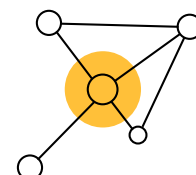
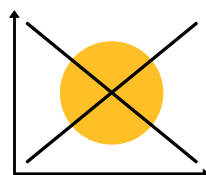
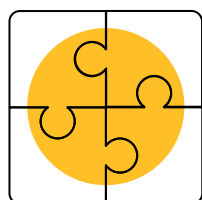
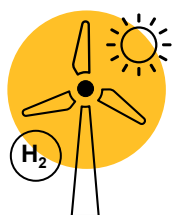


EWI-Policy Brief

## Wann lohnen sich Carbon Contracts for Differences?

Die Effekte unsicherer CO<sub>2</sub>-Preise und Kosten sowie deren Implikationen auf die Ausgestaltung

Dezember 2021



**Energiewirtschaftliches Institut an der  
Universität zu Köln gGmbH (EWI)**

Alte Wagenfabrik  
Vogelsanger Straße 321a  
50827 Köln

Tel.: +49 (0)221 277 29-100

Fax: +49 (0)221 277 29-400

<https://www.ewi.uni-koeln.de>

**Verfasst von**

Samir Jeddi

Dominic Lencz

**Bitte zitieren als**

**Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln (EWI) (2021).** Wann lohnen sich Carbon Contracts for Differences? Die Effekte unsicherer CO<sub>2</sub>-Preise und Kosten sowie deren Implikationen auf die Ausgestaltung

Das Energiewirtschaftliche Institut an der Universität zu Köln ist eine gemeinnützige GmbH, die sich der anwendungsnahen Forschung in der Energieökonomik widmet und Beratungsprojekte für Wirtschaft, Politik und Gesellschaft durchführt. Der wissenschaftliche Betrieb wird finanziert durch Einnahmen aus Forschungsprojekten, Analysen und Gutachten für öffentliche und privatwirtschaftliche Auftraggeber. Eine Einflussnahme auf die wissenschaftliche Arbeit oder die Beratungstätigkeit des Energiewirtschaftlichen Instituts an der Universität zu Köln durch Dritten ist ausgeschlossen. Die Haftung für Folgeschäden, insbesondere für entgangenen Gewinn oder den Ersatz von Schäden Dritter, ist ausgeschlossen.

## Kernaussagen

- Unsichere Profite, die von zukünftigen CO<sub>2</sub>-Preisen und Kosten emissionsarmer Technologien abhängen, halten Unternehmen von Klimaschutz-Investitionen ab.
- Carbon Contracts for Differences (CCfDs) sichern Unternehmen gegen unsichere CO<sub>2</sub>-Preise ab, indem sie ein gewisses CO<sub>2</sub>-Preisniveau festlegen. Bleibt der CO<sub>2</sub>-Preis unterhalb dieses Preisniveaus, erstattet der Staat den Unternehmen die Differenz.
- CCfDs erhöhen die Planungssicherheit und ermöglichen mehr Klimaschutz-Investitionen und können so einen wichtigen Beitrag leisten, um langfristige Klimaziele zu erreichen.
- Die Zahlungen der CCfDs bergen aber die Gefahr ineffiziente Technologien im Markt zu halten.
- Eine adäquate Ausgestaltung, z.B. die Wahl der zu fördernden Technologien und der Laufzeit, begrenzt die Gefahr der ineffizienten Förderung und erhöht den Mehrwert von CCfDs.

## Unsichere Profite halten Investoren von Klimaschutz-Investitionen ab.

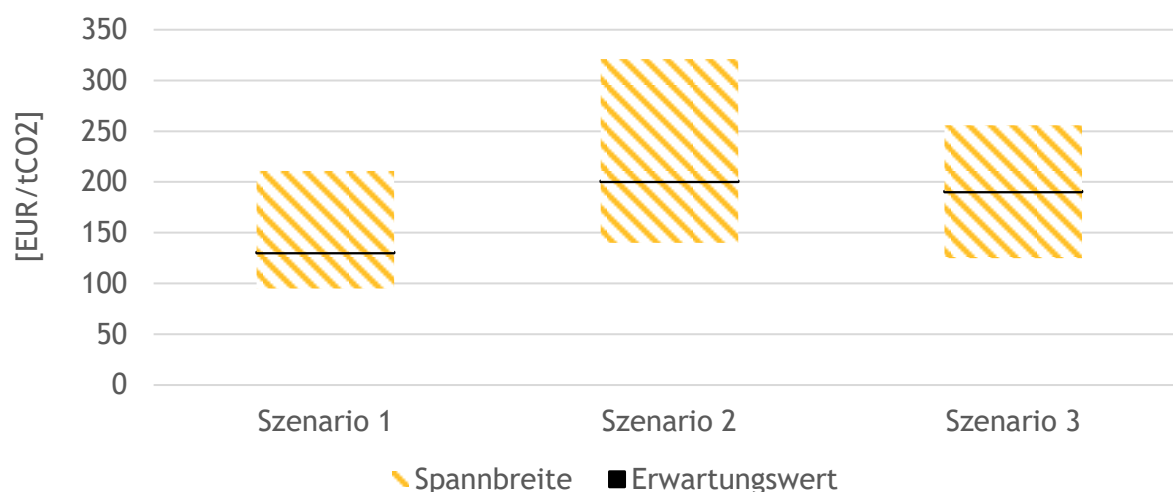
Die Dekarbonisierung des Energiesystems erfordert substanzielle Klimaschutz-Investitionen in allen Sektoren, bereits in der kommenden Dekade. Im deutschen Industriesektor müssen, beispielsweise im Bereich wasserstoffbasierter Direktreduktion in der Stahlindustrie, rund 8 Mrd. Euro in der zweiten Hälfte der 2020er Jahre investiert werden (EWI, 2021a). Dabei handelt es sich um hohe Einzelinvestitionen mit Amortisierungszeiträumen von bis zu 20 Jahren (Agora, 2021).

Die Profitabilität dieser Investitionen ist jedoch mit verschiedenen Unsicherheiten behaftet, die (bisher) kaum durch marktliche Instrumente, wie bspw. Forward- oder Future-Kontrakte, abgesichert werden können. Die Unsicherheiten lassen sich hauptsächlich auf zwei Ursachen zurückführen:

Erstens hängt die Rentabilität der Investitionen in emissionsarme Technologien, wie der wasserstoffbasierten Direktreduktion in der Stahlindustrie, von den zukünftigen CO<sub>2</sub>-Preisen ab. Diese Technologien sind nur dann gegenüber konventionellen Technologien wettbewerbsfähig, wenn der CO<sub>2</sub>-Preis während der wirtschaftlichen Lebensdauer der Anlage ein bestimmtes Niveau übersteigt.<sup>1</sup> Dies liegt daran, dass die Kosten für die konventionelle Stahlproduktion bei einem höheren CO<sub>2</sub>-Preis steigen, während die Produktionskosten für emissionsarmen Stahl kaum vom CO<sub>2</sub>-Preis abhängen. Die CO<sub>2</sub>-Preise sind jedoch unsicher. In den letzten Jahren sind die CO<sub>2</sub>-Preise beispielsweise stärker gestiegen als zuvor von den meisten Marktakteuren erwartet. Dies kann durch die kontinuierlich gestiegenen Klimaschutzambitionen (bspw. das „Fit for 55“-Package) und regelmäßigen Anpassungen im EU-Emissionshandel (z.B.: Steigerung des jährlichen Emissionsreduktionsfaktors, Einführung der Marktstabilitätsreserve) erklärt werden (ESMA, 2021). Auch die Erwartungen bezüglich der zukünftigen CO<sub>2</sub>-Preise sind breit gefächert, wie eine aktuelle Publikation des Kopernikus-Projektes *Ariadne* zeigt. In Abbildung 1 zeigt die erforderlichen CO<sub>2</sub>-Preise im EU ETS zum Erreichen der szenarioabhängigen Reduktionsziele im Jahr 2030. Die Spannbreiten spiegeln dabei unterschiedliche Annahmen zum Markthochlauf und zur Entwicklung neuer Technologien wider (Ariadne, 2021).

---

<sup>1</sup> Zusätzlich hängt die Wettbewerbsfähigkeit vom internationalen Handel ab. Die Auswirkungen eines europäischen CO<sub>2</sub>-Grenzausgleichs (CBAM) werden im EWI-Policy-Brief [„Implikationen eines europäischen CO<sub>2</sub>-Grenzausgleichs \(CBAM\) für den internationalen Handel“](#) diskutiert.



**Abbildung 1** Spannbreite der notwendigen Preise im EU ETS im Jahr 2030 zur Erreichung der szenario-abhängigen Sektorziele.

*Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Ariadne (2021). Die Szenarien spiegeln unterschiedliche Aufteilungen der angestrebten CO<sub>2</sub>-Minderungen auf die EU ETS- und ESR-Sektoren.*

Gegen den unsicheren CO<sub>2</sub>-Preis können sich Unternehmen kaum absichern. Empirische Studien zeigen, dass Unternehmen aufgrund fehlender wirksamer und vorhersehbarer CO<sub>2</sub>-Preise weniger in Klimaschutz investieren (Lopez et al., 2017; Chiappinelli et al., 2021).

Zweitens sind die variablen Kosten emissionsarmer Technologien unsicher, insbesondere wenn diese die Einführung innovativer Produktionsprozesse mit neuen Inputfaktoren beinhalten. Die Märkte und damit die Preise für einige dieser Inputfaktoren sind noch in der Entwicklung. Das prominenteste Beispiel hierfür ist grüner Wasserstoff, der perspektivisch u.a. zur Direktreduktion in der Stahlherstellung eingesetzt werden soll. Die zukünftigen Produktionskosten von Wasserstoff variieren stark, z.B. in Abhängigkeit von den Strom- oder Transportkosten (Brändle et al., 2021). Außerdem befindet sich der Wasserstoffmarkt in einem Hochlauf, an dem zahlreiche Akteure beteiligt sind (Schlund et al., 2022). In welchem Maße hierbei Lern- und Skaleneffekte zusätzliche Kostenreduktionen ermöglichen, ist offen. Abbildung 2 zeigt die Spannbreite möglicher Produktionskosten für grünen Wasserstoff auf Grundlage unterschiedlicher Quellen erneuerbaren Stroms. Die Kosten wurden mit Hilfe des EWI „Wasserstoff-Kosten-Tool“ berechnet (EWI, 2021b). Diese Kosten können wiederum zu sehr unterschiedlichen Produktionskosten für emissionsarmen Stahl führen.

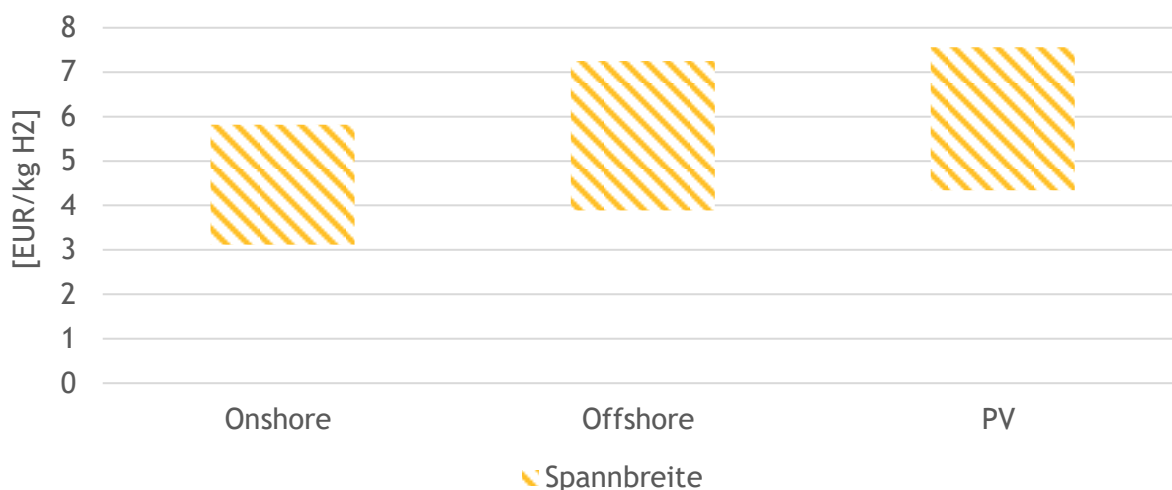


Abbildung 2 Produktionskosten grünen Wasserstoffs im Jahr 2030 nach Quelle des erneuerbaren Stroms und Kostenannahmen zu Elektrolyseuren.

Quelle: EWI „Wasserstoff-Kosten-Tool“ (2021).

Aufgrund des aktiven Markthochlaufs von Wasserstoff fehlen derzeit Märkte und Instrumente, um sich gegen diese Unsicherheit abzusichern (Heather, 2019). Das Beispiel Wasserstoff verdeutlicht, dass Unsicherheit über die zukünftige Wettbewerbsfähigkeit und Profitabilität emissionsarmer Technologien Investoren abschrecken und somit die Dekarbonisierung verlangsamen könnte.

## CCfDs können die Planungssicherheit für Klimaschutz-Investitionen steigern.

Um Unternehmen trotz der CO<sub>2</sub>-Preis- und Kostenrisiken einen Anreiz zu geben, tiefgreifende Klimaschutz-Investitionen zu tätigen, regt die Europäische Kommission in ihrer Wasserstoffstrategie und im Reformvorschlag „Fit for 55“ an, Carbon Contracts for Differences (CCfDs) einzuführen. Die designierte Bundesregierung greift diesen Vorschlag zur nachhaltigen Transformation des Industriesektors in ihrem kürzlich vorgestellten Koalitionsvertrag auf und plant CCfDs einzuführen.

CCfDs sind Verträge, in denen sich der Staat und ein Unternehmen, das in eine emissionsarme Technologie investiert, auf einen Strike-Preis einigen. Liegt der CO<sub>2</sub>-Preis unter dem Strike-Preis, zahlt der Staat die Differenz an das Unternehmen. Liegt der CO<sub>2</sub>-Preis über dem Strike-Preis, zahlt das Unternehmen die Differenz an den Staat. Der CCfD sichert dadurch die Wettbewerbsfähigkeit der emissionsarmen Technologie gegenüber der konventionellen Produktionsroute gegen unsichere CO<sub>2</sub>-Preise ab.<sup>2</sup> Denn im Fall niedriger CO<sub>2</sub>-Preise sinken die Kosten der konventionellen Produktionsroute und somit die Wettbewerbsfähigkeit der emissionsarmen Technologie. Etwaige Verluste werden dann durch Zahlungen der CCfDs ausgeglichen. Umgekehrt müssen Unternehmen im Fall hoher CO<sub>2</sub>-Preise, einen Teil ihrer Gewinne an den Staat zurückzahlen. Der Zusammenhang von unterschiedlichen CO<sub>2</sub>-Preisen und

<sup>2</sup> Zusätzlich können CCfDs auch eine Subvention enthalten. Dies ist der Fall bei der deutschen und der EU-Wasserstoffstrategie sowie beim "Fit for 55"-Paket. Solche Subventionen können z.B. durch positive externe Effekte gerechtfertigt sein.

der Wettbewerbsfähigkeit emissionsarmer Technologien inkl. CCfD-Zahlungen ist in Abbildung 3 dargestellt.

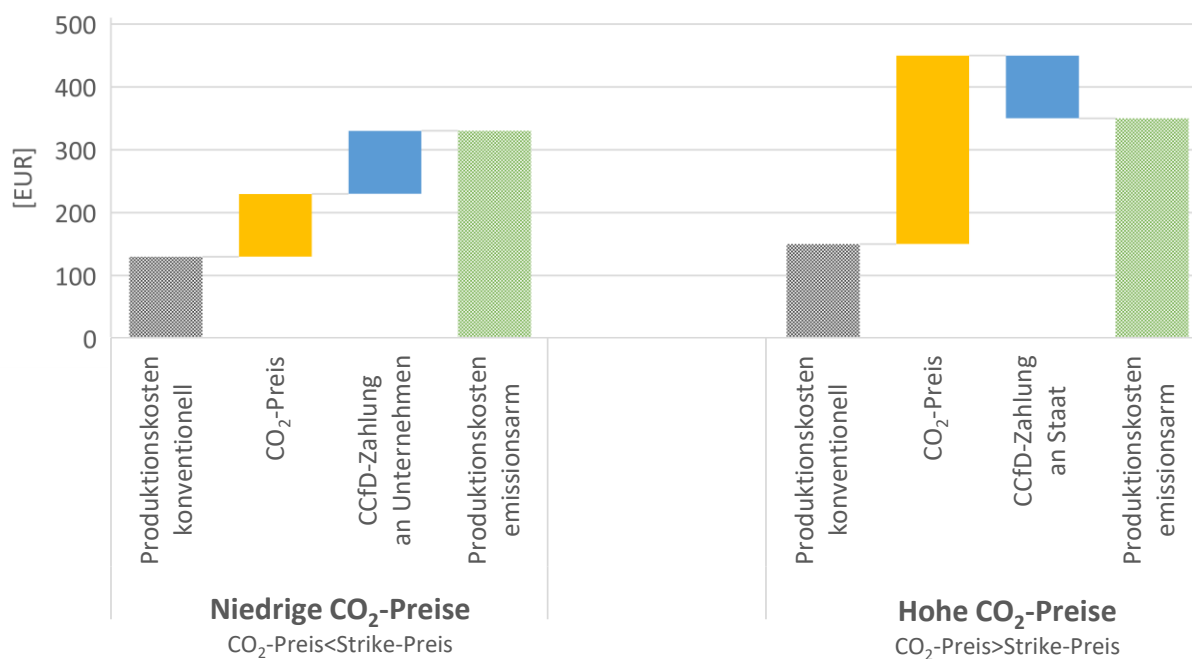


Abbildung 3 Exemplarische CCfD-Zahlungen in Abhängigkeit des CO<sub>2</sub>-Preises und der Zusammenhang zur Differenz der konventionellen und emissionsarmen Produktionskosten

Durch das gesunkene Risiko können sich geringere Finanzierungskosten und niedrigere Renditeansprüche von Investoren ergeben, wodurch mehr Unternehmen bereit sein könnten, in emissionsarme Technologien zu investieren (Richstein, 2017).

## Eine erhöhte Planungssicherheit ermöglicht mehr Klimaschutz-Investitionen.

Im Working Paper „Complementing carbon prices with Carbon Contracts for Difference in the presence of risk - When is it beneficial and when not?“ untersuchen wir CCfDs modelltheoretisch mit Hinblick auf verschiedene Quellen von Unsicherheit und risikoaversen Unternehmen.<sup>3</sup> Dabei berücksichtigen wir sowohl die Unsicherheit über den CO<sub>2</sub>-Preis als auch die Unsicherheit der variablen Kosten emissionsarmer Technologien. Unser Modell bildet die Interaktionen zwischen Unternehmen, die in eine emissionsarme Technologie investieren können, und dem Staat ab, der über CO<sub>2</sub>- und CCfD-Strike-Preise entscheidet. Dabei sichert der CCfD das Unternehmen nur gegen CO<sub>2</sub>-Preisrisiken ab. Der Strike-Preis des CCfD ändert sich also nicht bei einer Veränderung der variablen Kosten.

<sup>3</sup> Das Forschungspapier kann [hier](#) heruntergeladen werden. Wir danken für die finanzielle Unterstützung dieser Forschung durch das [Research Programme Hydrogen: The Role of Gas in the Energy Transition](#), einer Initiative der Gesellschaft zur Förderung des Energiewirtschaftlichen Instituts an der Universität zu Köln e.V., sowie durch das [Kopernikus-Projekt ENSURE](#) des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF).

Die Ergebnisse zeigen, dass CCfDs die Wohlfahrt steigern, wenn es vorab sicher ist, dass die Vermeidungskosten der emissionsarmen Technologie geringer sind als der CO<sub>2</sub>-Preis. Dies liegt daran, dass Unternehmen ohne CCfDs weniger investieren als volkswirtschaftlich sinnvoll wäre.

Im Fall unsicherer CO<sub>2</sub>-Preise liegt das daran, dass die Erlöse und die resultierenden Gewinne von Unternehmen unsicher sind. Risikoaverse Unternehmen halten Investitionen zurück, da sie nicht wissen, ob die Gewinne ausreichen, um die Investitionen zu finanzieren. Der CCfD sichert die Unternehmen gegen diese Unsicherheit ab. Die gestiegene Planbarkeit führt dazu, dass mehr Unternehmen bereit sind in emissionsarme Produktionsverfahren zu investieren. Die Investitionen steigen auf das effiziente Maß und es entsteht ein Wohlfahrtsgewinn. Der Wohlfahrtsgewinn durch den CCfD ist dabei umso größer, je risikoaverser die Investoren sind.

Wenn die variablen Kosten der emissionsarmen Technologie unsicher sind, ergeben sich für die investierenden Unternehmen ebenfalls unsichere Gewinne, was Unternehmen wiederum davon abhält zu investieren. In diesen Fällen kann es sinnvoll sein, dass der Staat den Strike-Preis erhöht und die Unternehmen damit für ihr Risiko kompensiert. Hierdurch können die Investitionen auf ein effizientes Maß gesteigert werden und es ergibt sich ein Wohlfahrtsgewinn. Für den Staat ist die Erhöhung des Strike-Preises jedoch mit zusätzlichen Kosten verbunden.

## Es besteht die Gefahr, dass ineffiziente Technologien im Markt gehalten werden.

Ausgereifte Technologien zur Emissionsvermeidung sollten nur dann eingesetzt werden, wenn ihre Vermeidungskosten geringer sind als der CO<sub>2</sub>-Preis.<sup>4</sup> Für einige emissionsarme Technologien, die gegenwärtig entwickelt werden, ist unklar, ob sie dieses Kriterium langfristig erfüllen werden. Für grünen Stahl beispielsweise schätzt Agora (2021), dass die langfristigen variablen Vermeidungskosten je nach Wasserstoffpreis zwischen 133 und 204 EUR/t CO<sub>2</sub> betragen. Wie hoch der zukünftige CO<sub>2</sub>-Preis sein wird, lässt sich heute nur mit großer Unsicherheit vorhersagen. Die Spannweite der zur Erreichung der Klimaschutzziele notwendigen CO<sub>2</sub>-Preise im EU ETS liegt beispielsweise zwischen ca. 100 bis 300 EUR/t CO<sub>2</sub> (siehe Abbildung 1).

Wäre der CO<sub>2</sub>-Preis das einzige klimapolitische Instrument, würde sich die Nutzung von emissionsarmen Technologien nicht lohnen, wenn deren Kosten zur CO<sub>2</sub>-Vermeidung höher wären als der CO<sub>2</sub>-Preis. Durch die Absicherung mit CCfDs können ineffiziente Technologien dagegen potenziell im Markt gehalten werden. Ein solcher Fall tritt auf, wenn der Strike-Preis höher ist als die variablen Vermeidungskosten und sich im Nachhinein herausstellt, dass der CO<sub>2</sub>-Preis geringer ist als die variablen Vermeidungskosten.

Dies führt zu folgendem Trade-off: Auf der einen Seite motivieren CCfDs durch ihre Hedging-Wirkung Unternehmen dazu, mehr in emissionsarme Technologien zu investieren und steigern hierdurch die Wohlfahrt. Auf der anderen Seite birgt die Absicherung durch CCfDs das Risiko ineffiziente Produktionsverfahren später *künstlich* im Markt zu halten, was die Wohlfahrt reduziert. Der Wohlfahrtsverlust steigt dabei, je größer die Wahrscheinlichkeit ist, eine

<sup>4</sup> Für Technologien, die noch nicht ausgereift sind und bei denen durch den Einsatz Lern- und Spillover-Effekte zu erwarten sind, kann es sinnvoll sein, diese auch dann einzusetzen, wenn die Vermeidungskosten höher liegen als der CO<sub>2</sub>-Preis.



ineffiziente Produktion zu fördern. Ab einer bestimmten Wahrscheinlichkeit ist es sinnvoll auf den CCfD zu verzichten. Wie hoch diese Wahrscheinlichkeit ist, hängt von der Risikoaversion der Unternehmen, der Höhe und Art der Risiken sowie von dem Verhältnis der nötigen Investitionskosten zu den variablen Kosten ab. Die zeigt, dass CCfDs so ausgestaltet sein sollten, dass der Wohlfahrtsgewinn durch zusätzliche Investitionsanreize, den Wohlfahrtsverlust durch die potenzielle Förderung ineffizienter Technologien, übersteigt.

## Eine adäquate Ausgestaltung erhöht den Mehrwert von CCfDs.

Gegenwärtig wird diskutiert, in welchem Umfang und in welchem Rahmen CCfDs angeboten werden sollen (EU, 2020; EU, 2021; BMWi, 2020; BMU, 2021; VCI, 2020; Agora, 2021). Insgesamt ist zu klären, für welche Technologien CCfDs angeboten werden. Zudem müssen die Vertragsbestandteile definiert werden. Hierunter fallen beispielsweise die Vertragslaufzeit und die Frage, ob weitere Inputrisiken, wie Gas- und Wasserstoffpreise, abgesichert werden sollten. Unsere Analyse zeigt, dass Entscheidungen über zu fördernde Technologie sowie die Ausgestaltung der CCfD-Verträge entscheiden, ob die sich CCfDs am Ende für den Staat und die Gesellschaft lohnen (siehe Abbildung 4). Denn diese Entscheidungen beeinflussen, sowohl die Anreize für zusätzliche Investitionen als auch das Risiko, langfristig ineffiziente Technologien zu fördern. Die Berücksichtigung dieses Trade-offs im Zuge der Ausgestaltung erhöht den Mehrwert von CCfD.

Zur Frage, welchen Technologien CCfD angeboten werden sollten, schlägt die Wasserstoffstrategie der EU-Kommission und der Bundesregierung die emissionsarme Stahlerzeugung sowie die Chemieindustrie vor. Der Klimaschutzplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) berücksichtigt zusätzlich Produktionsverfahren in der Zementindustrie. Unsere Forschung zeigt, dass CCfDs nur für die Technologien bereitgestellt werden sollten, die sich mit hoher Wahrscheinlichkeit langfristig durchsetzen. Eine zu weite Auswahl erhöht die Gefahr, langfristig ineffiziente Technologien zu fördern. Die Auswahl der Technologie sollte jedoch auch nicht zu eng sein, da sonst notwendige Klimaschutz-Investitionen ausbleiben könnten.

Bei der Förderung emissionsarmer Technologien sind neben der statischen Kosteneffizienz häufig auch industrieweite Kostendegressionen von Technologieinnovationen (Lerneffekte) oder industriepolitische Ziele wichtige Faktoren. Eine Berücksichtigung dieser Aspekte kann sowohl die Technologieauswahl bei der Vergabe von CCfDs als auch die Höhe des Strike-Preises beeinflussen. Wenn z.B. CCfDs so ausgestaltet werden, dass industriepolitische Zielvorgaben zur Technologiediffusion über einen höheren Strike-Preis erreicht werden, steigt die Gefahr, statisch ineffiziente Technologien über einen langen Zeitraum zu fördern. Hier ist also erneut eine Abwägungsentscheidung zu treffen. Es stellt sich jedoch generell die Frage, wieso solche Ziele (Kostendegression oder strategische Relevanz) nicht über zusätzliche Instrumente erreicht werden sollten. Dies würde dem Ansatz „ein Instrument pro Ziel“ entsprechen und könnte damit etwaige Ineffizienzen vermeiden (Höffler, 2014).

Als Vertragslaufzeit schlägt das BMU 10 Jahre vor, während der Verband der Chemischen Industrie 20 Jahre befürwortet (BMU, 2020; VCI, 2020). Je länger die Vertragslaufzeit des CCfDs, desto länger sichert der CCfD die CO<sub>2</sub>-Preisrisiken des Unternehmens ab.<sup>5</sup> Dies reizt Investitionen verstärkt an. Auf der anderen Seite steigt mit einer längeren Vertragslaufzeit das Risiko, dass die variablen Vermeidungskosten dauerhaft über den CO<sub>2</sub>-Preisen liegen. Ein Grund hierfür könnte beispielsweise sein, dass die CO<sub>2</sub>-Preise weniger stark steigen als erwartet.

CCfD-Verträge können neben CO<sub>2</sub>-Preisen weitere Risiken absichern. Beispielsweise rät das BMU, die Risiken für Energiepreise zusätzlich abzusichern. Hierdurch sinkt das Gewinnrisiko für Investoren weiter, was die Attraktivität von Investitionen zusätzlich erhöht. Richstein (2021) zeigt, dass die Staaten, die eine bestimmte Menge an Investitionen anreizen wollen, durch die zusätzliche Absicherung niedrigere Strike-Preise anbieten und somit im Durchschnitt Geld einsparen können. Allerdings erhöht diese zusätzliche Absicherung das Risiko, ineffiziente Technologien zu fördern. Stellt sich beispielsweise heraus, dass die Produktion von grünem Wasserstoff unerwartet teuer bleibt, und die Stahlproduktion durch Direktreduktion deshalb nicht effizient ist, würde ein CCfD, der den Wasserstoffpreis absichert, die ineffiziente Produktion mittels Direktreduktion im Markt halten. Um solche Situationen zu vermeiden, sollte der Staat abwägen, ob und welche zusätzlichen Risiken abgesichert werden.

Ausprägung	Tendenziell weniger Klimaschutz-Investitionen	Tendenziell größere Gefahr ex-post ineffiziente Technologien zu fördern
<b>Geförderte Technologien</b>	<u>Nur fast marktreife Technologien</u> Weniger Investitionen, da nur wenige Technologien einen höheren Investitionsanreiz durch eine Absicherung erhalten.	<u>Weite Definition der geförderten Technologien</u> Größere Gefahr ineffiziente Technologien zu fördern, da auch weniger aussichtsreiche Technologien CCfD erhalten.
<b>Zusätzliche Förderziele</b>	<u>Ausschließlich CO<sub>2</sub>-Preisunsicherheit ohne andere Instrumente</u> Weniger Investitionen, da ggf. wünschenswerte Technologieinnovationen ohne zusätzliche Förderung ausbleiben	<u>Berücksichtigung anderer Ziele über einen höheren Strike Preis</u> Größere Gefahr ineffiziente Technologien zu fördern, da Subventionierung der variablen Kosten.
<b>Laufzeit</b>	<u>Kurz (z.B. 10 Jahre)</u> Weniger Investitionen, da Unternehmen höheres Risiko tragen.	<u>Länger (z.B. 20 Jahre)</u> Größere Gefahr ineffiziente Technologien zu fördern, da Marktumfeld sich langfristig ändern kann.
<b>Absicherung anderer Inputrisiken</b>	<u>Nein</u> Weniger Investitionen, da Unternehmen höheres Risiko tragen.	<u>Ja</u> Größere Gefahr ineffiziente Technologien zu fördern, da Entwicklung der anderen Input (z.B. H <sub>2</sub> ) auch dazu führen kann.

Abbildung 4 Einsatz- und Ausgestaltungsoptionen von CCfDs und ihre Auswirkungen.

## CCfDs können einen Beitrag leisten, um langfristige Klimaziele zu erreichen.

Bereits in der nächsten Dekade müssen zahlreiche Klimaschutz-Investitionen getätigt werden. Die Profitabilität mancher Investitionen ist jedoch unsicher, da vorab weder die zukünftigen CO<sub>2</sub>-Preise noch die variablen Kosten emissionsarmer Technologien bekannt sind. CCfDs können die

<sup>5</sup> Eine Laufzeit über die gesamte Nutzungsdauer der Anlage reduziert das Risiko am stärksten.

Planungssicherheit für Klimaschutz-Investitionen erhöhen und werden sowohl auf europäischer als auch auf nationaler Ebene als Ergänzung zu CO<sub>2</sub>-Preisen diskutiert und sind Teil des Koalitionsvertrags der neuen Bundesregierung.

Neuste Ergebnisse des EWI zeigen, dass CCfDs insbesondere bei risikoaversen Unternehmen Anreize für Klimaschutzinvestitionen erhöhen und damit die Wohlfahrt steigern können. Dies gilt jedoch nur dann, wenn die Gefahr gering ist, dass der Einsatz der emissionsarmen Technologie ex-post ineffizient ist. Sollte dies der Fall sein, bergen CCfDs das Risiko, ineffiziente Technologien künstlich im Markt zu halten.

Eine adäquate Ausgestaltung von CCfDs kann diese Gefahr reduzieren. Dabei ist insbesondere entscheidend, welche Technologien gefördert werden, wie lange die Förderung andauert, und ob alle Inputrisiken abgesichert werden.

Es besteht also ein Trade-off zwischen der Gefahr, ineffiziente Technologie zu fördern und der Gefahr, zu geringe Investitionen Klimaschutzmaßnahmen anzureizen. In letzterem Fall könnte dies natürlich auch die Verlagerung von gewissen Produktionsstandorten ins Ausland nach sich ziehen.

Neben den reinen Vermeidungskosten existieren weitere Faktoren, wie z.B. die gezielte Förderung bestimmter Technologien aus innovations- oder industriepolitischen Erwägungen, die den Einsatz von CCfDs begründen können. In Bezug auf die Förderung von Wasserstoff durch CCfDs sollte daher geklärt werden, in welchen Sektoren die Nutzung von Wasserstoff priorisiert werden sollte.

## Literaturverzeichnis

**Agora Energiewende (Agora) (2021):** Klimaschutzverträge für die Industrietransformation (Stahl), September 2021.

**Ariadne (2021):** Notwendige CO<sub>2</sub>-Preise zum Erreichen des europäischen Klimaziels 2030, November 2021.

**Brändle, G., et al. (2021):** Estimating long-term global supply costs for low-carbon hydrogen. Applied Energy, 302, 117481.

**Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) (2021):** Eckpunkte für eine Förderrichtlinie Klimaschutzverträge zur Umsetzung des Pilotprogramms „Carbon Contracts for Difference“, April 2021.

**Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2020):** Die Nationale Wasserstoffstrategie, Juni 2020.

**Chiappinelli, O., et al. (2021):** A green covid-19 recovery of the EU basic materials sector: identifying potentials, barriers, and policy solutions. Climate Policy, 1-19.

**European Securities and Markets Authority (ESMA) (2021):** Preliminary report on the EU carbon market, November 2021.

**EU-Kommission (EU) (2020):** A hydrogen strategy for a climate-neutral Europe, Juli 2020.

**EU-Kommission (EU) (2021):** Fit for 55': delivering the EU's 2030 Climate Target on the way to climate neutrality, Juli 2021.

**Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln (EWI) (2021a):** dena-Leitstudie Aufbruch Klimaneutralität. Klimaneutralität 2045 - Transformation der Verbrauchssektoren und des Energiesystems. Herausgegeben von der Deutschen Energie-Agentur GmbH (dena).

**Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln (EWI) (2021b):** Wasserstoff-Kosten-Tool. URL: <https://www.ewi.uni-koeln.de/de/tools/schaetzung-der-langfristigen-globalen-versorgungskosten-fuer-kohlenstoffarmen-wasserstoff/>.

**Heather, P. (2021):** How a traded hydrogen market might develop - lessons from the natural gas industry. Oxford Energy Forum, 127. Herausgegeben von Oxford Institute for Energy Studies.

**Höffler, F. (2014):** Umweltpolitischer Instrumentenmix im Kontext der Energiewende. In Energieumweltrecht in Zeiten von Europäisierung und Energiewende.

**Lopez, J. M. R., et al. (2017):** Corporate investments and environmental regulation: The role of regulatory uncertainty, regulation-induced uncertainty, and investment history. European Management Journal, 35(1), 91-101.

**Richstein, J. C. (2017):** Project-based carbon contracts: A way to finance innovative low-carbon investments. DIW Discussion paper 1714.

**Richstein, J. C., et al. (2021):** Carbon Contracts for Difference - An assessment of selected socio-economic impacts for Germany, April 2021.

**Schlund, D., et al. (2022):** The who's who of a hydrogen market ramp-up: A stakeholder analysis for Germany. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 154, 111810.

**Verband der Chemischen Industrie (VCI) (2020):** Position zu Carbon Contracts for Difference, September 2020.