



## Policy Brief

# Carbon Management als Hebel für CCU und synthetische Kraftstoffe in Deutschland

*Ergebnisse und Handlungsempfehlungen aus dem Carbon-Management-Workshop am 03.02.2026 (ZSW Stuttgart)*

Projekt: InnoFuels

Innovationsschwerpunkt: Supply Chain

Stand: 18.03.2026



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Koordiniert durch:



Projektträger:



## Inhaltsverzeichnis

|                                                                                           |   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Zusammenfassung .....                                                                     | 3 |
| 1. Problemstellung und Dringlichkeit: synthetische Kraftstoffe, CCU und Klimaschutz ..... | 4 |
| 2. Systemische Herausforderungen und Risikofaktoren .....                                 | 4 |
| 2.1 Energieverfügbarkeit und Grünstrompreise.....                                         | 4 |
| 2.2 Kopplung von Chemie, Raffinerien und Stromsystem.....                                 | 4 |
| 2.3 CO <sub>2</sub> -Quellen, Reinheit und „Herkunft“ des Kohlenstoffs.....               | 4 |
| 2.4 Infrastruktur: CO <sub>2</sub> -Transportnetz zwischen CCS und CCU .....              | 5 |
| 2.5 Markthochlauf und Nachfrage: Preis- und Wettbewerbsdruck .....                        | 5 |
| 2.6 Resilienz und gesellschaftlicher Konsens.....                                         | 5 |
| 3. Lösungsansätze und politischer Handlungsbedarf .....                                   | 5 |
| 3.1 Regulatorische Klarheit und Governance .....                                          | 5 |
| 3.2 Markt- und Investitionsanreize .....                                                  | 6 |
| 3.3 Demonstration im Heimatmarkt und Technologieexport .....                              | 6 |
| 3.4 Infrastruktur und Standards: CO <sub>2</sub> -Qualität, Transport und Nutzung .....   | 6 |
| 4. Vorgeschlagene Möglichkeiten für Maßnahmen und nächste Schritte .....                  | 7 |
| 5. Schlussfolgerung .....                                                                 | 7 |

## Zusammenfassung

Carbon Management (CM) – verstanden als integrierte Wertschöpfungskette aus CO<sub>2</sub>-Abscheidung, Transport, Nutzung (CCU) und Speicherung (CCS) – ist ein Schlüsselfaktor für die Defossilisierung und damit für die Wettbewerbsfähigkeit der Mobilität und energieintensiven Industrien. Darüber hinaus trägt CM mittel- bis langfristig zur Gewährleistung der Versorgung von Grundstoff- und Chemieindustrie mit nicht-fossilem Kohlenstoff bei. Die Workshopdiskussion hat drei Kernaussagen herausgearbeitet:

**(1) Ohne Carbon Management ist ein Markthochlauf von synthetischen Kraftstoffen nicht oder nur sehr zögerlich realisierbar;**

**(2) ohne synthetische Kraftstoffe fehlt für CCU ein zentraler Leitmarkt;**

**(3) die Umsetzung von Carbon Management scheitert derzeit weniger an Einzeltechnologien als an fehlender Systemintegration und politisch-regulatorischer Klarheit.**

Kernbotschaften:

- CCU und CCS sind keine Gegensätze, sondern komplementäre Bausteine – je nach Sektor, CO<sub>2</sub>-Quelle, Energiepreis und Infrastruktur. Dabei sind Rahmenbedingungen so zu schaffen, dass sowohl CCU und CCS gemeinsam ermöglicht werden.
- Stromverfügbarkeit und -preise sind ein Engpassfaktor für Carbon Management: Ohne beschleunigten EE-Ausbau und netzdienliche Rahmenbedingungen bleibt CCU im Vergleich zu CCS zu teuer.
- CO<sub>2</sub> ist kein homogenes Gut: Reinheit, Wassergehalt, Begleitstoffe hängen von der Herkunft der Kohlenstoffquelle ab und die jeweiligen Parameter müssen anwendungsspezifisch betrachtet werden.
- Für CCU fehlt in Deutschland/Europa bislang ein tragfähiger regulatorischer (Markt-) Rahmen (Definitionen, Accounting, Anrechenbarkeit) – das ist ein Bremsklotz für Investitionen.
- Markthochlauf braucht Nachfrageanker: Quoten, Vorgaben für die öffentliche Beschaffung und Preisabsicherungsinstrumente (z. B. CfD oder Doppelausschreibungen) können First-Mover unterstützen.
- Die CO<sub>2</sub>-Transportinfrastruktur muss szenariobasiert geplant werden (Cluster/Hubs, grenzüberschreitend), sonst drohen Fehlinvestitionen. Dabei müssen CCS und CCU gleichermaßen berücksichtigt werden.
- Resilienz und Versorgungssicherheit sind unterstützende Faktoren: Synthetische Kraftstoffe sind besser lagerfähig als fossil-basierte Kraftstoffe und können kritische Infrastrukturen absichern. Zugleich können optimierte Kraftstoffqualitäten weitere Vorteile hinsichtlich der Nutzbarkeit bieten.
- Deutschland sollte Demonstrationsprojekte im Heimatmarkt ermöglichen (z. B. Industrieparks/Raffinerien) und damit gleichzeitig Technologieexporte strategisch stärken.

**Schlussfolgerung:** Politik und Industrie sollten kurzfristig gezielt „Umsetzungsfähigkeit“ herstellen – mit klaren Definitionen und Nachweisregeln für CCU, beschleunigten Genehmigungsverfahren, marktbildenden Instrumenten für synthetische Kraftstoffe sowie einer koordinierenden Infrastruktur- und Ressortlogik.

## 1. Problemstellung und Dringlichkeit: synthetische Kraftstoffe, CCU und Klimaschutz

Nicht- bis schwer-elektrifizierbare Verkehrssektoren (insbesondere Luft- und Schifffahrt) sowie Teile der Industrie werden auch langfristig bei ambitioniertem Ausbau erneuerbarer Energien auf chemische Energieträger angewiesen sein. Außerdem verbleiben aus mehreren Prozessen und Sektoren unvermeidbare Restemissionen, für welche Carbon Management Instrumente entwickelt werden müssen. Synthetische Kraftstoffe (insb. PtL) stellen dafür einen zentralen Leitmarkt dar: Sie erzeugen Nachfrage nach CO<sub>2</sub> als Einsatzstoff, während CCU-Anwendungen (z. B. für chemische Zwischenprodukte) zusätzliche Pfade zur Kohlenstoffkreislaufführung eröffnen.

Im Workshop wurde betont, dass eine reine Zieldebatte („Klimaneutralität bis zu einem spezifischen Jahr“) nicht ausreicht. Notwendig ist eine Pfadlogik: Welche Wertschöpfungsketten sollen in Deutschland erhalten, aufgebaut und integriert werden – und welche Rolle können bzw. müssen dabei CCU/CCS und synthetische Kraftstoffe einnehmen?

## 2. Systemische Herausforderungen und Risikofaktoren

### 2.1 Energieverfügbarkeit und Grünstrompreise

CCU und insbesondere die Produktion von PtL sind stromintensive Prozesse. Der Strompreis wird damit zum dominanten Kostenfaktor für die Industrie und die Stromversorgung (Netz, Anschlussleistung) zum möglichen Engpass. Im Workshop wurde zudem auf die Gefahr hingewiesen, dass volkswirtschaftlich erwünschte Transformationspfade betriebswirtschaftlich nicht darstellbar sind, wenn Preis- und Investitionsrisiken nicht ausreichend adressiert werden.

### 2.2 Kopplung von Chemie, Raffinerien und Stromsystem

Mehrere Beiträge unterstrichen das Erfordernis, Carbon Management als integrierte Kette zu betrachten: Abscheidung und Aufbereitung, Transportlogistik, Nutzungspfade, Speicherung sowie die Kopplung mit Wasserstoff- und Strominfrastruktur. Verbundstandorte (Chemie- und Industrieparks) bieten hierfür besondere Synergien, sind aber auch anfällig: Fällt ein zentraler Akteur aus, kann dies Kaskadeneffekte erzeugen.

### 2.3 CO<sub>2</sub>-Quellen, Reinheit und „Herkunft“ des Kohlenstoffs

CO<sub>2</sub> liegt in unterschiedlichen Stoffgemischen vor und ist damit kein standardisiertes Gut. Für Transport und Nutzung sind Mindestanforderungen (Reinheit, Wassergehalt, Begleitstoffe) entscheidend – zugleich ist eine Aufreinigung häufig erst am Ort der Verwendung sinnvoll. Ein

Diskussionspunkt war die Abgrenzung von „atmosphärischem“ Kohlenstoff (DAC) gegenüber verschiedenen Arten von Punktquellen: Insbesondere bei CO<sub>2</sub>-Punktquellen unterscheidet sich die Qualität bzw. die Zusammensetzung der abgeschiedenen CO<sub>2</sub>-Stoffströme

## 2.4 Infrastruktur: CO<sub>2</sub>-Transportnetz zwischen CCS und CCU

Für eine leistungsfähige und passgenaue CO<sub>2</sub>-Transportinfrastruktur fehlt heute noch eine robuste Planungsgrundlage: Welche Mengen, welche Qualitäten, welche Nutzergruppen – und wie verändert sich das im Zeitverlauf? Der Workshop hat hervorgehoben, dass sich ein CO<sub>2</sub>-Transportnetz ohne Großverbraucher wirtschaftlich kaum trägt und deshalb szenariobasiert (Cluster/Hubs, Sensitivitäten gegenüber Energiepreisen) geplant werden sollte. Gleichzeitig müssen internationale Transportpfade (z. B. aus der Schweiz in Richtung Nordsee-Speicher) in die deutsche Planung integriert werden. Eine weitere Herausforderung ist, dass ein CCS-basiertes Transportnetz im Gegensatz zu anderen Pipelinenetzen keine wachsende, sondern tendenziell eine sinkende Infrastrukturgröße darstellt, was sich negativ auf die Kosten auswirkt. CCU kann somit ein stabiler Betriebsanker für CO<sub>2</sub>-Transportnetze darstellen.

## 2.5 Markthochlauf und Nachfrage: Preis- und Wettbewerbsdruck

Synthetische Kraftstoffe konkurrieren in der sehr preissensitiven Schifffahrtsbranche mit preislich hochkompetitiven Kraftstoffalternativen; die Luftfahrt ist dagegen stärker durch Quoten und internationale Regeln geprägt. Für die chemische Industrie fehlen bislang wirksame Anreize zur CO<sub>2</sub>-Nutzung, während Verbote das Risiko von Carbon Leakage (Verlagerung der Industrieproduktion in ein Nicht-EU Land) erhöhen. Der Aufbau von Nachfrageankern in allen Sektoren und Einsatzfeldern (Quoten, Offtake Agreements, öffentliche Beschaffung) ist daher zentral.

## 2.6 Resilienz und gesellschaftlicher Konsens

Neben Klimaschutz wurde Resilienz als strategisches Argument betont: Synthetische Kraftstoffe sind besser lagerfähig als fossile Kraftstoffe und können kritische Infrastruktur (BOS/Verteidigung, Notfallversorgung) absichern. Gleichzeitig erfordert der Markthochlauf einen breiten, über Legislaturperioden tragfähigen gesellschaftlichen und politischen Konsens, um Investitions- und Planungsunsicherheit zu reduzieren und kontinuierliche Abnahmegarantien (Offtakes) der Zielprodukte.

# 3. Lösungsansätze und politischer Handlungsbedarf

## 3.1 Regulatorische Klarheit und Governance

Prioritär ist die Schaffung eines klaren und verständlichen Rahmens für CCU: Definitionen, Accounting, Anrechenbarkeit (inkl. Herkunft der Kohlenstoffquelle), Schnittstellen zu ETS/ETS2 sowie die Verzahnung mit EU-Regelwerken (u. a. reFuels-Quoten und zukünftige Regeln für Negativemissionen). Der Workshop identifizierte eine „Komplexitätsfalle“: Verschachtelte Regeln überfordern Unternehmen und hemmen Investitionen. Empfohlen wird daher eine konsolidierte

Regulierungs-Logik (inkl. einfachen Übersichten, Branchenleitfäden). Auch eine Anpassung des Erdölbevorratungsgesetzes (Berücksichtigung synthetischer Kraftstoffe ist heute nicht enthalten und sogar nicht anrechenbar) mit einer Berücksichtigungsmöglichkeit von PtL kann den Markthochlauf stärken.

### 3.2 Markt- und Investitionsanreize

Für den Hochlauf sind Instrumente nötig, die Preis- und Absatzrisiken reduzieren: CfD/Preisabsicherung, Quoten (mit realistischen Nachweisregeln), gezielte Förderprogramme für First-of-a-Kind-Anlagen sowie öffentliche Beschaffung als Anschubmarkt (Pilotanwendungen). Auch die Entwicklung von Nischenmärkten kann ein Zwischenschritt zu einem breiten Markthochlauf sein.

### 3.3 Demonstration im Heimatmarkt und Technologieexport

Mehrere Beiträge plädierten für Demonstrationsprojekte in Deutschland (z. B. in Industrieparks/Verbundstandorten) als sichtbare Belege für Machbarkeit, Genehmigungsfähigkeit und Systemintegration. Demonstrationsanlagen müssen dabei über bestehende Demoanlagen hinausgehend skaliert sein. Parallel kann Deutschland seine Technologiekompetenz (Elektrolyse, DAC, Synthese) strategisch exportieren – idealerweise gekoppelt mit langfristigen Lieferbeziehungen (Offtake) für synthetische Kraftstoffe. Hierzu sind funktionierende und robust laufende Demonstrationsprojekte (inklusive Abnahmegarantien) unabdingbar, um nicht einen sog. „Transrapid-Effekt“ zu erzeugen.

### 3.4 Infrastruktur und Standards: CO<sub>2</sub>-Qualität, Transport und Nutzung

Es besteht Bedarf an einer systematischen Übersicht der CO<sub>2</sub>-Qualitätsanforderungen je Anwendung (CCU, Speicherung, PtL) sowie an standardisierten Spezifikationen, die sowohl Transport (Pipeline/Trailer) als auch Nutzung erleichtern. Gleichzeitig sollten Standards so gestaltet werden, dass CCU nicht durch überstrenge CCS-Spezifikationen unbeabsichtigt benachteiligt wird.

## 4. Vorgeschlagene Möglichkeiten für Maßnahmen und nächste Schritte

| Priorität      | Maßnahme                                                                                                             | Erwarteter Effekt                                                          | Umsetzungsebene        |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| A (0–12 Mon.)  | CCU-Regelwerk & Guidance konsolidieren (Definitionen, Accounting, Nachweise, Schnittstellen ETS/ETS2, RED/RefuelEU)  | Investitionssicherheit, weniger Fehlanreize, schnellere Projektentwicklung | EU/Bund                |
| A (0–12 Mon.)  | Szenariobasierte CO <sub>2</sub> -Infrastrukturplanung (Cluster/Hubs, Mengen- & Qualitätsbänder, Cross-Border-Pfade) | Vermeidung von Fehlinvestitionen, bessere Netzökonomie                     | Bund/Länder/Industrie  |
| A (0–12 Mon.)  | Anschubmärkte über öffentliche Beschaffung (BOS/Verteidigung, Pilotflotten, Hafen-/Flughafenanwendungen)             | Frühe Offtakeagreements, Lernkurven, Sichtbarkeit                          | Bund/Länder            |
| B (12–24 Mon.) | First-of-a-Kind Demonstratoren an Verbundstandorten (Chemiepark/Raffinerie) mit beschleunigten Genehmigungen         | Technologiereife, Standardisierung, Skalierungsfähigkeit                   | Länder/Bund/Industrie  |
| B (12–24 Mon.) | Preisabsicherung für eFuels (z. B. CfD, Carbon Contracts, Quoten mit Preisstütze)                                    | Bankability, privates Kapital, schneller Markthochlauf                     | Bund/EU                |
| C (24–36 Mon.) | CO <sub>2</sub> -Qualitätsstandards je Anwendung + Logistik (Trailer/Pipeline)                                       | Niedrigere Transaktionskosten, mehr Akteure, Skalierung                    | Industrie/Normung/Bund |

Projektableitungen für InnoFuels (Vorschlag): (1) Übersicht CO<sub>2</sub>-Qualitätsanforderungen (Anwendungsmatrix); (2) Szenariorahmen für CO<sub>2</sub>-Netz- und Nutzungspfade (CCU/CCS); (3) Papier zur Regulierungslandkarte und zu Prioritäten für Klarstellungen

## 5. Schlussfolgerung

Carbon Management ist eine industrie- und klimapolitische Querschnittsaufgabe. Die zentrale Herausforderung ist die Umsetzungsfähigkeit: Klare Regeln, planbare Märkte, integrierte Infrastruktur und sichtbare Demonstratoren. Gelingt dies, kann Deutschland sowohl zur

Defossilisierung der Mobilität beitragen, als auch den Chemie-Sektor versorgen sowie Wertschöpfung und Technologiekompetenz über Exportmärkte sichern.

## Workshop

Datum/Ort: 03.02.2026, ZSW Stuttgart.

Format: Impulse am Vormittag, moderierte Diskussionsblöcke zu (I) Innovationsschwerpunkten, (II) CCU vs. CCS & Infrastruktur, (III) Politik/Resilienz.

Teilnehmende: ZSW, KIT, DBFZ, Umwelttechnik BW, MiRO, Infraserb Höchst, CENA.