



Leopoldina
Nationale Akademie
der Wissenschaften



Kohlenstoffmanagement integriert denken

Anforderungen an eine Gesamtstrategie aus CCS, CCU und CDR

Prof. Dr.-Ing. Manfred Fishedick und Prof. Dr. Sabine Fuss
30. April 2024

www.energiesysteme-zukunft.de

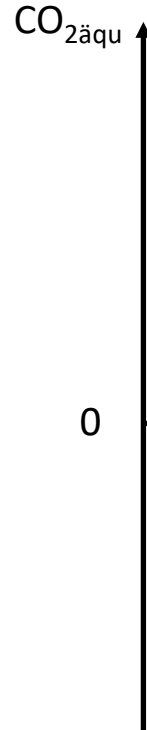
Kohlenstoffmanagement: Drei Bausteine, zwei Strategien...



Leopoldina
Nationale Akademie
der Wissenschaften



- ESYS-Impuls:
 - Einordnung der vorliegenden Eckpunkte zu CMS und LNe
 - Einordnung von Rolle & Grenzen des Kohlenstoffmanagements im Klimaschutz
 - Aufzeigen ausgewählter Handlungsoptionen
- Wichtig und richtig, dass BRregierung systematisch die Rolle von **CCS, CCU und CDR** für den Klimaschutz in D klärt
-> für **Aufbau von Strukturen Klarheit und Vorlauf nötig!**



Carbon Management Strategie

CCS und CCU zum Umgang mit „**schwer vermeidbaren CO₂-Emissionen**“, insbesondere von Industrie u. Abfallwirtschaft

„unvermeidbare THG-Restemissionen“

Langfriststrategie Negativemissionen

Negativemissionen/CDR für

- 1) Kompensation unvermeidbarer THG-Restemissionen
- 2) Erreichen von Netto-negativ-THG-Emissionen

CMS und LNe sind nicht trennscharf und weisen Wechselwirkungen auf...

- Wechselwirkungen von CMS und LNe bislang nicht ausreichend systematisch erörtert (Eckpunkte-Charakter!)
- Synergien in Bezug auf die Entwicklung technologischer Komponenten und Infrastrukturen für CO₂-Abscheidung, -Transport und -Speicherung
- Nutzungskonflikte insbesondere in Bezug auf die begrenzten Speicherkapazitäten

... sollten letztlich aber einen konsistenten strategischen Rahmen für das Kohlenstoffmanagement aufspannen.

- Einsatz von CCS u. CCU zur Reduktion von schwer vermeidbaren Emissionen (Fokus CMS) reduziert die Höhe der für die Kompensation notwendigen negativen Emissionen (Fokus LNe)
- Infrastruktur primär Thema der CMS, bislang aber ohne erkennbaren systematischen Bezug zu resultierenden Infrastrukturanforderungen aus dem Einsatz von CDR (auf der Zeitachse deutlich höherer CO₂-Transportbedarf durch CDR – BECCS, DACCS)
- Integrative Betrachtung notwendig – auch H₂-Strategie einbeziehen (Rolle blauer H₂)

CCS: Weichenstellungen zu begrüßen



Leopoldina
Nationale Akademie
der Wissenschaften

acatech
DEUTSCHE AKADEMIE DER
TECHNIKWISSENSCHAFTEN

UNION
DER DEUTSCHEN AKADEMIEEN
DER WISSENSCHAFTEN

CCS birgt Risiken, die aber von den Risiken eines CCS-Verbots übertroffen werden.

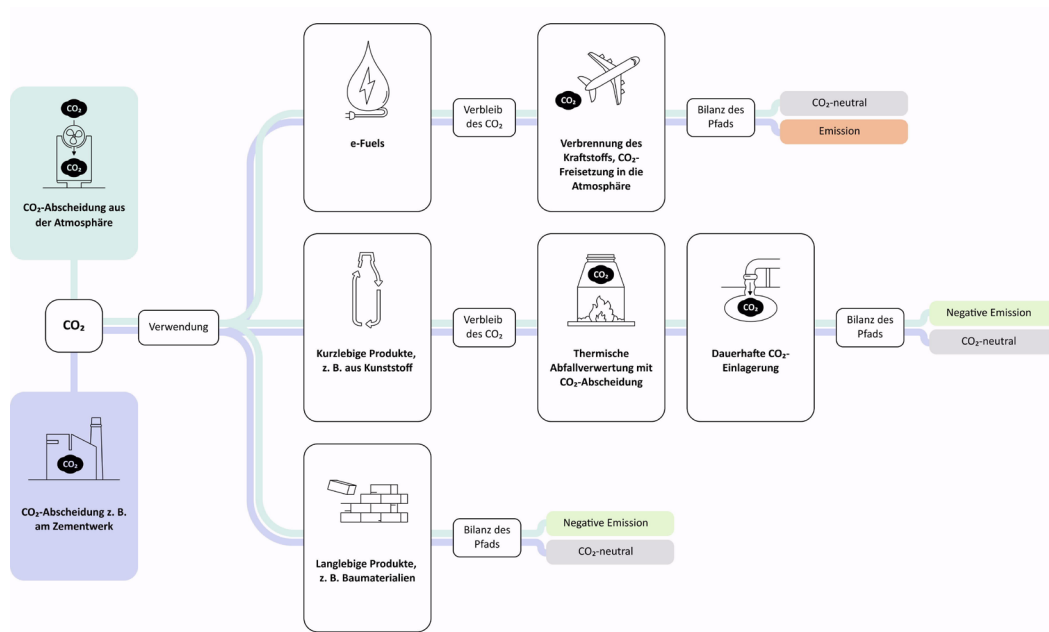
- Unter der Prämisse THG-Neutralität erreichen zu wollen, gibt es kaum wirkliche Alternativen: gesellschaftliche Bereitschaft zu sehr weitgehenden Verhaltensänderungen (z.B. drastische Reduktion Fleischverzehr zur Verringerung unvermeidbarer THG-Emissionen) und weitgehende Substitution von Zement als Baustoff nicht absehbar
- CCS-basiertes CDR (BECCS, DACCS) nur unzureichend durch landbasierte CO₂-Senken zu ersetzen (begrenzt Potential, keine dauerhaft zuverlässige Speicherung)

Der vorgeschlagene Einstieg in die geologische CO₂-Speicherung ist pragmatisch.

- Reiner Export eigener „Umweltprobleme“ (CO₂-Export) nicht zu rechtfertigen: grundsätzliche Öffnung für Offshore-Speicherung in deutschem Hoheitsgebiet sinnvoll, soweit mindestens gleiche Standards wie bei einer Speicherung in anderen Nordseeanrainerstaaten eingehalten werden können
- Anerkennen politisch-gesellschaftlicher Restriktionen durch momentanen Fokus auf Offshore-Speicherung sinnvoll, dennoch sollten Potenziale und mögliche Vor-/Nachteile einer Onshore-Speicherung zumindest weiter erkundet werden

von den Potentialen her begrenzt und kann CCS und CDR bei der Reduktion schwer vermeidbarer Emissionen nur ergänzen aber nicht ersetzen,

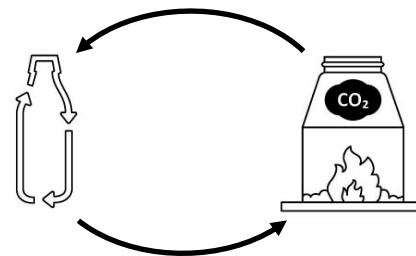
- Klare Differenzierung des Klimaschutzbeitrags von CCU notwendig: Klimaschutzwirkung abhängig von CO₂-Quelle (fossil, biogen, atmosphärisch), Bindungsdauer, Verbleib des CO₂ am Ende Nutzungsdauer, Energieaufwand zur Aktivierung des CO₂
- Nutzung von CO₂ aus fossilen Quellen nicht zum Hoffnungsträger hochstilisieren (begrenzte Emissions-einsparung), für Markthochlauf aber durchaus sinnvoll



von den Potentialen her begrenzt und kann CCS und CDR bei der Reduktion schwer vermeidbarer Emissionen nur ergänzen aber nicht ersetzen,

...aber ein notwendiger Baustein zur klimaneutralen Produktion kohlenstoffhaltiger Güter.

- auch zukünftig Nachfrage nach kohlenstoffhaltigen Gütern, z.B. Kunststoffe (begrenzte Substituierbarkeit u. Möglichkeiten der Nachfragereduktion), erfordert Kohlenstoffquelle
- geschlossene Kohlenstoffkreisläufe (CCU) können zur Entlastung/Dämpfung der Biomasse-Nachfrage führen und reduzieren den Bedarf, Kohlenstoff aus der der Atmosphäre abtrennen zu müssen (d.h. den Aufbau von DAC)



Herstellung
kohlenstoffhaltiger
Produkte durch Nutzung
von CO₂

Müllverbrennung mit
CO₂-Abscheidung

CCS, CCU, CDR: Rolle und Grenzen beachten



Leopoldina
Nationale Akademie
der Wissenschaften

acatech
DEUTSCHE AKADEMIE DER
TECHNIKWISSENSCHAFTEN

UNION
DER DEUTSCHEN AKADEMIEEN
DER WISSENSCHAFTEN

CCS, CCU und CDR können Maßnahmen zur Vermeidung der Emissionsentstehung nicht ersetzen, sondern diese nur ergänzen.

- Grundsatz (Prioritätensetzung) in den Eckpunkten anerkannt – Lock-in Gefahren dennoch im Blick haben
- Aufgrund unterschiedlicher Zeitskalen (Technologie-Entwicklung und -Hochlauf für CCS/CDR notwendig) Konkurrenzsituation begrenzt, insbesondere wenn Ausbaudynamik erneuerbarer Energien durch Abbau von Hemmnissen aufrechterhalten werden kann

Die Eingrenzung auf „schwer vermeidbare“ Emissionen bleibt noch unpräzise.

- Begriff „schwer vermeidbarer Emissionen“ **wissenschaftlich nicht eindeutig zu definieren** (technische, ökonomische, infrastrukturelle Grenzen etc.) -> zudem Einordnung nicht statisch, dynamisch zu betrachten
- Eine gewisse Auswahl / Priorisierung von Anwendungsfeldern von CCS und CCU ist notwendig (u.a. Förderinstrumente, Infrastrukturplanung) und sollte ausführlich erläutert werden.
- Für Öffnung des Einsatzes von CCS an (fossilen) Gaskraftwerken fehlt energiewirtschaftliche Begründung
- Gefahr **fehlender gesellschaftlicher Konsensbildung für zügige Umsetzung**

Über Wahl der Förderschwerpunkte die Anwendung von CCS / CCU zu lenken, ist pragmatisch.

- Aufgrund der Probleme, vermeidbare und schwer vermeidbare Emissionen präzise abzugrenzen, wäre eine explizite Definition zulässiger Anwendungen herausfordernd und fehleranfällig sowie weniger anschlussfähig zur EU-Ebene und dem dortigen offeneren regulatorischen Vorgehen zu CCS/CCU
- Förderinstrumente
 - mit einer starken Lenkungswirkung aufgrund aktuell fehlender/begrenzter Wettbewerbsfähigkeit von CCS und CCU,
 - aber nur übergangsweise in der Entwicklungs- und Markthochlaufphase sinnvoll -> Entwicklung und Verfügbarkeit alternativer Vermeidungstechnologien wesentlich, um Anwendung von CCS zukünftig begrenzt zu halten
- Für CCU sind noch Fragen zur Gestaltung eines umfassenden Regulierungsrahmens auf EU-Ebene offen

Regulatorische Umsetzung CDR



Leopoldina
Nationale Akademie
der Wissenschaften

 acatech
DEUTSCHE AKADEMIE DER
TECHNIKWISSENSCHAFTEN

 UNION
DER DEUTSCHEN AKADEMIEEN
DER WISSENSCHAFTEN

CDR benötigt Rahmenbedingungen; eine EU ETS-Integration muss sorgfältig geprüft werden.

- Wesentliche Entscheidungen stehen hierzu kurz- und mittelfristig auf EU-Ebene an, nationale Instrumente und Beschlüsse entsprechend eng abzustimmen mit diesen Entwicklungen
- Umfassende und relevante Arbeitsagenda in Eckpunkten zur LNe skizziert
- Zentrale Frage: Integration von CDR in den EU ETS vs. Schaffung eigenes CDR-Finanzierungs-System oder Kombination?
 - CDR-Finanzierungsbedarf für Netto-negativ Emissionen im ETS?
- Eine sinnvolle Integration in den EU ETS ist voraussetzungsreich (Monitoring, Reporting and Verification (MRV); wirksame ergänzende Regelungen, vor allem zu Haftungsfragen).



Leopoldina
Nationale Akademie
der Wissenschaften



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit – Verständnisfragen?

Impuls verfügbar unter: www.energiesysteme-zukunft.de

Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina
acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften
Union der deutschen Akademien der Wissenschaften

Leopoldina Nationale Akademie der Wissenschaften acatech DEUTSCHE AKADEMIE DER TECHNIKWISSENSCHAFTEN UNION DER DEUTSCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

April 2024
Impuls

Kohlenstoffmanagement integriert denken: Anforderungen an eine Gesamtstrategie aus CCS, CCU und CDR

Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina
acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften
Union der deutschen Akademien der Wissenschaften

Impuls

www.leopoldina.org | www.acatech.de | www.akademienunion.de