

TECH FOR  
NET ZERO  
ALLIANZ

Innovationen reduzieren Industrieemissionen:

# CCfD zur Skalierung von Klimatechnologien in Deutschland

---

# Executive Summary

- Klimaschutzverträge (Carbon Contracts for Difference, CCfD) sind ein kompetitiver Marktmechanismus, der private Investitionen für innovative Klimatechnologien mobilisiert. Der Mechanismus ist von entscheidender Bedeutung für die Dekarbonisierung von Industrien mit hohen Treibhausgasemissionen in der notwendigen Geschwindigkeit.
- Zu den Branchen, in denen CCfD die Verbreitung von Klimatechnologien und damit die Erreichung der Klimaziele ermöglichen können, gehören (i) Stahlerzeugung und -verarbeitung, (ii) Zementproduktion sowie (iii) die Produktion von Grundchemikalien wie grünem Ammoniak und grünem Methanol.
- CCfD müssen sektorspezifisch ausgeschrieben werden, um den Technologiewettbewerb innerhalb bestimmter Industrien und die daraus resultierende kontinuierliche Innovation zu fördern. Da für die Dekarbonisierung der Zement-, Stahl- und Chemieindustrie unterschiedliche Klimatechnologien mit unterschiedlichen Kostenstrukturen benötigt werden, entfalten CCfD die stärkste Wirkung, wenn sie auf den jeweiligen Sektor maßgeschneidert werden.
- CCfD benötigen einen zweiseitigen Vertragspreis, um fiskalische Effizienz zu gewährleisten. Bei einer solchen Ausgestaltung verbürgt der Staat einen Mindestertrag, gleichzeitig fließen überschüssige Einnahmen an die öffentliche Hand zurück. Kapitalrückflüsse sollten dann dazu genutzt werden, weitere CCfD zu finanzieren. So können mehr Klimaschutztechnologien in den Markt gebracht und die Treibhausgasemissionen weiter gesenkt werden.
- CCfD-Laufzeiten sollten sich über 10–15 Jahre erstrecken, um durch die Angleichung von Investitionsrisiken und -erträgen private Investitionen für Klimatechnologien freizuschalten.
- CCfD-Ausschreibungen sollten Referenzpreise für die wichtigsten Vertragsvariablen (Rohstoffe, Strom usw.) enthalten, um gleiche Wettbewerbsbedingungen unter den Anbietenden zu gewährleisten. Die Preise für die wichtigsten Variablen sollten automatisch angepasst werden, sobald sie eine bestimmte Bandbreite verlassen, um Projekte gegen exzessive Preisrisiken abzusichern.
- Mittelfristig können die Reform des EU-ETS und die Einführung von Klimaabgaben auf im außereuropäischen Ausland hergestellte Erzeugnisse (CBAM) sowie die anschließende Abschaffung der kostenlosen Zuteilung von Emissionszertifikaten den Finanzbedarf von CCfD senken und die Marktdurchdringung von Klimatechnologien befördern.
- Insofern sind CCfD bei der Verbreitung von Klimatechnologien am effektivsten, wenn sie mit anderen klimapolitischen Instrumenten kombiniert gedacht werden. Sie ebnen den Weg hin zu

einem Markt für klimaneutrale Industrieerzeugnisse, der durch Preissignale (EU-ETS) und Nachfrageimpulse (z. B. durch Anwendungsquoten oder geeignete öffentliche Beschaffung) gesteuert wird.

- Rechtliche Analysen zeigen, dass CCfD mit den EU-Leitlinien für staatliche Beihilfen durchaus vereinbar sind. Dies gilt insbesondere, wenn sie im Rahmen öffentlicher Ausschreibungen vergeben werden. Um Klimatechnologien noch stärker durch Wettbewerb zu fördern, sollten CCfD außerdem auf EU-Ebene harmonisiert werden.

---

## CCfD als Instrument zur Förderung von Klimatechnologien in Deutschland

Klimaschutzverträge (Carbon Contracts for Difference, CCfD) sind ein kompetitiver Marktmechanismus, der umfangreiche private Investitionen für Klimatechnologien mobilisiert. Konkret handelt es sich bei CCfD um projektbezogene Verträge zwischen Unternehmen und der öffentlichen Hand, mit denen zusätzliche Kosten für den Betrieb emissionsarmer Technologien ausgeglichen werden, sodass ein gesicherter Business Case besteht. Der Mechanismus ist entscheidend, um die Transformation von Industrien mit hohen Treibhausgasemissionen zu beschleunigen und sektorale Klimaziele zu erreichen. Um zukünftig klimaneutral zu produzieren, müssen alle bestehenden, auf fossilen Ressourcen basierenden Produktionsprozesse durch nachhaltige Klimatechnologien ersetzt und mit erneuerbaren Energien betrieben werden.<sup>1</sup>

Für die meisten Industriezweige mit hohen Treibhausgasemissionen, wie die Stahlerzeugung sowie die Produktion von Zement und bestimmten Grundchemikalien, gibt es heute geeignete alternative Klimatechnologien. Diese Technologien müssen auf breiter Basis eingeführt werden, um den jeweiligen Industriesektor zu dekarbonisieren (siehe Abschnitt *Welche Klimatechnologien erfordern CCfD?*). Entweder aufgrund ihrer technischen Neuartigkeit, höherer Rohstoffpreise (z. B. für grünen Wasserstoff) oder wegen des Aufwands für die Umstellung bestehender Anlagen sind viele dieser Technologien noch nicht wettbewerbsfähig gegenüber herkömmlichen Produktionsverfahren. Erst wenn eine kritische Anzahl von Projekten realisiert wurde, sind weitere Optimierungen durch Innovationen und Kostendegressionen aufgrund von Skaleneffekten zu erwarten.

---

<sup>1</sup> dena, 2021.

Die Kommerzialisierung von Klimatechnologien in diesen Sektoren muss aus zwei Gründen bis Mitte dieses Jahrzehnts in großem Umfang beginnen: Erstens sind Klimatechnologien erforderlich, um die sektoralen Emissionsminderungsziele Deutschlands für 2030 zu erreichen. Zweitens bergen die langen Investitionszyklen für Industrieanlagen (oft mehr als 20 Jahre) ein erhebliches Risiko eines Carbon-Lock-in-Effekts und/oder der Entstehung von „Stranded Assets“, wenn heute noch in fossile Technologien investiert wird.

Der Übergang zu einer kohlenstoffneutralen Wirtschaft allein auf der Grundlage des EU-Emissionshandelssystems (EU-ETS) ist mit erheblichen Hürden verbunden: Die Kohlenstoffpreise steigen nur allmählich und schwanken erheblich, was ein hohes Risiko für langfristige Investitionen in kohlenstofffreie Produktionstechnologien bedeutet. Außerdem mindert die derzeitige Praxis der kostenlosen Zuteilung von Zertifikaten die Anreizwirkung in Richtung solcher Investitionen. Selbst wenn die kostenlose Zuteilung von Zertifikaten schrittweise abgeschafft (und durch andere Maßnahmen zur Verhinderung der Verlagerung von CO<sub>2</sub>-Emissionen ersetzt) wird und die Kohlenstoffpreise 80 €/t CO<sub>2</sub> übersteigen (wie Anfang 2022), bleiben die Investitionsrisiken bis auf Weiteres bestehen. Daher sind zusätzliche politische Instrumente erforderlich, um die rechtzeitige Einführung und Skalierung von Klimatechnologien in der Industrie zu fördern. CCfD sind aus verschiedenen Gründen geeignet:

- CCfD bieten eine wirksame Absicherung gegen niedrige EU-ETS-Preispfade, verringern so das Investitionsrisiko in Klimatechnologien und ermöglichen deren rasche Einführung.
- CCfD unterstützen die Einführung von Klimatechnologien in der lokalen Industrie und machen eine erhebliche Emissionsreduzierung möglich, ohne einer Verlagerung von Emissionen Vorschub zu leisten.
- CCfD ermöglichen die Dekarbonisierung der Industrie, ohne dass deutsche Exporteure auf dem Heimat- oder Weltmarkt benachteiligt werden.

Im Jahr 2021 hat die vorherige Bundesregierung bereits einen Rahmen für die Umsetzung von CCfD entwickelt.<sup>2</sup> Als Teil des „Klimaschutz-Sofortprogramms“ will die derzeitige Regierung im Frühjahr 2022 einen konkreten Vorschlag zur Ausgestaltung vorlegen.<sup>3</sup> Um die ehrgeizigen Klimaziele Deutschlands durch den Einsatz von Klimatechnologien optimal zu unterstützen, sollten dabei die in diesem Thesenpapier beschriebenen Merkmale berücksichtigt werden.

<sup>2</sup> BMU, 2021.

<sup>3</sup> BMWK, 2022.

## Funktionsweise von Klimaschutzverträgen (CCfD)

In Abbildung 1 sind beispielhaft die Produktionskosten von zwei Verfahren zur Stahlerzeugung dargestellt. Bei dem einen handelt es sich um die konventionelle Methode, bei der ein mit Kohle befeuerter Hochofen verwendet wird. Bei dem anderen handelt es sich um eine relativ neue, emissionsarme Technologie, die auf der Direktreduktion von Eisen mit grünem Wasserstoff (Hydrogen Direct Reduced Iron; H-DRI) basiert und der erzeugte Stahl in einem elektrischen Lichtbogenofen geschmolzen wird. Betrachtet man die Produktionskosten, so ergibt sich für die saubere Technologie ein Kostenaufschlag („Green Premium“) von etwa 255 Euro pro Tonne Stahl. Die Beschaffungskosten für grünen Wasserstoff führen zu erheblich höheren Betriebskosten (Operational Expenditure, OPEX). Dies ist typisch für eine neuartige Technologie, deren Kosten erst durch technologische Entwicklung und größeres Marktvolumen gesenkt werden müssen. Bis die Technologie so weit ausgereift ist, dass sie mit konventionellen Technologien konkurrieren kann, muss diese grüne Prämie überbrückt werden.

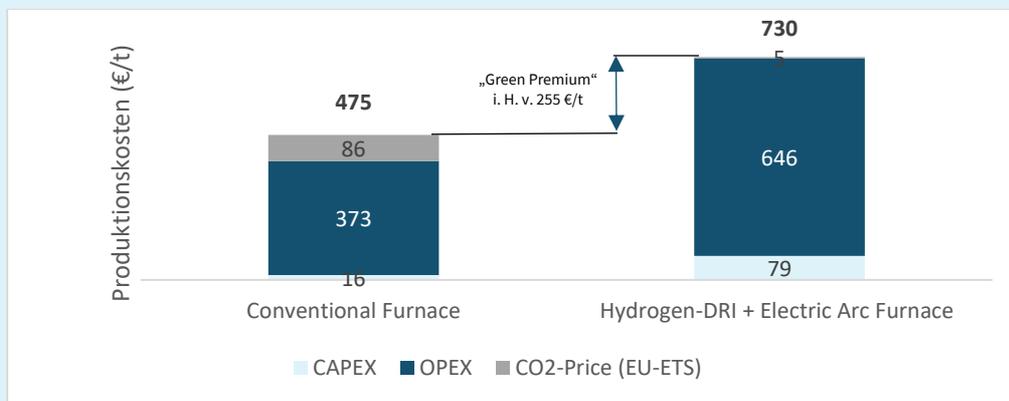


Abbildung 1: Green Premium am Beispiel der Stahlerzeugung<sup>4</sup>

Um dies zu erreichen, würde ein CCfD nun die projektspezifische Gesamtemissionsvermeidung sowie einen **Vertragspreis** festlegen. Der Vertragspreis quantifiziert die Kohlenstoffvermeidungskosten der innovativen Technologie als Quotient aus Green Premium und der verifizierten CO<sub>2</sub>-Minderung pro Tonne Erzeugnis.<sup>5</sup> Im Beispiel der Stahlerzeugung würde der Vertragspreis etwa 208 €/t CO<sub>2</sub> erreichen, was zu Ausgleichszahlungen an den Betreiber in Höhe von 158 €/t CO<sub>2</sub> führen würde, die durch sein Projekt vermieden würden.<sup>6</sup>

Während der Laufzeit des CCfD erhält der Projektbetreiber eine Entschädigung in Höhe der Differenz zwischen dem vereinbarten Vertragspreis und dem aktuellen ETS-Preis, wenn ersterer den letzteren

<sup>4</sup> Agora Energiewende, FutureCamp, Wuppertal Institut und Ecologic Institut, 2021a; unter Berücksichtigung eines H<sub>2</sub>-Preises von 140 Euro pro Megawattstunde Heizwert und eines ETS-Preises von 50 €/t CO<sub>2</sub>.

<sup>5</sup> Die Berechnung der produktbezogenen Emissionsvermeidung (CO<sub>2</sub>-Benchmarking) erfordert eine fundierte Methodik für eine umfassende Emissionsbilanzierung. Die EU-ETS-Benchmarks können hierfür ein Ausgangspunkt sein, müssen aber hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit eingehend geprüft werden.

<sup>6</sup> Agora Energiewende, FutureCamp, Wuppertal Institut und Ecologic Institut, 2021a.

übersteigt. Steigt der Kohlenstoffpreis über den vereinbarten Vertragspreis, fließen die überschüssigen Einnahmen an die öffentliche Hand zurück (siehe Abbildung 2).

Durch dieses Prinzip schaffen die CCfD Einnahmenstabilität und verringern das kommerzielle Risiko der Anwendung und Verbreitung innovativer Technologien. Indem sie private Investitionen freischalten, können sie dazu beitragen, die Verbreitung von Klimatechnologien und die daraus resultierende Kostendegression durch Skaleneffekte in Gang zu bringen.

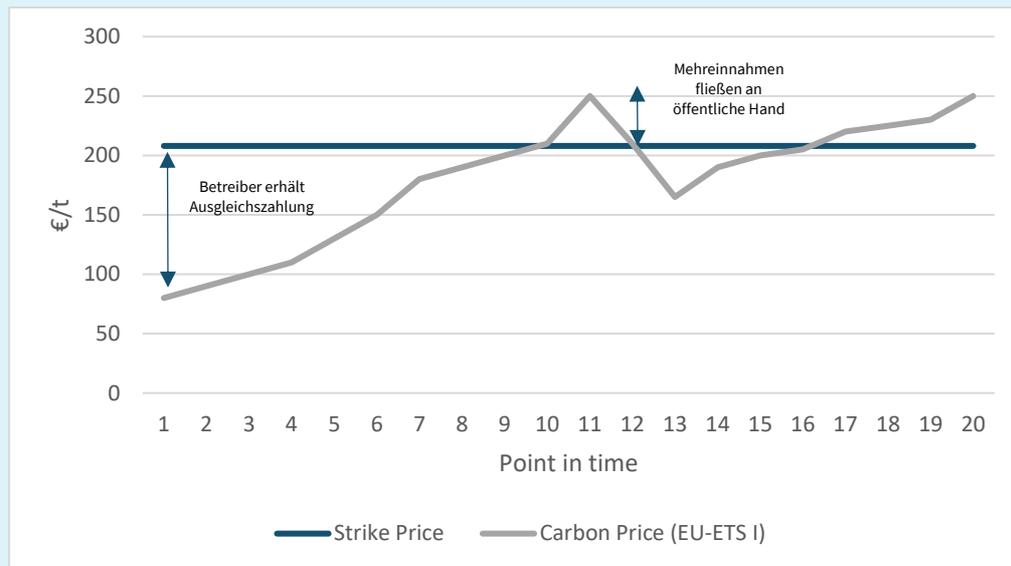


Abbildung 2: Funktionsweise eines CCfD

## Welche Klimatechnologien benötigen CCfD?

CCfD sind besonders gut geeignet, um Klimatechnologien mit hohen Investitionsrisiken in Sektoren mit zeitkritischen Transformationspfaden zu fördern. In diesen sind die produktbezogenen CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten häufig höher als das CO<sub>2</sub>-Preisniveau, was die Einführung neuer Technologien behindert. Wie oben festgestellt ist dies auf die hohen zusätzlichen OPEX der Klimatechnologien zurückzuführen. Durch die langfristige Unterstützung während der Betriebsphase verringern CCfD das Risiko von Investitionen in OPEX-intensive neue Technologien. Die förderfähigen Technologien sollten über die Demonstrationsphase hinaus sein, um eine ausreichende Reife und Zuverlässigkeit für den kommerziellen Betrieb zu gewährleisten (TRL6-9). In den folgenden Unterabschnitten werden Klimatechnologien in verschiedenen Branchen genannt, die diese Kriterien erfüllen und mit Unterstützung der CCfD auf den Markt kommen könnten. CCfD könnten auch das Instrument der Wahl für das De-Risking von Klimatechnologien in anderen Sektoren sein. Der Prozess zur Feststellung der

förderbaren Technologien sollte daher eine eingehende Anwendbarkeitsanalyse entlang der vorgestellten Kriterien beinhalten, die dann eine politische Entscheidung informiert.

## **Technologien für die grüne Stahlerzeugung**

Heute stößt die deutsche Stahlindustrie jährlich knapp 60 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> aus, das sind rund 30 % der gesamten industriellen Emissionen in Deutschland. Um bis 2045 die Klimaneutralität zu erreichen, muss die Branche bis 2030 gut ein Drittel ihrer Primärstahlproduktion auf klimafreundliche Technologien wie die Wasserstoff-Direkteisenreduktion umstellen.<sup>7</sup> Wie in der obigen Infobox (Abbildung 1) dargestellt, ist die Herstellung von grünem Stahl über die Wasserstoff-DRI-Elektrolichtbogenofen-Route jedoch mit einem erheblichen Green Premium verbunden. Dies ist vor allem auf die hohen Preise für den benötigten grünen Wasserstoff zurückzuführen. Infolgedessen zögern derzeit sowohl Stahlproduzenten als auch Investoren, in diese Technologien einzusteigen.

Diese Umstände machen die Stahlerzeugung zu einem prädestinierten Anwendungsfall für CCfD, die diese hohen Betriebskosten ausgleichen können, um die erforderliche Transformationsgeschwindigkeit zu ermöglichen. Dennoch müssen CCfD durch weitere Marktentwicklungsinstrumente flankiert werden, um eine tragfähige Förderlandschaft für grüne Stahlerzeugung zu schaffen. Dazu gehören die Umsetzung nachfrageseitiger Maßnahmen wie Zertifizierungs- und Kennzeichnungsstandards sowie die Schaffung von Leitmärkten für grüne Stahlerzeugnisse und den vorgelagerten grünen Wasserstoff.

## **Technologien für eine klimaneutrale Zementproduktion**

Mit Emissionen von 20 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr<sup>8</sup> ist die Zementherstellung eine weitere große industrielle Quelle von Treibhausgasen in Deutschland. Mehrere neue Technologien können den Kohlenstoff-Fußabdruck des Sektors erheblich verringern: Elektrifizierung sowie die Verbrennung von Biomasse oder Wasserstoff können die fossilen Gasbrenner ersetzen, die zur Erzeugung von Prozesswärme eingesetzt werden und rund 35 % der Emissionen der Zementherstellung verursachen. Für die verbleibenden 65 % der Emissionen, die bei der Kalzinierung während der Produktion entstehen, bietet die Abscheidung, Nutzung und Speicherung von Kohlenstoff (Carbon Capture Utilisation and Storage; CCUS) eine Lösung. Grundlegend neue Verfahren zur Zementproduktion mit verringerter Klinkernutzung sind ebenfalls geeignet, um zur Emissionsminderung beizutragen.

Die genannten Technologien erhöhen die Betriebskosten von Zementwerken (bedingt durch die Preise für Strom, biobasierte Rohstoffe, Sauerstoff und/oder die Abscheidung, den Transport und die Lagerung von Kohlenstoff etc.); die spezifischen Emissionsminderungskosten in der Zementindustrie liegen jedoch unter denen anderer Branchen. Analysen zeigen, dass ein CCfD-Vertragspreis von 53 bis 80 €/t CO<sub>2</sub>

<sup>7</sup> Agora Energiewende, FutureCamp, Wuppertal Institut und Ecologic Institut, 2021a; dena, 2021.

<sup>8</sup> VDZ, 2020.

ausreichen sollte, um einen Business Case für kohlenstoffarme Verfahren in der Zementherstellung zu schaffen.<sup>9</sup> Bei einem Emissionspreisniveau von etwa 80 €/t CO<sub>2</sub> (wie Anfang 2022) wäre das CCfD-Auszahlungsvolumen sehr begrenzt und seine Hauptfunktion würde sich auf die Absicherung des Investitionsrisikos beschränken.

## Technologien zur Herstellung grüner Grundchemikalien

Die chemische Industrie in Deutschland ist für den Ausstoß von 56 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr verantwortlich.<sup>10</sup> Die meisten dieser Emissionen stammen aus der Produktion und der End-of-Life-Phase bestimmter Grundchemikalien wie Ammoniak, Methanol und deren wichtigsten Derivaten Olefine und Aromaten (Ethylen, Propen, Benzol usw.). Analog zu Dekarbonisierungsstrategien in der Zementindustrie ist ein zweifacher Ansatz erforderlich, der sowohl die Energie- als auch die Prozessemissionen umfasst. Während Energieemissionen größtenteils vermieden werden können, indem fossile Brennstoffe durch grünen Wasserstoff und Strom aus erneuerbaren Quellen ersetzt werden (wie beispielsweise bei einem elektrischen Steamcracker), sind Prozessemissionen schwieriger zu verringern, da sie aus der stofflichen Nutzung fossiler Rohstoffe resultieren. So erfolgt die Herstellung von Methanol hauptsächlich durch Hydrolyse von Schweröl oder Erdgas, während für Olefine und Aromaten Naphtha, Rohöl oder Erdgas in einem Steamcracker verarbeitet werden.

Diese Verfahren müssen weitgehend durch klimafreundliche Alternativen ersetzt werden: Grünes Methanol kann durch Vergasung von Biomasse oder durch Reaktion von (grünem) Wasserstoff mit aus der Luft (DACCU) oder Biomasse (BECCU) abgeschiedenem CO<sub>2</sub> hergestellt werden. Olefine und Aromaten hingegen können entweder aus grünem Methanol oder aus grünem Naphtha hergestellt werden, das wiederum aus grünem Wasserstoff und CO<sub>2</sub> mittels Fischer-Tropsch-Prozess synthetisiert wird.<sup>11</sup> Grünes Ammoniak kann hergestellt werden, indem das Haber-Bosch-Verfahren mit grünem Wasserstoff anstelle von aus Erdgas gewonnenem Wasserstoff betrieben wird.<sup>12</sup>

Aufgrund der Kosten für grünen Wasserstoff und Kohlenstoffabscheidung, -transport und -speicherung haben diese Klimatechnologien ein relativ hohes Green Premium im Vergleich zu herkömmlichen Produktionspfaden. Jüngste Studien deuten darauf hin, dass ein CCfD-Vertragspreis von bis zu 317 €/t CO<sub>2</sub> erforderlich ist, um wirtschaftlich rentabel zu sein.<sup>13</sup>

<sup>9</sup> Cleantech for Europe, 2022, und DIW Berlin, 2021.

<sup>10</sup> Future Camp und DECHEMA, 2019; beinhaltet nur Scope-1- und 2-Emissionen.

<sup>11</sup> Um die Klimaneutralität zu gewährleisten, wird das CO<sub>2</sub> für diesen Prozess idealerweise durch direkte Luftabscheidung (DAC) oder Bioenergieabscheidung und -nutzung (BECCU) gewonnen.

<sup>12</sup> dena, 2021.

<sup>13</sup> DIW Berlin, 2021; die Vertragspreise sind stark von den Preisen bestimmter Inputvariablen abhängig (z. B. Erdgas und anderer fossiler Brennstoffe).

---

# Ausgestaltung von innovationsfreundlichen CCfD

## Bestimmung des Vertragspreises und des CCfD-Ausschreibungsdesigns

Der CCfD-Vertragspreis muss marktwirtschaftlich bestimmt werden, um unbeabsichtigte Auswirkungen auf Wettbewerb und Innovationsfähigkeit von Branchen zu vermeiden. Kompetitive Ausschreibungen sind ein bewährtes Instrument, um eine kosteneffiziente Auftragsvergabe zu gewährleisten. Ein ausschreibungsbasierter Ansatz steht auch im Einklang mit den EU-Leitlinien für staatliche Beihilfen (siehe Abschnitt unten). Um Innovationen zu fördern, sollten Ausschreibungen weitestgehend technologieneutral sein. Für jeden Sektor sind jedoch unterschiedliche Ausschreibungen erforderlich, um den unterschiedlichen Technologiekosten in den einzelnen Branchen Rechnung zu tragen. Die Gestaltung dieser Ausschreibungen erfordert eine sorgfältige Bewertung verschiedener Design-Elemente wie beispielsweise Präqualifikationsregeln, Vergütungsgrundlage, Preisregeln und Sanktionen bei Nichterfüllung. Auch sollten nur Projekte, die eine Emissionsvermeidung gewährleisten und mit den Klimaneutralitätszielen vereinbar sind, für die Teilnahme an den Ausschreibungen infrage kommen.

Im Rahmen dieser sektorspezifischen Ausschreibungen müssten Schlüsselparameter wie Produktqualitäten spezifiziert werden, um den Bietern eindeutige Vorgaben zu machen. Es ist ratsam, Referenzpreise für Inputs (Rohstoffe, Strom usw.) im Voraus festzulegen, um gleiche Wettbewerbsbedingungen zu schaffen. Diese Anforderungen könnten zwar die Komplexität der Ausschreibungen etwas erhöhen, erleichtern aber ein effizientes Funktionieren von CCfD.

## Vertragslaufzeit und Neubewertung des Vertragspreises

Die Stahl-, Chemie- und Zementindustrie sind durch relativ lange Investitionszyklen gekennzeichnet. Folglich sollten CCfD mindestens 10–15 Betriebsjahre abdecken, um sicherzustellen, dass die Projekte bankfähig werden.<sup>14</sup> Die Inputpreise für Schlüsselvariablen (grüner Wasserstoff, Strom usw.) sollten automatisch angepasst werden, wenn sie sich außerhalb einer bestimmten Bandbreite bewegen, um die Projekte gegen Preisrisiken abzusichern.

<sup>14</sup> Agora Energiewende, FutureCamp, Wuppertal Institut und Ecologic Institut, 2021b.

## Vereinbarkeit mit EU-Leitlinien für staatliche Beihilfen

Abhängig von den genauen Refinanzierungsmechanismen wird erwartet, dass CCfD als staatliche Beihilfe eingestuft werden und somit unter die EU-Beihilferechtsverordnung fallen. Angesichts ihrer Relevanz für eine klimafreundliche Transformation der Wirtschaft und den Umweltschutz, die beide im Interesse der EU und der einzelnen Mitgliedstaaten liegen, legt die rechtliche Analyse jedoch nahe, dass CCfD mit den Leitlinien für staatliche Beihilfen in Einklang stehen werden. Es wird erwartet, dass sie auch mit den Leitlinien für staatliche Umweltschutz- und Energiebeihilfen übereinstimmen, insbesondere wenn sie, wie oben beschrieben, über Ausschreibungen vergeben werden.<sup>15</sup>

## Refinanzierung

Aus einer aktuellen Analyse geht hervor, dass die Gesamtkosten, die durch die Einführung von Klimatechnologien in den genannten Branchen entstehen, bis 2030 ca. zehn Milliarden Euro betragen.<sup>16</sup> Die zusätzlichen Betriebskosten, die über CCfD ausgeglichen werden müssen, können dabei auf gut zwei Milliarden Euro begrenzt werden – Voraussetzung dafür wäre die Kombination von CCfD mit anderen Politikinstrumenten, wie sie im folgenden Abschnitt (Zusammenspiel mit anderen Förderinstrumenten) dargestellt wird.

## Zusammenspiel mit anderen Förderinstrumenten

Zusätzlich zu den hohen OPEX erfordern einige der vorgestellten Klimatechnologien erhebliche Vorabinvestitionen (Capital Expenditure, CAPEX). Bei einer reinen CCfD-Förderung müsste dieser einzelne Kostenblock über einen variablen Zeitraum und ein variables Produktionsvolumen abgeschrieben werden. In dieser Hinsicht würde eine **separate Förderung auf der Basis von Zuschüssen** die Flexibilität der Verträge erhöhen.<sup>17</sup>

Mittelfristig birgt eine **Reform des EU-ETS** das Potenzial, Klimatechnologien durch klare Preissignale zu befördern. Derzeit erhalten alle Branchen, die in diesem Papier als potenziell über CCfD förderfähig eingestuft werden, kostenlose Emissionszertifikate. Dies schränkt die Wirksamkeit der Kohlenstoffbepreisung als marktwirtschaftliches Signal zum Umstieg auf Klimatechnologien ein. Tatsächlich kann die Einführung von Klimatechnologie in einigen Fällen sogar die Berechtigung für kostenlose Emissionszertifikate verringern.<sup>18</sup> Die derzeitigen Pläne<sup>19</sup>, den Umlauf von kostenlosen Emissionszertifikaten bis Mitte der 2030er-Jahre zu eliminieren, kommen zu spät, um Klimatechnologien in den entscheidenden kommenden Jahren zum Durchbruch zu verhelfen. CCfD, die die Kurzfristigkeit der Transformation ermöglichen sollen, werden ebenfalls konterkariert: die Zuteilung kostenloser

<sup>15</sup> COM, 2021.

<sup>16</sup> Agora Energiewende, FutureCamp, Wuppertal Institut und Ecologic Institut, 2021b; Inkludiert CAPEX und OPEX.

<sup>17</sup> Agora Energiewende, FutureCamp, Wuppertal Institut und Ecologic Institut, 2021b.

<sup>18</sup> Z. B. bei der Ersetzung eines Hochofens durch H<sub>2</sub>-DRI.

<sup>19</sup> Wie im Fit-for-55-Paket der Europäischen Kommission dargelegt.

Emissionszertifikate erhöht die Preisdifferenz zwischen Referenz- und Klimatechnologie. Dies führt wiederum zu höherem finanziellem Ausgleichsbedarf durch CCfD.

Deutliche nachfrageseitige Anreize (durch **Anwendungsquoten oder öffentliches Beschaffungswesen geschaffene Leitmärkte**) sind ein ergänzender Ansatz zur Kommerzialisierung grüner Produkte. Richtig konzipiert können beide Instrumente symbiotisch funktionieren. CCfD können die Kurzfristigkeit der Industrietransformation gewährleisten und den Weg hin zu einem Markt für klimaneutrale Industrieerzeugnisse ebnen, der durch Preissignale (EU-ETS) und Nachfrageimpulse geprägt ist. Die Interdependenzen zwischen beiden Instrumenten müssen sorgfältig überwacht werden, um die fiskalische Effizienz zu gewährleisten und einen gangbaren Weg für Klimatechnologien von den ersten Projekten bis zur marktbasieren Wettbewerbsfähigkeit zu schaffen.

## Referenzen

Agora Energiewende, FutureCamp, Wuppertal Institut und Ecologic Institut (2021a): Klimaschutzverträge für die Industrietransformation: Analyse zur Stahlbranche

Agora Energiewende, FutureCamp, Wuppertal Institut und Ecologic Institut (2021b): Klimaschutzverträge für die Industrietransformation: Kurzfristige Schritte auf dem Pfad zur Klimaneutralität der deutschen Grundstoffindustrie

Agora Energiewende und Wuppertal Institut (2019): Klimaneutrale Industrie: Schlüsseltechnologien und Politikoptionen für Stahl, Chemie und Zement

BBH (2021): Making renewable hydrogen cost-competitive: Legal evaluation of potential policy support instruments

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

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK, 2022): Eröffnungsbilanz Klimaschutz

Cleantech for Europe (2022): Carbon Contracts for Difference: the missing piece in the cleantech scale-up puzzle? Forthcoming

COM (2021): Leitlinien für staatliche Umweltschutz- und Energiebeihilfen. Online available at: [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52014XC0628\(01\)&from=DE](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52014XC0628(01)&from=DE)

Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena, 2021): dena-Leitstudie Aufbruch Klimaneutralität

DIW Berlin (2021): CFM TRACTION: Carbon Contracts for Difference. An assessment of selected socio-economic impacts for Germany

Future Camp und DECHEMA (2019): Roadmap Chemie 2050. Auf dem Weg zur treibhausgasneutralen chemischen Industrie in Deutschland

Umweltbundesamt (2021). Indikator: Emission von Treibhausgasemissionen. Online verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/umweltindikatoren/indikator-emission-von-treibhausgasen>

Verein Deutscher Zementwerke (VDZ, 2020): Dekarbonisierung von Zement und Beton – Minderungspfade und Handlungsstrategien

# TECH FOR NET ZERO ALLIANZ

## TECH FOR NET ZERO ALLIANZ

Die Allianz setzt sich aus den führenden Innovationsakteuren in Deutschland zusammen, die gemeinsam die Potenziale von innovativen Technologien zur Erreichung der Klimaneutralität in Deutschland demonstrieren und Impulse für politische Entscheidungsträger definieren. Sie zeigt auf, wo Handlungsbedarf besteht, um Deutschlands Rolle als technologischen Vorreiter, Treiber der Energiewende und innovativen Wirtschaftsstandort zu festigen.

**1.5° VENTURES**  
Climate Tech Venture Builder

**Breakthrough Energy**

**CAPHENIA**  
Turning CO<sub>2</sub> into fuel

**minus CO2**  
by carbonauten

**climeworks**

**dena**  
Deutsche Energie-Agentur

**epico**  
KlimaInnovation

**EXTANTIA**  
The Net-Zero Circle

**FCA** Future  
Cleantech  
Architects

**hydrogenious**  
LOHC TECHNOLOGIES

**IBB Ventures**

**IKEM**

**INERATEC**

**eit InnoEnergy**  
Funded by the  
European Union

**KRAFT  
BLOCK**

**MOLABO**

**MVP**

**planet  
VENTURES**

**powercloud**

**solytic**

**SPRIN-D**  
BUNDESAGENTUR  
FÜR SPRUNGINNOVATIONEN

**sunfire**

**THE MOBILITY HOUSE**

**UNTERNEHMERTUM  
VENTURE CAPITAL**

**WAM**  
Wermuth Asset Management

**WORLD FUND**

## **Impressum**

### **Herausgeber:**

Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)  
Chausseestraße 128 a  
10115 Berlin  
Tel.: +49 (0)30 66 777-0  
Fax: +49 (0)30 66 777-699  
E-Mail: info@dena.de  
www.techfornetzero.de  
www.dena.de

### **Autoren**

Joscha Müller, dena  
Tobias Lechtenfeld, 1.5° Ventures

### **Rezensentinnen und Rezensenten**

Martin Albicker, dena  
Tim Mennel, dena  
Philipp Offenberg, Breakthrough Energy  
Julia Reinaud, Breakthrough Energy  
Peter Sweatman, Climate Strategy & Partners  
Lucy Chatburn, Cleantech Group

### **Bildnachweis:**

©Titel- freepik.com/starline

### **Stand:**

04/2022

### **Bitte zitieren als:**

Deutsche Energie-Agentur (Hrsg.) (dena, 2022)  
„Tech for Net Zero Allianz: CCfD zur Skalierung von Klimatechnologien in Deutschland“

Alle Rechte sind vorbehalten. Die Nutzung steht unter dem Zustimmungsvorbehalt der dena. Dieses Papier gibt die mehrheitliche Meinung der an Tech for Net Zero beteiligten Unternehmen wieder. Sämtliche Inhalte wurden mit größtmöglicher Sorgfalt und nach bestem Wissen erstellt. Die Deutsche Energie-Agentur (dena) übernimmt keine Gewähr für die Aktualität, Richtigkeit und Vollständigkeit der bereitgestellten Informationen. Für Schäden materieller oder immaterieller Art, die durch Nutzung oder Nichtnutzung der dargebotenen Informationen unmittelbar oder mittelbar verursacht werden, haftet die Deutsche Energie-Agentur (dena) nicht, sofern ihr nicht nachweislich vorsätzliches oder grob fahrlässiges Verschulden zur Last gelegt werden kann.