon Leakage* oder strategische Infrastrukturen in der Energie-, Nahrungsmittel- und Gesundheitsversorgung und im Militärbereich); drittens, technische Gegebenheiten und unzureichender technologischer Fortschritt. Hier wird zum Beispiel auf Emissionen aus dem Flug- und Schiffsverkehr oder auf begrenzte CO₂-Abscheidungsraten beim Einsatz von CCS und CCU verwiesen.



Grafik 3: aus Schenuit/Böttcher/Geden (siehe Fn. 3),

Die Unterscheidung zwischen den tatsächlich in die Atmosphäre gelangenden Restemissionen und solchen Emissionen, die als schwer vermeidbar charakterisiert werden, ist eine wichtige begrifflich-analytische Klärung. Sie ermöglicht es, die emittierten Emissionen und vorgelagerten politischen Auseinandersetzungen über den Grad ihrer Vermeidbarkeit getrennt voneinander zu adressieren.

Darüber hinaus macht die Herausarbeitung der Begründungslogiken sichtbar, dass Emissionen, die beispielsweise in klimaökonomischen Modellen oder anderen techno-ökonomischen Analysen als vergleichsweise leicht vermeidbar gelten, wegen der außerordentlichen Beharrungskraft oder der Sonderstellung einzelner Sektoren oder EU-Mitgliedstaaten in der politischen Praxis durchaus schwer vermeidbar sein können (etwa wenn sich EU-Mitgliedstaaten wie Polen oder Irland absehbar darauf berufen werden, dass das EU-Klimaschutzgesetz die Zielerreichung in 2050 als *unionsweite* definiert, einige Länder also weiterhin netto-positive Emissionen verzeichnen dürfen).⁸ Durch die Unterscheidung von Restemissionen und schwer vermeidbaren Emissionen wird deutlich, dass der Konflikt über Letztere politischer Natur ist und nicht durch eine eindeutige Definition beigelegt werden kann.

Drei Funktionen für Carbon Management

Um Unklarheiten in der politischen Debatte und zukünftiger Regulierung zu vermeiden, gilt es auch die verschiedenen klimapolitischen Funktionen von Carbon Management im Verhältnis zu schwer vermeidbaren Emissionen und Restemissionen auseinanderzuhalten. Lässt man Überlappungen der Prozessketten im Detail der Anwendungen vorerst unberücksichtigt, hat Carbon Management in der Klimapolitik auf dem Weg zu Netto-Null-Emissionen drei Aufgaben (Grafik 3):

CCS bietet die Möglichkeit, schwer vermeidbare Emissionen zu *reduzieren*. Wird CCS beispielsweise in der Zement- und Kalkproduktion eingesetzt – dem prominentesten Beispiel für nicht energiebedingte Prozessmissionen – kann das Verfahren eingesetzt werden, um die schwer vermeidbaren Emissionen zu reduzieren. Die Nutzung von CO₂ in CCU-Prozessketten indes kann – je nach Lebenszyklus des Produkts – den Ausstoß in *die Zukunft verlagern* und zusätzlich zu möglichen Substitutionseffekten damit zumindest vorübergehend zum Erreichen des Netto-Null-Ziels beitragen. Alle Emissionen, die weder durch CCS reduziert noch durch CCU verzögert werden oder in deren Prozessketten anfallen, müssen durch CO₂-Entnahmen *ausgeglichen* werden. Erst diese dritte Funktion von Carbon-Management-Ansätzen ermöglicht es, das Netto-Null-Ziel einzuhalten. Damit wird deutlich, dass das gesamte

⁸ O. Geden/F. Schenuit (2020): *Unkonventioneller Klimaschutz. Gezielte CO₂-Entnahme aus der Atmosphäre als neuer Ansatz in der EU-Klimapolitik*. SWP-Studie 2020/S 10.

Portfolio an Carbon-Management-Verfahren ein wichtiger Baustein zum Erreichen der Klimaziele ist. Gleichzeitig zeigt sich die Wichtigkeit, Carbon-Management-Politik im Kontext der klimapolitischen Funktion zu denken.

Die drei Funktionen – *Reduktion* und *Verzögerung* von schwer vermeidbaren Emissionen sowie *Ausgleich* von Restemissionen – sind jeweils mit unterschiedlichen politischen und wirtschaftlichen Interessen, Akteurs-Allianzen und regulatorischen Herausforderungen verknüpft. Wird der klimapolitische Zusammenhang zwischen den drei Ebenen (schwer vermeidbare Treibhausgasemissionen, Carbon Management, Restemissionen) in Zukunft nicht explizit gemacht, werden sich Carbon-Management-Initiativen verstärkt der Kritik ausgesetzt sehen, Ausdruck einer Verzögerungstaktik zu sein, die einen ambitionierten Klimaschutz unterläuft. In welchem Umfang die einzelnen Ansätze zum Erreichen der Klimaziele im Netto-Null-Jahr und darüber hinaus eingesetzt werden müssen, wird wesentlich davon bestimmt werden, wie erfolgreich konventionelle Emissionsminderungen in den nächsten zwanzig Jahren ausfallen. In welchem Maße Carbon Management bis dahin einsatzbereit sein wird, hängt vor allem davon ab, wie die Regulierung und Integration in bestehende klimapolitische Instrumente voranschreitet und wer – welche EU-Mitgliedstaaten, Sektoren, Unternehmen – in den Aufbau der erforderlichen Abscheidungs-, Transport- und Speicherkapazitäten investiert.

Chancen und Risiken für ambitionierten Klimaschutz

Im Rahmen der aktuell zahlreichen Prozesse zur Entwicklung von Carbon-Management-Strategien und zukünftiger Gesetzgebungsverfahren ergeben sich Chancen und Risiken für einen ambitionierten Klimaschutz.

Die Chancen liegen vor allem darin, dass sich Carbon Management als wichtiger Ansatz zur Gestaltung der Schnittstelle zwischen Industrie- und Klimapolitik etablieren kann. Verschiedene, teilweise konkurrierende Politikziele wie Emissionsreduktion, Umweltschutz, Energieversorgungssicherheit, Standortsicherung, Wirtschaftswachstum und resiliente Lieferketten können hier gleichzeitig verhandelt werden. Carbon-Management-Politik wird damit zu einer wichtigen Plattform für die Austragung politischer Spannungen und aufkommender Verteilungskonflikte, aber auch für Synergien. In ähnlicher Form gilt das auch für die Schnittstelle

zwischen Agrar- und Klimapolitik, die im Zuge der Debatte um Restemissionen immer wichtiger und umkämpfter werden wird.⁹

Darüber hinaus ist die aktive Auseinandersetzung mit dem Thema der erste Schritt für neue internationale Kooperationen. Neben der Technologieentwicklung und möglichen neuen Absatzmärkten ergibt sich mit einer aktiven Carbon-Management-Politik auch die Chance, Maßstäbe und Standards in diesem Bereich mitzugestalten – zum Beispiel durch die Zertifizierung von CO₂-Entnahmen oder durch CO₂-Injektionskapazitätsziele im *Net Zero Industry Act* auf EU-Ebene. Des Weiteren bieten multilaterale Verhandlungen, zum Beispiel im Rahmen des Artikels 6 zur internationalen Zusammenarbeit im Paris Agreement, oder die G7- und G20-Formate Foren für eine verstärkte Zusammenarbeit. Internationale Kooperation ist vor allem auch deshalb eine relevante Dimension, weil in Ländern mit großen und zum Teil weiterwachsenden Kohlekraftwerkflotten bzw. hohen Exporten fossiler Energieträger CCS und CCU hauptsächlich als Option zur Absicherung fossiler Geschäftsmodelle diskutiert wird.

Gleichzeitig bergen alle drei Elemente des Carbon Management potentiell das Risiko, dass es zu »Lock-ins« in fossile Infrastrukturen (z.B. langfristige Weiternutzung von Erdgas oder blauem Wasserstoff) kommt und der Druck auf die Abkehr von fossilen Energieträgern nachlässt. Konkret steht die Klimapolitik bei steigenden CO₂-Preisen vor der Herausforderung, dass bei Prozessen, die sich dazu eignen, bevorzugt CCS- bzw. CCU-Ansätze eingeführt werden statt klassische Vermeidungsstrategien zu prüfen. Ähnliches gilt für die CO₂-Entnahme: Die Aussicht auf die Möglichkeit, Restemissionen in Zukunft durch CO₂-Entnahme auszugleichen, kann dazu führen, dass die Ambition bei Emissionsreduktionen sinkt. Die Priorisierung der Emissionsreduktion wird zwar in den einschlägigen europäischen und deutschen Strategiepapieren immer wieder deklariert und ist Kernbestandteil der politischen Debatte. Wie diese Priorisierung sich in der konkreten Gesetzgebung langfristig niederschlagen soll, ist jedoch vielfach noch unklar.

Parallel besteht allerdings auch das Risiko, dass Carbon-Management-Ansätze aufgrund politischer Zurückhaltung nicht schnell genug hochskaliert werden und zu früh an die Grenze des politisch Machbaren stoßen. Ohne die Erschließung entsprechender Kapazitäten sind Netto-

⁹ Felix Schenuit/Miranda Böttcher/Oliver Geden (2022): CO₂-Entnahme als integraler Baustein des Europäischen »Green Deal«. SWP-Aktuell 2022/A 37

Null-Ziele aber nach heutigem Kenntnisstand selbst bei ambitionierten Emissionsminderungen nicht erreichbar. Globale und europäische Auswertungen der bisher realisierten CCS-Kapazitäten und der notwendigen Wachstumsraten weisen auf eine große Lücke hin. Ein ähnliches Bild ergibt sich hinsichtlich der Methoden der CO₂-Entnahme. Zwar werden im Bereich der Forstwirtschaft bereits Entnahmen in erheblichem Umfang erreicht, jedoch fehlt es in Europa bislang an einer zielgerichteten Innovationspolitik und Strategien für ein signifikantes Hochskalieren von CDR-Methoden jenseits des LULUCF-Sektors.

Eine Realisierung dieser beiden Risiken (nachlassende Ambitionen bei der Emissionsminderung und zu optimistische Hoffnungen auf eine Skalierung des Carbon Management) hätte das Potential, das Erreichen der deutschen und europäischen Klimaziele (Treibhausgasneutralität bis 2045 bzw. 2050, anschließend netto-negative Treibhausgas-Emissionen) erheblich zu gefährden.

Politische und regulatorische Schlussfolgerungen

Bei klarer Unterscheidung der Begrifflichkeiten und der klimapolitischen Funktion der einzelnen Ansätze ermöglichen die entstehenden Carbon-Management-Strategien eine Diskussion darüber, wie weit Emissionen im Netto-Null-Jahr reduziert sein müssen und welche Abscheidungs-, Speicherungs- und Entnahmekapazitäten bis dahin benötigt werden. Diese Debatte muss sowohl auf deutscher als auch auf europäischer Ebene geführt werden. Denn je größer die Menge an Restemissionen im und nach dem Netto-Null-Jahr ist, desto mehr CO₂-Entnahmekapazitäten werden benötigt und desto schwieriger wird es, die bereits im deutschen und europäischen Klimaschutzgesetz verankerten Ziele netto-negativer Treibhausgas-Emissionen einzuhalten.

Dazu sollten erstens die anlaufenden Strategie- und Positionierungsprozesse in Berlin und Brüssel an der begrifflichen Klarheit arbeiten. Über welche der drei Facetten des Carbon Management wird konkret gesprochen und aus welcher Art von Quelle stammt das CO₂ (fossil, biogen oder direkt aus der Umgebungsluft)? Darüber hinaus ist es von zentraler Bedeutung zu klären, zu welchem Zweck Ansätze des Carbon Management jeweils eingesetzt werden sollen: zur *Reduktion* oder *Verzögerung* von schwer vermeidbaren Emissionen oder zum *Ausgleich* von Restemissionen? Die bisherigen konflikthaftern Debatten über CCS haben

gezeigt, dass von der angestrebten klimapolitischen Funktion nicht nur regulatorische Details abhängen, sondern auch die politische Durchsetzbarkeit und gesellschaftliche Akzeptanz.

Zweitens wird eine Plattform benötigt, die mittelfristig eine Taxonomie für die Anwendungsfelder von Carbon Management entwickelt. Wir stehen erst am Anfang einer kontroversen Diskussion darüber, was als »legitimer« Einsatz von Carbon Management gilt. Die frühzeitige Entwicklung eines Governance-Mechanismus, der das Portfolio von Ansätzen nicht als Selbstzweck administriert, sondern in den Kontext von schwer vermeidbaren und Restemissionen einbettet, kann dazu beitragen, dass eine polarisierte Debatte über notwendige Abscheidungs-, Transport- und Speicherinfrastrukturen vermieden wird. Darüber hinaus böte eine solche Plattform die Möglichkeit, frühzeitig Governance-Strukturen für Netto-Negativ-Treibhausgas-Emissionen nach 2050 zu initiieren. Schließlich muss es auch über das Netto-Null-Jahr hinaus Anreize zur weiteren Reduktion von Restemissionen und zum Ausbau von Entnahmekapazitäten geben.

Drittens: Um das Netto-Null-Ziel in Deutschland bzw. in der EU zu erreichen, sind Carbon-Management-Ansätze zwar notwendig. Diese sind aber kein Ersatz für klassische Emissionsreduktionen. Vielmehr stellen sie eine zusätzliche Herausforderung dar, um das Klimaziel zu erreichen. Nach diesem Kriterium der Zusätzlichkeit sollten sie in die deutsche und europäische Klimapolitik integriert werden. Ein erster Schritt in diese Richtung ist die Etablierung von Mengenkorridoren und Zieldecks, die auch in den Zwischenschritten vor 2045/2050 sowohl explizite Ziele für Mindestreduktionen als auch für die Hochskalierung der CO₂-Entnahme enthalten. Dies gilt insbesondere auch für den LULUCF-Sektor, der im Klimaschutzgesetz bislang lediglich durch Netto-Entnahme-Ziele für 2030, 2040 und 2045 adressiert wird, wodurch die in Deutschland sehr hohen Emissionen aus trockengelegten Mooren durch CO₂-Entnahmen aus der Forstwirtschaft überdeckt werden.

20. Wahlperiode



Deutscher Bundestag

Ausschuss für Klimaschutz und
Energie

Ausschussdrucksache **20(25)456**

6. Juli 2023

Stellungnahme des BUND

zum Antrag der Fraktion der CSU/CSU „CO₂-Abscheidung und -Speicherung, CO₂-Nutzung sowie Negativemissionen – Chancen für Klima, Industrie und Wohlstand“,
BT-Drucksache 20/5350

Siehe Anlage

AfKE | 75. Sitzung | 05.07.2023 | 11:00 bis 13:00 Uhr

Anhörung zum Antrag der CDU zu CO₂-Abscheidung und -Speicherung, CO₂-Nutzung sowie Negativemissionen – Chancen für Klima, Industrie und Wohlstand - Drucksache 20/5350

Falsche Weichenstellung verhindern!

Wir bedanken uns für die Möglichkeit der Stellungnahme.

Wie im Evaluierungsbericht des KSpG vom Dezember 2022 angekündigt, verfolgt die Bundesregierung aktuell, die Technik der Abscheidung und Deponierung von CO₂ (Carbon Capture and Storage – CCS) im industriellen Maßstab als vollwertigen Ersatz für Emissionsreduzierungen anzuerkennen und staatlich subventioniert durchzusetzen. Dazu soll der schnelle Auf- und Zubau einer deutschlandweiten CCS-Infrastruktur (z.B. Anlagen für CO₂-Abscheidung und Verflüssigung, Pipeline-netze, Häfen) gefördert werden. Zusätzlich erwägt die Bundesregierung, CO₂-Deponien an Land oder unter der Nordsee zu erlauben.

Zur Umsetzung strebt sie gravierende gesetzliche Änderungen an (u.a. Klimaschutzgesetz, London Protokoll¹, Kohlendioxidspeicherungsgesetz²). Gleichzeitig werden Unternehmen der emissionsintensiven Industrie hohe Subventionen für Anlagen für CCS oder für die Nutzung von „blauem“ Wasserstoff (der aus Erdgas mit nachfolgender CO₂-Abscheidung hergestellt wurde) in Aussicht gestellt³. Der nach Protesten vor 10-15 Jahren erreichte gesellschaftliche Konsens gegen fossiles CCS und CO₂-Deponien wird von der Bundesregierung aufgekündigt.

Kern des CCS-Konzepts ist es, den atmosphärischen Müll der Industrieproduktion nicht zu vermeiden, sondern unter hohem Energieaufwand teilweise einzufangen und möglichst dauerhaft zu deponieren. Es ist das alte Wegwerfmodell des Wirtschaftens in neuer Dimension. Es ist der Gegenentwurf zu einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft.

¹ London Protokoll zum Übereinkommen zur Verhütung der Meeresverschmutzung durch das Einbringen von Abfällen und anderen Stoffen.

² Gesetz zur Demonstration der dauerhaften Speicherung von Kohlendioxid, KSpG.

³ „Klimaschutzverträge“ und das Förderprogramm „Dekarbonisierung der Industrie und Carbon Management“, ca. 50. Mrd Euro bis 2040 für alle Projekte, nicht nur CCS (VE im Bundeshaushalt 2023).

Der BUND bewertet den durch die Bundesregierung geplante Hochlauf von CCS in ökologischer, ökonomischer und gesellschaftspolitischer Hinsicht als gefährlich. Denn er dient sichtbar einem Pfadwechsel zurück in die fossile Sackgasse.

Ökologische Gefahren

CCS verursacht zusätzliche Emissionen und bremst Ausbau der Erneuerbaren

Die Bundesregierung deklariert CCS zum Klimaschutz, jedoch handelt es sich um eine fragwürdige Technik: 10-50% der CO₂-Emissionen werden (je nach Verfahren der Abscheidung) nach wie vor freigesetzt. Ob das Klimaabgas nach der Verpressung dauerhaft unterirdisch verbleibt, ist ungewiss. Der Einsatz von CCS verbraucht immens viel Energie, die systemweit den Verbrauch fossiler Energie erhöhen wird, solange regenerative Energie nicht ausreichend zur Verfügung steht. Die angekündigten CCS-Subventionen, vor allem in die Nutzung von „blauen“ Wasserstoff oder für Abscheideanlagen und deren Betriebskosten, vergünstigen nun diesen zusätzlichen Energieverbrauch, so dass ein naturverträglicher Ausbau der Erneuerbaren mit der wachsenden Energienachfrage nicht Schritt halten kann.

Die CCS-Technik birgt massive Umwelt- und Gesundheitsrisiken

In der Nähe von CO₂-Endlagern drohen Schäden für marines Leben, Grundwasser und Böden. Der industrielle Zubau für eine neue CCS-Infrastruktur wird Ökosysteme (natürliche Senken!) schädigen und zerstören. Luftverschmutzung durch die Freisetzung von bei der chemischen CO₂-Abscheidung verwendeten Aminen kann krebserregend wirken. Ein CO₂-Transportnetz birgt Gefahr für Anwohner*innen: Aufgrund der [Havarie](#) 2020 einer CO₂-Pipeline in den USA mussten 45 Personen im Krankenhaus behandelt werden.

CCS ist Feigenblatt für fossiles Weiter-so

CCS ist nach aktuellem Erkenntnisstand als Technik nicht „skalierbar“, d.h. auf die für den Klimaschutz notwendigen Mengen in den verfügbaren Zeiträumen (von ca. zwei Jahrzehnten) nicht ausbaubar⁴

Solange aber CCS-Projekte staatlich legitimiert und gefördert werden, kann die fossile Industrie weiterhin Lizenzen für Gas, Kohle und Öl erhalten und profitabel ausbeuten. Der norwegische Staat, beispielsweise, der Europa noch über Jahrzehnte mit Erdgas oder daraus hergestelltem Wasserstoff beliefern will⁵, hat 2023 über 92 neue Gasfelder ausgewiesen, davon 70 in der schmelzenden [Arktis](#). Der Staatskonzern Equinor wächst entsprechend weiter fossil mit einem Anteil an erneuerbarer Energie von weit unter 1 %⁶. Auch in Deutschland versichert beispielsweise

⁴ Siehe Annex. Auch: [Anderson und Calverley, 2022](#) und <https://ketanjoshi.co/2022/11/15/ccs-causes-the-problem-it-fails-to-solve/>

⁵ https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/statement_22_3975

⁶ <https://www.clientearth.org/projects/the-greenwashing-files/equinor/>

der Gaskonzern Wintershall DEA er verfolge sein wachsendes Erdgas-Portfolio, dank CCS und Wasserstoff bald klimaneutral⁷⁸.

An den Mengenverhältnissen bleibt jedoch erkennbar, dass CCS nur als Feigenblatt für ein fossiles Weiter-so dient:

- In den CO₂-Deponien Sleipner und Snøhvit zusammen werden jährlich 1,5 Mt verpresst. Equinor, der norwegische Staatskonzern und Mehrheitseigner der Deponien hat im selben Zeitraum 250 Mt CO₂ Emissionen verursacht.
- Die aktuelle globale Gesamtkapazität für CCS mit dem Ziel das CO₂ dauerhaft von der Atmosphäre zu isolieren, liegt bei ca. 7 Mt/a, wobei die tatsächliche Performance sogar deutlich darunterliegt. Der Elefant im Zimmer der CCS-Debatte sind Scope 3 Emissionen, welche durch das Verbrennen von Erdgas, Öl oder Kohle in die Atmosphäre gelangen. 2021 waren es global 37.000 Mt jährlich.

Ökonomische und gesellschaftliche Gefahren

Die staatlich subventionierte Durchsetzung von CCS (von der F&E-Förderung bis zur Pipeline-Infrastruktur) erzeugt hohe Kosten und volkswirtschaftliche Ineffizienz, die den Industriestandort Deutschland insgesamt schwächen. Technischer Fortschritt und Innovation werden fehlgeleitet:

Dekarbonisierung der Grundstoffindustrie entgleist

Hersteller von Grundstoffen wie Plastik, Düngemittel und Zement, Stahl, Glas und Papier stehen heute vor Investitionen in ihre Anlagen, die die Produktion kommender Jahrzehnte bestimmen werden. Das ist eine Chance für die Transformation. Anders als im vorliegenden Antrag der Fraktion CDU/CSU behauptet, ist CCS jedoch keine Ergänzung, sondern ein konkurrierendes Substitut. Mit dem Potenzial regenerative Technologien (Wind, Solar, Effizienz, Suffizienz) zu verdrängen bzw. zu behindern. Die ökonomische Privilegierung von CCS durch die Freistellung von der Zertifikatspflicht im EU-ETS sowie Erwartung von hohen Subventionen und regulativen Erleichterungen, senken die Kosten für energie- und emissionsintensive Produktionsweisen und Produkte im Vergleich zu Vermeidungsstrategien. Das lenkt Investitionskapital und Innovationsanstrengungen in eine falsche Richtung. Wegen der Höhe und Langfristigkeit von Investitionen in der Grundstoffindustrie droht ein CCS lock-in, der den sozial-ökologischen Umbau der Herstellung von industriellen Grundstoffen und damit auch der nachgelagerten Produkte verhindert. Ein erfolgreich begonnener Pfadwechsel wird entgleisen. Fallbeispiele für problematische Folgewirkungen

- **Es droht ein fossiler Wasserstoff lock-in.** Die fehlgeleitete Subventionspolitik lässt eine überhöhte Nachfrage nach Wasserstoff entstehen, die durch den sehr begrenzt verfügbaren

⁷ <https://wintershalldea.com/de/woran-wir-glauben/unser-ansatz-fuer-den-klimaschutz>

⁸ Ein Zitat, das die Legitimationsfunktion von CCS für die Kontinuität von Öl und Gas gut hervorhebt: „Pipelines befördern seit fast fünfzig Jahren norwegisches Öl und Gas nach Deutschland. Gemeinsam mit Equinor arbeiten wir daran, diesen Kreislauf zu schließen, indem wir eine Infrastruktur zur Rückführung von CO₂ unter den norwegischen Meeresboden aufbauen.“
<https://wintershalldea.com/de/wer-wir-sind/ccs-wasserstoff/projekte-norwegen>

regenerativ hergestellten (grünen) Wasserstoff auch auf lange Zeit nicht gedeckt werden kann. Heutige Investitionsentscheidungen können somit eine langfristige Abhängigkeit von aus Erdgas gewonnenen Energieträger zementieren.

- **Ausbremsen der Kreislaufwirtschaft.** Die Müllverbrennungsbranche wird mit der BEHG Novelle 2022 ab 2024 endlich zertifikatspflichtig für CO₂-Emissionen.⁹ In derselben Novelle wurde aber bereits angelegt, dass die Freistellung im EU-ETS für CCS per Verordnung übernommen werden kann, was die Branche begrüßte. Neben einer mit CCS Subventionen geförderten, vermeintlich „klimaneutralen“ Müllverbrennungsbranche, wird jedoch eine Kreislaufwirtschaft nicht entstehen können.
- **Die Zement-Industrie,** wird durch die angekündigte CCS-Option heute schon dazu verleitet echte Dekarbonisierungsstrategien wie klinkerreduzierte Zemente, Zementrecycling oder alternative Bindemittel und Baustoffe nicht konsequent zu verfolgen und zur Industriereife zu bringen. Wenn Zement wegen CCS als klimaneutral etikettiert wird, fällt der Druck für eine gesellschaftliche Bauwende.
- Branchenverbände rechnen in ihren CO₂-Reduktionsszenarien damit, dass ihnen das Verbrennen von **Biomasse mit nachfolgender Abscheidung und Deponierung des CO₂ (Bioenergie-CCS, BECCS)** in Zukunft auf ihre realen Emissionen im EU-ETS als sog. Negativemissionen gutgeschrieben wird. Damit wird absehbar ein starker finanzieller Anreiz auf Industrien wirken, ihren Energiebedarf mit Holzpellets oder anderer Biomasse zu decken. Der Verwertungsdruck auf Wälder und andere Flächen weltweit würde steigen. Mit Abholzungen, Monokulturen und Landgrabbing gehen in Europa und weltweit große menschenrechtliche, ökologische und politische Gefahren einher. Klimapolitisch wären auch der Vorrang der stofflichen vor der thermischen Biomasseverwertung beschädigt; die Glaubwürdigkeit der Bioökonomie- und der Biomassestrategie stünde in Frage.

Quasi-monopolistisches Geschäftsmodell für die fossile Industrie

Die heimische Industrie mag erwarten, dass ihr mit der CO₂-Deponierung eine Kostenentlastung verschafft werden könnte, was die Standort-Bedingungen verbessern, Carbon Leakage bremsen und eine befürchtete Deindustrialisierung aufhalten soll. Tatsächlich sind keine Kostenentlastungen zu erwarten, da die Energiekonzerne, die die Deponien und Pipelines betreiben, Kostenvorteile abschöpfen können. Es würden quasi-monopolistische Positionen geschaffen, deren politischer Einfluss kaum zu kontrollieren ist. Wir sehen hierin eine Schwächung der Demokratie.¹⁰¹¹

Generationenübergreifende Kosten und Haftung

Die Sicherung der Pipelines, Deponien und des Handels mit CO₂ würde über Jahrhunderte staatliche Überwachung und Haftung erfordern. Eine Institution dafür gibt es nicht. Die aktuelle Regulierung in der CCS-Richtlinie der EU überträgt die Verantwortung für CO₂-Deponien nach

⁹ Erläuterungen warum Abfallverbrennung nicht klimaneutral ist in:

https://www.bund.net/fileadmin/user_upload_bund/publikationen/ressourcen_und_technik/ressourcen_technik_abfallverbrennung_verbaendepapier.pdf

¹⁰ Weiterführend zum Einfluss der Gaslobby in Deutschland: <https://www.lobbycontrol.de/wp-content/uploads/gaslobby-studie-lobbycontrol.pdf>

¹¹ Weiterführend zu CCS im Kontext des US Untersuchungsausschuss zu Climate Disinformation: <https://theintercept.com/2022/12/24/oil-gas-climate-disinformation/>

einer Frist auf den lizenzgebenden Staat. Insgesamt bedeuten die hohen ökologischen und Klimaschutz-Risiken eine neue Form der Lastverschiebung auf zukünftige Generationen.

Global steigt das Overshoot Risiko

Die aktuelle pro-CCS Politik der EU und anderer Industriestaaten sendet ein fatales Signal an Investoren weltweit und lenkt Milliarden in Abscheidungstechnologie, Pipelines und Deponien¹². In der Industrie werden damit Erwartungen erzeugt, die zu weniger Investition in die CO₂-Vermeidung führen. Es muss verhindert werden, dass Deutschland und die EU einer solchen Fehlentwicklung Vorschub leisten, die dazu beiträgt, dass mehr THG-Einträge in die Atmosphäre gelangen; die die Überschreitung der 1,5 Grad Grenze wahrscheinlicher macht und für die irreversible, katastrophale Wirkungen auf Klima und Ökosphäre kalkulierend in Kauf genommen werden.

Annex: CCS Projekte sind nicht skalierbar und nicht sicher regulierbar

CCS Projekte weltweit sind trotz massiver Subventionen von Misserfolgen geprägt. Nur zwei Projekte werden häufig, auch in Deutschland, als Beweis angeführt, dass die Technik erprobt sei. Das sind die norwegischen Deponien Sleipner (in Betrieb seit 1996) und Snøhvit (2007).

Eine neue Studie¹³ des *Institute for Energy Economics and Financial Analysis* zeigt auf, dass die Projekte trotz Einsatz von Spitzentechnologie und umfassender technischer Voruntersuchungen mit großen Problemen zu kämpfen hatte: An beiden Standorten hat sich das CO₂ signifikant anders verhalten, als es die detaillierten geologischen Feldbeurteilungen vorhergesagt haben:

An der Deponie Sleipner stieg das CO₂ nach einigen Jahren Betrieb plötzlich in viel höhere Schichten auf als erwartet, was für den Aggregatzustand des CO₂ kritisch sein kann. Bis heute lässt sich trotz aufwändiger Untersuchungen nicht sicher vorhersagen, wohin es sich ausbreitet. An der Deponie Snøhvit musste die Verpressung schon im zweiten Jahr wegen übermäßigen Druckanstiegs plötzlich abgebrochen werden. Es stellte sich heraus, die Lagerstätte hatte nur ca. ein Zehntel des angenommenen Fassungsvermögens. Die Deponie musste aufgegeben werden und aufwändige Ersatzpläne schnell umgesetzt werden um die Gefahr induzierter seismischer Ereignisse abzuwenden.

Die Studie erteilt der gängigen Vorstellung, dass die CCS-Technik sicher und effizient von einer auf andere geologische Stätten übertragen und auf ein Vielfaches skaliert werden könnte, eine vollständige Absage.

Auch dass die notwendige jahrzehntelange Überwachung nach der Stilllegung sorgfältig umgesetzt würde, wird als unwahrscheinlich eingeschätzt. Regierungen seien nicht vorbereitet

¹² <https://www.economist.com/business/2023/05/21/can-carbon-removal-become-a-trillion-dollar-business>

¹³ <https://ieefa.org/resources/norways-sleipner-and-snohvit-ccs-industry-models-or-cautionary-tales>

und nicht ausgestattet, um die komplexen CCS-Projekte zu überwachen, zu regulieren und möglicherweise selbst zu betreiben

Die Gefahr, dass CCS am Ende gar nicht funktioniert, ist real: Die CCS-Anlage mit der weltgrößten Kapazität wurde im Gorgon-Gasfeld in Westaustralien errichtet, in einem besonders vulnerablen Ökosystem und Naturschutzgebiet. Mehr als die Hälfte der weltweiten CCS-Kapazität, 3,5-4Mt/a, sollte dort verpresst werden. Tatsächlich war die Anlage wegen technischer Probleme bei der Verpressung häufig außer Betrieb und hat insgesamt über mehrere Jahre Laufzeit ca. 60% der vor Ort bei der LNG Herstellung entstehenden CO₂-Abgase in die Atmosphäre entlassen. Von den Fehlmengen konnte sich Betreiber Chevron, Exxon und Shell später freikaufen, mit günstigen CO₂-Zertifikaten aus Kompensationsprojekten¹⁴. Währenddessen lief die LNG Produktion gut. Die Emissionen aus der Verbrennung dieses LNG (scope 3) machten die Anlage zum größten industriellen Emittenten des Kontinents.¹⁵

Forderungen

1. **Die Subventionierung und Deregulierungsschritte zur Förderung des Hochlaufs von CCS und des Einsatzes von blauem Wasserstoff, auch des Aufbaus einer Pipeline-Infrastruktur, müssen ersatzlos eingestellt werden.**
2. **Es darf keine Ausnahmeregelungen von den aktuell gültigen Anwendungs- und Exportbeschränkungen für CCS im KSpG und im London Protokoll und vom Haftungsrecht geben.**
3. **CCS ist eine end-of-pipe-Technologie, die nicht als gleichwertig mit CO₂-Vermeidungsoptionen anerkannt werden darf.** Es darf Unternehmen oder Sektoren nicht in Aussicht gestellt werden, mit CCS ihre Emissionen kompensieren oder verrechnen zu können, auch nicht hinsichtlich gesetzlicher oder vertraglicher Reduktionsverpflichtungen. Die Bundesregierung muss auch in der EU darauf hinwirken, die Ausnahme von der Zertifikatspflicht im EU-ETS zurückzunehmen.
4. **Die Priorität des natürlichen Klimaschutzes ist gesetzlich festzuschreiben und muss in öffentlichen Haushalten langfristig mit finanziellen Mitteln hinterlegt sein.** Der BUND sieht Senkenpotenziale in der Wiederherstellung degradierter Umweltsysteme wie Wäldern, Mooren und Böden sowie ihrem Schutz. Natürlicher Klimaschutz wirkt dem Massenartensterben entgegen und hat weitere Co-Benefits. Emissionsvermeidung und die Stärkung von Senken sind zwei unterschiedliche, sich ergänzende Strategien des Klimaschutzes.
5. **Die Carbon Management Strategie** darf nicht auf CCS setzen, sondern muss die anderen strategischen Optionen für die Dekarbonisierung priorisieren: Substitution von Energieträgern und Rohstoffen, Effizienzsteigerung und – viel stärker als bisher – Verbrauchsreduzierung (Suffizienz). Dazu muss die gesamte Instrumentenpalette genutzt werden – vom Ordnungsrecht (z.B. Festlegung von Ausstiegsdaten, Ressourcenschutzgesetz) bis zu Preissignalen (Zertifikate).

¹⁴ <https://ieefa.org/articles/if-chevron-exxon-and-shell-cant-get-gorgons-carbon-capture-and-storage-work-who-can>

¹⁵ <https://twitter.com/KetanJ0/status/1673189046003040256>

Fazit

Es gilt, den Pfadwechsel zurück in die fossile Sackgasse zu verhindern. Verantwortungsvolle Klimaschutzpolitik darf nicht auf CCS setzen, insbesondere solange Fossile noch eingesetzt werden.

Kontakt:

Kerstin Meyer, Leitung Referat Wirtschaft und Finanzen, E-Mail: Kerstin.Meyer[at]bund.net,
Telefon: (030) 2 75 86-598, Stand: 07/2023

Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. (BUND) – Friends of the Earth Germany,
Kaiserin-Augusta-Allee 5, 10553 Berlin, www.bund.net

20. Wahlperiode



Deutscher Bundestag

Ausschuss für Klimaschutz und
Energie

Ausschussdrucksache **20(25)447**

4. Juli 2023

Stellungnahme

Deutscher Naturschutzring (DNR)

zum Antrag der Fraktion der CSU/CSU „CO₂-Abscheidung und -Speicherung, CO₂-Nutzung sowie Negativemissionen – Chancen für Klima, Industrie und Wohlstand“,
BT-Drucksache 20/5350

Siehe Anlage



DNR
DEUTSCHER
NATURSCHUTZRING

Deutscher Naturschutzring e.V. | Marienstraße 19-20 | 10117 Berlin

Stellungnahme des Umweltdachverbandes Deutscher Naturschutzring (DNR)

im Rahmen der Anhörung am 05.07.2023
zum Antrag der Fraktion der CDU/CSU

CO₂-Abscheidung und -Speicherung, CO₂-Nutzung sowie Negative- missionen – Chancen für Klima, Industrie und Wohlstand

Ihr Ansprechpartner
Tobias Pforte-von Randow
Koordinator
Politik & Gesellschaft

Marienstraße 19-20
10117 Berlin

Tel. +49 (0)30 / 678 1775 913
Fax +49 (0)30 / 678 1775 80
tobias.pfortevonrandow@dnr.de

www.dnr.de

Berlin, 04.07.2023

Allgemeine Anmerkungen:

Deutschland muss bis spätestens 2045 treibhausgasneutral werden. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen alle Sektoren ihren Minderungsbeitrag leisten.

Es bleibt dabei immer herausfordernd, robuste Zielerreichungspfade mit dem technologischen Wissen von heute zu beschreiben. Daher ist es richtig, die Zielerreichung nicht durch übertrieben optimistische Annahmen bei Verbrauch oder Innovationssprüngen zu gefährden.

Stand heute gibt es neben der Landwirtschaft auch in einigen Industriebranchen Prozesse, die gesamtwirtschaftlich notwendig sein werden und deren Emissionen auf konventionellen Weg nicht völlig vermeidbar sind. Bleibt es trotz umfangreicher gegenteiliger Bemühungen auch in Zukunft so, ist neben der konsequenten Nutzung natürlicher Senken eine Abscheidung der CO₂-Emissionen an der Quelle und deren anschließende Deponierung denkbar. Um für dieses Szenario gerüstet zu sein, muss frühzeitig in Forschung und Entwicklung investiert werden und der notwendige Rechtsrahmen geschaffen werden.

Die Umweltverbände sehen Senkenpotenziale vorrangig dort, wo Kohlenstoff eingebettet in Naturprozesse gebunden wird. Natürliche Senken wirken in multipler Weise positiv auf den Klimaschutz, haben kaum Schädigungen und die Techniken zu ihrer Wiederherstellung und ihrem Schutz sind sofort verfügbar. Die Bundesregierung muss die notwendigen Mittel bereitstellen und Sektorpolitiken entsprechend anpassen, um vorrangig natürliche Senken wiederherzustellen und zu schützen.

CCS und in deutlich geringerem Umfang auch CCU dürfen aber immer nur als letztes Mittel verstanden werden. Beides sind Instrumente, bei denen weiterhin CO₂-Emissionen entstehen und die Klimaschäden nur mit hohen volkswirtschaftlichen Kosten, hohem Energiebedarf und unter ökologischen Risiken nachträglich teilweise gemindert werden.

Jede Form der echten Vermeidung – ob durch Elektrifizierung, Recycling oder Substitution – muss zwingend Priorität haben. Die Diskussionen der letzten Monate haben nicht dazu beigetragen, das Vertrauen in diesen postulierten Konsens zu stärken. Nicht nur nimmt die Debatte um CCUS im Vergleich zu ihrem Nutzen einen viel zu großen Raum ein und die fehlende Definition nicht vermeidbarer Restemissionen lässt Teile der Industrie von einer wundersamen Verlängerung ihrer fossilen Geschäftsmodelle träumen. Wie der Antrag der CDU/CSU beispielhaft zeigt, birgt diese Technologie auch das Risiko einer gefährlichen Abhängigkeit. Die „Wunderdroge“ CCUS verspricht Vermeidung ohne Minderung und ein sorgenfreies fossiles Weiter-so.

Für einen verantwortungsvollen Umgang mit dem Thema CCUS bedarf es transparenter und konsequenter Definitionen und Regeln.

01. Ausschluss von CCS bei der Energiegewinnung.

Die Gewinnung von Wasserstoff aus Erdgas, sogenannter blauer Wasserstoff, darf in Deutschland nicht produziert und auch sein Import nicht staatlich gefördert werden. Alle Sektoren und Verfahren, die schon heute dekarbonisiert werden können, müssen von der Anwendung von CCUS ausgeschlossen werden.

02. Eindeutige Definition der Restemissionen

Es ist unerlässlich, eine transparente Definition nicht vermeidbarer Restemissionen zu Anfang einer gesellschaftlichen Debatte über Negativemissionen und CO₂-Entnahmen zu stellen. Bei fossilem CCS handelt es sich nicht um sog. Entnahmen oder Negativemissionen, da das CO₂ nicht aus der Atmosphäre entnommen wird. Es wäre für eine integrale Auseinandersetzung zielführend, wenn die Bundesregierung die Frage der Stärkung der für den Klimaschutz unbestritten notwendigen CO₂-Senken nicht schon rein begrifflich mit dem Ruf nach fossilem CCS vermischen würde. Auch die Diskussionen im Rahmen der Carbon-Management-Strategie des BMWK leiden unter der unterlassenen Grundprämisse, da kein gemeinsames Verständnis der Begriffe möglich ist.

03. Integrierte Industriestrategie

Selbst nach einer Definition nicht vermeidbarer Restemissionen ist es unerlässlich, diese auf ein Minimum zu reduzieren.

Ob der Hochlauf einer Kreislaufwirtschaft, neue Verfahren zur Substitution bisher notwendiger Materialien oder neue Verfahren in der Produktion. Auf dem Weg zur Klimaneutralität werden sich die Para-

meter stetig ändern. Der Einsatz von CCUS darf dabei zu keinem Zeitpunkt zu einem Lock-in-Effekt führen, also innovative Formen der echten Minderung von Treibhausgasen verhindern. Dafür braucht es eine integrierte Industriestrategie, in der der Einsatz von CCUS immer nur das letzte Mittel sein darf.

04. Permanenz bei CCS und CCU unabdingbar

Damit die Nutzung von abgeschiedenen CO₂ überhaupt einen Beitrag zur Vermeidung von Emissionen leisten kann, muss die Permanenz bei Bindung oder Speicherung sichergestellt und kontrolliert werden. Alles andere wäre eine Verschiebung der Emissionen in die Zukunft.

05. Ex-ante Folgenabschätzung notwendig

Die Potentiale von CCS zur langfristigen Isolierung des CO₂ von der Atmosphäre und von CCU bei der langfristigen Bindung von CO₂ werden allgemein überschätzt. Ob bei der Abscheidung selber, dem Transport oder der Verpressung: Schlechte Wirkungsgrade und Leckagen minimieren die erhoffte positive Wirkung auf den Klimaschutz zwangsläufig. Dringlich für die Debatte ist eine ex-ante Folgenabschätzung um herauszufinden ob bei Betrachtung aller Lebenszyklusemissionen und Folgewirkungen von CCS im Vergleich zu Vermeidungsstrategien nicht sogar von einer zusätzlichen Emissionsbelastung der Atmosphäre durch CCS ausgegangen werden muss. Die absehbaren negativen Umwelteinwirkungen sowie weitere gesellschaftliche Kosten und Risiken eines Hochlaufs von CCS müssen gegenüber den vermeintlichen Vorteilen nach dem Vorsorgeprinzip sorgfältig dokumentiert werden und einer transparenten Abwägung unterliegen, als Grundlage für die gesellschaftliche Debatte und politischen Entscheidungen.

06. Hohe generationenübergreifende Kosten

Ein Hochlauf von CCS würde die kontinuierliche Überwachung des Handels mit CO₂ und der CO₂-Deponien sowie gegebenenfalls Abhilfemaßnahmen notwendig machen. Dies wäre eine Herkulesaufgabe mit hohen Kosten, die nach aktueller Regulierung (z.B. in der EU CCS-Richtlinie) kommenden Generationen aufgebürdet wird. Das Verursacherprinzip darf hinsichtlich der dauerhaften Haftung für die CCS-Infrastruktur nicht aufgeweicht werden.



Stellungnahme

Deutscher Landkreistag und Deutscher Städte- und Gemeindebund

zum Antrag der Fraktion der CSU/CSU „CO₂-Abscheidung und -Speicherung, CO₂-Nutzung sowie Negativemissionen – Chancen für Klima, Industrie und Wohlstand“,
BT-Drucksache 20/5350

Siehe Anlage

Ausschuss für Klimaschutz und Energie
Leiter Sekretariat
Ministerialrat Harald Georgii
Deutscher Bundestag
Platz der Republik 1
11011 Berlin

4.7.2023

Bearbeitet von Dr. Kay Ruge

Telefon 030 590097 300
Telefax 030 590097 400

E-Mail: Kay.Ruge@Landkreistag.de

Per E-Mail: Klima-Energie@bundestag.de

Öffentliche Anhörung zum Antrag der CDU/CSU zu „CCU/CCS“, BT-Drs. 20/5350 im Ausschuss für Klimaschutz und Energie

Der Antrag der Fraktion der CDU/CSU betrifft die CO₂-Abscheidung und -Speicherung, CO₂-Nutzung sowie Negativemissionen. Eine Betroffenheit der Städte, Landkreise und Gemeinden in diesen Fragestellungen besteht mit Blick auf die generelle Umsetzung der Klimaschutz- und CO₂-Reduktionsziele. CO₂-Abscheidung und -Speicherung (CCS) sowie mittelfristig auch Nutzungstechnologien (CCU) können einen Baustein zum Erreichen der Klimaneutralität 2045 darstellen.

Die Erschließung eines CCS- und CCU-Wirtschaftskreislaufs (national wie international) ist aus kommunaler Sicht sinnvoll und wichtig, da sich voraussichtlich wirtschaftlichere Ergebnisse erzielen lassen als durch zwingende Null-Emissionen bei unvermeidbaren Emittenten (z. B. der Verbrennung von biogenem Material in kommunalen Müllverbrennungsanlagen). Generell macht es im Bereich der thermischen Abfallverwertung auch Sinn, entsprechende Modelle einer wirtschaftlich sinnvollen Lösung bei der in Müllverbrennungsanlagen gewonnenen „grünen“ Energie nutzen zu können. Dieses betrifft bspw. Ausgleichsmöglichkeiten (ETF-Handel) und Verrechnungsmethoden wie bspw. in den Sommermonaten die Verwendung im Rahmen der CO₂-Abscheidung und -Speicherung und im Winter der Nutzung allein als Fernwärme.

Kommunale Anknüpfungspunkte bestehen zudem mit Blick auf die seitens der Kommunen angestrebte weitere Nutzung der Gasverteilnetze. Dazu muss Wasserstoff methanisiert werden. Das hierfür zu bindende CO₂ kann auch aus der Luft gewonnen werden. Das so gewonnene Gas wäre CO₂-neutral und in Langzeitspeichern speicherbar. Diese können je nach Bedarf auch in Bedarfszeiten im Winter als Reserve zur Verfügung gestellt werden.

Weitere kommunale Betroffenheiten ergeben sich bei der möglichen Speicherung. In den bisherigen Diskussionen überwiegen hier kommunal ähnlich wie bei der Erschließung des Frackings gerade mit Blick auf mangelnde Akzeptanz, insbesondere in den für eine mögliche Speicherung in Betracht kommenden Regionen, sehr kritische Einschätzungen. Es gilt deshalb bei allen Überlegungen für eine mögliche nationale Speicherung von vornherein die Frage der kommunalen Einbindung und Berücksichtigung der Akzeptanz mitzudenken.

Derartige Fragestellungen stehen aber keiner Verstärkung der entsprechenden Forschungen und Entwicklungen zur Kohlendioxid-Abscheidung, zum Transport und zur Nutzung entgegen. Die

kommunalen Spitzenverbände verweisen insoweit auch auf den seitens der Bundesregierung zuletzt vorgelegten Evaluierungsbericht zum Kohlendioxid-Speicherungsgesetz. Aus diesem geht hervor, dass die Technik zur Abscheidung, zum Transport und zur Speicherung von CO₂ bereits ausgereift und erprobt ist, der rechtliche Rahmen diese technischen Möglichkeiten in Deutschland derzeit aber nicht zulässt. Auch der Evaluierungsbericht spricht sich deshalb insoweit in Übereinstimmung mit dem vorgelegten Antrag der Fraktion der CDU/CSU für eine Carbon-Management-Strategie beziehungsweise ihre Verbesserung aus.

Zu den Forderungen im Einzelnen:

Zu Ziffer 1:

In Übereinstimmung mit dem Evaluierungsbericht der Bundesregierung zum Kohlendioxid-Speicherungsgesetz unterstützt die Bundesvereinigung der kommunalen Spitzenverbände, die Forderung, einen nationalen CCS- und CCU-Strategieprozess zu starten. Bei diesem sind die kommunalen Interessen ebenso wie Fragestellungen der Akzeptanz vor Ort von vornherein zu berücksichtigen.

Zu Ziffer 3:

Die Schaffung einer inländischen und grenzüberschreitenden CO₂-Transport- und -Speicherinfrastruktur wird dem Grunde nach unterstützt. Bei der Speicherung bestehen erhebliche Bedenken. Wenn diese geschehen sollten, sind die kommunalen Betroffenheiten und Bedenken mit Blick auf die Akzeptanz vor Ort sowie Auswirkungen auf die regionalen Entwicklungsperspektiven von vornherein zu berücksichtigen.

Zu Ziffer 4:

Eine Aktualisierung des Rechtsrahmens mahnt bereits der Evaluierungsbericht der Bundesregierung an. Dem stehen keine grundsätzlichen Bedenken gegenüber, allerdings gilt es vor etwaigen konkreten Sondierungen oder Pilotvorhaben nicht nur geologische, technische und sonstige praktische Erfahrungen zu berücksichtigen, sondern auch die Fragestellungen der Akzeptanz im Blick zu behalten.

Zu Ziffer 6:

Die kommunalen Spitzenverbände stimmen dem Vorschlag zu, dass CCS- und CCU-Technologien im nationalen und europäischen Emissionshandelsrecht Berücksichtigung finden sollten. Dauerhaft der Atmosphäre entzogene Treibhausgase sollten angerechnet bzw. verrechnet werden können. Hierfür bedarf es eines klaren Rechtsrahmens über das ETS-System. Aus kommunaler Sicht zählen dazu auch nicht von vornherein aus dem Blick zu verlierende Aspekte wie die Anrechenbarkeit von renaturierten Mooren oder die Aufforstung.

Zu Ziffer 10:

Die kommunalen Spitzenverbände unterstützen die erhobene Forderung nach Carbon-Farming und der nachhaltigen Aufforstung als wichtige Instrumente des CCS. Diese sollten auch mit Blick auf die Wertschöpfung vor Ort honoriert werden.



Bernd Düsterdiek
Beigeordneter
Deutscher Städte- und Gemeindebund



Dr. Kay Ruge
Stellvertreter des Hauptgeschäftsführers
Deutscher Landkreistag



Stellungnahme

des Sachverständigen Dr. Jens Schmidt, Tree Energy Solutions,
Chief Technology Officer

zum Antrag der Fraktion der CSU/CSU „CO₂-Abscheidung und -Speicherung, CO₂-Nutzung
sowie Negativemissionen – Chancen für Klima, Industrie und Wohlstand“,
BT-Drucksache 20/5350

Siehe Anlage

Deutscher Bundestag
Ausschuss für Klimaschutz und Energie
Platz der Republik 1
11011 Berlin

Ansprechpartner: Kilian Crone
Abteilung: Regulierung

Telefon: 0173 599 14 53
E-Mail: kcr@tes-h2.com

Datum: 03.07.2023

**Stellungnahme zum Antrag der Fraktion der CDU/CSU
CO₂-Abscheidung und -Speicherung, CO₂-Nutzung sowie Negativemissionen –
Chancen für Klima, Industrie und Wohlstand
Der Bundestag – Bundestagsdrucksache 20/5350**

Sehr geehrte Abgeordnete des Bundestages,

Im Namen von TES-H₂ möchten wir Sie auf die wesentlichen Vorteile von Carbon Capture and Utilization (CCU) aufmerksam machen. Diese innovative Technologie wurde auch im jüngsten IPCC-Bericht als Schlüsseltechnologie einer erfolgreichen Klimaschutzstrategie anerkannt und sollte daher weiter gefördert und unterstützt werden. In dieser Stellungnahme haben wir die wesentlichen Punkte hervorgehoben, die die Notwendigkeit einer Unterstützung von CCU verdeutlichen und aufzeigen, wie sich diese Maßnahmen effektiv umsetzen lassen.

Maximale Emissionsreduktion: Um Emissionen so schnell wie möglich zu reduzieren, müssen alle verfügbaren Möglichkeiten genutzt werden, die zu wissenschaftlich belegten und messbaren Reduktionen führen. Bestimmte Bereiche (z. B. industrielle Hochtemperaturwärme) können nicht elektrifiziert werden und erfordern andere Lösungen. In diesen Fällen sind grüne Moleküle, insbesondere grüne Wasserstoffderivate, unerlässlich, um den CO₂-Fußabdruck zu verringern und gleichzeitig die notwendige Energie für industrielle Prozesse bereitzustellen. Wie im TES-Modell erläutert, spielt CCU für die Herstellung und Nutzung klimaneutraler Gase eine bedeutungsvolle Rolle und ermöglicht sofortige Emissionsreduktionen in verschiedenen Sektoren.

TES-Modell e-NG: TES baut im Green Energy Hub Wilhelmshaven Europas größtes Importterminal für klimaneutrale Gase. In einer Vorstufe ermöglichen wir noch in diesem Jahr durch die zügige Installation einer FSRU im Auftrag des Bundes kurzfristig die Einfuhr von LNG zur Überwindung der Energiekrise. Danach wird über Wilhelmshaven e-

NG (grünes Methan) für die industrielle Nutzung nach Deutschland importiert. Das e-NG wird aus grünem Wasserstoff und CO₂ hergestellt und kann so kostengünstig über die bestehende Gas- bzw. LNG-Infrastruktur transportiert werden. In Deutschland kann das e-NG durch CO₂-Abscheidung in Wasserstoff zurückumgewandelt werden und der Kohlenstoff wird dann in einem geschlossenen Kreislauf zurück zur Wasserstoffquelle geführt und erneut eingesetzt. Da der Transport und die Nutzung von CO₂ eine Grundlage des Modells darstellen, setzen wir uns als Teil einer breiteren Bewegung für die Anerkennung von CCU in der Energie- und Klimapolitik ein.

Anerkennung von CCU und RFNBOs: Der TES-Kreislauf ermöglicht eine sofortige und effiziente klimaneutrale Energieversorgung für Schlüsselindustrien. Dies erfordert einen unterstützenden **Rechtsrahmen für CCU und RFNBOs** (Renewable fuels of non-biological origin). Das bedeutet, dass die Abscheidung von biogenem CO₂, Direct Air Capture (DAC) oder die Wiederverwendung von CO₂ als Nicht-ETS-Emissionen anerkannt werden müssen. Die Europäische Kommission arbeitet bereits an der Anerkennung von RFNBOs im EU-ETS. Dies sollte im Hinblick auf Investitionssicherheit schnellstmöglich umgesetzt werden. Um echte Klimaneutralität zu gewährleisten, müssen **Mechanismen zur Überwachung** der CO₂-Qualität und -Standards (z. B. Reinheit und Druck) etabliert werden. Das erfordert eine enge Zusammenarbeit zwischen Industrie, Bundesregierung und der Europäischen Union.

CO₂-Infrastruktur: CCU wird sowohl in Europa als auch außerhalb stattfinden. Dafür bedarf es einer umfassenden CO₂-Infrastruktur (über Pipelines, Schiffe, Bahnen und Lastwagen) innerhalb Deutschlands und über die Grenzen hinweg, damit der Transport von CO₂ aus Nachbarländern ohne Küste über Deutschland als Transitland ermöglicht wird und interkontinentale CO₂-Ketten aufgebaut werden können. Die Bundesregierung muss die Rahmenbedingungen für die kostengünstige Entwicklung einer **nationalen und internationalen CO₂-Infrastruktur** schaffen. In dem Rahmen sollte die Bundesregierung kurzfristig vorläufig die Änderung des Art. 6 des London Protokolls anerkennen und gleichzeitig die Ratifizierung vorantreiben, damit ein klares Bekenntnis zum Protokoll signalisiert wird, regulatorische Planungssicherheit bei der Projektentwicklung besteht und bilaterale Verträge zum CO₂-Transport mit internationalen Partnern abgeschlossen werden können. Nur so können CO₂-Emittenten mit Speicherorten und CO₂-Nutzern verbunden werden und ein geschlossener CO₂-Kreislauf über die EU-Außengrenzen hinweg ermöglicht werden. Je früher eine umfassende Infrastruktur für CO₂ verfügbar ist, desto schneller kann TES den Kreislauf schließen und grünen Wasserstoff in größeren Mengen transportieren. Derzeit ist per Bahn der Transport von 15 mtpa CO₂, oder 5 mtpa e-NG, für den Hochlauf möglich.

Energetische Nutzung: Der aktuelle Szenariorahmen der deutschen Carbon Management Strategie (CMS) enthält zwar eine Strategie für industrielle Emittenten und Kohlenstoffbedarf in der Chemieindustrie, vernachlässigt aber bisher die **energetische Nutzung** von CO₂ (wie CCU als e-NG, e-Fuels) in der Energiewirtschaft und im Verkehrssektor. Es ist wichtig zu vermeiden, dass sich die CMS ausschließlich auf Industrieemissionen fokussiert und dabei den Anstieg von CCU-Energieträgern, wie es durch EU-Ziele beispielsweise in der Mobilität gefordert wird, außer Acht lässt. Eine umfassende CMS, die alle möglichen Anwendungen berücksichtigt, ist notwendig, um

Klimaneutralität zu erreichen. Dabei ist es wichtig die **Regulierung für die Speicherung und die Nutzung von CO₂ gemeinsam** anzugehen und die **CMS mit den Wasserstoff- und Biomassestrategien zu verknüpfen**.

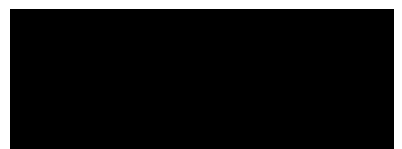
Die Erarbeitung der CMS treibt die Diskussion über CCU in Deutschland voran. Damit eine effiziente Umsetzung gelingt, ist allerdings ein unterstützendes Ökosystem mit klaren Regeln, Anreizen und Standards erforderlich. Die hier gelisteten Punkte tragen zu diesem Ziel bei. Wir bei TES stellen bei Nachfragen gerne weitere Informationen bereit. Gemeinsam können wir den Weg zu einer nachhaltigen Zukunft ebnen.

Mit freundlichen Grüßen



i. A. Kilian Crone

Tree Energy Solutions GmbH





Stellungnahme

des Sachverständigen Dr. Volker Thome, Fraunhofer-Institut für
Bauphysik IBP

zum Antrag der Fraktion der CSU/CSU „CO₂-Abscheidung und -Speicherung, CO₂-Nutzung
sowie Negativemissionen – Chancen für Klima, Industrie und Wohlstand“,
BT-Drucksache 20/5350

Siehe Anlage

Positionspapier Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP

Zu: »Carbon Capture and Storage / Carbon Capture and Utilization - Verfahren«

Statement des Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP:

Negative Emissionstechniken sind zukünftig entscheidend, um CO₂ aus der Atmosphäre zu entfernen. Sie machen jedoch nur dann Sinn, wenn das aus der Atmosphäre entzogene CO₂ auch sicher gespeichert bzw. als Rohstoff verwertet werden kann und nicht schon nach relativ kurzer Zeit wieder freigesetzt wird.

Nur durch **klimapositive Verfahren** – also negative Emissionstechniken kombiniert mit einer längerfristigen Speicherung – kann der Kohlenstoffdioxidgehalt in der Atmosphäre von derzeit um die 400 ppm effektiv reduziert und die Klimaziele können somit noch erreicht werden.

In der Natur gibt es vorwiegend zwei klimapositive Prozesse, die zu stabilen längerfristigen Kohlenstoffsinken führen, nämlich die Bildung von **Kalkstein** und **Kohle**.

1) Fixierung von CO₂ in Kalkstein als Langzeitspeicher

Eine längerfristige Speicherung von CO₂ ist am ehesten in Gesteinen zu erzielen, die das CO₂ als Karbonat (z. B. in Kalksteinen) binden können. Die Bildung von Kalkstein kann dabei durch eine biologische Fixierung von CO₂ über sog. Blaualgen erfolgen, die schon seit über 3,5 Mrd. Jahren biologische Kalksteine (sog. Stromatolithe) durch Bio-mineralisationsprozesse produzieren.

Kalkstein bildet geologische Formationen durch chemische Ausfällung z. B. als Massenkalk und ist einer der wichtigsten Rohstoffe für die Zement- bzw. Betonherstellung. Bislang werden dafür fossile Kalke verwendet, die bei ihrer thermischen Zersetzung im Zementwerk CO₂ freisetzen. Die Zementindustrie ist deshalb für ca. acht Prozent der weltweiten CO₂-Emissionen verantwortlich. **Würde man fossilen durch biologischen Kalk ersetzen, könnte man zwei Drittel der prozessbedingten CO₂-Emissionen in der Zementindustrie klimaneutraler gestalten – was für die deutsche Zementindustrie eine CO₂-Reduzierung von ca. 14 Mio. t / a bedeuten würde.**

Kalkstein kann darüber hinaus als Füllstoff für Betone, Asphalt oder als Zementzumahlstoff verwendet werden.

Durch eine Karbonatisierung von Altbeton bildet sich ebenfalls Kalkstein im Altbeton – ein Prozess, der normalerweise mehrere hundert bis tausend Jahre dauert. Für die Bauindustrie wäre es daher am sinnvollsten, wenn man z. B. einen Abfallstoff wie Altbeton als CO₂-Speicher nutzt und anschließend z. B. im Straßenunterbau als Ersatz für primären Kies oder als Zementersatzrohstoff wiederverwendet. Damit könnte man ein nachhaltiges CCS-Verfahren mit einer ressourcenschonenden Weiterverwertung von Altbeton kombinieren. Für die technische Realisierbarkeit einer Schnellkarbonatisierung von Altbeton hat beispielsweise die HeidelbergCement AG im vergangenen Jahr den Deutschen Innovationspreis gewonnen. Somit ist diese Art der CO₂-Verwertung bereits in der Bauindustrie bekannt.

Als das derzeit sinnvollste CCS-Verfahren erachten wir das sog. »Chilled Ammonia«-Verfahren, bei dem man über die Einleitung von CO₂ in eine ammoniakalische Lösung als Produkt Ammoniumcarbonat erhält. Ein ähnliches Verfahren aus der Schweiz erzielt über ein sog. »Direct Air Capture (DAC)-Verfahren« das gleiche Produkt. Ammoniumcarbonat, auch als Hirschhornsalz in der Lebensmittelindustrie bekannt, lässt sich nun idealerweise weiterverwenden, um Bauschutt von Sulfaten zu befreien (Fraunhofer IBP-Patent: ENSUBA). Dabei wird zum einen der Bauschutt karbonatisiert, kann dadurch im Zementwerk verwertet werden und zum anderen erhält man als Nebenprodukt einen Flüssigdünger.

2) Fixierung von Kohlenstoff als Pyrokohle

Anstatt lediglich die Idee zu verfolgen, CO₂-Emissionen zu speichern, ist es sinnvoll, solche Technologien weiter zu erforschen, die die Bildung von CO₂ von vornherein verhindern. Die pyrogene CO₂-Abscheidung (PyCCS) mittels Pyrolyse-Verfahren ist hierfür eine vielversprechende Technologie: Bei der Pyrolyse werden organische Stoffe wie Biomasse und Holz, aber auch Kunststoffe, Autoreifen, teerhaltige Straßenabbrüche oder Klärschlamm unter Ausschluss von Sauerstoff thermisch zersetzt. Aufgrund des Sauerstoffmangels kann sich dabei nicht mehr aus jedem Kohlenstoffatom ein CO₂-Molekül bilden. Mit der Pyrolyse werden somit – je nach Ausgangsmaterial und Verfahren – 20 bis 40 Prozent des Gesamtkohlenstoffs als sog. »Pyrokohle« abgeschieden und eine CO₂-Bildung wird verhindert.

Je nach Eigenschaften und Reinheitsgrad lässt sich Pyrokohle vielfältig verwerten, z. B. in der Landwirtschaft als Düngemittelzugabe, in der Polymerindustrie als Schwarzpigment oder für die Batterieherstellung. Die Zugabe von allein einem Gewichtsprozent Pyrokohle zu einem Bauprodukt würde dessen CO₂-Fußabdruck um insgesamt drei Gewichtsprozent verbessern. Damit wäre die Möglichkeit gegeben, in Zukunft nahezu klimaneutrale Bauprodukte zu entwickeln. Die Verwertung von Pyrokohlen ist ein Ansatz, den wir am Fraunhofer IBP derzeit intensiv mit unterschiedlichen Industriepartnern erforschen.

Die alternative Speicherung von CO₂ in unterirdischen Gesteinsschichten wie ehemaligen Erdgas- bzw. Kohlelagerstätten oder in salzwasserführenden Grundwasserleitern bedarf nach wie vor intensiver Forschungsarbeiten, um die möglichen Risiken besser einschätzen zu können und die Fragestellung nach der hundertprozentigen Dichtigkeit des unterirdischen Speichers über einen längeren Zeitraum zu lösen. Diese Risiken werden durch die hohen Drücke in einer Tiefe von über 800 Metern bedingt, in der das CO₂ überwiegend als überkritisches Gas vorliegt – es steht also unter Druck. Übersteigen diese Drücke die Zugspannungen des umgebenden Gesteins, kann dies zu lokalen Erdbeben oder Rissbildungen führen. Auch kann das Salzwasser unter Druckeinwirkung aus den Poren verdrängt werden und ins Grundwasser gelangen. Ebenso müssen effiziente Prozesse für die Komprimierung und Verflüssigung von CO₂ und dessen Transport über weite Strecken entwickelt werden.

Klimaneutrale Prozesse wie Aufforstung oder Carbon Farming reduzieren zwar das CO₂ aus der Atmosphäre, ändern allerdings nichts an der Gesamtkonzentration des Kohlenstoffs im Kohlenstoff(-dioxid)kreislauf: Nach dem Ableben der Bäume und Pflanzen setzen diese einen Großteil des während der Lebensphase in der organischen Masse gebundenen CO₂ über Zersetzungsprozesse mittelfristig wieder frei. Um CO₂ effizient aus der Atmosphäre zu entfernen, bedarf es CCS-Verfahren, die den Kohlenstoff länger als mindestens hundert Jahre aus dem Kreislauf nehmen und sicher speichern können. Diese Mindest-Speicherdauer ist daher auch eine Vorgabe der DIN EN 15804 (Norm für Umweltproduktdeklarationen), nur dann wird die CO₂-Speicherung in der Ökobilanzierung als positiv angerechnet. Daher sind CCS-/CCU-Verfahren, die atmosphärisches CO₂ in organische Substanzen wie Kerosin oder Ameisensäure umwandeln, nur zielführend, wenn die Substanzen länger als hundert Jahre beständig sind und nicht zuvor z. B. als Treibstoff verwertet werden. CCS/CCU in organischen Substanzen führt zu zeitlich verzögerten CO₂-Emissionen («delayed emissions») und stellen keine langfristigen CO₂-Speicher dar. Vor diesem Hintergrund plädieren wir für die Entwicklung sicherer,

langfristiger Möglichkeiten für die Speicherung von CO₂ – insbesondere durch die Fixierung als Kalkstein oder die Bindung als Pyrokohle.

Zusammenfassung: Baustoffe als Massenprodukte eignen sich als langfristige CO₂-Speicher – also für Carbon Capture and Utilization (CCU). Daher plädieren wir dafür, Technologien weiter zu erforschen und zu implementieren, um sowohl CO₂ in verwertbaren Produkten zu speichern als auch durch Pyrolyse-Verfahren und Kohleabscheidung die Bildung von CO₂ im Vorfeld zu verhindern. Als Speichermedium bietet sich Altbeton an, der karbonatisiert und anschließend z. B. im Straßenunterbau als Kiesersatz oder für die Betonherstellung wieder verwendet werden kann. Darüber hinaus erzeugt das »Chilled Ammonia«-Verfahren Produkte, die in der Aufbereitungstechnik für Bauschutt als auch in der Düngemittelindustrie Verwendung finden können. Neben einer chemischen Karbonatisierung können biologische CO₂-Fixierungen zur Anwendung gelangen – mit dem Ziel, daraus Kalkstein bzw. direkt einen Baustoff zu produzieren. Hierbei handelt es sich um technische Ansätze, die derzeit beispielsweise von der NASA intensiv erforscht werden und für die akute Forschungsbemühungen verstärkt werden sollten. Die pyrogene Kohlenstoffabscheidung (PYCCS) ist ein klimapositives Verfahren, das für vielfältige organikhaltige Abfallprodukte Anwendung findet. Je nach Ausgangsmaterial kann die kohlenstoffhaltige Mineralik dabei sowohl in der Landwirtschaft als auch in der Baubranche zum Einsatz kommen und dabei den CO₂-Fußabdruck des jeweiligen Produkts senken. Auf diese Weise ergibt sich in Zukunft die Chance, klimaneutrale Bauprodukte auf dem Markt anzubieten.