



**Beiträge zur  
Ballungsraumforschung  
Heft 20**

Caroline Stephan

**Marktdesign für Negativemissionen  
im Klimaschutz.**

Eine ökonomische Analyse

Bochum 2025

## **Herausgeber:**

RUFIS

Ruhr-Forschungsinstitut für Innovations- und Strukturpolitik e.V.

Universitätsstr. 150  
D-44801 Bochum  
Tel. 02 34 / 32 25 332

info@rufis.de  
www.rufis.de

## **Vorstandsvorsitzende:**

Prof. Dr. Nicola Werbeck

## **Beiträge zur Ballungsraumforschung**

Heft 20  
Bochum 2025

Kontakt zur Verfasserin: [caroline.stephan@outlook.de](mailto:caroline.stephan@outlook.de)

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....	<b>5</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>6</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>6</b>
<b>I Einleitung</b> .....	<b>7</b>
<b>2 Die Rolle von Negativemissionen auf dem Weg zur Klimaneutralität</b> .....	<b>10</b>
2.1 Negativemissionen – Definition .....	10
2.2 Residuale Emissionen – Definition.....	10
2.3 Aktuelle klimapolitische Zielsetzungen und Szenarien zur Zielerreichung....	10
2.4 Aktueller Umgang mit Negativemissionen .....	15
2.4.1 Außerhalb der EU .....	16
2.4.1.1 Artikel 6 des Übereinkommens von Paris.....	16
2.4.1.2 Beispiel: Das Neuseeländische Emissionshandelssystem .....	16
2.4.1.3 Beispiel: Das Kalifornische Cap-and-Trade-Programm.....	17
2.4.2 Innerhalb der EU .....	17
2.4.2.1 Regelungen und Förderungen abseits des Europäischen Emissionshandelssystems.....	17
2.4.2.2 Das Europäische Emissionshandelssystem.....	19
<b>3 Negativemissionstechnologien</b> .....	<b>22</b>
3.1 (Wieder-) Aufforstung .....	23
3.2 Bioenergy with Carbon Capture and Storage (BECCS).....	25
3.3 Direct Air Capture with Carbon Storage (DACCS).....	26
3.4 Vergleich der Kostenentwicklungen und Förderbedarf.....	28
<b>4 Kopplungs- bzw. Integrationsmöglichkeiten eines Marktes für Negativemissionen mit dem Europäischen Emissionshandel</b> .....	<b>31</b>
4.1 Vor- und Nachteile einer Einführung von Negativemissionen in das EU ETS	32
4.2 CO <sub>2</sub> -Reduktion vs. CO <sub>2</sub> -Negativemissionen .....	34
4.3 Vergleich der Kopplungs- bzw. Integrationsmöglichkeiten.....	38
4.3.1 Vergleichskriterien.....	38
4.3.1.1 Ökologische Treffsicherheit.....	38
4.3.1.2 Staatliche Kontrolle.....	40
4.3.1.3 Statische Effizienz des Marktes .....	41
4.3.1.4 Kostenallokation .....	41
4.3.1.5 Dynamische Anreizwirkung .....	43
4.3.1.6 Praktikabilität bzw. Einfachheit der Realisierung .....	44

4.3.2	Kopplungs- bzw. Integrationsmöglichkeiten.....	44
4.3.2.1	Getrennte Märkte verbunden durch den Staat.....	45
4.3.2.2	Getrennte Märkte mit Preis-Cap .....	52
4.3.2.3	Getrennte Märkte verbunden mit Regulierungen.....	58
4.3.2.4	Integrierte Märkte .....	63
4.3.2.5	RU-Verpflichtung .....	68
4.3.2.6	RUs als Instrument zur Preissteuerung .....	74
4.3.3	Ergebnisse des Vergleichs .....	77
4.4	Carbon Contracts for Difference .....	83
4.5	Umgang mit Unterschieden in der Permanenz .....	90
4.5.1	Permanente und zeitlich begrenzte RUs.....	90
4.5.2	Discounting .....	91
4.5.3	Mindestwert als Eintrittsbedingung.....	91
4.6	Umgang mit Carbon Leakage (CBAM).....	92
4.7	Monitoring, Reporting und Verifizierung (MRV).....	93
<b>5</b>	<b>Fazit .....</b>	<b>96</b>
	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>100</b>
	<b>Verzeichnis der Gesetze, Rechtsverordnungen und Verwaltungsanweisungen</b>	<b>108</b>

## Abkürzungsverzeichnis

AUC	Fläche unter der Kurve
ACORDs	Atmospheric CO2 Removal Deposits
BAFU	Bundesamt für Umwelt (Schweiz)
BECCS	Bioenergy with Carbon Capture and Storage
CBAM	Carbon Border Adjustment Mechanism
CCfD	Carbon Contract for Difference
CCS	Carbon Capture and Storage
CCU	Carbon Capture and Utilization
COM	Europäische Kommission (European Commission)
COP6	6. Vertragsstaatenkonferenz der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen
COP21	21. Vertragsstaatenkonferenz der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen
CRCF-Verordnung	EU Carbon Removals and Carbon Farming Certification Regulation
CSRD	Corporate Sustainability Reporting Directive
DACCS	Direct Air Carbon Capture and Storage
EA	Emissionserlaubnis (emission allowance)
EC	Europäische Kommission (European Commission)
EFA	European Free Alliance
EG	Europäische Gemeinschaft
ETS-Unternehmen	Unternehmen, die vom EU ETS abgedeckt werden
EU ETS	Europäisches Emissionshandelssystem (European Emissions Trading System)
EWI	Institute of Energy Economics at the University of Cologne
GAINS	Greenhouse Gas - Air Pollution Interactions and Synergies
GLOBIOM	Global Biosphere Management Model
ICAP	International Carbon Action Partnership
IETA	International Emission Trading Association
IPCC	The Intergovernmental Panel on Climate Change
LULUCF	Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (Land Use, Land Use-Change and Forestry)
MRV	Monitoring, Reporting, Verifizierung
MSR	Marktstabilitätsreserve
NET	Negativemissionstechnologie

NET-Betreiber	Unternehmen, die Negativemissionen mittels Negativemissionstechnologien generieren und anbieten
NZ ETS	Neuseeländisches Emissionshandelssystem (New Zealand Emissions Trading Scheme)
PRIMES	Price-Induced Market Equilibrium System
pRU	permanente RU
RU	Negativemissionseinheit (Removal Unit)
THG	Treibhausgas(e)
tRU	temporäre RU
UNFCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
UVEK	Eidgenössisches Department für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Pfade zur Klimaneutralität 2050:.....	14
Abbildung 2: NETs-Kategorien .....	23
Abbildung 3: Negativemissionen und Reduktionsmaßnahmen unter verschiedenen Caps.....	36
Abbildung 4: Two-sided CCfD - who pays?.....	86

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Kostenvergleich.....	28
Tabelle 2: Vergleich der Marktdesigns.....	79

## I Einleitung

Die Europäische Union hat sich, vor dem Hintergrund des Übereinkommens von Paris, für das Jahr 2050 das Ziel der Klimaneutralität gesetzt und strebt ab diesem Jahr negative Netto-Emissionen an.<sup>1</sup> Klimaneutralität bedeutet im Sinne der Europäischen Union, dass sich die vom Unionsrecht umfassten Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) und deren Abbau gegenseitig aufheben.<sup>2</sup>

Es gibt folglich zwei Maßnahmenkategorien, denen Aktivitäten zur Erreichung dieses Ziels zugeordnet werden können: Einerseits können die THG-Emissionen durch Reduktions- und Vermeidungsmaßnahmen gesenkt werden, andererseits kann der Abbau der emittierten THG ausgebaut werden.

Da nicht alle THG-Emissionen vermieden werden können (diese werden residuale THG-Emissionen genannt<sup>3</sup>) ist der Abbau mindestens dieser Menge unumgänglich, um klimaneutral zu werden, und für das Ziel, ab 2050 negative Netto-Emissionen anzustreben, ebenso.

Für die EU werden in einem Netto-Null-Szenario die notwendige Negativemissionen auf 600 Mt CO<sub>2</sub> im Jahr 2050 beziffert. Zum Vergleich: Der Sektor für Landnutzung, Landnutzungsänderung und Wald (LULUCF) hat im Jahr 2015 netto ca. 300 Mt CO<sub>2</sub>-Äquivalente aufgenommen.<sup>4</sup> Neben den natürlichen Senken können die Negativemissionen auch durch Negativemissionstechnologien (NETs) erzeugt werden.<sup>5</sup>

Zum jetzigen Zeitpunkt reicht die Nachfrage aus dem privaten Sektor nicht aus, um den für die Ziele des Übereinkommens von Paris nötigen Ausbau der NETs anzutreiben.<sup>6</sup> Zudem existieren nur wenige Steuerungsmechanismen, die auch nur ausgewählte Bereiche der Wertschöpfungskette abdecken oder nur einzelne NETs adressieren<sup>7</sup>.

Als ein möglicher Ansatzpunkt, die Nachfrage nach Negativemissionen anzuregen, wird die Einführung von Negativemissionen in Emissionshandelssystemen diskutiert.<sup>8</sup> So soll die Europäische Kommission bis Mitte 2026 einen Bericht erstellen, der Möglichkeiten aufzeigt, wie Negativemissionen im Europäischen Emissionshandelssystem (EU ETS) erfasst werden können. Eine Anforderung an diese Möglichkeiten ist, dass sie nicht dazu

---

<sup>1</sup> Vgl. Europäischer Rat, Rat der Europäischen Union (o.J.a); VERORDNUNG (EU) 2021/1119, Artikel 2 Abs. 1.

<sup>2</sup> Vgl. VERORDNUNG (EU) 2021/1119, Artikel 2 Abs. 1.

<sup>3</sup> Vgl. Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut (2021), S. 18.

<sup>4</sup> Vgl. European Commission (2018), S. 196, 51.

<sup>5</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 8.

<sup>6</sup> Vgl. La Hoz Theuer, S. et al. (2021), S. 34.

<sup>7</sup> Vgl. de Coninck, H. et al. (2018), S. 347, Table 4.6.

<sup>8</sup> Siehe z. B. Oxera (2022); La Hoz Theuer, S. et al. (2021); Rickels, W. et al. (2021); Dilly, S. et al. (2023).

führen, dass die notwendigen Emissionsreduktionen durch Negativemissionen ausgeglichen werden.<sup>9</sup> Eine Kopplung des Marktes für Negativemissionen mit dem EU ETS, bzw. eine Integration in dieses, bringt z. B. den Vorteil der gesteigerten Glaubwürdigkeit der Negativemissionen mit sich.<sup>10</sup>

Diese Arbeit beschäftigt vor diesem Hintergrund mit der Forschungsfrage, wie eine Kopplung bzw. Integration eines Marktes für Negativemissionen mit dem bzw. in das EU ETS gestaltet werden kann, sodass Anreize für die Implementierung von NETs geschaffen werden und gleichzeitig die Anreize für CO<sub>2</sub>-Reduktionsmaßnahmen nicht geschmälert werden. Der Fokus liegt hierbei auf der Analyse verschiedener Marktdesigns. Zudem werden Carbon Contracts for Difference (CCfDs) als ein mögliches Förderinstrument für NETs, die im EU ETS nicht wettbewerbsfähig sind, betrachtet. Rechtliche Aspekte der Umsetzung dieser Marktdesigns und die Frage nach der gerechten Verteilung von Negativemissionen zwischen Staaten oder Sektoren werden nicht betrachtet.

Der Forschungsfrage kann sich mittels einer Literaturrecherche genähert werden. Die Ergebnisse dieser detaillierten theoretischen Auseinandersetzung werden im Hauptteil der Arbeit dargestellt. Der Schwerpunkt liegt dabei auf dem Vergleich der verschiedenen herausgearbeiteten Marktdesigns. Hierzu werden, mit Hilfe der Literatur erarbeitete, Kriterien und Anforderungen an ein solches Marktdesign herangezogen.

Primär relevante Quellen für die Marktdesigns sind der Text von Oxera<sup>11</sup> und die Arbeit von La Hoz Theuer et al.<sup>12</sup> Oxera schlägt verschiedene Marktdesigns für den UK-Emissionshandel vor, die Negativemissionen umfassen und gleichzeitig eine spätere Kopplung mit dem EU ETS nicht ausschließen.<sup>13</sup> La Hoz Theuer et al. beschäftigen sich unter anderem mit verschiedenen Kopplungs- bzw. Integrationsmöglichkeiten des Marktes für Negativemissionen mit einem Emissionshandelssystem.<sup>14</sup> Interessante Aspekte für die Betrachtung der NETs liefern Fuss et al.<sup>15</sup>

Das zweite Kapitel der Untersuchung widmet sich im Anschluss an diese Einleitung der Rolle von Negativemissionen in verschiedenen Szenarien auf dem Weg zur Klimaneutralität, um die Relevanz der Forschungsfrage verstärkt hervorzuheben. Dazu werden zuvor die wichtigsten Begriffe definiert und aktuelle klimapolitische Zielsetzungen genannt. Der Fokus liegt dabei, als Folge der Fragestellung, auf der Europäischen Union. Anschließend

---

<sup>9</sup> Vgl. RICHTLINIE (EU) 2023/959, 28d.

<sup>10</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 17.

<sup>11</sup> Oxera (2022).

<sup>12</sup> La Hoz Theuer, S. et al. (2021).

<sup>13</sup> Vgl. Oxera (2022).

<sup>14</sup> Vgl. La Hoz Theuer, S. et al. (2021).

<sup>15</sup> Vgl. Fuss, S. et al. (2018).



an den Abschnitt zu den Szenarien wird der aktuelle Umgang mit Negativemissionen außerhalb und innerhalb der EU geschildert. In diesem Zuge wird auch das EU ETS erläutert.

Im dritten Kapitel werden ausgewählte NETs, insbesondere im Hinblick auf ihre Kapazitäten, Kosten, die Permanenz der Speicherung und mögliche Nebenwirkungen vorgestellt, sodass verdeutlicht werden kann, warum manche NETs vor dem Hintergrund der aktuellen Kosten, möglichen Einnahmequellen und erwartbaren Kostenentwicklungen zusätzliche Förderung benötigen.

Die verschiedenen Kopplungs- bzw. Integrationsmöglichkeiten eines Marktes für Negativemissionen mit dem EU ETS bilden den Schwerpunkt des vierten Kapitels. Zu Beginn werden die Vor- und Nachteile einer Einführung von Negativemissionen in das EU ETS aufgezeigt, um zu verdeutlichen, warum es sich zur Unterstützung der NETs anbietet und was dagegensprechen kann. Anschließend wird erläutert, warum es wichtig ist, dass Reduktionsmaßnahmen nicht infolge der Einführung zurückgehen und wie dem entgegen gewirkt kann. Im nächsten Schritt werden Vergleichskriterien bestimmt. Anhand dieser werden dann die Marktdesigns einzeln vorgestellt und analysiert. Abschließend werden diese miteinander verglichen und bewertet.

Das Unterkapitel 4.4 stellt CCfDs als ein zusätzliches Förderinstrument vor und erklärt, wie sie aktuelle Preisunterschiede zwischen Negativemissionen und Kohlenstoffpreis auffangen und den NETs Sicherheit bieten können.<sup>16</sup>

Im Unterkapitel 4.5 werden drei Methoden zum Umgang mit den Unterschieden in der Permanenz der Speicherung, die im dritten Teil aufgezeigt werden, vorgestellt.

Darauffolgend wird in 4.6 kurz angesprochen, wie der Gefahr von Carbon Leakage entgegengewirkt werden kann, die bei zu hohen Kosten für die Unternehmen entsteht.<sup>17</sup>

Anschließend stellt Unterkapitel 4.7 erste Ansätze einer möglichen Ausgestaltung eines MRV-Prozesses (Monitoring, Reporting, Verifizierung) vor, da dieser ein wichtiger Bestandteil jedes Marktdesigns ist.<sup>18</sup>

Das abschließende Fazit fasst die wichtigsten Ergebnisse dieser Arbeit zusammen und gibt einen Ausblick auf weiterführende Aspekte und angrenzende Fragestellungen.

Für Personenbezeichnungen setzt diese Arbeit das generische Maskulinum ein. Dennoch bezieht sie sich mit diesem auf alle Geschlechter, außer es wird explizit auf eine Ausnahme hingewiesen.

---

<sup>16</sup> Vgl. Gerres, T., Linares, P. (2022), S. 5.

<sup>17</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 21.

<sup>18</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 17.

## 2 Die Rolle von Negativemissionen auf dem Weg zur Klimaneutralität

### 2.1 Negativemissionen – Definition

Im Sinne dieser Arbeit wird unter Negativemissionen das Ergebnis von anthropogenen Handlungen verstanden, die zu einer Entfernung von THG aus der Atmosphäre führen.<sup>19</sup> CO<sub>2</sub>-Negativemissionen beziehen sich auf die CO<sub>2</sub>-Entfernung, resultierend aus menschlichen Aktivitäten.

Die Formulierung „Entfernung“ ist besonders hervorzuheben, denn auf ihr gründet der Unterschied zwischen vermiedenen Emissionen und Negativemissionen. Vermiedene Emissionen entstehen z. B. bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe, wenn das dabei entstehende CO<sub>2</sub> an der Quelle abgeschieden und gespeichert bzw. weiterverwendet wird, also nicht in die Atmosphäre gelangt. Negativemissionen hingegen entziehen der Atmosphäre CO<sub>2</sub>, beispielsweise wenn Biomasse in Verbindung mit Kohlenstoffspeicherung bzw. -nutzung verbrannt wird. Denn diese hat zuvor CO<sub>2</sub> aus ihrer Umgebung aufgenommen und in sich gespeichert.<sup>20</sup>

Ebenfalls nicht zu den Negativemissionen mitgezählt wird die Aufnahme von THG durch natürliche Prozesse, die nicht durch menschliches Handeln bedingt wurden.<sup>21</sup> Ein Beispiel aus dem Kohlenstoffkreislauf ist die CO<sub>2</sub>-Aufnahme durch Meere und Ozeane. Insgesamt entfernen sie etwa ein Drittel der anthropogenen CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Atmosphäre.<sup>22</sup>

### 2.2 Residuale Emissionen – Definition

Residuale THG-Emissionen sind nicht vermeidbare Emissionen, die am Ende der möglichen Vermeidungsmaßnahmen übrigbleiben. Sie sind z. B. in der Landwirtschaft<sup>23</sup> und in der Industrie zu erwarten.<sup>24</sup>

### 2.3 Aktuelle klimapolitische Zielsetzungen und Szenarien zur Zielerreichung

Im Jahr 2015 wurde auf der 21. Vertragsstaatenkonferenz der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen, kurz COP21, das Übereinkommen von Paris verabschiedet. Dessen Unterzeichner verpflichteten sich, das Ziel der Limitierung der Erderwärmung auf deutlich unter 2°C, besser auf 1,5°C, im Vergleich zum vorindustriellen Niveau anzustreben.

---

<sup>19</sup> Vgl. IPCC (2018), S. 554.

<sup>20</sup> Vgl. Dilly, S. et al. (2023), S. 41.

<sup>21</sup> Vgl. IPCC (2018), S. 544.

<sup>22</sup> Vgl. Umweltbundesamt (2024a).

<sup>23</sup> Vgl. European Commission (2018), S. 187.

<sup>24</sup> Vgl. Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut (2021), S. 18.

2016 trat dieses Übereinkommen in Kraft und seit 2020 ersetzt es das Kyoto-Protokoll vollumfänglich.<sup>25</sup>

Die vom IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) analysierten Szenarien zur Erreichung dieses 1,5°C-Ziels lassen sich in zwei Kategorien einteilen. Die der ersten führen zu keiner oder nur zu einer geringen Überschreitung dieses Limits. Die Szenarien mit einer deutlichen Überschreitung werden in der zweiten Kategorie zusammengefasst. Diese Überschreitung tritt vor 2100 auf und die Erwärmung fällt bis 2100 wieder auf 1,5°C ab.<sup>26</sup> Pfade mit keiner oder nur geringer Überschreitung des Erderwärmungslimits setzen auf CO<sub>2</sub>-Negativemissionen zur Kompensation residualer THG-Emissionen und nutzen sie häufig auch, um in den netto-negativen Bereich zu gelangen, sodass im Falle einer Überschreitung die Erderwärmung wieder auf 1,5°C reduziert werden kann. Pfade, die nach einer deutlichen Überschreitung das 1,5°C-Ziel für 2100 ansteuern, setzen auf einen weitreichenderen Einsatz von Negativemissionen.<sup>27</sup>

Prognostiziert man die Emissionen auf Basis der Versprechen der Staaten im Zuge des Übereinkommens von Paris ist, eine Überschreitung des 1,5°C-Ziels und somit die Notwendigkeit von Negativemissionen in hohem Maße sehr wahrscheinlich, sogar dann, wenn die Bemühungen nach 2030 verstärkt würden.<sup>28</sup>

Generell gilt, je später Maßnahmen zur Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen ergriffen werden, desto wahrscheinlicher ist es, dass das 1,5°C-Ziel gerissen wird, und desto höher wird die Abhängigkeit von Negativemissionen in der zweiten Hälfte des 21. Jahrhunderts.<sup>29</sup> Deshalb sollten noch vor 2050 Mittel und Wege implementiert werden, um bezahlbare, umwelt- und sozialverträgliche Negativemissionen zu ermöglichen, wenn man das Ziel des Übereinkommens von Paris einhalten möchte.<sup>30</sup> Andernfalls wird eine Limitierung der Erderwärmung auf 1,5°C schwer umzusetzen sein.

Welche Maßnahmen und Techniken zur Entfernung von CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre in welchem Umfang eingesetzt werden, unterscheidet sich stark je nach Szenario.<sup>31</sup> Die Szenarien des IPCC basieren überwiegend auf BECCS (Bioenergy with Carbon Capture and Storage) und (Wieder-)Aufforstung. Beide können bereits in Szenarien mit keiner oder nur geringer Zielüberschreitung von großer Bedeutung sein, gleichzeitig gibt es auch jeweils Pfade, für die sie nicht benötigt werden. Hierdurch wird deutlich, dass die verschiedenen

---

<sup>25</sup> Vgl. Umweltbundesamt (2024b).

<sup>26</sup> Vgl. Rogelj, J. et al. (2018), S. 95; IPCC (2018), S. 555-556.

<sup>27</sup> Vgl. Rogelj, J. et al. (2018), S. 95-96.

<sup>28</sup> Vgl. Rogelj, J. et al. (2018), S. 95.

<sup>29</sup> Vgl. Rogelj, J. et al. (2018), S. 96.

<sup>30</sup> Vgl. de Coninck, H. et al. (2018), S. 319.

<sup>31</sup> Vgl. Rogelj, J. et al. (2018), S. 96.

Maßnahmen und Techniken zur Erzeugung von CO<sub>2</sub>-Negativemissionen untereinander substituiert werden können, sobald eine Auswahl von ihnen zur Verfügung steht.<sup>32</sup> In Szenarien zur kosteneffizienten Limitierung der Erderwärmung auf 1,5°C, sei es im Maximum oder zum Ende des 21. Jahrhunderts, bildet jedoch immer die Erhöhung der Menge der durch den LULUCF entfernten THG einen Teil des Maßnahmenportfolios.<sup>33</sup>

Der IPCC verweist jedoch auch auf das Risiko, das mit der Abhängigkeit von bisher wenig verbreiteter und getesteter Technologie einhergeht.<sup>34</sup> Zudem wird in einer weiteren Studie davor gewarnt, dass der Erderwärmungseffekt einer Tonne CO<sub>2</sub> schneller wirksam sein könnte als der Kühlungseffekt einer später aus der Atmosphäre entfernten Tonne CO<sub>2</sub>.<sup>35</sup>

Die Europäische Union hat sich mit Bezug auf das Übereinkommen von Paris, das von ihr und allen EU-Mitgliedstaaten unterschrieben und ratifiziert wurde, das Ziel gesetzt, 2050 klimaneutral zu sein.<sup>36</sup> Klimaneutralität bedeutet im Sinne der Europäischen Union, dass sich die Menge der vom Unionsrecht umfassten THG-Emissionen und die Menge der abgebauten THG gegenseitig aufheben. Darüber hinaus werden ab 2050 nettonegative Emissionen angestrebt.<sup>37</sup> Vor diesem Hintergrund werden Negativemissionen zuerst benötigt, um residuale THG-Emissionen auszugleichen und später dann, um ein insgesamt negatives Emissionslevel zu erreichen.

Die Europäische Kommission hat verschiedene Dekarbonisierungspfade für die EU aufgestellt und analysiert. Diese Analyse zeigt, dass entlang der zwei Szenarien, mit denen die Klimaneutralität 2050 erreicht wird, in letzter Konsequenz die Kapazitäten der natürlichen Senken und der Umfang der eingesetzten NETs entscheidende Variablen auf dem Weg zur Zielerreichung sind. Die technologiebasierten Verfahren zur CO<sub>2</sub>-Abscheidung, die in die Szenarien miteinbezogen wurden, sind die Reduzierung von Kohlenstoff in der Umgebungsluft oder die Abscheidung von Kohlenstoff bei der Verbrennung von Biomasse bzw. fossilen Brennstoffen.<sup>38</sup> Letzteres wird für die Betrachtung der Szenarien aus Gründen der Komplexitätsvermeidung zu den Negativemissionen gezählt, auch wenn es sich im Sinne dieser Arbeit eigentlich um vermiedene Emissionen handelt. Das erste Szenario (1.5TECH) basiert auf einer verstärkten Nutzung von technologischen Möglichkeiten und setzt stärker auf BECCS. Zudem liegt der Fokus auf geologischer Speicherung. Das zweite

---

<sup>32</sup> Vgl. Rogelj, J. et al. (2018), S. 121-122.

<sup>33</sup> Vgl. Hoegh-Guldberg, O. et al. (2018), S. 270.

<sup>34</sup> Vgl. Rogelj, J. et al. (2018), S. 96.

<sup>35</sup> Vgl. Zickerfeld, K. et al. (2016), S. 7.

<sup>36</sup> Vgl. Europäischer Rat, Rat der Europäischen Union (o.J.a); VERORDNUNG (EU) 2021/1119, Artikel 2 Abs. 1.

<sup>37</sup> Vgl. VERORDNUNG (EU) 2021/1119, Artikel 2 Abs. 1.

<sup>38</sup> Vgl. European Commission (2018), S. 191.

Szenario (1.5LIFE) basiert vor allem auf der Annahme, dass sich die Gesellschaft in Richtung einer Kreislaufwirtschaft entwickelt und sich veränderte Lebensstile und Nachfragemuster (z. B. Carsharing, Energiesparen, klimafreundliche Ernährung) positiv auf das Klima auswirken. Im Gegensatz zum 1.5TECH wird die Nutzung des abgeschiedenen CO<sub>2</sub> der Speicherung vorgezogen. Gemeinsam haben beide Szenarien die Anreize für den Ausbau der natürlichen Senken, wobei diese für 1.5LIFE höher ausfallen.<sup>39</sup>

Im 1,5TECH Szenario (600 Mt CO<sub>2</sub>) werden mehr CO<sub>2</sub>-Negativemissionen im Jahr 2050 generiert als im 1,5LIFE Szenario.<sup>40</sup> Dies entspricht den Ausführungen des IPCCs, dass Verhaltensänderungen die Notwendigkeit der Entfernung von CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre reduzieren können.<sup>41</sup> Der größte Unterschied bezüglich der CO<sub>2</sub>-Negativemissionen zwischen den beiden Szenarien betrifft deren Entstehung. Im 1,5TECH ist ca. die Hälfte auf Technologien zurückzuführen, während im 1,5LIFE der Großteil durch Senken im LULUCF generiert wird (siehe Abbildung 1). Dennoch zeigen beide Szenarien eindeutig die Notwendigkeit, natürliche Senken zu maximieren und Technologien für Negativemissionen einzusetzen, möchte die EU ihre Ziele erreichen. Die Europäische Kommission schlägt das Ziel vor, bis 2030 in der Lage zu sein, jährlich 5Mt CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre entfernen zu können.<sup>42</sup>

Aktuell nimmt die CO<sub>2</sub>-Speicherung durch natürliche Senken im LULUCF-Sektor ab, und die Kapazitäten werden sich laut einer Projektion bis 2050 auf 260 Mt CO<sub>2</sub> gegenüber 300 Mt CO<sub>2</sub> im Jahr 2015 weiter verringern<sup>43</sup>. In Bezug auf natürliche Senken ist an dieser Stelle die Zielsetzung für den Netto-Kohlenstoffabbau an Land unter der LULUCF-Verordnung zu nennen. Dieser soll 2030 310 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente betragen.<sup>44</sup>

---

<sup>39</sup> Vgl. European Commission (2018), S. 55, 191.

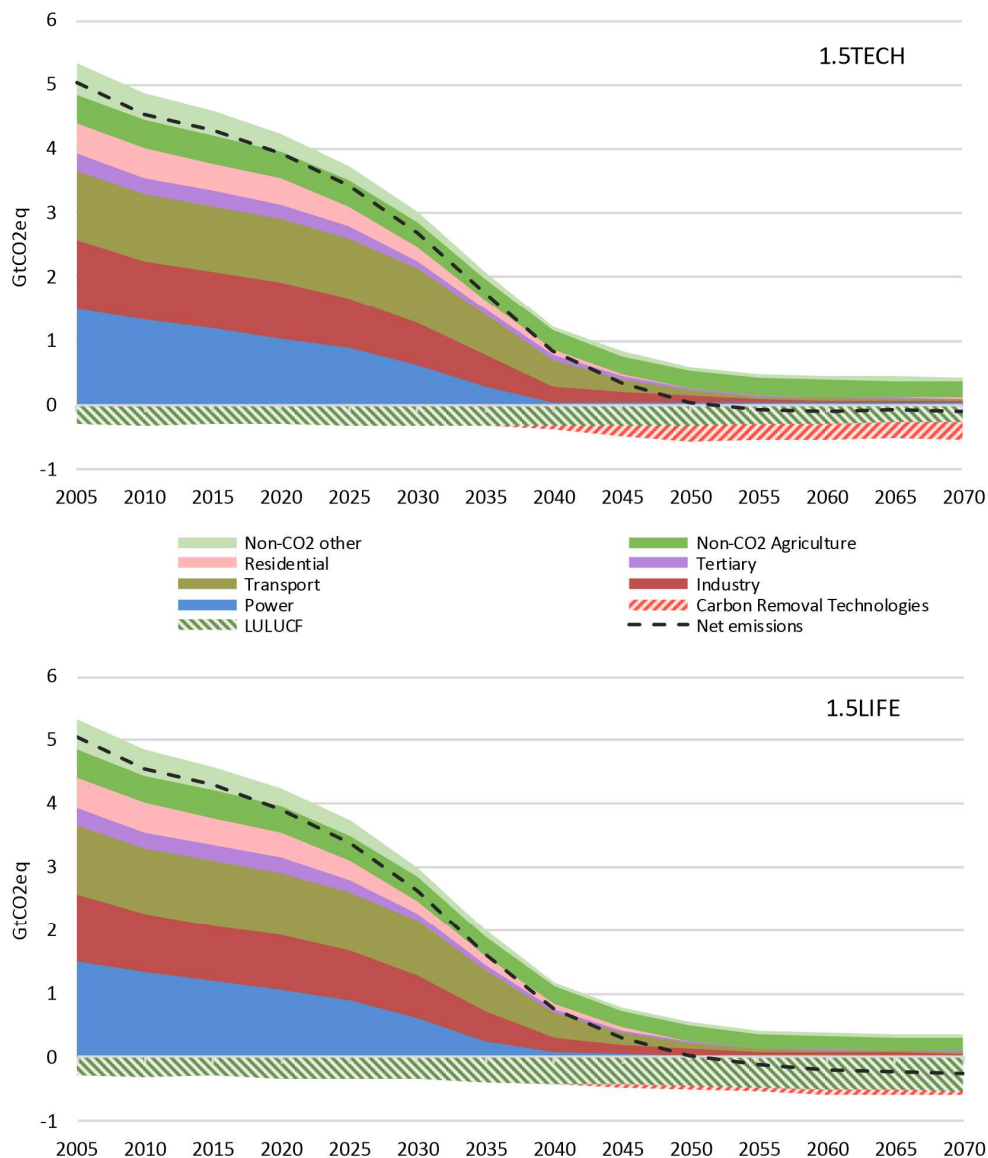
<sup>40</sup> Vgl. European Commission (2018), S. 195-196.

<sup>41</sup> Vgl. de Coninck, H. et al. (2018), S. 317.

<sup>42</sup> Vgl. European Commission (2021 b), S. 195-197, 17.

<sup>43</sup> Vgl. European Commission (2018), S. 51.

<sup>44</sup> Vgl. Europäischer Rat, Rat der Europäischen Union (2024a).



Source: PRIMES, GAINS, GLOBIOM.

**Abbildung 1: Pfade zur Klimaneutralität 2050: 1.5TECH Szenario (oben) und 1.5LIFE Szenario (unten)**

Quelle: European Commission (2018), S. 195, Figure 90, basierend auf den Modellen PRIMES<sup>45</sup>, GAINS<sup>46</sup> und GLOBIOM<sup>47</sup>.

Für Negativemissionen gibt es auf EU-Ebene keinen verabschiedeten Zielwert außer der Verpflichtung, für nach 2050 negative Emissionen anzustreben.<sup>48</sup> Ein konkretes Redukti-

<sup>45</sup> E3Modelling (o.J.)

<sup>46</sup> International Institute for Applied Systems Analysis (o.J.a)

<sup>47</sup> International Institute for Applied Systems Analysis (o.J.b)

<sup>48</sup> Vgl. VERORDNUNG (EU) 2021/1119, Artikel 2 Abs. 1.

onsziel für 2050, aus dem Werte abgeleitet werden könnten, ist ebenfalls noch nicht festgesetzt.<sup>49</sup> Dabei würde ein konkretes Ziel für Negativemissionen nicht nur einen symbolischen Charakter haben. Verpflichtende Zielwerte für nach 2050 können zudem als Argument für die Aufnahme von Negativemissionen in die Klimaschutzpolitik noch vor 2030 dienen. Der Anstoß dieser Ziele sollte daher und auf Grund der langen Transformationszeiträume noch vor 2030 geschehen.<sup>50</sup>

Sind die Ziele ausreichend spezifisch, ist davon auszugehen, dass sich Akteure aus dem Privatsektor als Pioniere einbringen möchten. Des Weiteren bieten sie Möglichkeiten für die Partizipation der Bevölkerung, sowohl bei der Festlegung als auch bei der Verwirklichung der Maßnahmen.<sup>51</sup> Die damit einhergehende Diskussion kann der Bewusstseinsbildung in der Öffentlichkeit dienen und zusammen mit Werbekampagnen die Akzeptanz in der Gesellschaft erhöhen.<sup>52</sup> Getrennte Zielsetzungen für Negativemissionen und Brutto-THG-Emissionen können einerseits die Nachvollziehbarkeit erhöhen und ermöglichen so die Bewertung einzelner Strategien, andererseits können sie die Komplexität der Klimapolitik und ihrer Maßnahmen erhöhen, z. B. bei der internationalen Kooperation mittels Kohlenstoffmärkten.<sup>53</sup> Die separate Handhabung von Reduktionszielen und Negativemissionszielen bringt zudem den Vorteil mit sich, dass so mögliche Bedenken, dass Negativemissionen zur Vermeidung von Reduktionsmaßnahmen genutzt werden, ausgeräumt werden können.<sup>54</sup>

Wie negative Zielwerte im EU ETS, also ein negatives Cap, realisiert werden können, wird in Abschnitt 4.3.1.1 beschrieben. Trennt man die Zielsetzung für Negativemissionen vom EU ETS, können die Staaten zur Zielerreichung entweder selbst als Nachfrager für Negativemissionen auftreten oder entsprechende Auflagen für Akteure des Privatsektors aufstellen, die auch ETS-Unternehmen, also Unternehmen, die vom EU ETS abgedeckt werden, einbeziehen können.<sup>55</sup>

## 2.4 Aktueller Umgang mit Negativemissionen

Der vorangegangene Abschnitt hat die bestehende Notwendigkeit von Negativemissionen aufgezeigt. Dieser Abschnitt beschäftigt sich vor diesem Hintergrund mit den wichtigsten aktuellen Anreizen und Regelungen bezüglich Negativemissionen, um ein Verständnis für die politischen und rechtlichen Grundlagen zu schaffen, auf denen ein Marktdesign für

---

<sup>49</sup> Vgl. VERORDNUNG (EU) 2021/1119.

<sup>50</sup> Vgl. Geden, O., Schenuit, F. (2020), S. 29-30.

<sup>51</sup> Vgl. Honegger, M. et al. (2021), S. 6.

<sup>52</sup> Vgl. Meyer-Ohlendorf, N. (2021), S. 6; La Hoz Theuer, S. et al. (2021), S. 24.

<sup>53</sup> Vgl. Honegger, M. et al. (2021), S. 12.

<sup>54</sup> Vgl. Geden, O., Schenuit, F. (2020), S. 32.

<sup>55</sup> Vgl. La Hoz Theuer, S. et al. (2021), S. 26.

Negativemissionen in Verbindung mit dem EU ETS aufbauen oder an denen es sich orientieren kann. Zuerst richtet sich der Blick über die EU hinaus und findet dabei auch Beispiele von Emissionshandelssystemen, die bereits Negativemissionen integriert haben. Anschließend liegt der Fokus wieder auf der EU und ihren Anreizen und Regelungen. In diesem Zuge werden auch das EU ETS und sein aktueller Umgang mit Negativemissionen vorgestellt.

## **2.4.1 Außerhalb der EU**

### **2.4.1.1 Artikel 6 des Übereinkommens von Paris**

Aus Sicht der Fragestellung ist Artikel 6 des Übereinkommens von Paris von besonderem Interesse. Dieser erlaubt die Anrechnung von Minderungsleistungen, die in einem Land geleistet wurden, auf die Klimaschutzziele eines anderen Landes. Absatz 2 dieses Artikels schafft die Grundlage für die Kooperation zwischen Staaten, ohne internationale Kontrolle; lediglich Berichts- und Bilanzierungsvorschriften müssen berücksichtigt werden. Mit Absatz 4 des Artikels wird der „Mechanismus zur Vermeidung von Treibhausgasemissionen zur Förderung nachhaltiger Entwicklung“ eingeführt. Unter diesem werden die Transaktionen von einem Gremium beaufsichtigt und die verabschiedeten Regeln und Verfahrensweisen müssen eingehalten werden.<sup>56</sup> Die spezifizierenden Regelungen zu beiden Möglichkeiten der Kooperation beziehen sich sowohl auf THG-Reduktionen als auch auf Negativemissionen.<sup>57</sup> Hier existiert also bereits ein internationaler Markt, auf dem Negativemissionen gehandelt werden können.

Am 10. Oktober 2020 haben die Schweiz und Peru ein Abkommen für eine bilaterale Partnerschaft unter dem Artikel 6 des Übereinkommens von Paris signiert. Die Schweiz kann dadurch ihre CO<sub>2</sub>-Emissionen mit Negativemissionen aus Projekten in Peru kompensieren. Es ist die erste bilaterale Partnerschaft dieser Art weltweit.<sup>58</sup>

### **2.4.1.2 Beispiel: Das Neuseeländische Emissionshandelssystem**

Das Neuseeländische Emissionshandelssystem (NZ ETS) ist das erste weltweit, an dem auch Waldbesitzer verpflichtend teilnehmen müssen, da der Forstsektor seit 2008 integriert ist. Dadurch hebt es sich von anderen ab, die Projekte wie Aufforstung nur als Kompensationsmaßnahmen anerkennen, aber die Forstwirtschaft nicht als Sektor abdecken. Vereinfacht ausgedrückt muss für die Abholzung von alten Wäldern gehaftet werden und

---

<sup>56</sup> Vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (o.J.a).

<sup>57</sup> Vgl. UNFCCC (2022), S. 15, 33.

<sup>58</sup> Vgl. UVEK, BAFU (2020).



für die Aufforstung von neueren Wäldern können Zertifikate erlangt werden.<sup>59</sup> Ziel ist es, die kostengünstige CO<sub>2</sub>-Senke, die Wälder darstellen, zu managen, um Emissionen zu reduzieren.<sup>60</sup> Aufmerksamkeit erlangte das NZ ETS durch seine anfänglichen Schwierigkeiten. Das rationale Verhalten der Marktteilnehmer resultierte in den ersten Jahren in mehr Abholzung und weniger Aufforstung. Zuerst wurde die Abholzung im Zeitraum bis zur vorgesehenen Integration des Forstsektors in Erwartung dieser verstärkt. Daran anschließend ist ab 2011 der Emissionspreis gefallen, wodurch erneut die Abholzung zunahm und die Wiederaufforstung zurückging. Zudem haben Einflüsse wie politische Unsicherheit und Komplexität eine effektive Zielerreichung behindert. Nachdem ab 2016 der Emissionspreis stieg und erste Reformen umgesetzt wurden, gab es einen deutlichen Anstieg in der Wiederaufforstung und die Abholzung ging zurück. Dennoch scheinen weitere Reformen erforderlich.<sup>61</sup>

### **2.4.1.3 Beispiel: Das Kalifornische Cap-and-Trade-Programm**

Das Kalifornische Emissionshandelssystem erlaubt u. a. die Nutzung von Negativemissionen, die aus Aufforstungsprojekten stammen.<sup>62</sup> Dabei setzt es sowohl qualitative als auch quantitative Vorgaben für die Nutzung dieser Zertifikate. Bis 2020 durften Unternehmen bis zu 8% ihrer Verpflichtungen durch Negativemissionszertifikate abdecken. Aktuell sind es bis zu 4% im Jahr, bevor ab 2026 das Limit auf 6% ansteigen soll. Die qualitativen Vorgaben beziehen sich auf positive Effekte für die Umwelt in Kalifornien. Seit 2021 müssen mindestens 50% der Zertifikate, die ein Unternehmen angibt, mit einem direkten Nutzen für die kalifornische Umwelt verbunden sein.<sup>63</sup> Nach dem Prinzip der Käufer-Haftung müssen Unternehmen für einen Ersatz sorgen, wenn der Staat ein Zertifikat für ungültig erklärt.<sup>64</sup>

## **2.4.2 Innerhalb der EU**

### **2.4.2.1 Regelungen und Förderungen abseits des Europäischen Emissionshandels-systems**

Auf europäischer Ebene gibt es kein umfassendes Regelwerk für alle NETs und deren Einsatz. Lediglich vereinzelte Optionen sind geregelt.<sup>65</sup>

---

<sup>59</sup> Vgl. Carver, T. et al. (2022), S. 2-5.

<sup>60</sup> Vgl. Ministry for the Environment and The Treasury (2007), S. 30-31.

<sup>61</sup> Vgl. Carver, T. et al. (2022), S. 20.

<sup>62</sup> Vgl. California Air Resources Board (o. J.); AB-398 (2006).

<sup>63</sup> Vgl. AB-398 (2006).

<sup>64</sup> Vgl. California Air Resources Board (2015), S. 2.

<sup>65</sup> Vgl. Meyer-Ohlendorf, N. (2021), S. 6.

Die natürlichen Senken des LULUCF-Sektors sind durch die LULUCF-Verordnung geregelt. Von Interesse ist das Anfang 2023 beschlossene Abbauziel von -310 Mt CO<sub>2</sub>-Äquivalenten.<sup>66</sup> In diesem Sinne fordert die Europäische Kommission, dass Emissionsdaten und den Abbau von CO<sub>2</sub> betreffende Daten für jeden Landbewirtschafter zugänglich gemacht werden sollten.<sup>67</sup>

CCS (Carbon Capture and Storage) und CCU (Carbon Capture and Utilization) fallen unter einige Regelungen und werden auf verschiedenen Wegen gefördert.<sup>68</sup> CCS und CCU, also die Entfernung und Speicherung bzw. Nutzung von Kohlenstoff, allein führen zwar zu vermiedenen Emissionen, CCS ist jedoch auch Bestandteil von BECCS und DACCS (Direct Air Carbon Capture and Storage), wie man am Namen sehen kann. CCU steht nicht im Fokus dieser Arbeit, lässt sich jedoch bei der Betrachtung der Förderungen und Regulierungen nicht ausklammern. Im Folgenden werden die für diese Arbeit relevanten Regelungen und Förderungen kurz betrachtet.

Die CCS-Directive regelt die dauerhafte Speicherung des abgeschiedenen CO<sub>2</sub>.<sup>69</sup>

Zudem befindet sich die EU auf einem Weg zur Einigung über ein Rahmenwerk, wie Negativemissionen in Zukunft erfasst, berichtet und zertifiziert werden können (EU Carbon Removals and Carbon Farming Certification Regulation; kurz: CRCF-Verordnung).<sup>70</sup> Anfang 2024 haben der Rat und das Parlament eine provisorische Einigung erreicht.<sup>71</sup> Durch diesen freiwilligen Zertifizierungsrahmen, der der Schaffung EU-weiter Standards dienen soll, sollen folgende Aspekte vergleichbar zertifizierbar und angereizt werden: land- und forstwirtschaftliche Aktivitäten, die CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre entnehmen, die Speicherung in Produkten mit einer langen Lebensdauer und technische CCU/CCS-Maßnahmen.<sup>72</sup> Ziel ist es, Investmenthürden abzubauen und der Gefahr von Greenwashing vorzubeugen.<sup>73</sup> Der Inhalt der Einigung wird in Abschnitt 4.7 vorgestellt.

Zu den Förderprogrammen, die CCS und CCU unterstützen, zählen u. a. der Innovationsfonds, die Aufbau- und Resilienzfazilität und der Just Transition Fund.<sup>74</sup> Der Innovationsfonds finanziert sich durch die Einnahmen, die das EU ETS generiert. Für die Jahre 2021 bis 2030 wird mit einer zur Verfügung stehenden Summe von ca. 25 Milliarden Euro gerechnet, kalkuliert mit 50 Euro pro Tonne CO<sub>2</sub>. Der Zweck des Fonds ist es unter anderem,

---

<sup>66</sup> Vgl. Europäischer Rat, Rat der Europäischen Union (2024a).

<sup>67</sup> Vgl. European Commission (2021b), S. 9.

<sup>68</sup> Vgl. European Commission (2021).

<sup>69</sup> Vgl. DIRECTIVE 2009/31/EC, Artikel 1.

<sup>70</sup> Vgl. European Commission (o.J.a).

<sup>71</sup> Vgl. Europäischer Rat, Rat der Europäischen Union (2024b).

<sup>72</sup> Vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (2024), S. 8.

<sup>73</sup> Vgl. European Commission (o.J.a).

<sup>74</sup> Vgl. European Commission (2021 a).

Investitionen in NETs zu fördern. Damit trägt er als das weltweit größte Finanzierungsprogramm, das einen umfangreichen Ausbau von innovativen technischen kohlenstoffarmen Lösungen unterstützt, zur Vorreiterrolle der EU bei.<sup>75</sup>

#### 2.4.2.2 Das Europäische Emissionshandelssystem

In diesem Kapitel wird das EU ETS in seiner aktuellen Form vorgestellt, sodass darauf aufbauend im weiteren Verlauf der Arbeit verschiedenen Marktdesigns im Sinne einer Kopplung bzw. Integration mit einem Markt für Negativemissionen analysiert werden können.

Seit 2005 ist der Emissionshandel das wichtigste Instrument zur EU-weiten THG-Reduktion und somit das bedeutendste Instrument zur Erreichung der in Abschnitt 2.3 genannten Klimaziele der EU. Er umfasst die THG-Emissionen, genauer gesagt die CO<sub>2</sub>-, N<sub>2</sub>O- und PFC-Emissionen<sup>76</sup> des Energiesektors, der energieintensiven Industrien<sup>77</sup> und die des Flugverkehrs innerhalb der EU (inkl. Flüge in Richtung der Schweiz und UK). Zusammengefasst sind dies ca. 40% aller THG-Emissionen in der EU.<sup>78</sup> Ebenso ist der Seeverkehr seit 2024 in das EU ETS integriert.<sup>79</sup>

Es handelt sich um ein „Cap and trade“-System. Das bedeutet, es gibt eine Obergrenze an vom EU ETS erfassten THG-Emissionen, die ausgestoßen werden dürfen, das sogenannte Cap. Dieses Maximum wird in jedem Jahr im Sinne der Klimaschutzziele ein Stück herabgesenkt, sodass die THG-Emissionen unter dem EU ETS kontinuierlich reduziert werden.<sup>80</sup> Seit 2021 beträgt der lineare Reduktionsfaktor 2,2%.<sup>81</sup> Umgesetzt wird diese Grenze durch den Handel von entsprechenden Emissionserlaubnissen innerhalb dieses Rahmens, im Englischen „emission allowance“ (EA). Eine EA steht für eine Tonne CO<sub>2</sub>-Äquivalente und gibt ihrem Eigentümer das Recht, diese emittieren zu dürfen. Alle vom EU ETS erfassten Unternehmen müssen in einem Jahr genauso viele EAs abgeben, wie sie Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente emittiert haben. Erwerben können sie die EAs auf dem Kohlenstoffmarkt der EU.<sup>82</sup>

Ein Teil der Zertifikate wird nach dem Einheitspreisverfahren versteigert, es zahlen also alle den gleichen Preis für die ersteigerten EAs.<sup>83</sup> Ein anderer Teil der Zertifikate wird

---

<sup>75</sup> Vgl. European Commission (2021b), S. 17.

<sup>76</sup> Vgl. Deutsche Emissionshandelsstelle (o.J.).

<sup>77</sup> Vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (o.J.b).

<sup>78</sup> Vgl. European Commission (o.J.b).

<sup>79</sup> Vgl. Deutsche Emissionshandelsstelle (2024a).

<sup>80</sup> Vgl. European Commission (o.J.b).

<sup>81</sup> Vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (o.J.b).

<sup>82</sup> Vgl. European Commission (o.J.b).

<sup>83</sup> Vgl. Deutsche Emissionshandelsstelle (2023).

kostenlos zugeteilt. Industrieanlagen, denen keine Gefährdung durch Carbon Leakage zugeschrieben wird, erhalten kostenlose Zertifikate in einem Umfang von 30% (2021). Ab 2027 soll dieser Umfang in gleich großen Schritten reduziert werden, sodass 2030 die kostenlose Zuteilung 0% beträgt.<sup>84</sup> Für die Sektoren, für die Carbon Leakage befürchtet wird, soll ab 2026 schrittweise die Kürzung der kostenlosen Zuteilung parallel mit der Einführung des „Carbon Border Adjustment Mechanism“ (CBAM) stattfinden.<sup>85</sup> Ab 2035 soll der CBAM dann die kostenlose Zuteilung von EAs gänzlich ersetzen.<sup>86</sup>

Der CBAM soll die Abwanderung von CO<sub>2</sub>-intensiver Industrie auf Grund höherer Kosten durch das EU ETS in der EU vermeiden (Leakage) und auch außerhalb der EU Anreize zur Reduktion von THG-Emissionen setzen. Er sieht vor, dass Importeure, die Waren in die EU einführen, CBAM-Zertifikate erwerben müssen. Dadurch soll der Kostenunterschied zwischen der im EU-Inland durch das EU ETS teureren Produktion und der im EU-Ausland günstigeren Herstellung ausgeglichen werden.<sup>87</sup> Seit 2023 läuft eine dreijährige Testphase.<sup>88</sup> 2026 werden die letzten Paragraphen der entsprechenden Verordnung in Kraft treten. Diese etappenweise Implementierung ist, wie oben bereits angesprochen, mit der schrittweisen Beendigung der Zuteilung von kostenlosen Zertifikaten abgestimmt.<sup>89</sup>

EAs, die nach 2013 ausgegeben und nicht vom Unternehmen genutzt wurden, können von diesem für die Zukunft verwahrt werden und behalten ihre Gültigkeit bei.<sup>90</sup> Das aus ökonomischer Perspektive wesentliche Merkmal des EU ETS ist, dass die Unternehmen ihre EAs auch untereinander handeln können. Dieses marktwirtschaftliche Instrument führt also zu einem marktbasieren Preis für THG-Emissionen.<sup>91</sup> In Kombination mit der Gewissheit des sinkenden Caps führt dieser zu Anreizen, die preisgünstigsten Reduktionsmaßnahmen umzusetzen.<sup>92</sup>

Zur Stabilisierung von Angebot und Nachfrage wurde die Marktstabilitätsreserve eingerichtet (MSR).<sup>93</sup> Dieses regelbasierte Instrument orientiert sich an der Gesamtmenge der im Umlauf befindlichen Zertifikate.<sup>94</sup> Diese setzt sich unter anderem aus den seit 2008 vergebenen Zertifikaten und den internationalen Gutschriften, die bis Jahresende des betrachteten Jahres genutzt wurden, zusammen. Abgezogen werden neben den seit 2008

---

<sup>84</sup> Vgl. RICHTLINIE (EU) 2018/410, 15 (4).

<sup>85</sup> Vgl. RICHTLINIE (EU) 2023/959, 13b.

<sup>86</sup> Vgl. Die Bundesregierung (2023).

<sup>87</sup> Vgl. Europäischer Rat, Rat der Europäischen Union (o.J.b).

<sup>88</sup> Vgl. Die Bundesregierung (2023).

<sup>89</sup> Vgl. European Commission (o.J.d).

<sup>90</sup> Vgl. European Commission (2024).

<sup>91</sup> Vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (o.J.b).

<sup>92</sup> Vgl. European Commission (o.J.b).

<sup>93</sup> Vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (o.J.b).

<sup>94</sup> Vgl. European Commission (o.J.c).

freigesetzten und geprüften Emissionen innerhalb des EU ETS auch gelöschte Zertifikate. Zählt die bis zum 01. Juni des Folgejahres berichtete Gesamtmenge zwischen 833 und 1.096 Millionen Zertifikate, wird die Differenz zwischen dieser Gesamtmenge und 833 über einen am 01. September beginnenden zwölfmonatigen Zeitraum von der von den Mitgliedsstaaten zu versteigernden Menge abgezogen. Übersteigt die Gesamtmenge der im Umlauf befindlichen Zertifikate die Grenze von 1.096 Mio. Zertifikaten, werden über den gleichen Zeitraum hinweg 24% dieser Gesamtmenge von der Versteigerungsmenge abgezogen. Die abgezogenen Zertifikate werden jeweils in der Marktstabilitätsreserve gespeichert.<sup>95</sup> Im gegensätzlichen Fall, wenn die Gesamtmenge der im Umlauf befindlichen Zertifikate kleiner als 400 Millionen Zertifikate ist, wird die Versteigerungsmenge durch 100 Millionen aus der Marktstabilitätsreserve freigesetzte Zertifikate nach oben korrigiert. Umfasst die Reserve zu dem Zeitpunkt weniger als 200 Millionen Zertifikate, werden alle in ihr enthaltenen Zertifikate freigesetzt.<sup>96</sup> Maximal dürfen 400 Millionen Zertifikate in der MSR gespeichert werden. Wird diese Anzahl überschritten, werden die überschüssigen Zertifikate gelöscht.<sup>97</sup>

Aktuell sind Negativemissionen kein Teil des EU ETS. Es gibt lediglich Regelungen für den Umgang mit vermiedenen Emissionen, die dauerhaft gespeichert werden. Artikel 12 der Emissionshandelsrichtlinie besagt, dass „für Emissionen, die aufgrund einer Prüfung als abgeschlossen und zur ständigen Speicherung in eine Anlage verbraucht anzusehen sind“<sup>98</sup>, keine EAs abgegeben werden müssen.<sup>99</sup>

Allerdings sehen sowohl die Niederlande als auch Dänemark, Schweden und Norwegen eine Aufnahme von NETs in das EU ETS als eine Möglichkeit, um die Entwicklung und den Einsatz dieser zu unterstützen.<sup>100</sup> Bis zum 31. Juli 2026 soll die EU-Kommission dem Parlament und dem Rat einen Bericht vorlegen, der sich mit der Frage beschäftigt, wie negative Emissionen ggf. unter Berücksichtigung von Schutzmechanismen und harten Kriterien im EU ETS erfasst werden könnten. Dabei soll durch diese sichergestellt werden, dass die Emissionsreduktionen nicht durch die Negativemissionen aufgehoben werden.<sup>101</sup> Wie ein solches Marktdesign zur Einbeziehung von Negativemissionen aussehen kann, wird in Abschnitt 4.3.2 analysiert.

---

<sup>95</sup> Vgl. DIRECTIVE (EU) 2023/959, Artikel 2 Abs. 1 (c).

<sup>96</sup> Vgl. BESCHLUSS (EU) 2015/1814, Artikel 1 Abs. 6.

<sup>97</sup> Vgl. DIRECTIVE (EU) 2023/959, Artikel 2 Abs. 1 (c).

<sup>98</sup> RICHTLINIE 2009/29/EG, 15b.

<sup>99</sup> Vgl. RICHTLINIE 2009/29/EG, 15b.

<sup>100</sup> Vgl. Klima-, Energi-, Forsyningsudvalget (2020), S. 2.

<sup>101</sup> Vgl. RICHTLINIE (EU) 2023/959, 28d.

### 3 Negativemissionstechnologien

In den vorangegangenen Kapiteln wurde die Notwendigkeit von Negativemissionen festgestellt. Die verschiedenen Prozesse, also NETs, durch die diese generiert werden können, werden in diesem Kapitel betrachtet. Die Schwerpunkte liegen, neben einer kurzen Darstellung des jeweiligen Verfahrens, auf seinen für 2050 geschätzten Kosten und der Permanenz der Speicherung. Ersteres ist ein wichtiger Faktor für die Wettbewerbsfähigkeit der jeweiligen NET.<sup>102</sup> Kosten entstehen für NETs durch die Abscheidung (diese ist meistens der größte Kostenbestandteil), den Transport und die anschließende dauerhafte Speicherung.<sup>103</sup> Dabei kommt es zu regionalen Unterschieden, bedingt z. B. durch Preisdifferenzen in den Energie- oder Baukosten.<sup>104</sup> Die Permanenz spielt bei der Zertifizierung eine wichtige Rolle (siehe auch Abschnitt 4.5 und Abschnitt 4.7).<sup>105</sup> Die genannten möglichen positiven und negativen Auswirkungen der NETs, sowie die Vor- und Nachteile, erheben nicht den Anspruch der Vollständigkeit, sondern sollen ein grobe Wissensgrundlage vermitteln. Fuss et al.<sup>106</sup> und Minx et al.<sup>107</sup> bieten ausführlichere Übersichten.

NETs, nach dieser Arbeit definiert, generieren CO<sub>2</sub>-Negativemissionen. Hier sei noch einmal auf den Unterschied zwischen „vermiedenen Emissionen“ und „Negativemissionen“ hingewiesen. Das bestimmende Merkmal von NETs ist demnach die Entnahme von CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre. Ein weiteres ist im Sinne dieser Arbeit die langfristige Speicherung des entnommenen Kohlenstoffs.<sup>108</sup> CCU wird nicht berücksichtigt. Diese Arbeit legt den Fokus bewusst auf die Technologien zur Entfernung von CO<sub>2</sub>, da Technologien, die der Atmosphäre andere THG entziehen, bisher wenig erforscht sind.<sup>109</sup>

Obwohl der Begriff NETs sich wörtlich übersetzt auf Technologien bezieht, deckt er auch naturbasierte Prozesse ab. Es werden daher zwei Kategorien von NETs unterschieden (Abbildung 2). In die erste zählen alle naturbasierten Ansätze, die CO<sub>2</sub> in der Biosphäre speichern, die zweite umfasst die ingenieurbasierten Verfahren zur Abscheidung und anschließenden Speicherung in der Geosphäre. Letztere werden mit einer dauerhafteren und sichereren Speicherung in Verbindung gebracht, naturbasierte hingegen mit möglichen positiven Auswirkungen auf andere Aspekte der Nachhaltigkeit.<sup>110</sup>

---

<sup>102</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 24.

<sup>103</sup> Vgl. Dilly, S. et al. (2023), S. 41.

<sup>104</sup> Vgl. Honegger, M. et al. (2021), S. 4.

<sup>105</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 24.

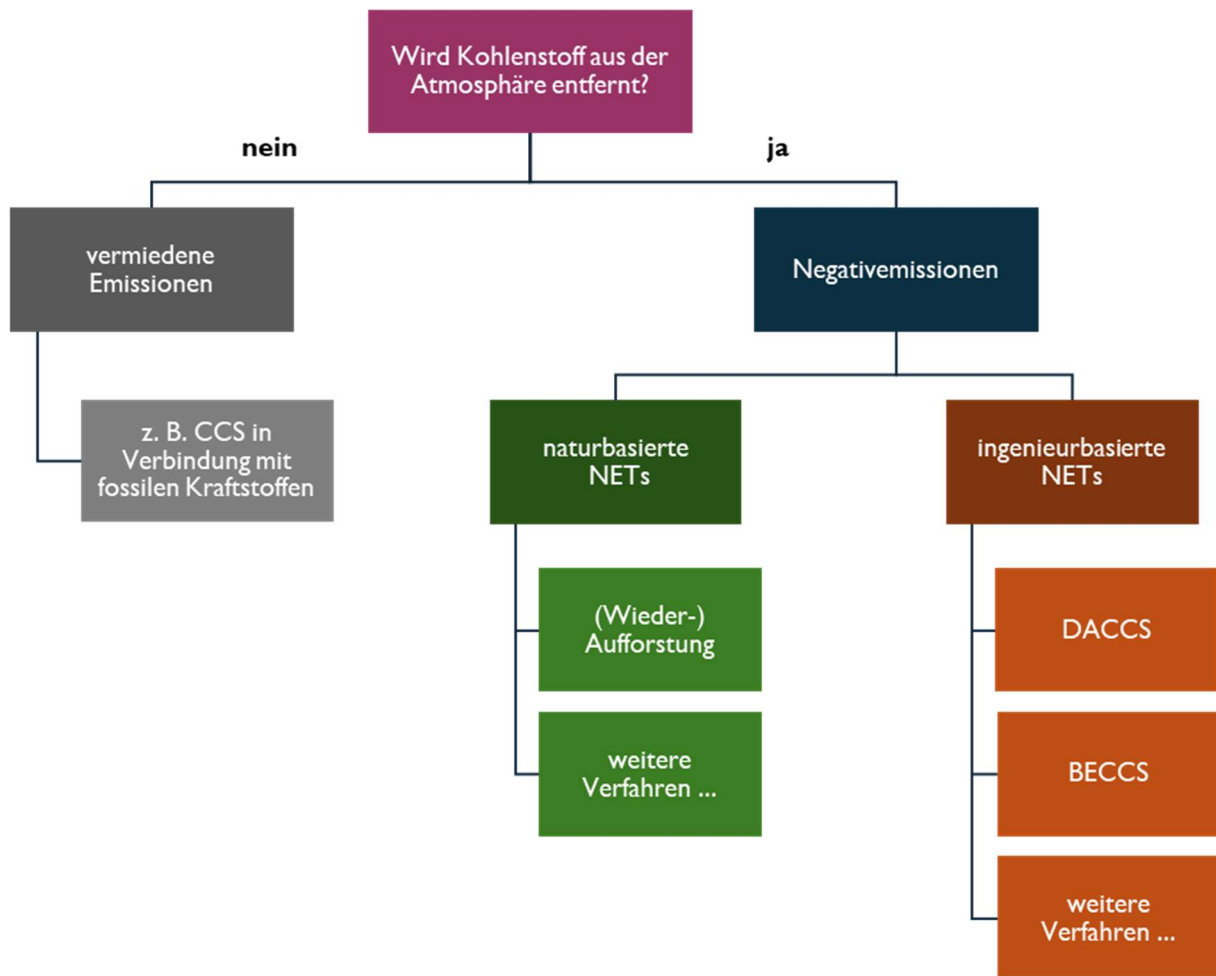
<sup>106</sup> Fuss, S. et al. (2018).

<sup>107</sup> Minx, J. C. et al. (2018).

<sup>108</sup> Vgl. La Hoz Theuer, S. et al. (2021), S. 35.

<sup>109</sup> Vgl. Rogelj, J. et al. (2018), S. 121.

<sup>110</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 11-12.



**Abbildung 2: NETs-Kategorien**

Quelle: Eigene Darstellung, basierend auf La Hoz Theuer, S. et al. (2021), S. 35, Figure 4.

Es gibt eine Vielzahl verschiedener NETs, deren umfassende Darstellung die Länge dieser Arbeit überstrapazieren würde. Deshalb werden im Folgenden die NETs dargestellt, die im Mittelpunkt der Szenarien des IPCC (BECCS, Aufforstung)<sup>111</sup> und der EU (DACCS, BECCS)<sup>112</sup> stehen.

### 3.1 (Wieder-) Aufforstung

(Wieder-)Aufforstung ist die am weitesten entwickelte NET und leicht zugänglich.<sup>113</sup> Im Zuge einer Aufforstung werden Bäume auf einer Fläche gepflanzt, die über einen langen

<sup>111</sup> Vgl. Rogelj, J. et al. (2018), S. 96.

<sup>112</sup> Vgl. European Commission (2018), S. 191.

<sup>113</sup> Vgl. La Hoz Theuer, S. et al. (2021), S. 31.

Zeitraum hinweg nicht bewaldet war. Werden Bäume zur Wiederherstellung von Waldflächen gepflanzt, die unter eine Baumkronenbedeckung von 10% gefallen sind, handelt es sich um Wiederaufforstung.<sup>114</sup>

Fuss et al. schätzen die klimafreundlichen realisierbaren *Kapazitäten* weltweit auf 0.5 bis 3,6 Gt CO<sub>2</sub> pro Jahr im Jahr 2050. Langfristig sind die Kapazitäten durch die Verfügbarkeit von Flächen und die Sättigung begrenzt.<sup>115</sup> Die erwarteten *Kosten* liegen für 2050 zwischen 5 und 50 US\$ pro gespeicherte Tonne CO<sub>2</sub>. Im Gegensatz zu anderen NETs ist davon auszugehen, dass die Kosten ab Mitte des Jahrhunderts steigen werden, wenn verfügbare Flächen knapper werden.<sup>116</sup>

Die *Permanenz* der Speicherung wird als geringer gegenüber der Speicherung in der Geosphäre betrachtet<sup>117</sup> und ist anfällig gegenüber exogenen Faktoren wie Waldbränden und Wasserknappheit, die als Folge des Klimawandels zunehmen bzw. stärker ausfallen.<sup>118</sup> Um eine möglichst langfristige Speicherung zu gewährleisten, muss die Fläche auch nach der abgeschlossenen (Wieder-)Aufforstung entsprechend gemanagt werden.<sup>119</sup> Zudem ist ca. nach 10 bis 100 Jahren die Kapazitätsgrenze eines Waldes erreicht, sodass kein weiteres CO<sub>2</sub> in Biomasse gebunden wird.<sup>120</sup>

Aufforstung birgt das *Risiko* eines Konflikts um Flächennutzung z. B. mit der Landwirtschaft. Je mehr Flächen für diesen Zweck genutzt werden, umso größer das Risiko.<sup>121</sup> Zudem benötigt dieses Vorgehen, wenn es im großen Maßstab umgesetzt wird, nicht nur mehr Fläche als BECCS<sup>122</sup> und ggf. DACCS, sondern auch der Wasserverbrauch ist deutlich höher. Ein *Vorteil* mit Blick auf die benötigten Ressourcen ist der geringe Energiebedarf für die Vorbereitung der Fläche.<sup>123</sup>

Wie sich Wiederaufforstung auf ein Ökosystem auswirkt, hängt von den gepflanzten Baumarten und der Bepflanzungsdichte ab. Die Pflanzung von einheimischen Arten kann die Biodiversität positiv beeinflussen.<sup>124</sup> Ob solche positiven Effekte tatsächlich durch die Unterstützung von (Wieder-)Aufforstung mit dem Ziel der Generierung von Negativemis-

---

<sup>114</sup> Vgl. de Coninck, H. et al. (2018), S. 343.

<sup>115</sup> Vgl. Fuss, S. et al. (2018), S. 31, Table 2, S. 33.

<sup>116</sup> Vgl. Fuss, S. et al. (2018), S. 16, 33.

<sup>117</sup> Vgl. Smith, P., Haszeldine, R. S., Smith, S. M. (2016), S. 1404.

<sup>118</sup> Vgl. Seidel, R. et al. (2017), S. 6.

<sup>119</sup> Vgl. Fuss, S. et al. (2018), S. 16.

<sup>120</sup> Vgl. Smith, P., Haszeldine, R. S., Smith, S. M. (2016), S. 1404; de Coninck, H. et al. (2018), S. 316.

<sup>121</sup> Vgl. La Hoz Theuer, S. et al. (2021), S. 31.

<sup>122</sup> Vgl. de Coninck, H. et al. (2018), S. 316.

<sup>123</sup> Vgl. Smith, P. et al. (2015), S. 5-6.

<sup>124</sup> Vgl. Cunningham, S. C. et al. (2015), S. 307-311.



sionen erreicht werden, ist jedoch nicht sicher. Unter dem NZ ETS wurden z. B. überwiegend exotische, nicht einheimische Baumarten gepflanzt, da diese mehr CO<sub>2</sub> pro Hektar speichern als einheimische und somit den Landbesitzern mehr Geld einbringen.<sup>125</sup>

### 3.2 Bioenergy with Carbon Capture and Storage (BECCS)

In diesem Verfahren findet die CO<sub>2</sub>-Abscheidung bei der Erzeugung von Energie (Strom, Wasserstoff oder Wärme) aus Biomasse statt. Das zuvor durch Photosynthese in der Biomasse gespeicherte CO<sub>2</sub><sup>126</sup> wird bei der Verbrennung nicht in die Atmosphäre freigesetzt, sondern an einer Punktquelle abgetrennt und anschließend in der Geosphäre, z. B. in Gasreservoirs, gespeichert.<sup>127</sup> Neben Biomasse können auch Biomethan und Biogas verwendet werden.<sup>128</sup> Aktuell befindet sich BECCS in einem frühen Stadium der Entwicklung.<sup>129</sup>

Obwohl BECCS weniger Land als die (Wieder-)Aufforstung benötigt,<sup>130</sup> steht auch die Produktion von Biomasse für BECCS mit anderen Landnutzungsarten, wie dem Anbau von Lebensmitteln oder Tiernahrung, im Wettbewerb um Land, während gleichzeitig im Sinne der Nachhaltigkeit Ökosysteme geschützt werden sollen.<sup>131</sup> In geringem Umfang kann dieser Konflikt durch die Nutzung von Bioabfällen entschärft werden. Mit steigendem Ausbau von BECCS wird diese Möglichkeit jedoch schwinden und der Landnutzungskonflikt sich verschärfen. Letztendlich stehen auch NETs, wie BECCS und (Wieder-)Aufforstung, miteinander in Konkurrenz um Landflächen.<sup>132</sup> Der IPCC fasst zusammen, dass es unklar ist, wie sich eine umfangreiche Umsetzung von BECCS auf Ökosystemleistungen und auf die Ziele einer nachhaltigen Entwicklung auswirkt oder ob und wie es indirekt andere THG-Emissionen beeinflusst.<sup>133</sup>

Die globalen *Kapazitäten* im Jahr 2050 werden auf 0,5 bis 5 Gt CO<sub>2</sub> pro Jahr kalkuliert. Diese Kalkulation setzt sich aus einem technologischen Potential und der Berücksichtigung von anderen Nachhaltigkeitszielen zusammen. Um den Maximalwert zu erreichen oder Kapazitäten in größerem Umfang zu realisieren, ist eine Governancestruktur für die Verwaltung von Landflächen auf globaler Ebene erforderlich, die Entscheidungen im Sinne des globalen Gemeinwohls trifft. Eine Überschreitung der 5 Gt CO<sub>2</sub> pro Jahr ist evtl.

---

<sup>125</sup> Vgl. New Zealand Forest Service (2022).

<sup>126</sup> Vgl. La Hoz Theuer, S. et al. (2021), S. 32, 30.

<sup>127</sup> Vgl. European Commission (2018), S. 189.

<sup>128</sup> Vgl. Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut (2021), S. 102.

<sup>129</sup> Vgl. Minx, J. C. et al. (2018), S. 17.

<sup>130</sup> Vgl. de Coninck, H. et al. (2018), S. 316.

<sup>131</sup> Vgl. European Commission (2018), S. 189.

<sup>132</sup> Vgl. Fuss, S. et al. (2018), S. 34.

<sup>133</sup> Vgl. Rogelj, J. et al. (2018), S. 158.

gegen 2100, unter der Annahme, dass der Bedarf an Anbauflächen mit der Bevölkerung zurückgeht und Ackerflächen ertragreicher bewirtschaftet werden können, möglich.<sup>134</sup> Ein limitierender Faktor für die umsetzbaren Kapazitäten können die zur Verfügung stehenden und erreichbaren Speicherreservoirs sein.<sup>135</sup> In der EU stehen Speicherstätten in einem Umfang von 300 Gt CO<sub>2</sub> zur Verfügung, von denen 2020 nur 35,4 Mt belegt waren.<sup>136</sup>

Die geschätzte *Kostenspanne* für 2050 beträgt 100 bis 200 US\$/t CO<sub>2</sub>. In diese sind auch Kosten für die Sicherstellung einer gewissen Nachhaltigkeit einbezogen. Die Kosten über 2050 hinaus abzuschätzen ist schwierig, da mehrere Faktoren, wie z. B. die Opportunitätskosten für Land und Biomasse, miteinbezogen werden müssen. Ab einer Entfernung von 5 Gt CO<sub>2</sub> pro Jahr wird jedoch mit steigenden Kosten gerechnet, da der Konflikt um Land und Biomasse zunimmt.<sup>137</sup>

Aufgrund der geologischen Speicherung wird die *Permanenz* der CO<sub>2</sub>-Negativemissionen als höher angesehen als die von naturbasierten Lösungen.<sup>138</sup> Eine Kalkulation von Alcalde et al. kommt zu dem Ergebnis, dass in mehr als 50% der Speicherungen über 98% des in die stillgelegten Bohrlöcher geleiteten CO<sub>2</sub> über 10.000 Jahre sicher gespeichert ist. Dieses Ergebnis beruht auf der Annahme, dass die Verfahren gut reguliert werden und die Bohrlöcher nicht allzu dicht aneinander liegen. Im ungünstigsten Szenario – unzureichende Regulierung und austrittsanfällige Region – sinkt der Wert auf 78%.<sup>139</sup>

Ein *Vorteil* von BECCS ist, dass es im Gegensatz zu den anderen betrachteten NETs Energie erzeugt, anstatt sie zu verbrauchen. Ein *Nachteil* ist der höhere Wasserbedarf als der von DACCS.<sup>140</sup>

### 3.3 Direct Air Capture with Carbon Storage (DACCS)

Mit Hilfe chemischer Prozesse entzieht DACCS der Umgebungsluft CO<sub>2</sub>, das dann anschließend unterirdisch gespeichert wird.<sup>141</sup> DACCS dient als Oberbegriff für verschiedene Verfahrensansätze, die sich in den genutzten Chemikalien unterscheiden. Der Fokus liegt auf Hydroxid-Sorbenten und vermehrt auch auf der Verwendung von Aminen. Eine zentrale

---

<sup>134</sup> Vgl. Fuss, S. et al. (2018), S. 14, 29.

<sup>135</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 15.

<sup>136</sup> Vgl. European Commission (2021a).

<sup>137</sup> Vgl. Fuss, S. et al. (2018), S. 14, 33.

<sup>138</sup> Vgl. Smith, P., Haszeldine, R. S., Smith, S. M. (2016), S. 1404.

<sup>139</sup> Vgl. Alcalde, J. et al. (2018), S. 2,9.

<sup>140</sup> Vgl. Smith, P. et al. (2015), S. 5-6.

<sup>141</sup> Vgl. La Hoz Theuer, S. et al. (2021), S. 32.

technische Herausforderung ist es, die Kontaktfläche der Chemikalien mit der Umgebungsluft zu vergrößern, sodass mehr Negativemissionen pro Anlage erzielt werden können.<sup>142</sup>

Gegenüber BECCS hat DACCS den *Vorteil*, dass kein Bedarf an Biomasse besteht und die Anlagen auf Flächen gebaut werden können, die nicht landwirtschaftlich nutzbar sind. Bei der Betrachtung des Flächenbedarfs muss jedoch berücksichtigt werden, wie die benötigte Energie erzeugt wird.<sup>143</sup> Großflächige Solaranlagen oder die Nutzung von Bioenergie bringen indirekten Flächenbedarf mit sich. DACCS hat von den betrachteten NETs den höchsten Energiebedarf.<sup>144</sup> Dieser müsste aus CO<sub>2</sub>-freien oder mindestens CO<sub>2</sub>-armen Quellen stammen.<sup>145</sup> Der Wasserverbrauch von DACCS ist hingegen geringer als der von BECCS.<sup>146</sup>

Die *Kapazität* hängt also überwiegend von der Energieverfügbarkeit und der Kostenentwicklung ab. Da sich die Technologien noch in einem frühen Stadium der Entwicklung befinden, ist den Kapazitäten 2050 noch eine Grenze gesetzt (ca. 0,5 bis 5 Gt CO<sub>2</sub> pro Jahr). Sobald DACCS wettbewerbsfähig ist, limitieren jedoch nur die Speicherkapazitäten (insgesamt 300 Gt CO<sub>2</sub> in der EU<sup>147</sup>) sowie Materialverfügbarkeit und thermodynamische Einschränkungen den Ausbau.<sup>148</sup> DACCS ist also auf lange Sicht aus Perspektive der Kapazität eine vielversprechende NET.<sup>149</sup>

Die Nebenwirkungen von DACCS sind größtenteils unerforscht. Ein Bedenken gründet auf dem hohen Materialbedarf und den daraus resultierenden Auswirkungen der damit verknüpften Infrastruktur.<sup>150</sup>

Langfristig wird davon ausgegangen, dass die *Kosten* von DACCS abnehmen. Für 2050 werden sie auf 100 bis 300 US\$ pro entfernter Tonne CO<sub>2</sub> geschätzt.<sup>151</sup>

Die *Permanenz* wird als ähnlich hoch betrachtet wie die von BECCS, da beide Verfahren das CO<sub>2</sub> unterirdisch speichern.<sup>152</sup> Die Kalkulation der Permanenz von geologischer Speicherung unterscheidet sich nicht von der, die im entsprechenden Abschnitt für BECCS beschrieben wurde.

---

<sup>142</sup> Vgl. European Commission (2018), S. 189.

<sup>143</sup> Vgl. European Commission (2018), S. 189-190.

<sup>144</sup> Vgl. Smith, P. et al. (2015), S. 6.

<sup>145</sup> Vgl. La Hoz Theuer, S. et al. (2021), S. 32.

<sup>146</sup> Vgl. Smith, P. et al. (2015), S. 5-6.

<sup>147</sup> Vgl. European Commission (2021a).

<sup>148</sup> Vgl. Fuss, S. et al. (2018), S. 29, 31, Table 2.

<sup>149</sup> Vgl. Fuss, S. et al. (2018), S. 33.

<sup>150</sup> Vgl. Fuss, S. et al. (2018), S. 34.

<sup>151</sup> Vgl. Fuss, S. et al. (2018), S. 33.

<sup>152</sup> Vgl. Fuss, S. et al. (2018), S. 19.

Breitschopf et al. sieht DACSS als einen vielversprechenden Weg, um CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre zu entfernen, unter anderem, weil dieser keine negativen Auswirkungen auf andere Klimaschutzmaßnahmen habe.<sup>153</sup> Auch eine Studie der Europäischen Kommission sieht die Möglichkeit, dass DACCS in einer Zukunft, in der günstige erneuerbare Energie und Batterien die Regel sind, die verbreitetste NET werden kann.<sup>154</sup>

### 3.4 Vergleich der Kostenentwicklungen und Förderbedarf

In den vorhergehenden Abschnitten zu den einzelnen NETs wurden die geschätzten Kosten für 2050 genannt. Die aktuellen Kosten für BECCS und DACCS dürften um einiges höher liegen, da die Technologien noch unausgereift sind.<sup>155</sup> Vergleicht man dies mit dem Preis für EAs im EU ETS, der Ende 2023 zwischen 65 Euro und 80 Euro lag,<sup>156</sup> wird deutlich, dass die betrachteten NETs, mit Ausnahme von (Wieder-)Aufforstung, zum jetzigen Zeitpunkt nicht wettbewerbsfähig gegenüber EAs wären, sollten sie ohne weitere Fördermaßnahmen in das EU ETS integriert werden (Tabelle 1). Wie eine mögliche Integration aussehen kann, wird in Abschnitt 4.3.2 beschrieben. Eine zusätzliche Fördermaßnahme wird in Abschnitt 4.4 erläutert. An dieser Stelle gilt der Fokus der zukünftigen Kosten- und Förderbedarfsentwicklung und der Annahme, dass Negativemissionen bereits als Substitut für EAs erlaubt sind.

Kosten				
Jahr	2024	2030	2050	Nach 2050
<b>(Wieder-)Aufforstung</b>			5 bis 50 US \$ <sup>a</sup>	↗ <sup>a</sup>
<b>BECCS</b>			100 bis 200 US \$ <sup>a</sup>	? <sup>a</sup>
<b>DACCS</b>			100 bis 300 US \$ <sup>a</sup>	↘ <sup>a</sup>
<b>EA-Preis</b>	60 bis 85 € <sup>b</sup>	Ca. 130 € <sup>c</sup>		↗

**Tabelle 1: Kostenvergleich**

Quelle: a) Fuss, S. et al. (2018), S. 33, 14, 16.; b) Deutsche Emissionshandelsstelle (o.J.); c) Pietzcker, R. et al. (2021), S. 7.

Wie in den einzelnen Abschnitten zu den betrachteten NETs bereits angedeutet, werden sich deren Kosten auch nach 2050 weiterentwickeln. Die ingenieurbasierten Technologien werden vermutlich von Lerneffekten, höherer Effizienz und von Größenvorteilen profi-

<sup>153</sup> Vgl. Breitschopf, B. et al. (2023), S. 25.

<sup>154</sup> Vgl. European Commission (2018), S. 190.

<sup>155</sup> Vgl. Minx, J. C. et al. (2018), S. 12, Figure 6.

<sup>156</sup> Vgl. Deutsche Emissionshandelsstelle (o.J.)

tieren, aber auch von besseren Finanzierungsbedingungen, wenn die Technologie bekannter ist.<sup>157</sup> Für naturbasierte NETs werden hingegen auf Grund von zunehmender Knappheit an Flächen höhere Produktionskosten erwartet.<sup>158</sup> Ein wichtiger Einflussfaktor auf die Kostenentwicklung ist eine zeitnahe Unterstützung durch die Politik.<sup>159</sup>

Die Nachfrage nach Negativemissionen hängt unter anderem von den *Reduktionskosten* ab. Sind die Kosten zur Reduktion bzw. Vermeidung einer Tonne CO<sub>2</sub>-Äquivalente höher als die einer entsprechenden Einheit Negativemissionen, wird das Unternehmen Negativemissionen erwerben, statt in die Reduktion zu investieren. Die Reduktionskosten werden in den nächsten Jahren immer weiter steigen, da zuerst die kosteneffizientesten umgesetzt werden.<sup>160</sup> Diese Entwicklung könnte durch technologischen Fortschritt gedämpft oder umgedreht werden. Zum Beispiel werden CCS-Technologien für die Industrie als eine zukünftige, kosteneffektive Lösung zur Vermeidung von Emissionen gehandelt.<sup>161</sup>

Die Reduktionskosten wirken als Preisobergrenze für den oben bereits angesprochenen EA-Preis, zu dem die EAs zwischen den Unternehmen gehandelt werden. Haben die Unternehmen die Wahl zwischen Negativemissionen, EAs und Reduktion bzw. Vermeidung und wird angenommen, dass jede Option den gleichen Nutzen mit sich bringt, die Alternativen also perfekte Substitute sind, werden die Unternehmen die jeweils günstigste Maßnahme umsetzen wollen. In einem vollständig integrierten Markt und unter vollständigem Wettbewerb wird sich ein Preis bilden, der für Negativemissionen, EAs und die Reduktion bzw. Vermeidung einer entsprechenden Menge gilt.<sup>162</sup> Betrachtet man die EAs als erschöpfliche Ressource, die für die Produktionsprozesse der ETS-Unternehmen benötigt wird, wirkt der Einsatz von Negativemissionen auf die Preise wie eine Backstop-Ressource, sodass der EA-Preis nicht über den der Negativemissionen steigen kann.<sup>163</sup> Es wurde bereits erläutert, dass der aktuelle EA-Preis weit unter den Kosten einer entfernten Tonne CO<sub>2</sub> liegt. In Zukunft wird der EA-Preis jedoch steigen müssen, um die Klimaziele der EU zu erreichen. Für eine Emissionsreduktion im EU ETS um 61% gegenüber 2005 wird der benötigte Preis auf 130 Euro kalkuliert, basierend auf der Annahme, dass

---

<sup>157</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 14; La Hoz Theuer, S. et al. (2021), S. 38.

<sup>158</sup> Vgl. Fuss, S. et al. (2018), S. 33.

<sup>159</sup> Vgl. Honegger, M. et al. (2021), S. 4.

<sup>160</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 7.

<sup>161</sup> Vgl. European Commission (2018), S. 143.

<sup>162</sup> Annahme: RUs und EAs bringen den Unternehmen denselben Nutzen.

<sup>163</sup> Vgl. Endres, A., Querner, I. (2000), S. 62.

alle anderen Politikinstrumente nicht verändert und keine zusätzlichen eingeführt werden.<sup>164</sup> Das tatsächlich verabschiedete Ziel der EU strebt mit -62% eine leicht höhere Reduktion an.<sup>165</sup> Ein höherer Kohlenstoffpreis hat im aktuellen EU ETS bereits positive Auswirkungen auf die Kosten für Negativemissionen, da er höhere Anreize für CCS setzt. Denn abgeschiedener Kohlenstoff muss, wie im Abschnitt zum EU ETS (2.4.2.1) erklärt, nicht durch EAs gedeckt werden.<sup>166</sup> Höhere Kohlenstoffpreise führen zu mehr CCS und damit auch zu mehr Investitionen in die Infrastruktur, die auch BECCS und DACCS benötigen, sowie zu Knowhow und Skaleneffekten. Letztlich sinken die Kosten für die Negativemissionen aus BECCS und DACCS.<sup>167</sup>

Mit dem steigenden Druck der Gesellschaft auf die Unternehmen, ihre Verantwortung im Klimaschutz zu übernehmen, steigt der Anreiz, Netto-Null-Ziele zu setzen. Hinzu kommen verschärfte Berichtspflichten, wie zum Beispiel die CSRD (Corporate Sustainability Reporting Directive)<sup>168</sup>, die durch erhöhte Transparenz und Vergleichbarkeit Anreize zum Klimaschutz und somit auch zur Kompensation setzen. Eine Studie aus 2021 zeigt, dass ca. 21% der 2.000 größten börsennotierten Unternehmen weltweit ein Netto-Null-Ziel anstreben.<sup>169</sup> Da zur Erreichung dieses Ziels in vielen Fällen Negativemissionen zur Kompensation nicht vermeidbarer THG-Emissionen benötigt werden, erhöht diese Entwicklung laufend die freiwillige Nachfrage.<sup>170</sup> Zum jetzigen Zeitpunkt reicht die Nachfrage aus dem privaten Sektor jedoch nicht aus, um den für die Ziele des Übereinkommens von Paris nötigen Ausbau der NET anzutreiben.<sup>171</sup>

Abgesehen von den Einnahmen aus der direkten Nachfrage nach Negativemissionen, die sich aus der freiwilligen Nachfrage und der Nachfrage aus dem ETS zusammensetzt, können NETs oder ihre einzelnen Wertschöpfungsschritte auch über andere Einnahmequellen verfügen. Honegger et al. teilt die NETs in drei verschiedene Gruppen auf. Die erste Gruppe umfasst diejenigen, die selbstständig keine Einnahmen generieren können. Zu dieser zählt DACCS. In der zweiten Gruppe befinden sich alle, die sich zumindest teilweise selbst durch Einnahmen oder positive Nebenwirkungen finanzieren können, wie z. B. BECCS, denn dieser Prozess kann unter anderem Einnahmen aus der erzeugten Energie generieren. Die dritte Gruppe beinhaltet alle NETs, die ohne Unterstützung profitabel sein können. Dies trifft auf wenige (Wieder-)Aufforstungsprojekte zu. Diese können sich z. B.

---

<sup>164</sup> Vgl. Pietzcker, R. et al. (2021), S. 3, 5, 7.

<sup>165</sup> Vgl. Europäischer Rat, Rat der Europäischen Union (o.J.c).

<sup>166</sup> Vgl. RICHTLINIE 2009/29/EG, 15b.

<sup>167</sup> Vgl. Rickels, W. et al. (2021), S. 8.

<sup>168</sup> RICHTLINIE (EU) 2022/2464.

<sup>169</sup> Vgl. Black, R. et al. (2021), S. 19, 15.

<sup>170</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 30.

<sup>171</sup> Vgl. La Hoz Theuer, S. et al. (2021), S. 34.

mit Tourismusangeboten finanzieren.<sup>172</sup> Auch die Einnahmequellen der NETs können sich, wie die Kosten, in den kommenden Jahren weiterentwickeln. Eine zeitnahe Unterstützung seitens der Politik kann die Entwicklung bedeutend beeinflussen.<sup>173</sup>

Fasst man die obigen Ausführungen zusammen zeigt sich, dass, damit der benötigte Markthochlauf zeitnah stattfinden kann, für manche NETs Fördergelder eingesetzt werden müssen, um die Wirtschaftlichkeitslücke zu überbrücken und die notwendigen kapitalintensiven Investitionen in NETs anzuregen. In dem Umfeld der volatilen CO<sub>2</sub>-Preise würde ein robuster Finanzierungsrahmen die Unsicherheit reduzieren und die Finanzierungsbedingungen dieser Investitionen verbessern.<sup>174</sup> Notwendig erscheint die zusätzliche Förderung für BECCS und DACCS besonders im Rahmen einer Einführung der Negativemissionen in das EU ETS vor 2030. Langfristig wird der Förderbedarf abnehmen.

## **4 Kopplungs- bzw. Integrationsmöglichkeiten eines Marktes für Negativemissionen mit dem Europäischen Emissionshandel**

Dieses Kapitel beschäftigt sich mit der Frage, wie ein Markt für Negativemissionen mit dem EU ETS verbunden oder in es integriert werden kann, um Anreize für den Ausbau von NETs zu setzen, ohne die dynamische Anreizwirkung auf die ETS-Unternehmen zu behindern.

Damit Negativemissionen gehandelt werden können, muss eine handelbare, vergleichbare Einheit geschaffen werden: Eine RU (Removal Unit) entspricht einer Tonne aus der Atmosphäre entnommenem CO<sub>2</sub><sup>175</sup> und ist somit das negative Pendant einer EA. Es können auch andere entnommene THG in der Einheit Tonne CO<sub>2</sub>-Äquivalente gehandelt werden, allerdings sind die Verfahren zu deren Generierung noch unausgereifter als die für CO<sub>2</sub>-Negativemissionen.<sup>176</sup> Deshalb werden für diese Arbeit nur entnommene CO<sub>2</sub>-Einheiten betrachtet.

---

<sup>172</sup> Vgl. Poralla, M. et al. (2021) nach Honegger, M. et al. (2021), S. 4, Table 1; Honegger, M. et al. (2021), S. 3.

<sup>173</sup> Vgl. Honegger, M. et al. (2021), S. 4.

<sup>174</sup> Vgl. Dilly, S. et al. (2023), S. 42.

<sup>175</sup> Vgl. La Hoz Theuer, S. et al. (2021), S. 41.

<sup>176</sup> Vgl. Rogelj, J. et al. (2018), S. 121.

#### 4.1 Vor- und Nachteile einer Einführung von Negativemissionen in das EU ETS

Bevor im weiteren Verlauf dieses Kapitels die verschiedenen Marktdesigns dargestellt und verglichen werden, widmet sich dieser Abschnitt der Frage, warum sich die Einführung von RUs in das EU ETS als Weg der Unterstützung anbietet und welche Vor- und Nachteile damit verbunden sind.

Eine Einführung von RUs kann die Nachfrage nach Negativemissionen anreizen und je nach Marktdesign sicherstellen. Während Unternehmen jederzeit die Möglichkeit haben, ihre Teilnahme an den freiwilligen Märkten zu beenden,<sup>177</sup> können sich die ETS-Unternehmen dem EU ETS nur durch Abwanderung ins EU-Ausland entziehen. Die Einführung von RUs in das EU ETS würde somit das Problem adressieren, dass der Klimawandel eine negative Externalität ist und Negativemissionen eine positive Externalität generieren.<sup>178</sup> Genau diese Charakteristika führen dazu, dass zu wenige Unternehmen RUs kaufen und die Investitionen in NETs eher zu gering sind,<sup>179</sup> im Vergleich zum gesamtwirtschaftlichen Optimum.

Ein weiterer Faktor der Einführung von Negativemissionen in das EU ETS, der sich positiv auf die Nachfrage auswirken kann, ist der unvermeidlich damit verbundene MRV-Prozess. Dieser könnte die Glaubwürdigkeit der RUs im Vergleich zu den aktuell gehandelten Zertifikaten erhöhen.<sup>180</sup> Eine detailliertere Auseinandersetzung mit einem MRV-Prozess wird in Abschnitt 4.7 vorgenommen.

Die Einnahmen der NET-Betreiber (Unternehmen, die Negativemissionen mittels NETs generieren und anbieten) aus dem EU ETS würden die zusätzlich notwendigen finanziellen Mittel zur Förderung von NETs verringern.<sup>181</sup> Langfristig würde eine Einführung in das EU ETS zu Gunsten der Verbreitung von NETs wirken.<sup>182</sup> Zu Beginn der Einführung sind weitere Förderungen nötig (siehe Abschnitt 3.4).

Gleichzeitig ist das EU ETS im Gegensatz zu auflagenorientierten klimapolitischen Instrumenten, die auch die Nachfrage nach RUs unterstützen könnten, ein marktorientiertes Instrument und aus umweltökonomischer Sicht, mit dem Fokus auf statische Effizienz, wenn einsetzbar, das zu bevorzugende.<sup>183</sup> Wie effizient die verschiedenen Marktdesigns tatsächlich sind, wird in den entsprechenden Abschnitten thematisiert. Allerdings bringt

---

<sup>177</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 17.

<sup>178</sup> Vgl. La Hoz Theuer, S. et al. (2021), S. 38; Oxera (2022), S. 17-18.

<sup>179</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 17-18.

<sup>180</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 17.

<sup>181</sup> Vgl. Dilly, S. et al. (2023), S. 42.

<sup>182</sup> Vgl. Breitschopf, B. et al. (2023), S. 22.

<sup>183</sup> Vgl. Endres, A., Rübbelke, D. (2022), S. 320.



die Unterstützung über das EU ETS den Nachteil mit sich, dass die unterschiedlichen Nebenwirkungen der NETs sich nicht im Angebot und Preis widerspiegeln. Es können lediglich Mindeststandards im Zuge der Zertifizierung gesetzt oder Zugangsbeschränkungen für den Markt seitens der NET-Betreiber aufgestellt werden. Diese haben jedoch Nachteile, die in den folgenden Abschnitten aufgezeigt werden. Damit wird das Instrument der Forderung, die positiven und negativen Nebenwirkungen zu berücksichtigen,<sup>184</sup> nur eingeschränkt gerecht. Kombiniert man jedoch die Einführung in das EU ETS mit anderen Förderungen, wie es bei einer Einführung in den kommenden Jahren nötig wäre,<sup>185</sup> würde es sich anbieten diese so zu gestalten, dass sie gezielt genutzt werden können, um NETs mit positiven oder geringsten negativen Nebenwirkungen anzuregen.

Das EU ETS ist nicht nur ein marktorientiertes Instrument, sondern ein seit 2005 etabliertes System zur Festlegung und Durchsetzung von Emissionszielwerten.<sup>186</sup> Weltweit ist es das älteste aktive System, umfasst das größte Handelsvolumen und verzeichnet 2023 die höchsten Kohlenstoffpreise.<sup>187</sup> Daher ist es wahrscheinlich, dass die Einführung von Negativemissionen in das EU ETS sich auf den Emissionshandel weltweit auswirken wird.<sup>188</sup> Die EU hat dadurch und durch die Entwicklung der NETs an sich in der EU, die durch die Integration angereizt würde, die Chance, ein Beispiel zu setzen und eine Vorreiterrolle einzunehmen.<sup>189</sup>

Zudem entsteht durch das EU ETS der Großteil der Anreize zur Emissionsminderung und Erreichung der Netto-Null, die auf die geregelten Sektoren wirken.<sup>190</sup> Eine Verknüpfung mit Negativemissionen, die die Setzung des Caps auf Netto-Null überhaupt erst ermöglichen, scheint daher naheliegend. Ein unabhängiger, absoluter Zielwert für Negativemissionen kann jedoch mit Hilfe des EU ETS nur in einem einzigen betrachteten Szenario erreicht werden (siehe Abschnitt 4.3.2.1). Relative Mindest- und Höchstwerte für den Einsatz von RUs anstatt EAs pro Unternehmen und eine absolute Obergrenze können je nach Ausgestaltung des Marktdesigns umgesetzt werden (siehe Abschnitt 4.3.2)

Teilweise werden Negativemissionen als Substitute für EAs abgelehnt, da sie auf Grund von Permanenz-Problemen und negativen Auswirkungen auf die Nachhaltigkeit nicht mit EAs vergleichbar wären und die Glaubwürdigkeit und Umweltverträglichkeit des EU ETS unter dieser Maßnahme leiden würden.<sup>191</sup> Welche Maßnahmen ergriffen werden können,

---

<sup>184</sup> Vgl. La Hoz Theuer, S. et al. (2021), S. 34.

<sup>185</sup> Vgl. Dilly, S. et al. (2023), S. 42.

<sup>186</sup> Vgl. Meyer-Ohlendorf, N. (2020), S. 20; Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (o.J.b).

<sup>187</sup> Vgl. ICAP (2024), S. 24, 35.

<sup>188</sup> Vgl. Rickels, W. et al. (2021), S. 2.

<sup>189</sup> Vgl. European Commission (2018), S. 193.

<sup>190</sup> Vgl. Meyer-Ohlendorf, N. (2020), S. 20.

<sup>191</sup> Vgl. Meyer-Ohlendorf, N. (2021), S. 8, 17.

um die Priorisierung von Reduktionsmaßnahmen weiterhin sicherzustellen, also die Anreize aufrechtzuerhalten, und wie mit der unterschiedlichen Permanenz der NETs umgegangen werden kann bzw. welche Lösungsansätze vorhanden sind, wird nach dem Vergleich der Marktdesigns erläutert (Abschnitt 4.2 bzw. Abschnitt 4.5).

Die gleichen Maßnahmen, die die Anreize für Reduktionsmaßnahmen trotz Einführung der RUs erhalten können, um die Integrität des EU ETS aufrechtzuerhalten, können auch ergriffen werden, um einem weiteren Risiko entgegenzuwirken. Gehen Unternehmen und Investoren von einer hohen Verfügbarkeit der RUs aus besteht die Gefahr, dass sie Investitionen in Technologien mit hohen Emissionswerten tätigen, in der Erwartung, dass die Kompensation weniger kosten wird, als die Reduktion zum jetzigen Zeitpunkt.<sup>192</sup> Werden durch die Maßnahmen der Preis für RUs und EAs hochgehalten und somit Reduktionsanreize gesetzt, wirkt dies dieser Gefahr entgegen und kann für die Unternehmen ein Zeichen setzen, dass sich Reduktionsmaßnahmen auch langfristig auszahlen. Je transparenter, rechtzeitiger und glaubwürdiger seitens der Politik kommuniziert wird bzw. je verpflichtender die Maßnahmen sind, umso wirkungsvoller dürften sie sein. Letztlich wird dadurch das Risiko einer Aufschiebung der Transformation der Wirtschaft verringert. Dies ist auch aus Sicht der intergenerationalen Gerechtigkeit positiv, da die Möglichkeiten der zukünftigen Generationen abnehmen, wenn später gehandelt wird.<sup>193</sup>

## 4.2 CO<sub>2</sub>-Reduktion vs. CO<sub>2</sub>-Negativemissionen

Im Sinne des Klimaschutzes und der Nachhaltigkeit sollte darauf geachtet werden, dass Negativemissionen die Reduktionsmaßnahmen nicht ersetzen, unter anderem auf Grund der in den Abschnitten 3.1 bis 3.3 genannten Landnutzungskonflikte, vor allem bei BECCS und (Wieder)Aufforstung<sup>194</sup>, und anderen möglichen negativen Auswirkungen auf Nachhaltigkeitsziele<sup>195</sup> sowie möglichen Kipp-Punkten des Klimawandels.<sup>196</sup> Zudem besteht die im letzten Kapitel bereits angesprochene Gefahr, dass die (erwartete) Verfügbarkeit von Negativemissionen Investitionen in kohlenstoffintensive Prozesse anregt und somit zu Lock-in-Emissionen führt.<sup>197</sup> Lock-in-Emissionen können ebenso durch zu niedrige RU-Preise entstehen. Auf lange Sicht können sie dazu führen, dass die Einhaltung langfristiger Ziele kostenintensiver wird.<sup>198</sup> Daher gilt es sicherzustellen, dass das EU ETS auch

---

<sup>192</sup> Vgl. La Hoz Theuer, S. et al. (2021), S. 43.

<sup>193</sup> Vgl. Breitschopf, B. et al. (2023), S. 25.

<sup>194</sup> Vgl. de Coninck, H. et al. (2018), S. 316; European Commission (2018), S. 189; La Hoz Theuer, S. et al. (2021), S. 31.

<sup>195</sup> Vgl. Rogelj, J. et al. (2018), S. 158.

<sup>196</sup> Vgl. Meyer-Ohlendorf, N. (2020), S. 10.

<sup>197</sup> Vgl. La Hoz Theuer, S. et al. (2021), S. 43.

<sup>198</sup> Vgl. La Hoz Theuer, S. et al. (2021), S. 48; Vogt-Schilb, A., Hallegatte, S. (2013), S. 649-650.

weiterhin genügend Anreize zur Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen schafft, denn diese bringen keine Risiken für die Nachhaltigkeit mit sich.<sup>199</sup> Warum die Reduktionsmaßnahmen zurückgehen könnten und wie dies vermieden werden kann, wird im Folgenden erläutert (Abbildung 3).

Durch das Cap ist die maximale Menge an erlaubten Emissionen unter dem EU ETS fest vorgeschrieben.<sup>200</sup> Die Differenz zwischen den tatsächlichen Emissionen der Unternehmen und dieser Obergrenze ist folglich die Menge, die durch Reduzierungsmaßnahmen eingespart oder durch Negativemissionen ausgeglichen werden muss (Abbildung 3, Teil A). Das politisch festgelegte Cap (festgelegtes Cap) entspricht in einem Markt mit Negativemissionen den erlaubten Netto-Emissionen. Die tatsächlichen Brutto-Emissionen bilden die eigentliche Obergrenze (tatsächliches Cap) in Abhängigkeit von dem RU-Angebot, das durch die Grenzkostenkurve der NETs abgebildet wird (blaue Linie). Liegen die Grenzkosten der NETs unter den Grenzkosten der Reduzierungsmaßnahmen (grüne Linie), werden letztere durch die Negativemissionen ersetzt. Folglich werden mehr THG emittiert und die Brutto-Emissionen steigen gegenüber den Emissionen eines Systems mit dem gleichen Cap ohne Negativemissionen. Das festgelegte Cap der Regierung wird dennoch erreicht, da die überschüssigen emittierten THG durch die Negativemissionen ausgeglichen werden – und das sogar zu geringeren Kosten ( $P_N$  anstatt  $P_R$ ).<sup>201</sup>

---

<sup>199</sup> Vgl. Meyer-Ohlendorf, N. (2020), S. 12.

<sup>200</sup> Vgl. European Commission (o.J.b).

<sup>201</sup> Vgl. Rickels, W. et al. (2021), S. 4.

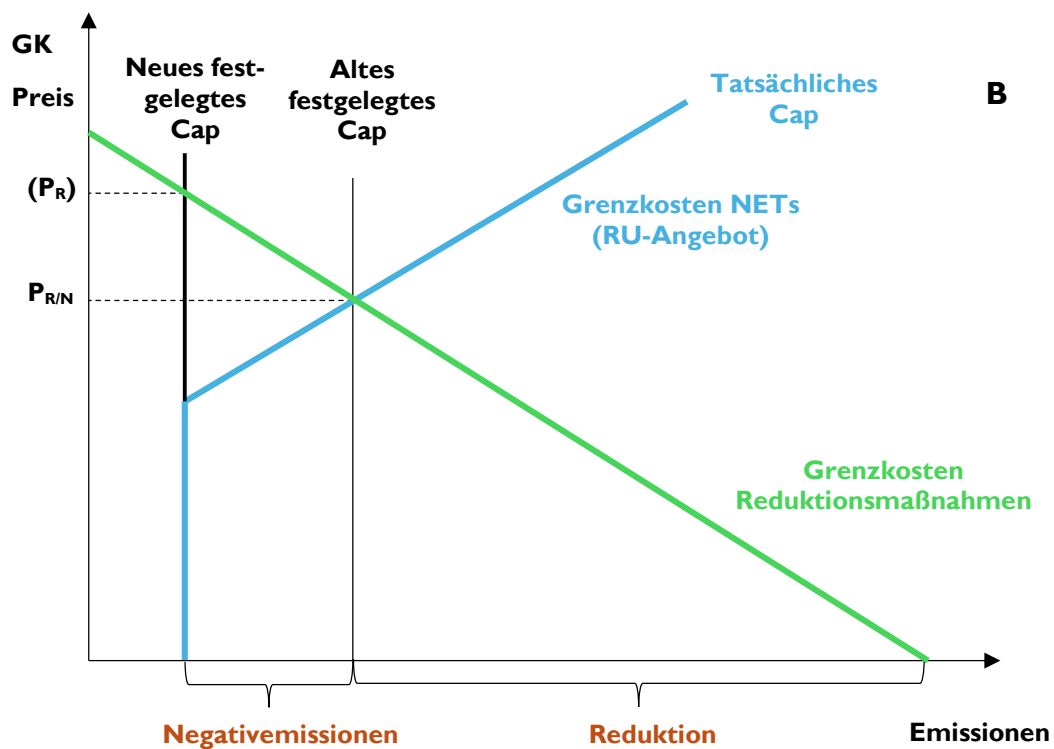
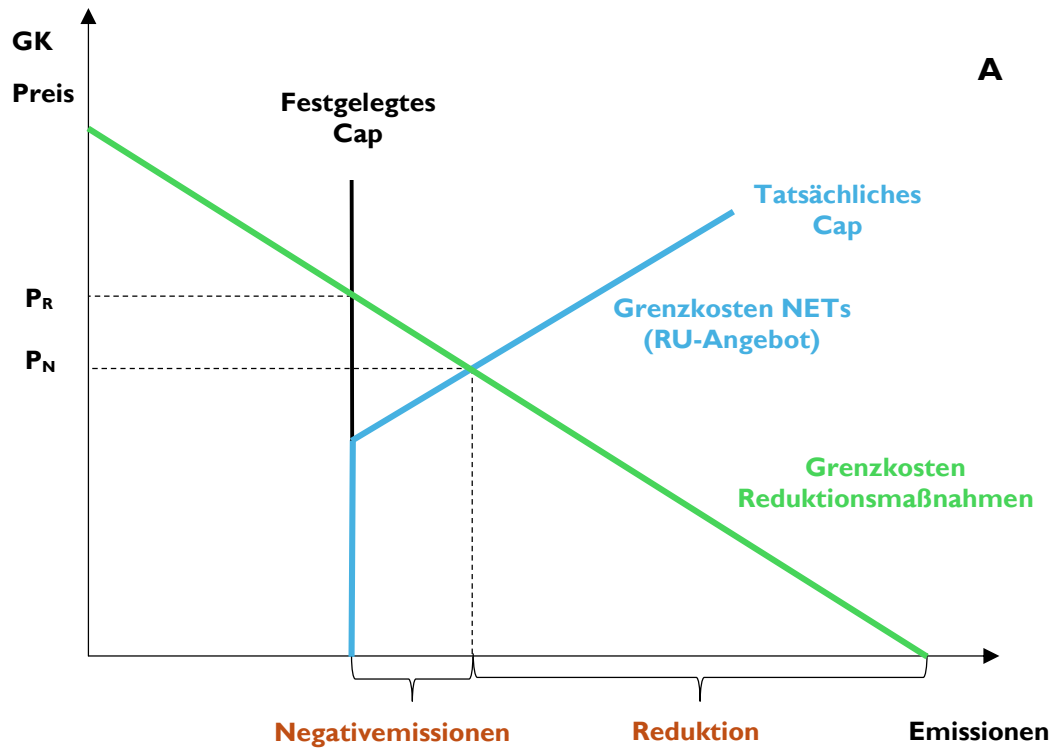


Abbildung 3: Negativemissionen und Reduktionsmaßnahmen unter verschiedenen Caps

Quelle: Eigene Darstellung, basierend auf Rickels, W. et al. (2021), S. 5, Figure 1.

Soll verhindert werden, dass die Reduktionsmaßnahmen durch die Einführung von Negativemissionen zurückgehen, kann das Cap angepasst werden (Abbildung 3, Teil B, neues festgelegtes Cap). Werden die EAs in dem Umfang reduziert, in dem Negativemissionen eingesetzt werden, bleiben der Umfang der Reduktionsmaßnahmen und die Brutto-Emissionen gegenüber der Ausgangssituation ohne Negativemissionen gleich. Die gesamten Kosten zur Erreichung dieses niedrigeren Caps ( $P_{R/N}$ ) sind geringer, als wenn diese Obergrenze ohne Negativemissionen realisiert werden müsste ( $P_R$ ).<sup>202</sup>

Solange wie im EU ETS ein Teil der EAs noch kostenlos vergeben wird, gibt es zwei mögliche Ansatzstellen zur Reduktion der EAs, bevor sie auf den Markt kommen. Die erste Möglichkeit besteht darin, weniger kostenlose EAs zu verteilen. In diesem Fall würden die Unternehmen mit höheren Kosten konfrontiert werden, da sie entweder EAs kaufen oder Reduktionsmaßnahmen umsetzen müssen. Den anderen Ansatz bietet die Versteigerung der EAs. Auch deren Umfang kann verringert werden, sodass das Cap sinkt. Dieses Vorgehen würde, unter der Annahme, dass die Summe der zur Verfügung stehenden RUs und EAs gleich der vorherigen EA-Anzahl in dem Modell ohne RUs ist, nicht die Finanzen der Unternehmen betreffen, sondern die des Staates, wodurch die Kosten auf die Steuerzahler zurückfallen würden. Die Einnahmequelle, die die Versteigerung darstellt, würde entsprechend zurückgehen. Dafür würde das Geld in Richtung Reduktionsmaßnahmen und NET fließen und durch letzteres, unter der Annahme, dass eine Förderung vorgesehen ist, die anfallenden Förderungskosten für NETs verringern. Die beschriebenen Auswirkungen der beiden Ansätze haben also direkte Folgen auf die Kostenverteilung. Betrachtet man einen größeren Rahmen, können sie durch andere politische Maßnahmen, wie Subventionen für Unternehmen, die als Folge der Kürzung der kostenlosen Zuteilung höhere Kosten tragen, abgeschwächt werden.<sup>203</sup> Eine weitere Ansatzstelle für die Reduktion von EAs ist der Ankauf von EAs durch eine vom Staat beauftragte Institution. Durch diese Offenmarktpolitik würden die Kosten allerdings auf den Staat und somit auf den Steuerzahler zurückfallen. Die Kosteneffizienz wäre jedoch erfüllt, da das verkaufende Unternehmen die Reduktionsmaßnahmen in seinem eigenen Interesse kostenminimal durchführen würde.<sup>204</sup> Den konkreten Umfang zu ermitteln, um den EAs gekürzt werden müssen, ist komplex und aufwändig. Eine Bestimmung kann vermutlich nur annäherungsweise vollzogen werden, z. B. auf der Basis von Vorjahresdaten zum Einsatz von Negativemissionen sowie Prognosen zur den Grenzkostenentwicklungen. Ein bestehendes Mittel zur

---

<sup>202</sup> Vgl. Rickels, W. et al. (2021), S.4.

<sup>203</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 31.

<sup>204</sup> Vgl. Endres, A., Rübbelke, D. (2022), S. 123.

Regulierung der EA-Menge ist die MSR.<sup>205</sup> Diese könnte abgewandelt bzw. angepasst werden, um die Kürzungen vorzunehmen.<sup>206</sup>

Eine andere Möglichkeit, einen zu starken Rückgang der Reduktionen zu verhindern, ist die Festlegung einer Obergrenze für den Einsatz von Negativemissionen im EU ETS.<sup>207</sup> Mengengrenzungen könnten auch mit Regelungen einhergehen, die die Nutzung von Negativemissionen nur für bestimmte Sektoren, wie z. B. im internationalen Wettbewerb stehende oder solchen mit hohen erwartbaren residualen Emissionen, erlaubt.<sup>208</sup> Allerdings würde eine Mengengrenzung die statische Effizienz des Marktes im Vergleich zu einem Markt mit einer unbeschränkten vollständigen Integration von Negativemissionen geringer ausfallen lassen.<sup>209</sup> Die Vermeidungskosten wären zwar im EU ETS minimal, würden aber von dem Kostenminimum abweichen, das ohne eine Einschränkung realisiert werden würde.<sup>210</sup>

### **4.3 Vergleich der Kopplungs- bzw. Integrationsmöglichkeiten**

#### **4.3.1 Vergleichskriterien**

Dieser Abschnitt stellt die Vergleichskriterien vor, anhand derer die verschiedenen Kopplungs- bzw. Integrationsmöglichkeiten eines Markts für Negativemissionen mit dem EU ETS im Anschluss erläutert und verglichen werden. Weitere Kriterien an ein Marktdesign mit Negativemissionen sind ein stabiler MRV-Prozess und ein Mechanismus gegen Carbon Leakage.<sup>211</sup> Da beide für alle betrachteten Marktdesigns in ihren wesentlichen Grundzügen gleich sind, werden sie hier nicht unter den Vergleichskriterien gelistet, sondern im Anschluss an den Vergleich in separaten Abschnitten betrachtet.

##### **4.3.1.1 Ökologische Treffsicherheit**

Die ökologische Treffsicherheit eines Instruments der Umweltpolitik beschreibt seine Fähigkeit, die zuvor für eine Region festgelegten Emissionsstandards exakt erfolgreich umzusetzen. Die Fähigkeit des Instruments, selbstständig Emissionsrückgänge, die durch die wirtschaftliche Entwicklung bedingt werden, zu erhalten, wird nicht berücksichtigt, da sie für alle Marktdesigns nicht gegeben ist. Nur ein aktives Eingreifen seitens des Staates in Form einer Senkung des Caps könnte den Rückgang langfristig erhalten.<sup>212</sup>

---

<sup>205</sup> Vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (o.J.b).

<sup>206</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 33.

<sup>207</sup> Vgl. Dilly, S. et al. (2023), S. 42.

<sup>208</sup> Vgl. Rickels, W. et al. (2021), S. 6.

<sup>209</sup> Vgl. Rickels, W. et al. (2021), S. 5.

<sup>210</sup> Vgl. Endres, A., Rübbelke, D. (2022), S. 317.

<sup>211</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 17, 21.

<sup>212</sup> Vgl. Endres, A., Rübbelke, D. (2022), S. 118, 151, 158-159.

Diese Arbeit betrachtet die ökologische Treffsicherheit der verschiedenen Marktdesigns anhand von drei Zielsetzungen. Das erste mögliche Ziel ist die bloße Einhaltung des Netto-Caps. In welchem Umfang RUs oder EAs für die Realisierung verwendet werden spielt bei dieser Zielsetzung keine Rolle. Allerdings wird geprüft, ob das Cap flexibel ist und neben positiven Werten auch auf null oder in den negativen Bereich gesetzt werden kann, um auf diesem Wege die Emissionen des EU ETS direkt in Einklang mit dem Ziel der Klimaneutralität zu bringen.<sup>213</sup> Eine Setzung des Caps auf null könnte in der Verbindung mit RUs in der praktischen Umsetzung so aussehen, dass keine EAs mehr ausgegeben werden und hauptsächlich RUs unter den Marktteilnehmern gehandelt werden, wobei die Unternehmen mit residualen Emissionen die Nachfrager stellen.<sup>214</sup> Ein negatives Cap benötigt eine Nachfrage nach RUs, die über diese residualen Emissionen hinausgeht. Diese kann auf zwei Arten induziert werden. Entweder durch weiterreichende Verpflichtungen für die Unternehmen unter dem EU ETS, z. B. basierend auf Benchmarkkennzahlen wie Produktionsmenge oder Emissionsmenge, oder dadurch, dass die Regierung als Nachfrager in den Markt eintritt.<sup>215</sup>

Die zweite Zielsetzung strebt vor dem Hintergrund der zuvor erläuterten Priorisierung von Reduktionsmaßnahmen an, dass die Anreize für Reduktionsmaßnahmen bei Einführung von RUs auf dem gleichen Niveau bleiben, während weiterhin das Cap realisiert wird. Eine Option, die Anreize auf gleichem Niveau zu halten, besteht in der Festsetzung einer Obergrenze.<sup>216</sup> Daher wird die ökologische Treffsicherheit auch in Bezug auf zwei Zielwerte betrachtet, eine absolute Obergrenze für RUs und eine für EAs. Eine Obergrenze für EAs ist in allen Marktdesigns möglich, da die Menge an EAs immer vom Staat bestimmt wird. Daher wird sie in den folgenden Abschnitten nicht explizit wiederholt betrachtet.<sup>217</sup>

Da BECCS und DACCS gegenüber dem aktuellen CO<sub>2</sub>-Preis nicht wettbewerbsfähig sind (siehe Abschnitt 3.4), können zumindest in der frühen Phase einer Kopplung/Integration keine Obergrenzen, sondern Mindestwerte nötig werden, um die Integration dieser NETs im Sinne der dritten Zielsetzung, diese anzureizen, zu fördern.<sup>218</sup> Deshalb wird auch die Fähigkeit des Instruments, diese Mindestgrenzen zu erreichen, analysiert.

---

<sup>213</sup> Vgl. La Hoz Theuer, S. et al. (2021), S. 42.

<sup>214</sup> Vgl. La Hoz Theuer, S. et al. (2021), S. 26.

<sup>215</sup> Vgl. La Hoz Theuer, S. et al. (2021), S. 26.

<sup>216</sup> Vgl. Dilly, S. et al. (2023), S. 42.

<sup>217</sup> Sind außereuropäische Emissionsminderungen, wie z. B. im Zuge des Clean Development Mechanism, anrechnungsfähig, wäre der Staat nur durch zusätzliche beschränkende Regelungen zum Einsatz solcher Zertifikate fähig, eine absolute Obergrenze für EA (inkl. der Zertifikate) festzulegen.

<sup>218</sup> Vgl. Rickels, W. et al. (2021), S. 5.

Es ist auch denkbar, eine relative Obergrenze für RUs festzulegen. Diese könnte sich an der vom Unternehmen abgegebenen EA-Menge orientieren. Bei einer relativen Obergrenze von 20% der EA-Menge dürfte ein Unternehmen, das 100 EAs abgibt, also 20 RUs nutzen. Dieser Ansatz steht jedoch im Sinne der Fragestellung dieser Arbeit nicht im Fokus und wird daher nicht betrachtet.

Für jeden Zielwert wird auch die Wahrscheinlichkeit einer Über- und Unterschreitung betrachtet. Dabei werden Strafen angenommen, die eine Netto-Überschreitung des Caps, eine Überschreitung der Obergrenze und eine Unterschreitung des Mindestwerts ausschließen. In Bezug auf ein positives, negatives und Null-Cap würde die Wahrscheinlichkeit einer Netto-Überschreitung durch die RUs nicht beeinflusst werden, da die Strafen als gleichbleibend angenommen werden. In Bezug auf das positive Cap wird zwischen Netto- und Brutto-Emissionen unterschieden. Dass die Brutto-Emissionen über dem Netto-Null-Ziel oder dem negativen Ziel liegen, ist durch die RUs möglich, dass sie das Ziel treffen oder unterschreiten nicht, da residuale THG-Emissionen unter dem EU ETS angenommen werden. Dies ist für alle beschriebenen Marktdesigns gleich und wird daher im Folgenden nicht mehr explizit erwähnt.

#### **4.3.1.2 Staatliche Kontrolle**

Der Grad der staatlichen Kontrolle ist ein interessantes Kriterium, da er sich auf die Effizienz des Marktes auswirkt. Dazu wird betrachtet, inwieweit der Staat die Verteilung der Beiträge von Reduktion und RUs zur Zielerreichung regulieren kann.<sup>219</sup>

Zudem wird gefragt, ob der Staat die Kontrolle darüber hat, welche NET-Betreiber RUs an die ETS-Unternehmen verkaufen können und, wenn passend, ob der Staat kontrollieren kann, welche ETS-Unternehmen RUs nutzen können.

Die Flexibilität, mit der die Regulierungen des jeweiligen Marktdesigns, wie Zugangsbeschränkungen oder Mindestwerte für RUs, angepasst werden können, ist für alle Marktdesigns gleich. Daher wird sie in den folgenden Abschnitten zu den Marktdesigns nicht einzeln betrachtet. Für alle Marktdesigns gilt, dass etwaige Änderungen zukunftsorientiert, schrittweise und für alle Marktteilnehmer transparent vorgenommen werden sollten. Dadurch werden die negativen Auswirkungen von plötzlichen Änderungen und Unsicherheiten auf ein stabiles Marktumfeld vermieden.<sup>220</sup>

---

<sup>219</sup> Vgl. La Hoz Theuer, S. et al. (2021), S. 42.

<sup>220</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 21.



### 4.3.1.3 Statische Effizienz des Marktes

Ein umweltpolitisches Instrument ist effizient, wenn es den vorgeschriebenen Emissionszielwert zu geringstmöglichen Emissionsvermeidungskosten realisiert.<sup>221</sup> Die Vermeidungskosten umfassen im Sinne dieser Arbeit sowohl die Kosten für Reduktions- und Vermeidungsmaßnahmen als auch die Kosten für NETs. Ineffiziente Instrumente führen zu Wohlfahrtseinbußen, da zu viele Ressourcen zur Zielerreichung eingesetzt werden und somit anderen wohlfahrtsfördernden Maßnahmen zu viele Ressourcen vorenthalten werden.<sup>222</sup> Betrachtet wird die Minimierung der Vermeidungskosten zur Zielerreichung des EU ETS mit Hilfe der Optionen EAs, RUs und Reduzierungs- bzw. Vermeidungsmaßnahmen. Ein Kostenminimum kann eingeschränkt und uneingeschränkt sein. Letzteres kann eintreten, wenn der Markt frei von wettbewerbseinschränkenden Regulierungen ist. Gelten jedoch Regulierungen, die Einfluss auf den Wettbewerb nehmen, kann nur ein eingeschränktes Kostenminimum unter Rücksichtnahme auf diese realisiert werden. Dies bedeutet, der Markt ist so effizient, wie für ihn mit den Regulierungen möglich, aber das Kostenminimum entspricht nicht dem, das ohne Einschränkungen möglich wäre. Je größer der Einfluss der Regulierungen ist, desto mehr weicht das eingeschränkte Kostenminimum von dem uneingeschränkten ab.<sup>223</sup>

Eine Voraussetzung für eine Preisbildung, die die wahre marginale Zahlungsbereitschaft für RU abbildet, ist eine hinreichende Liquidität des Marktes. Um diese sicherzustellen, müssen genügend Marktteilnehmer, sowohl Anbieter als auch Nachfrager, zusammenkommen.<sup>224</sup> Ein funktionierender Wettbewerb kann nur dann vorliegen, wenn genügend Marktteilnehmer auftreten, um Marktmacht zu unterbinden.

Im Zuge der Betrachtung der statischen Effizienz wird jeweils auch kurz auf die Unsicherheiten eingegangen, die im jeweiligen Marktdesign besonders hervortreten, da diese Auswirkungen auf das Verhalten der Marktteilnehmer haben.

#### 4.3.1.4 Kostenallokation

Diese Arbeit betrachtet zwei Ansätze der Kostenallokation. Der erste, basierend auf Pigou, sieht vor, dass die Emittenten als Verursacher der negativen externen Effekte der Emissionen, die die Negativemissionen notwendig machen, die Kosten tragen müssen. In diesem Fall besteht das Risiko, dass die Unternehmen sich im internationalen Wettbewerb nicht mehr behaupten können, wenn die Kosten, die sich aus diesem Ansatz für sie ergeben, zu

---

<sup>221</sup> Vgl. Endres, A., Rübhelke, D. (2022), S. 118.

<sup>222</sup> Vgl. Endres, A., Rübhelke, D. (2022), S. 127.

<sup>223</sup> Vgl. Endres, A., Rübhelke, D. (2022), S. 318.

<sup>224</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 21.

hoch sind. Dieses Risiko sollte möglichst gering gehalten werden. Zudem besteht die Gefahr, dass Unternehmen als Folge zu hoher Kosten ihre emissionsreichen Prozesse ins Ausland auslagern, um günstiger produzieren zu können.<sup>225</sup> Auch dieses Risiko ist möglichst klein zu halten, um den Wirtschaftsstandort EU nicht zu schwächen.

Der zweite Ansatz basiert darauf, die für die Unterstützung zukünftig notwendiger Technologien anfallenden Kosten an die Gesellschaft weiterzugeben.<sup>226</sup> Dies wäre eine Abwandlung des Nutznießerprinzips, das vorsieht, dass diejenigen, die von schädlichen Handlungen profitiert haben oder noch profitieren, die durch die Schäden anfallenden Kosten tragen.<sup>227</sup> Allerdings werden in diesem Anwendungsfall nicht die Kosten einer Schadenshandlung, sondern die Kosten für Negativemissionen verteilt. Auch bei diesem Ansatz sollte die Kosteneffizienz beachtet werden. Zumal eine mögliche Auswirkung von als zu hoch angesehenen Kosten für die Steuerzahler ein Rückgang der Akzeptanz innerhalb der Gesellschaft gegenüber dem Instrument oder dem Vorhaben an sich sein könnte. Die Ausgaben des Staates fallen je nach Einnahmequelle der verwendeten Mittel auf die Steuerzahler zurück.<sup>228</sup>

Die vorgestellten Marktdesigns kommen je nach Ausgestaltung ggf. nicht ohne weitere notwendige Unterstützungsleistungen für NETs aus. Die damit einhergehenden Kosten sind in einem Vergleich der Marktdesigns zu berücksichtigen. Zudem sind sie bei der Kostenallokation miteinzubeziehen.

Im Zuge der Kostenallokation soll auch, wo sinnvoll und möglich, die Ausgeglichenheit der EU ETS-bezogenen Ausgaben und Einnahmen des Staates betrachtet werden. Erstere resultieren aus dem Kauf von RUs, die Einnahmen aus den Verkäufen der Einheiten und aus den EA-Auktionen.<sup>229</sup>

Die Auswirkungen der EA-Mengen Kürzung auf den Kohlenstoffpreis werden nicht berücksichtigt, wenn die mit der Kürzung verbundenen Kosten beschrieben werden.

Ebenso nicht betrachtet wird die Weitergabe der Kosten seitens der Unternehmen an die Kunden über den Produktpreis.

---

<sup>225</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 19, Tabelle 3.1., S. 20-21.

<sup>226</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 21.

<sup>227</sup> Vgl. Bundeszentrale für politische Bildung (2017).

<sup>228</sup> Werden die Ausgaben aus dem Innovationsfonds des EU ETS bestritten, so werden die Steuerzahler nicht direkt belastet. Allerdings entstehen ihnen Opportunitätskosten, wenn die verwendeten Mittel ursprünglich für Maßnahmen gedacht waren, die den Steuerzahlern einen Nutzen erbracht hätten.

<sup>229</sup> Vgl. La Hoz Theuer, S. et al. (2021), S. 42.

#### 4.3.1.5 Dynamische Anreizwirkung

„Unter der dynamischen Anreizwirkung wird die Fähigkeit eines Instruments verstanden, umwelttechnischen Fortschritt zu induzieren.“<sup>230</sup> Eine weit verbreitete Definition vom umwelttechnologischen Fortschritt (kurz Fortschritt) bezieht sich auf das Verhältnis von Aufwand zu Emissionsreduktion. Demnach handelt es sich um einen Fortschritt, wenn mit gleichbleibendem Aufwand höhere Reduktionen erzielt werden bzw. wenn der gleiche Umfang an Emissionsreduktionen durch weniger Aufwand gelingt.<sup>231</sup> Diese Arbeit fasst die Definition weiter und betrachtet schwerpunktmäßig das Verhältnis zwischen Aufwand und Negativemissionen. Die Analyse beschränkt sich auf die Frage, ob die verschiedenen Marktdesigns unterschiedlich starke Anreize für die Verursacher der Emissionen bzw. für die NETs-Betreiber zur Entdeckung neuer THG-arter Produktionsprozesse bzw. neuer Möglichkeiten einer effizienteren Generierung von NETs und zu deren jeweiligen Weiterentwicklung setzen. Der Fokus liegt also allein auf der Stärke der Anreizwirkung und vernachlässigt die Fähigkeit des Instruments, das optimale Maß an dynamischer Anreizwirkung auszulösen. Zur Bewertung des bestehenden Anreizes wird die Gewinnsteigerung herangezogen, die durch die Implementierung der effizienteren Technik realisiert wird. Folglich wird dem Marktdesign die höchste dynamische Anreizwirkung zugeschrieben, das die höchste positive Gewinndifferenz zwischen der bisherigen und der neuen Technik aufweist.<sup>232</sup> Die Kosten in Verbindung mit der Erreichung des Fortschritts können dabei vernachlässigt werden, da diese unter allen Möglichkeiten gleich sind.

Um die verschiedenen Integrationsmodelle hinsichtlich ihrer dynamischen Anreizwirkung vergleichen zu können, müssen sie zieläquivalent sein. Auf die betrachteten Integrationsmodelle trifft dies zu, da angenommen wird, dass sie alle erfolgreich denselben Emissionszielwert realisieren, bevor technische Neuerungen eingeführt werden.<sup>233</sup>

Das neue Wissen, dessen Entdeckung durch die dynamische Anreizwirkung ausgelöst wird, weist die Eigenschaft der Nichtrivalität auf. Dies bedeutet, dass das Wissen nicht verbraucht werden kann. Die Möglichkeit der Nutzung des Wissens durch ein Unternehmen ist davon unabhängig, ob und von wie vielen das Wissen bereits angewendet wird. Je nachdem, inwieweit es dem Urheber gelingt, den kostenlosen Zugang zu dem Wissen zu verhindern, handelt es sich bei dem Wissen um ein gemischtes (keine Rivalität und Ausschluss einzelner Akteure möglich) bzw. um ein öffentliches Gut (keine Rivalität und kein

---

<sup>230</sup> Endres, A., Rübhelke, D. (2022), S. 118.

<sup>231</sup> Vgl. Endres, A., Rübhelke, D. (2022), S. 139.

<sup>232</sup> Vgl. Endres, A., Rübhelke, D. (2022), S. 146.

<sup>233</sup> Vgl. Endres, A., Rübhelke, D. (2022), S. 146.

Ausschluss möglich). Kommt es zum ungewollten, jedoch nicht vermeidbaren, kostenlosen Zugriff auf das Wissen durch Dritte, ziehen diese einen Nutzen daraus, ohne dass der Urheber eine Kompensation erhält. In diesem Fall liegt eine positive Externalität vor, die in der Literatur unter anderem als „knowledge spillover“ bezeichnet wird. Die soziale Wohlfahrt profitiert von der Verbreitung des neuen Wissens. Der Wille des Urhebers, das neue Wissen zu teilen, hängt auch vom umweltpolitischen Instrument ab.<sup>234</sup> Ob die Integrationsmodelle zur Verbreitung des Wissens anregen, wird daher unter dem Punkt der dynamischen Anreizwirkung mit betrachtet. Dabei wird vernachlässigt, dass die NET-Betreiber verschiedene Verfahren nutzen, um Negativemissionen zu erzeugen und angenommen, dass alle gleichmäßig vom generierten Wissen profitieren können, wenn sie Zugang zu diesem erlangen.

#### **4.3.1.6 Praktikabilität bzw. Einfachheit der Realisierung**

Ein Indikator für die Praktikabilität ist der zusätzliche administrative Aufwand, der für die Regierung durch die Einführung des Instruments entsteht.<sup>235</sup> Die Ausgestaltung des Instruments sollte jedoch nicht nur für den Staat, sondern auch für die (potenziellen) Marktteilnehmer praktikabel sein. Deshalb sollte der Zugang zum Markt unkompliziert sein. Außerdem sollten die Abläufe für die Marktteilnehmer verständlich und gut handhabbar sein.<sup>236</sup>

Ein Aspekt, der die Umsetzbarkeit erleichtern bzw. erschweren kann, ist die Akzeptanz des Geplanten in der Gesellschaft. Zu hohe Kosten für die Steuerzahler können negative Auswirkungen auf diese haben. Auch die Angst davor, dass Negativemissionen genutzt werden, anstatt Reduktionsmaßnahmen umzusetzen, kann die Akzeptanz negativ beeinflussen. Zudem könnten sich Zugangsbeschränkungen für NET-Betreiber, mit denen z. B. weniger nachhaltige oder weniger in der Gesellschaft akzeptierte NETs ausgeschlossen werden, positiv auf die Akzeptanz auswirken.<sup>237</sup> So wird Wiederaufforstung von der Gesellschaft mehr unterstützt als beispielsweise DACCS. Die Erwartung positiver Nebenwirkungen erhöht die Unterstützung für die jeweiligen NETs.<sup>238</sup>

#### **4.3.2 Kopplungs- bzw. Integrationsmöglichkeiten**

Für die Betrachtung und den Vergleich der folgenden Kopplungs- und Integrationsmöglichkeiten, also der verschiedenen Marktdesigns, wird angenommen, dass die RUs unter

---

<sup>234</sup> Vgl. Endres, A., Rübhelke, D. (2022), S. 214-215, 225, 233.

<sup>235</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 21; La Hoz Theuer, S. et al. (2021), S. 42.

<sup>236</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 21.

<sup>237</sup> Vgl. La Hoz Theuer, S. et al. (2021), S. 35-36.

<sup>238</sup> Vgl. Jobin, M., Siegrist, M. (2020), S. 1064, Figure 1, S. 1069.

Berücksichtigung umfassender MRV-Regelungen zertifiziert wurden und alle permanent sind.<sup>239</sup> Zudem wird das EU ETS vereinfacht dargestellt. Dabei wird zwischen drei Akteuren, den ETS-Unternehmen, den NET-Betreibern und dem Staat unterschieden. Es wird demnach zur Vereinfachung nicht berücksichtigt, dass gewisse Verantwortlichkeiten und somit auch ein Teil des Aufwands auf EU-Ebene oder anderen beauftragten Stellen liegen bzw. liegen können.

#### **4.3.2.1 Getrennte Märkte verbunden durch den Staat**

Das EU ETS und der Markt für Negativemissionen können auf zwei unterschiedliche Arten durch den Staat verbunden werden.

In der ersten Variante kürzt der Staat die EAs, die im EU ETS ausgegeben werden. Es werden folglich entweder weniger EAs zugeteilt oder weniger versteigert. Die zurückgehaltenen EAs gibt der Staat im nächsten Schritt im Tausch gegen eine gleich große Menge an RUs den NET-Betreibern. Diese können die erhaltenen EAs wiederum am Sekundärmarkt verkaufen und generieren auf diesem Weg Einnahmen. Dadurch bleibt die Gesamtanzahl der erlaubten Emissionen unter dem EU ETS gleich. Der Staat kann die erhaltenen RUs entweder nutzen, um seine THG-Emissionen auszugleichen, oder sie weiterverkaufen, z. B. an freiwillige Akteure. Bei diesem Vorgehen würde der Preis für EAs unverändert bleiben und die Anreize für Reduktionsmaßnahmen nicht geschmälert werden.<sup>240</sup> Verkauft der Staat die RUs jedoch auf dem Sekundärmarkt als Substitut zu den EAs, würden die Brutto-Emissionen um den Umfang der verkauften RUs steigen, der Kohlenstoffpreis sinken und folglich die Anreize zu Reduktionsmaßnahmen abnehmen, wenn nicht durch politische Maßnahmen gegengesteuert wird. Die Netto-Emissionen würden unverändert bleiben. In dieser Variante beeinflusst also der Staat die Nachfrage nach RUs und treibt somit die Teilnahme der NET-Betreiber im EU ETS voran. Allein bestimmt er die Nachfrage jedoch nicht, da auch andere Nachfrager, z. B. freiwillige Akteure, RUs erwerben können.

Auch in der zweiten Variante hat der Staat die direkte Kontrolle über die Menge an RUs, die im EU ETS angeboten werden. Im Gegensatz zur ersten tauscht er die RUs nicht gegen EAs ein, sondern kauft sie von den NET-Betreibern, um sie dann selbst in das EU ETS mit einzubringen. Dies geschieht z. B. im Zuge der kostenlosen Zuteilung oder als zusätzliche Einheiten bei den Versteigerungen.<sup>241</sup> Im Falle des letzteren würde der Zuschlagspreis ebenso für RUs als auch für EAs gelten. Für die NET-Betreiber wäre dies unerheblich,

---

<sup>239</sup> Vgl. La Hoz Theuer, S. (2021), S. 41.

<sup>240</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 33.

<sup>241</sup> Vgl. La Hoz Theuer, S. et al. (2021), S. 44.

wenn wie hier angenommen wird, dass sie vom Staat die Produktionskosten zuzüglich einer Gewinnpauschale erhalten. Wird die Menge der EAs nicht entsprechend dem integrierten Umfang der RUs reduziert, können die Unternehmen mehr Emissionen erzeugen, der Preis für Kohlenstoff sinkt und die Anreize für Reduktionsmaßnahme gehen entsprechend zurück.<sup>242</sup>

### *Ökologische Treffsicherheit*

Das Ziel der Integration von Negativemissionen in das EU ETS ist durch beide Varianten des Marktdesigns nur bedingt erreicht, da nur ein vom Staat bestimmter Anteil aller Negativemissionen in das EU ETS gelangt. Unter der ersten Variante wird ggf. gar keine Integration erreicht. Die Erfüllung der Zielsetzung, die Reduktionsanreize durch die Einführung von RUs nicht zu schwächen, ist von weiteren politischen Maßnahmen abhängig, wie sie in Abschnitt 4.2 beschrieben werden. In der ersten Variante bleiben die Brutto-Emissionen gleich, wenn der Staat die RUs nicht wieder in das ETS einbringt.

Das Cap kann nur dann Netto-Null sein, wenn der Staat alle EAs gegen RUs an die NET-Betreiber abgibt und die RUs nicht auf dem Sekundärmarkt verkauft. In diesem Fall würde das Null-Cap genau getroffen werden, da eine Überschreitung auf Grund von Strafen ausgeschlossen wird und eine Unterschreitung nicht möglich ist, da keine RUs direkt erworben werden können. Würden die RUs vom Staat genutzt oder verkauft werden, würden die Brutto-Emissionen steigen und die Netto-Emissionen blieben unverändert.

Unter der zweiten Variante kann das Cap auf Netto-Null gesetzt werden, wenn der Staat die Anzahl an RUs entsprechend anpasst. In diesem Fall ist eine Unterschreitung ausgeschlossen. Eine Überschreitung, bezogen auf Netto-Emissionen, auf Grund der Strafen ebenso. Die Brutto-Emissionen können jedoch höher liegen. Ein negatives Cap kann mit der zweiten Variante dieses Marktdesigns zwar gesetzt, jedoch ohne zusätzliche Regelungen, wie weitreichende Verpflichtungen zum Kauf von RUs, nicht erreicht werden.<sup>243</sup> Gleiches gilt für die erste Variante. Auch eine Unterschreitung eines bereits negativen Caps ist ausgeschlossen. Selbst wenn der Staat mehr RUs einbringen würde, als zur Zielerreichung benötigt, werden die Unternehmen aus Sicht der Kostenoptimierung kein Interesse an zusätzlichen Einheiten haben. Bezieht man alle RUs, die der Staat erwirbt, mit in die Bilanz ein, anstatt nur die, die in das EU ETS eingeführt werden, kann die Bilanz beider Varianten zum Beispiel dadurch negativ werden, dass der Staat zusätzliche RUs kauft und diese nicht an die Unternehmen ausgibt. Da diese Arbeit sich aber auf die Grenzen des EU ETS bezieht, wird diese Option nicht weiter beachtet.

---

<sup>242</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 28-29.

<sup>243</sup> Vgl. La Hoz Theuer, S. et al. (2021), S. 45, 26.

Die Realisierung eines positiven Caps ist, bezogen auf die Netto-Emissionen, sowohl für die erste als auch für die zweite Variante möglich.<sup>244</sup> Die Wahrscheinlichkeit einer Überschreitung eines positiven Caps wird durch die Einführung der RUs nicht signifikant verändert, da die gleichen Strafen angenommen werden. Die Brutto-Emissionen der zweiten Variante und ggf. die der ersten können über dem Cap liegen. Selbst wenn die EA-Menge unter Variante zwei nicht entsprechend der zugekauften RUs angepasst wird, ist eine Unterschreitung des positiven Caps in Bezug auf die Brutto-Emissionen nur dann gegeben, wenn die Emissionen der Unternehmen von vornherein unter dem Cap lagen, und somit unabhängig von der Einführung der RUs.

Die Netto-Emissionen unter Variante zwei und ggf. Variante eins können unter der Annahme, dass die EA-Menge nicht angepasst wird und zugleich das Emissionsniveau gleichbleibt, das gesetzte Cap unterschreiten, wenn RUs nicht genutzt werden, um zusätzliche Emissionen zu kompensieren, sondern an Stelle von EAs abgegeben werden. Dies ist wahrscheinlicher, wenn die RU-Preise unter denen für EAs liegen. Allerdings wäre diese Situation nur sehr kurzfristig gegeben. Sollte sie auftreten, würde sich die Nachfrage in Richtung RUs umstrukturieren und die Netto-Emissionen würden sinken. Zudem ist es unwahrscheinlich, dass der Staat die erworbenen RUs unter den EA-Preisen anbietet. Sind die EA-Preise seit dem Tausch gestiegen, wird er die Gewinne ausschöpfen wollen bzw. würde er auf Grund der aktuell hohen Kostenunterschiede die gekauften RUs möglichst teuer verkaufen wollen. Aus Sicht des Klimaschutzes wäre eine Unterschreitung des Caps wünschenswert und die Politik könnte das Cap senken. Dies gilt vor allem, je länger die Situation auftritt, um so auch die Anreize für Reduktionen aufrechtzuerhalten. Wenn die Senkung des Caps zu knapp ausfällt und den Unternehmen die Wahl zwischen RUs und EAs bleibt, könnten sie vor RUs zurückschrecken, da sie gelernt haben, dass niedrigere Netto-Emissionen zu Kürzungen und mehr Kosten führen. Konzentriert sich die Nachfrage mancher ETS-Unternehmen auf Grund einer solchen Überlegung auf EAs, steigt die Differenz zwischen den EA- und RU-Preisen und somit die Wahrscheinlichkeit, dass ein ETS-Unternehmen die günstigeren RUs erwirbt. Eine Absprache über alle ETS-Unternehmen hinweg ist in Anbetracht der hohen Anzahl dieser miteinander im Wettbewerb stehenden Unternehmen unwahrscheinlich. Allerdings könnte die Politik in einem zweiten Schritt das Cap weiter senken oder aber die EA-Menge entsprechend kürzen, um die Nachfrage nach RUs zu fördern.

Eine Obergrenze für die Anzahl an RUs ist unter der zweiten Variante einfach einzuhalten, da der Staat, wie oben beschrieben, die direkte Kontrolle über die Anzahl der RUs hat, die

---

<sup>244</sup> Vgl. La Hoz Theuer, S. et al. (2021), S. 45.

in das EU ETS eingeführt werden.<sup>245</sup> Sie wird umso genauer getroffen, je genauer die Menge an EAs angepasst wird. In der ersten Variante wäre sie nur von Bedeutung und umsetzbar, wenn der Staat die erhaltenen RUs auf dem Sekundärmarkt verkauft. Zu erreichen, dass eine Mindestmenge an RUs im EU ETS genutzt wird, ist komplexer. Teilt der Staat im Zuge der zweiten Variante die gekauften RUs kostenlos zu, so kann eine Mindestmenge und gleichzeitig eine Obergrenze, also ein genauer Zielwert für RUs, realisiert werden. Andernfalls hängt die Realisierung von der Nachfrage nach RUs unter dem EU ETS ab und bedarf ggf. zusätzlicher politischer Regelungen, wie z. B. Verpflichtungen, dass ein bestimmter Anteil der abzugebenden Zertifikate RUs sein müssen. Eine Überschreitung der Mindestmenge ist umso wahrscheinlicher, je knapper die EA-Menge bemessen wird. Eine Unterschreitung der Mindestmenge bzw. eine Überschreitung der Obergrenze werden als ausgeschlossen angesehen, da hohe Strafen angenommen werden.

### *Staatliche Kontrolle*

Der Staat hat in beiden Varianten die vollständige Kontrolle über die Anzahl der im EU ETS verfügbaren RUs.<sup>246</sup> In der zweiten Variante ist die Kontrolle noch umfassender, da er die Möglichkeit hat, die RUs unterschiedlich, z. B. bei der freien Zuteilung oder bei der Auktion, einzusetzen. Nutzt der Staat sie in der freien Zuteilung, kann er direkt bestimmen, welches Unternehmen RUs verwenden darf.<sup>247</sup> In beiden Varianten kann der Staat seine Rolle als Vermittler nutzen, um verschiedene NETs bedarfsgerecht und entsprechend der politischen Zielsetzung zu unterstützen.<sup>248</sup> Das bedeutet auch, dass er die Wahl hat, welche RUs er in das EU ETS einführt.

### *Statische Effizienz*

In der zweiten Variante erhalten die NET-Betreiber die Förderung, die sie benötigen, unabhängig vom EA-Preis. Zudem werden die RUs in einem vom Staat bestimmten Umfang in das EU ETS integriert, es besteht also kein einheitliches Preissignal für Reduktion und RUs. Die Realisierung des Zielwerts findet nicht zu den geringstmöglichen Vermeidungskosten statt, außer die EA- und RU-Preise liegen zufällig auf dem gleichen Niveau. In der ersten Variante gibt es für die NET-Betreiber ggf. kein effektives Preissignal, wenn die Einnahmen aus dem EA-Verkauf nicht die Kosten decken. Sollten die Einnahmen den NET-Betreibern nicht genügen, um wirtschaftlich sein, werden diese weniger EAs nachfragen, als der Staat es wünscht, sodass der Staat höchstens die maximale RU-Menge, die er einzutauschen bereit ist, festlegen kann. Generell verhindern die Mengenbeschränkungen,

---

<sup>245</sup> Vgl. La Hoz Theuer, S. et al. (2021), S. 45.

<sup>246</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 33; La Hoz Theuer, S. et al. (2021), S. 44.

<sup>247</sup> Vgl. La Hoz Theuer, S. et al. (2021), S. 45.

<sup>248</sup> Vgl. La Hoz Theuer, S. et al. (2021), S. 45.



dass die RUs uneingeschränkt in der Menge gehandelt werden können, welche die geringsten Vermeidungskosten ermöglichen würde und resultieren somit in Effizienzeinbußen.<sup>249</sup> Im EU ETS stellt sich nur ein durch Regulierungen eingeschränktes Kostenminimum ein, da nicht die Gesamtheit des RU-Angebots in die Preisbildung miteinbezogen wird. Eine übergreifende Angleichung der Grenzvermeidungskosten ist nicht möglich.<sup>250</sup>

Zudem geht die Einführung von RUs in das EU ETS mit Unsicherheiten, z. B. in Bezug auf die Anzahl an RUs, die im EU ETS gehandelt werden können, einher. Transparenz und verständliche Angaben können regulatorische Unsicherheiten eingrenzen.<sup>251</sup>

### *Kostenallokation*

Die erste Variante birgt für den Staat, im Vergleich zu einem Szenario, in dem er NETs auf anderem Wege fördert, keine zusätzlichen Kosten durch den Kauf von RUs an sich. Zweigt er die EAs zum Tauschen von der Menge derer ab, die versteigert werden, gehen zwar die Einnahmen aus dem EU ETS zurück, allerdings spart er an anderer Stelle Förderkosten für NET. Werden kostenlose EAs genommen, würden die Unternehmen höhere Kosten tragen müssen. Diese könnten durch Subventionen vom Staat, der Förderkosten einspart und ggf. auch Einnahmen aus dem Verkauf der RUs generiert, oder mit Steuereinnahmen ausgeglichen werden. Für beide Wege der EA-Reduktion können die Kosten also im Einklang mit den politischen Zielen durch ergänzende Maßnahmen zwischen dem Staat bzw. den Steuerzahlern und den Unternehmen verteilt werden.<sup>252</sup> Allerdings ist es sehr wahrscheinlich, dass zu einem frühen Zeitpunkt der Implementierung dieses Marktdesigns der EA-Preis nicht zu Einnahmen für die NET-Betreiber führt, die eine Wirtschaftlichkeit sicherstellen. In dem Fall sind weitere Förderungen, wie beispielsweise CCfDs, nötig.

Die Höhe der vom Staat zu tragenden Kosten in der zweiten Variante ist die Differenz zwischen dem Betrag, den der Staat für die RUs ausgegeben hat und den Einnahmen aus der Versteigerung von RUs. Somit sind sie abhängig von dem Preisniveau des Marktes für Negativemissionen und dem des ETS. Versteigert der Staat die RUs nicht, sondern teilt sie kostenlos zu, muss er die vollständigen Kosten für den Erwerb der RUs tragen, außer er schichtet EAs aus der kostenlosen Zuteilung in die Auktion um und generiert somit dort mehr Einnahmen. Liegt der Preis für RUs auf dem Markt für Negativemissionen höher als die Preise für EAs, haben der Erwerb und die Einbringung von RUs in das EU ETS einen negativen Effekt auf die Bilanz des Staates.<sup>253</sup> In letzter Konsequenz würden diese Kosten

---

<sup>249</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 33.

<sup>250</sup> Vgl. Endres, A., Rübhelke, D. (2022), S. 319.

<sup>251</sup> Vgl. La Hoz Theuer, S. et al. (2021), S. 46.

<sup>252</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 33.

<sup>253</sup> Vgl. La Hoz Theuer, S. et al. (2021), S. 45.

auf die Steuerzahler zurückfallen, außer es werden Instrumente wie z. B. eine Unternehmenssteuer zur Finanzierung eingeführt. Allerdings gilt es zu beachten, dass dies auch bei anderen staatlichen Fördermitteln, die durch dieses Vorgehen eingespart werden können, der Fall wäre. Eine Unternehmenssteuer würde die Kosten der Unternehmen erhöhen. Des Weiteren entstehen zusätzliche Kosten durch die Anpassung der EA-Menge, die entweder der Staat trägt, wenn die Versteigerungsmenge reduziert wird, oder die Unternehmen, wenn weniger Einheiten frei zugeteilt werden. Beides kann an anderer Stelle ausgeglichen werden, entweder durch gesparte Förderkosten oder durch zusätzliche Förderungen für Unternehmen.<sup>254</sup>

Sowohl in der ersten also auch in der zweiten Variante fragt der Staat auf dem Markt für Negativemissionen RUs in großen Mengen, als alleiniger Nachfrager aus dem EU ETS, nach. Diese gesammelte Nachfrage kann zu geringeren Transaktionskosten für beide Seiten führen.<sup>255</sup>

In Variante eins sind die NET-Betreiber einem Preisrisiko ausgeliefert, da der EA-Preis schwankt. Das Preisrisiko in Variante zwei hängt von der Ausgestaltung ab. Hier wird angenommen, dass der Staat die Förderung im Wettbewerb, zum Beispiel mittels einer Reverse-Auction, für einen bestimmten Zeitraum vergibt. Über diesen Zeitraum hinweg können die NET-Betreiber sich auf die konstante Förderung verlassen.

Zu Beginn der Integration von NETs werden vermutlich weitere finanzielle Maßnahmen nötig sein, um die Differenz zwischen dem Kohlenstoffpreis und den hohen Kosten von ingenieurbasierten RUs zu überbrücken (siehe auch Abschnitt 3.4). Je nach Ausgestaltung dieser Unterstützung fallen zusätzliche Kosten für Unternehmen, z. B. durch Abgaben, oder für Steuerzahler, z. B. durch steuerfinanzierte Subventionen der NETs, an.<sup>256</sup>

### *Dynamische Anreizwirkung*

Zu Beginn der Integration von RUs in das EU ETS, wenn noch zusätzliche Fördermaßnahmen für NETs benötigt werden, um diese im EU ETS wettbewerbsfähig zu machen, hängt die dynamische Anreizwirkung von der Ausgestaltung dieser zusätzlichen Fördermaßnahmen ab (siehe Abschnitt 4.4). Unter der Annahme, dass die NET-Anlagen allein durch die generierten RUs wettbewerbsfähig sind und der Staat die Förderungen im Wettbewerb vergibt, wäre es für die NET-Betreiber von Interesse, innovative Lösungen zu suchen, wenn

---

<sup>254</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 31.

<sup>255</sup> Vgl. La Hoz Theuer, S. (2021), S. 45.

<sup>256</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 33.

- neben dem Staat noch andere Nachfrager RUs kaufen möchten,
- sie durch die Verbesserungen in das Portfolio des Staats aufgenommen werden könnten oder
- sie die Differenz zwischen der Förderung und den tatsächlichen Produktionskosten erhöhen können, um so ihre Gewinne zu steigern.

Eine Verbreitung des Wissens, z. B. um die neue Technologie, würde das entsprechende Unternehmen verhindern wollen, um seinen Vorteil bei der Ausschreibung vom Staat bzw. seinen Preisvorteil auf dem freiwilligen Markt zu sichern. Kann das Unternehmen durch Patente oder Ähnliches Gewinne aus der Verbreitung des Wissens erzielen, muss es zwischen dem Verlust seines Vorteils und den möglichen Gewinnen abwägen. Zahlt der Staat eine Pauschale, die unabhängig von den Produktionskosten der NETs ist, vergleichbar mit der ersten Variante, unter der die EAs als pauschale Bezahlung betrachtet werden können, besteht eine dynamische Anreizwirkung, da die NET-Betreiber durch Aufwandsparungen höhere Gewinne erwarten können. Die Anreizwirkung ist also umso höher, je höher der (erwartete) EA-Preis liegt. Ein Anreiz, neues Wissen mit eigenen Wettbewerbern zu teilen, besteht nicht, da eine Verbreitung keine für das eigene Unternehmen positive Wirkung auf den Markt oder die Regulierungen hätte. Allerdings würde eine Verbreitung auch keine negative Wirkung auf das eigene Unternehmen hervorrufen. Deshalb würden die NET-Betreiber ihr Wissen weitergeben, wenn sie daraus, zum Beispiel durch Patente, Gewinne erzielen können.

Die dynamische Anreizwirkung auf die ETS-Unternehmen hängt von den (erwarteten) Preisen für EAs und ggf. auch von den (erwarteten) RU-Preisen ab und somit von der Anpassung der EA-Menge, wenn RUs eingeführt werden. Die ETS-Unternehmen haben kein Interesse daran, dass sich ihr neu gewonnenes technologisches Wissen als positiver externer Effekt verbreitet, da dies zu einem Rückgang der EA- bzw. RU-Preise führen würde.<sup>257</sup> Dieser Rückgang würde die Einsparungen des Unternehmens reduzieren.<sup>258</sup> Das Unternehmen hätten lediglich dann ein Interesse an der Verbreitung seines neuen Wissens und der Aufgabe seines Wettbewerbsvorteils, wenn es aus dieser Gewinne ziehen könnte, die die Verluste, die durch die zuvor beschriebenen Entwicklungen entstehen, ausgleichen. Beispielsweise könnte dies der Fall sein, wenn das Unternehmen ein Patent an einer neu entwickelten Technologie besitzt.

---

<sup>257</sup> Die Politik könnte auf gesunkene Preise, die sich durch Fortschritt ergeben, mit verschärften Emissionszielen reagieren, um der Zielsetzung, die Emissionsreduktion anzuregen, weiterhin gerecht zu werden (vgl. Endres, A., Rübhelke, D. (2022), S. 143-144).

<sup>258</sup> Vgl. Endres, A., Rübhelke, D. (2022), S. 143-144.

### *Praktikabilität und Einfachheit der Umsetzung*

Die aktive Rolle des Staates geht mit einem hohen administrativen Aufwand einher.<sup>259</sup> Dieser entsteht z. B. durch die Entscheidungsprozesse darüber, welche RUs erworben werden sollen. Zudem ist der Handel von RUs in hohen Maßen von der Politik und politischen Maßnahmen abhängig.<sup>260</sup> NET-Betreiber müssen sich im Gegensatz dazu lediglich um die Nachfrage durch den Staat bemühen.

Eine weitreichende Anpassung der beiden Märkte ist nicht nötig, es müssten jedoch für Variante zwei und ggf. auch für Variante eins RUs anstatt EAs erlaubt werden.

Die gesellschaftliche Akzeptanz dieser Integrationsmöglichkeit könnte im Vergleich zu jenen mit einem höheren Maß an Integration stärker sein, da der Staat die Kontrolle über die Anzahl der RUs behält und somit die Gefahr, dass Reduktionsmaßnahmen zurückgehen, geringgehalten werden kann. Zudem könnte der Staat überwiegend RUs generiert durch NETs im EU ETS zulassen, die in der Gesellschaft akzeptierter sind als andere. Negativ auf die Akzeptanz könnten sich unter Variante zwei die aus dem Erwerb der RUs entstehenden Kosten für die Steuerzahler auswirken, wenn der Förderbedarf nicht offenkommuniziert und erklärt wird.

#### **4.3.2.2 Getrennte Märkte mit Preis-Cap**

Unter diesem Marktdesign, das Oxera vorstellt, existieren zwei getrennte Märkte: Der Markt unter dem EU ETS und der Markt für Negativemissionen. Der Staat tritt in diesem Marktdesign nicht mehr als „Broker“ auf, indem er die RUs erwirbt und im EU ETS einführt, sondern die ETS-Unternehmen kaufen die RUs selbst auf dem Markt für Negativemissionen. Die erworbenen RUs können sie anschließend als Substitute für EAs verbrauchen. Zusätzlich zu den ETS-Unternehmen können auch andere Firmen und Akteure RUs auf dem separaten Markt nachfragen, sei dies auf freiwilliger oder obligatorischer Basis.<sup>261</sup>

Eine Preisobergrenze (Preis-Cap) für die RUs auf dem Level des EA-Preises dient, laut Oxera, dem Ziel, die Nachfrage nach RUs anzuregen, bis ihr Preis selbstständig wettbewerbsfähig ist.<sup>262</sup> Um sicherzustellen, dass die Brutto-Emissionen weiter sinken und die Anreize für Emissionsreduktionen erhalten bleiben, müssten, nach Oxera, zusätzliche Regulierungen getroffen werden, die z. B. die Menge an EAs verringern (siehe Abschnitt 4.2).

---

<sup>259</sup> Vgl. La Hoz Theuer, S. et al. (2021), S. 46.

<sup>260</sup> Vgl. La Hoz Theuer, S. et al. (2021), S. 46.

<sup>261</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 34-35.

<sup>262</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 35. Auf den Umgang mit möglichen durch die Preisobergrenze für die NET-Betreiber entstehenden Verlusten wird unter dem Punkt der Kostenallokation genauer eingegangen.

Dazu könnten entweder die zu versteigernde Menge EAs oder die kostenlos zuzuteilenden EAs gekürzt werden.<sup>263</sup>

Eine solche Preisobergrenze explizit festzulegen, ist unnötiger administrativer Aufwand, da die RU-Preise für RUs, die im EU ETS verkauft werden, nicht langfristig über den EA-Preisen liegen können. Dies liegt darin begründet, dass RUs und EAs perfekte Substitute sind, da beide den ETS-Unternehmen den gleichen Nutzen bieten<sup>264</sup> und somit beliebig gegeneinander austauschbar sind. Dementsprechend sieht diese Arbeit auch keinen zusätzlichen Nutzen in dem Designmerkmal. Hinzu kommt, dass eine Preisobergrenze ihre nachfrageanregende Wirkung nur dann entfaltet, wenn die RU-Preise, die für einen wirtschaftlichen Betrieb der NET-Anlagen benötigt werden, über dieser Preisobergrenze liegen. In einem solchen Szenario käme es zu einem Nachfrageüberschuss, da das Angebot an RUs geringer ausfallen würde. Dieses Ungleichgewicht könnte durch eine zusätzliche Förderung gelöst werden, die den NET-Betreibern die Differenz zwischen ihren Grenzkosten und der Preisobergrenze auszahlt.

### *Ökologische Treffsicherheit*

Das Ziel der vollständigen Integration von Negativemissionen in das EU ETS ist bedingt erreicht, da noch immer eine Grenze, wenn auch durchlässig, zwischen den beiden separaten Märkten besteht. Die Realisierung der Zielsetzung, die Reduktionsanreize durch die Einführung von RUs nicht zu schwächen, hängt, wie oben beschrieben, von weiteren Maßnahmen ab.

Betrachtet man die Fähigkeit des EU ETS, das positive festgelegte Cap (Netto-Emissionen) zu realisieren, so ist eine Überschreitung durch die Einführung von RUs, unter der Annahme, dass weiterhin die gleichen Strafen gelten, nicht wahrscheinlicher als vorher. Eine Unterschreitung eines Netto-Caps wird durch die Einführung von RUs, unter der Annahme, dass das Cap, die EA-Anzahl und die Emissionen gleichbleiben, wahrscheinlicher und tritt vor allem dann auf, wenn die RU-Preise unter denen für EAs liegen. Allerdings wäre diese Situation nur sehr kurzfristig gegeben. Sollte sie auftreten, würde sich die Nachfrage in Richtung RUs umstrukturieren und die Netto-Emissionen würden sinken. Zudem ist aus Perspektive der aktuellen Kostenunterschiede die Wahrscheinlichkeit, dass die RU-Preise unter den EA-Preisen liegen, zum jetzigen Zeitpunkt sehr gering, und zusätzliche Regelungen des Staates können ihr ebenfalls entgegenwirken. Dazu ist jedoch anzumerken, dass eine Unterschreitung des Caps aus Sicht des Klimaschutzes positiv zu

---

<sup>263</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 35.

<sup>264</sup> Fällt der jeweilige Nutzen, z. B. aus den auf S. 65-66 beschriebenen Gründen, unterschiedlich aus, kann eine Preisobergrenze wiederum nützlich sein.

bewerten ist. Die Politik könnte dann darüber diskutieren, die erlaubten Emissionen entsprechend herabzusetzen. Dies muss jedoch in einem ausreichenden Umfang geschehen, sodass die Unternehmen keine Wahl mehr zwischen EAs und RUs haben. Diese könnten nämlich lernen, dass die Nachfrage nach RUs zu Kürzungen der erlaubten Emissionen und somit zu mehr Kosten führt und könnten daher zukünftig weniger RUs nachfragen, wenn sie die Wahl zwischen RUs und EAs haben. Würde sich die Nachfrage mancher ETS-Unternehmen entsprechend auf EAs konzentrieren, würde sich die Spanne zwischen den EA- und RU-Preisen vergrößern und sich dadurch die Wahrscheinlichkeit erhöhen, dass ein ETS-Unternehmen die günstigeren RUs erwirbt. Eine Absprache zwischen allen ETS-Unternehmen wird durch die hohe Anzahl dieser und dem Wettbewerb zwischen ihnen als unwahrscheinlich eingestuft. Die Senkung des Caps würde den Vorteil höherer Anreize zur Reduktion mit sich bringen und ist umso empfehlenswerter, je länger die Unterschreitung anhält. Wird erkannt, dass die Senkung nicht ausreicht hat, um die Nachfrage nach RUs zu fördern, kann das Cap weiter abgesenkt oder die EA-Menge angepasst werden. Es liegt auf der Hand, dass die Brutto-Emissionen das politisch festgelegte positive Cap in einem System mit Negativemissionen überschreiten können. Eine Unterschreitung hingegen ist, selbst wenn die EA-Menge nicht entsprechend der erworbenen RUs angepasst wird, nur dann möglich, wenn die Emissionen unter dem EU ETS von vorherein niedriger als das Cap waren, und somit unabhängig von der Einführung der RUs.

Die Zulassung der RUs ermöglicht des Weiteren, das Cap auf Netto-Null zu setzen, da (nicht vermeidbare) Emissionen durch diese kompensiert werden können. In diesem Fall ist eine Unterschreitung nicht realistisch, da Unternehmen, unter der Annahme eines rationalen kosteneffizienten Verhaltens, nicht freiwillig mehr RUs kaufen werden, als sie zum Ausgleich ihrer Emissionen benötigen. Negative Emissionswerte sind aus eben diesem Grund nur mit Hilfe zusätzlicher Regelungen realisierbar. Eine Überschreitung der Netto-Null wird auf Grund von drohenden Strafen ausgeschlossen.

Die Fähigkeit, eine absolute Obergrenze für RUs einzuhalten, ist ohne zusätzlich Beschränkungen nicht gegeben. Mit entsprechenden Beschränkungen dürfte eine Überschreitung keine Gefahr darstellen, da hohe Strafen angenommen werden. Eine Unterschreitung ist jedoch nicht auszuschließen, vor allem, wenn die Menge an EAs nicht entsprechend knapp ist.

Ein Mindestwert würde ebenso von zusätzlichen politischen Regelungen abhängen. Eine Lösung wäre z. B. die Unternehmen dazu zu verpflichten, einen bestimmten Anteil ihrer Emissionen nicht durch EAs abzudecken, sondern durch RUs zu kompensieren. Hier lässt

sich wiederum eine Überschreitung nicht ausschließen, wenn die EA-Menge zu knapp bemessen ist. Eine Unterschreitung wird auf Grund festgelegter Strafen als nicht möglich angesehen.

### *Staatliche Kontrolle*

Die Rolle des Staates unter dieser Option ist eher regulierend und nicht aktiv direkt eingreifend. Zudem besteht die Möglichkeit, dass dieses Marktdesign für den Staat mit Kontrollverlust über die Brutto-Emissionen einhergeht, da die Unternehmen, in Abwesenheit weiterer Regelungen, uneingeschränkt selbst bestimmen, wie viele RUs im EU ETS genutzt werden.<sup>265</sup> Die Menge an EAs stets entsprechend der von Unternehmen erworbenen RUs und den politischen Zielsetzungen anzupassen, ist aufwändig und vermutlich nur annäherungsweise möglich, wobei Ober- und/oder Mindestgrenzen bei der Annäherung helfen könnten. Zugangsbegrenzungen für NETs und Regulierungen, wer RUs nutzen darf, können zusätzlich getroffen werden, bedeuten jedoch erhöhten administrativen Aufwand.

### *Statische Effizienz*

Die Nachfrage nach RUs ist nach diesem Marktdesign nicht beschränkt, sodass die ETS-Unternehmen jederzeit RUs kaufen werden, wenn diese günstiger als EAs und Reduktions- bzw. Vermeidungsmaßnahmen sind. Es besteht also ein einheitliches Preissignal für alle. Das Preis-Cap verhindert, laut Oxera, jedoch ein effektives Preissignal für die NET-Betreiber.<sup>266</sup> Wird angenommen, dass die Verluste der NET-Betreiber vom Staat ausgeglichen werden,<sup>267</sup> erhalten die NET-Betreiber hingegen ein effektives Preissignal. Liegen die Kosten für RUs über denen für EAs, werden durch den Staatseingriff im Vergleich zum freien Wettbewerb zu viele RUs nachgefragt. Es stellt sich daher als Folge der staatlichen Förderung nicht das Kostenminimum ein, das ein uneingeschränkter Markt erzielen würde.<sup>268</sup>

Die Liquidität des Marktes für Negativemissionen verbessert sich durch die Zunahme der Marktteilnehmer auf der Nachfrageseite. Auch die Wahrscheinlichkeit von sich bildender Marktmacht, wenn das EU ETS sich dem Netto-Null-Ziel nähert, geht zurück.

Unsicherheiten bezüglich der RU-Preise werden für die ETS-Unternehmen dadurch begrenzt, dass die RU-Preise nicht über den EA-Preisen liegen können. Für die NET-Betrei-

---

<sup>265</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 36.

<sup>266</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 35.

<sup>267</sup> Zur Kompensation mögliche Fördermaßnahmen werden im Abschnitt zur Kostanallokation angesprochen.

<sup>268</sup> Vgl. Endres, A., Rübhelke, D. (2022), S. 318.

ber bedeutet die Preisobergrenze hingegen, dass, solange noch nicht alle RUs wettbewerbsfähig gegenüber den EAs sind, der Anreiz zur Produktion gehemmt wird und nur ein begrenztes Angebot von RUs im EU ETS wettbewerbsfähig angeboten werden kann. Sollten Mengenregulierungen getroffen werden, ist eine frühzeitige und verständliche Kommunikation dieser hilfreich. So können Unsicherheiten auf beiden Seiten des Marktes ausgeräumt werden.<sup>269</sup>

### *Kostenallokation*

Die Unternehmen tragen die Kosten für die RUs, die sie kaufen,<sup>270</sup> müssen dafür jedoch entsprechend weniger EAs kaufen.

Kostenverschiebungen gegenüber dem aktuellen EU ETS entstehen durch die Anpassung der EA-Menge. Es kommt zu Einbußen für den Staat, wenn er die Auktionsmenge verkleinert. Gleichzeitig spart er Förderkosten, da NET-Betreiber Einkommensströme von den ETS-Unternehmen beziehen. Unter der Annahme, dass NETs, wenn nicht durch das EU ETS, auf anderem Wege gefördert werden, entstehen also hier keine zusätzlichen Kosten für den Staat. Eine Reduzierung der EAs, die kostenlos verteilt werden, bedingt zusätzliche Kosten für die Unternehmen. Diesen kann je nach Bedarf mit Subventionen begegnet werden.<sup>271</sup>

Das Preis-Cap bedingt, zumindest zu Beginn, wenn die Produktionskosten der ingenieurbasierten NETs noch sehr hoch sind, Verluste für NET-Betreiber. Diese müssen vom Staat aufgefangen werden, um Anreize für NETs zusetzen. Mögliche Instrumente sind CCfD, Subventionen und Industrieabgaben, die wiederum Auswirkungen auf die gesamtheitlich betrachtete Kostenallokation hätten.<sup>272</sup> CCfDs hätten für die NET-Betreiber den Vorteil, dass sie das Risiko ausgleichen, das mit dem schwankenden Kohlenstoffpreis einhergeht.<sup>273</sup>

### *Dynamische Anreizwirkung*

Zu Beginn der Integration von RUs in das EU ETS, wenn noch zusätzliche Fördermaßnahmen für NETs benötigt werden, um diese im EU ETS wettbewerbsfähig zu machen, hängt die dynamische Anreizwirkung auf die NETs von der Ausgestaltung dieser zusätzlichen Fördermaßnahmen ab (siehe Abschnitt 4.4). Unter der Annahme, dass die NET-Anlagen

---

<sup>269</sup> Vgl. La Hoz Theuer, S. et al. (2021), S. 46.

<sup>270</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 35.

<sup>271</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 35.

<sup>272</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 35.

<sup>273</sup> Vgl. La Hoz Theuer, S. et al. (2021), S. 47.



allein durch die generierten RUs wettbewerbsfähig sind, hängt die dynamische Anreizwirkung von den (erwarteten) EA-Preisen ab, da diese die mögliche Gewinnspanne der NET-Betreiber bestimmen. Unter diesem Marktdesign hat der NET-Betreiber, der neues Wissen generiert hat, nicht nur keinen Anreiz das Wissen zu teilen, er wird vielmehr eine Verbreitung des Wissens aktiv verhindern wollen, um seinen Wettbewerbsvorteil zu sichern. Zudem würde er einen Abfall der EA- und RU-Preise, der eintritt, wenn alle NET-Betreiber effizienter produzieren können, verhindern wollen, zumindest wenn nicht zu erwarten ist, dass der Staat entsprechend gegensteuert. Dieses Verhalten des NET-Betreibers mit dem neuen Wissen würde sich ändern, wenn er Patentrechte für dieses besitzt, die es ihm ermöglichen, aus der Verbreitung des Wissens zu profitieren.

Die dynamische Anreizwirkung auf die ETS-Firmen hängt von den (erwarteten) Preisen für EAs und RUs ab. Die Unternehmen werden zu verhindern suchen, dass sich neues technologisches Wissen als positiver externer Effekt verbreitet, da weniger Nachfrage zu niedrigeren Preisen für RUs und EAs und somit zu geringeren Gewinnen aus verkauften Einheiten und weniger hohen Einsparungen führt.<sup>274</sup> Anders sieht es aus, wenn zum Beispiel ein Patentrecht es dem Unternehmen ermöglicht, durch die Verbreitung des Wissens Gewinne zu erzielen.

#### *Praktikabilität & Einfachheit*

Damit dieses Marktdesign umgesetzt werden kann, muss, neben den unten genannten Regelungen, das EU ETS vereinfacht gesagt nur um die Erlaubnis angepasst werden, dass RUs anstelle von EAs zur Erfüllung der Abgabepflichten eingesetzt werden dürfen.

Im Zuge dieses Marktdesigns besteht die Notwendigkeit weiterer politischer Regelungen: Preis-Cap, Regelungen zur Anpassung der EAs. So würde besonders eine sofortige Umsetzung dieses Marktdesigns mit administrativem Aufwand einhergehen. Etwaige Zugangsbeschränkungen sind in ihrer Ausgestaltung und Umsetzung aufwändiger, als wenn der Staat in einer Rolle des Vermittlers direkt bestimmen kann, welche RUs eingeführt werden. Zudem erhöhen Zugangsbeschränkungen den Aufwand der NET-Betreiber, die sich für das EU ETS qualifizieren wollen. Die Abläufe zum Erwerb von RUs laufen direkt über die Unternehmen, mit der Konsequenz, dass Unternehmen sich selbst um einen Zugang zum Markt für Negativemissionen bemühen müssen und sich, unter der Annahme, dass

---

<sup>274</sup> Vgl. Endres, A., Rübhelke, D. (2022), S. 143-144; Die Politik könnte auf gesunkene Preise, die sich durch Fortschritt ergeben, mit verschärften Emissionszielen reagieren, um der Zielsetzung, die Emissionsreduktion anzuregen, weiterhin gerecht zu werden (vgl. Endres, A., Rübhelke, D. (2022), S. 143-144).

keine Zugangsbeschränkungen für einzelne NET-Gruppen gelten, Überblick über ein breites Angebotsspektrum verschaffen müssen. Dieses ist jedoch durch MRV-Standards und Preis-Cap weitestgehend homogen.

Die eingeschränkte staatliche Kontrolle könnte die Akzeptanz in der Bevölkerung schmälern, wenn diese fürchtet, dass Reduktionsbemühungen unter der Einführung von RUs in das EU ETS leiden. Ohne Mengen- und Zugangsbeschränkungen, die sich positiv auswirken könnten,<sup>275</sup> ist eine negative Wahrnehmung in der Bevölkerung umso wahrscheinlicher.

#### **4.3.2.3 Getrennte Märkte verbunden mit Regulierungen**

In diesem Marktdesign kaufen die ETS-Unternehmen die RUs, die anschließend anstelle der EAs verwendet werden können, direkt selbst auf dem Markt für Negativemissionen von den NET-Betreibern. Es besteht demnach eine direkte Verbindung zwischen beiden Märkten. Der Staat legt in diesem Modell explizit qualitative und quantitative Grenzen fest, die im Zuge der Transaktionen zwischen den Akteuren berücksichtigt werden müssen.<sup>276</sup> Ein Beispiel für die Gestaltung qualitativer Grenzen bietet das Kalifornische Cap-and-Trade-Programm (siehe Abschnitt 2.4.1.3). Um die Anreize für Reduktionsmaßnahmen zu erhalten, müssten zusätzliche Anpassungen getätigt werden, die z. B. die Menge an EAs verringern (siehe Abschnitt 4.2). Zu diesem Zweck könnte entweder die zu versteigernde Menge an EAs reduziert werden oder die Menge der kostenlos zuzuteilenden EAs.<sup>277</sup>

#### *Ökologische Treffsicherheit*

Unter diesem Marktdesign bestehen weiterhin zwei getrennte Märkte, einer für den Handel von RUs und ein zweiter für den Handel mit EAs. Somit ist das Ziel einer Integration von Negativemissionen in das EU ETS nicht vollumfassend erreicht. Wie oben beschrieben sind weitere politische Maßnahmen nötig, um das Ziel der Erhaltung von Reduktionsanreizen zu realisieren. Dabei gibt die quantitative Begrenzung der RUs einen Rahmen für eine mögliche Korrektur der EA-Menge vor und kann somit zur Vermeidung von großen Abweichungen zwischen der vorgenommenen Korrektur der EA-Menge und der RU-Anzahl im EU ETS beitragen.

---

<sup>275</sup> Vgl. La Hoz Theuer, S. et al. (2021), S. 35-36.

<sup>276</sup> Vgl. La Hoz Theuer, S. et al. (2021), S. 46.

<sup>277</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 35.

Das Cap kann in diesem Marktdesign sowohl positiv oder null, aber auch negativ sein.<sup>278</sup> Betrachtet man die Fähigkeit des EU ETS, das festgelegte Cap (Netto-Emissionen) zu realisieren, so ist eine Überschreitung durch die Annahme von RUs statt EAs nicht wahrscheinlicher als vorher, wenn angenommen wird, dass die Strafen unverändert bleiben. Dass die Netto-Emissionen das Cap unterschreiten, wird durch die Einführung von RUs wahrscheinlicher, gerade dann, wenn die RU-Preise niedriger als die EA-Preise sind. Dabei gilt die Annahme, dass die Emissionen und die EA-Anzahl unverändert bleiben. Die RU-Preise können nur für kurze Zeit unter den EA-Preisen liegen, auf Dauer passen sich die Preise einander an. Die Nachfrage würde sich für diese kurze Zeit in Richtung RUs verschieben und die Netto-Emissionen würden geringer werden. Mit Blick auf die momentanen Kostenunterschiede ist dies zum jetzigen Zeitpunkt sehr unwahrscheinlich, und die zusätzlichen Regelungen des Staates können dieser Situation ebenfalls entgegenwirken. Anzumerken bleibt, dass eine Unterschreitung des Caps aus Sicht des Klimaschutzes wünschenswert ist und in der Politik dann darüber diskutiert werden könnte, das Cap nach unten zu korrigieren. Dies könnte jedoch die Unternehmen von der Nachfrage nach RUs abschrecken, wenn diese merken, dass niedrigere Netto-Emissionen zu verschärften Auflagen führen. Nur bei ausreichender Senkung des Caps werden sie weiterhin gewillt sein, RUs nachzufragen. Ansonsten könnten die Unternehmen ihre Nachfrage auf EAs konzentrieren und nur diese zur Erfüllung der Abgabepflichten nutzen. Allerdings würde die Spanne zwischen den EA- und RU-Preisen durch den Unterschied in der Nachfrage steigen. Je niedriger der RU-Preis im Vergleich zum EA-Preis ist, desto größer ist der Anreiz für ein Unternehmen, von der Strategie abzuweichen und RUs zu kaufen, bevor es sein Konkurrent macht. Eine Absprache zwischen allen ETS-Unternehmen wird durch die hohe Anzahl dieser und dem Wettbewerb zwischen ihnen als unwahrscheinlich eingestuft. Genügt die erste Korrektur nicht, kann eine zweite durchgeführt oder die EA-Menge reduziert werden, um Anreize zum Kauf von RUs zu setzen. Eine Korrektur des Caps würde die Anreize für Reduktionen absichern und bietet sich vor allem an, wenn die Unterschreitung des Caps anhaltend ist. Dass die Brutto-Emissionen das festgelegte Cap in einem System mit Negativemissionen überschreiten können, liegt auf der Hand. Eine Unterschreitung ist unabhängig von der Einführung der RUs, da diese nicht dazu führen wird, dass die Unternehmen über die Abgabepflicht hinaus EAs oder RUs abgeben.

Ein Cap auf null wird erst durch die Einführung von RUs möglich und ist somit auch nur in Bezug auf Netto-Emissionen zu erreichen. Überschreitungen durch Netto-Emissionen sind nicht wahrscheinlicher als bei einem positiven Cap, nimmt man an, dass Strafen und

---

<sup>278</sup> Vgl. La Hoz Theuer, S. et al. (2021), S. 47.

andere Umstände gleich bleiben. Eine Unterschreitung ist nicht denkbar, solange die Unternehmen kostenminimierend handeln. Daher ist ein netto negatives Cap auch nur mit zusätzlichen Auflagen erreichbar.

Durch die qualitativen Regelungen, die ausdrücklich Teil dieses Marktdesigns sind, ist die Einhaltung einer Obergrenze vor allem von den EA- und RU-Preisen abhängig. Sind die RU-Preise niedriger als die für EAs, wird die Obergrenze ausgereizt, andernfalls wird sie unterschritten. Die Nutzung einer höheren Menge an RUs als von einer Obergrenze erlaubt lässt sich mit Hilfe einer Regulierung einfach verhindern, z. B. in dem mehr als eine festgelegte Menge an RUs pro Unternehmen nicht akzeptiert wird.

Durch die Verpflichtung, für einen bestimmten Anteil der Emissionen RUs abzugeben, ist ein Mindestwert in Abhängigkeit der Kostenunterschiede zwischen RUs und EAs durchsetzbar. Eine Überschreitung, die politisch wünschenswert wäre, ist umso wahrscheinlicher, je niedriger die RU-Preise im Vergleich zum Kohlenstoffpreis sind. Analog dazu ist eine Unterschreitung umso wahrscheinlicher, je höher die RU-Preise im Vergleich zum Kohlenstoffpreis sind. Dass der Mindestwert genau getroffen wird, ist unwahrscheinlich.

#### *Staatliche Kontrolle*

Durch die Festlegung von quantitativen und qualitativen Grenzwerten hat der Staat die Kontrolle darüber, welche RUs in das EU ETS gelangen und, bis zu einem gewissen Grad, auch über die Menge an RUs, die im EU ETS genutzt werden. Zudem kann er bestimmen, wer die RUs nutzen darf und auch wozu bzw. in welchem Umfang sie genutzt werden dürfen. Mit der Mengenregulierung behält der Staat einen gewissen Grad an Kontrolle über die Zusammensetzung von RUs, EAs und Reduzierungsmaßnahmen.<sup>279</sup>

#### *Statische Effizienz*

Es besteht für alle Akteure ein einheitliches Preissignal, sodass die Vermeidungskosten minimal sind. Eine Obergrenze für RUs, die unter dem sozial optimalen Marktgleichgewicht liegt, würde das Kostenminimum verschieben.<sup>280</sup>

Die Liquidität des Marktes kann durch die quantitativen und qualitativen Regulierungen eingeschränkt werden, z. B. durch den Ausschluss von Anbietern.

Die Verbindung zum Markt für Negativemissionen erhöht die Chance auf höhere Liquidität des EU ETS und vermindert das Risiko von Marktmacht. Diese könnte aufkommen, wenn das EU ETS sich dem Netto-Null-Ziel nähert.<sup>281</sup>

---

<sup>279</sup> Vgl. La Hoz Theuer, S. et al. (2021), S. 46.

<sup>280</sup> Vgl. Endres, A., Rübbecke, D. (2022), S. 319.

<sup>281</sup> Vgl. La Hoz Theuer, S. et al. (2021), S. 47.

Durch die Einführung von RUs entsteht Unsicherheit auf dem Markt, z. B. darüber, wie viele RUs zukünftig im EU ETS erlaubt werden.<sup>282</sup> Diese kann durch transparente und frühzeitige Planung und Kommunikation von Seiten der Politik<sup>283</sup> sowie durch die Regulierungen, die Teil dieses Marktdesigns sind, geringgehalten werden. Unsicherheiten über die Verfügbarkeit, also auch über die RU-Preise, können dazu führen, dass ETS-Unternehmen Investitionen in kohlenstoffintensive Prozesse tätigen, weil die Entscheidungsträger die Verfügbarkeit von vielen günstigen RUs annehmen, wodurch eingeschlossene (locked-in) CO<sub>2</sub>-Emissionen entstehen.<sup>284</sup> Zu den eingeschlossenen Emissionen zählen beispielsweise solche, die durch die langlebigen Produktionsanlagen eines Unternehmens verursacht werden. Vor dem Hintergrund der Argumentation für die umfassende Reduzierung der Emissionen, trotz Kompensationsmöglichkeiten (siehe Abschnitt 4.2), ist eine solche Investitionsentscheidung negativ zu bewerten.

### *Kostenallokation*

In diesem Marktdesign kaufen die ETS-Unternehmen selbst die RUs ein, sodass dem Staat durch den Kauf keine Kosten entstehen. Die ETS-Unternehmen können die RUs anstatt EAs nutzen, sodass sie entsprechend weniger EAs kaufen müssen.

Bezüglich der Anpassung der EA-Menge im Sinne der Vermeidung hoher Brutto-Emissionen und zum Schutz der Reduktionsmaßnahmen hat der Staat zwei Möglichkeiten. Kürzt er die Anzahl der frei zu vergebenen EAs, bedeutet dies zusätzliche Kosten für die ETS-Unternehmen. Ausgeglichen werden können diese z. B. durch entsprechende Subventionen. Entscheidet sich der Staat stattdessen für die Verminderung der Versteigerungsmenge, entgehen ihm Einnahmen aus der Versteigerung. Allerdings kann argumentiert werden, dass er diese entgangenen Einnahmen an der Stelle der andererseits notwendigen Förderungen für NETs wieder einspart, da diese nun Einnahmen aus dem Verkauf der RUs im Rahmen des EU ETS ziehen können und somit weniger finanzielle Unterstützung benötigen.<sup>285</sup> Die Ausgeglichenheit der Bilanz des Staates in Bezug auf Negativemissionen hängt somit von der Höhe des festgelegten Caps und von der erlaubten RU-Menge ab.<sup>286</sup>

Bei einer zeitigen Einführung der RUs in den EU ETS ist zudem davon auszugehen, dass die Preise der RUs teilweise noch weit über den EAs liegen (siehe Abschnitt 3.4). Außerdem müssen die NET-Betreiber das Preisrisiko im EU ETS mit in ihre Entscheidungen einbeziehen, sodass Anreize für Forschung und Entwicklung sowie zum Auf- und Ausbau von

---

<sup>282</sup> Vgl. La Hoz Theuer, S. et al. (2021), S. 47.

<sup>283</sup> Vgl. La Hoz Theuer, S. et al. (2021), S. 46.

<sup>284</sup> Vgl. La Hoz Theuer, S. et al. (2021), S. 43.

<sup>285</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 31.

<sup>286</sup> Vgl. La Hoz Theuer, S. et al. (2021), S. 47.

NET-Anlagen ggf. gering ausfallen werden. Um NETs zu unterstützen und dem Preisrisiko entgegenzuwirken, kann der Staat zusätzlich CCfD mit den NET-Betreibern abschließen. Diese Verträge würden zusätzliche Kosten für den Staat generieren.<sup>287</sup> Andere zusätzliche Förderungen könnten z. B. durch Industrieabgaben oder Steuermittel finanziert werden<sup>288</sup> und hätten somit wiederum einen Einfluss auf die Kostenverteilung.

### *Dynamische Anreizwirkung*

Zu Beginn der Einführung von RUs in das EU ETS, wenn noch zusätzliche Fördermaßnahmen für NETs benötigt werden, um RUs im EU ETS wettbewerbsfähig zu machen, ist die Ausgestaltung dieser zusätzlichen Maßnahmen ein entscheidender Einflussfaktor auf die dynamische Anreizwirkung (siehe Abschnitt 4.4).

Die dynamische Anreizwirkung, die durch dieses Marktdesign entsteht, wirkt nur auf die Teilmenge der NET-Betreiber, die tatsächlich von den qualitativen und quantitativen Regulierungen im EU ETS zugelassen sind. NETs aus der anderen Teilmenge haben durch dieses Marktdesign nur dann einen Anreiz zur Investition in Neuerungen, wenn ihr Ergebnis ihnen Zugang zum EU ETS und dadurch die Investitionen rechtfertigende Erlöse verschaffen würde. Dieser Anreiz fällt nicht unter die dynamische Anreizwirkung, da davon ausgegangen wird, dass die Zugangsbeschränkungen nicht auf dem Verhältnis von Aufwand und RUs beruhen, sodass die Neuerung kein umwelttechnologischer Fortschritt wäre. Unter der Annahme, dass die NET-Anlagen allein durch die generierten RUs wettbewerbsfähig sind, hängt die dynamische Anreizwirkung auch mit dem EA-Preis bzw. dem in Zukunft zu erwartenden EA-Preis zusammen, da dieser wie eine Preisgrenze für RUs wirkt. Ein Anreiz für den NET-Betreiber, neu generiertes Wissen zu teilen, besteht nicht. Vielmehr wird er die Verbreitung des Wissens verhindern wollen, um seinen Kostenvorteil und somit einen Wettbewerbsvorteil beizubehalten und einen Abfall der Preise im EU ETS durch viele günstige RUs zu vermeiden, der eintreten würde, wenn die Politik nicht entsprechend gegensteuert. Besteht die Möglichkeit für den NET-Betreiber, durch ein Patentrecht an seiner Innovation Einnahmen zu generieren, muss er diese gegenüber den zuvor beschriebenen Verlusten abwägen.

Die dynamische Anreizwirkung auf die ETS-Firmen hängt von den (erwarteten) Preisen für EAs und RUs ab. Die Unternehmen werden zu verhindern versuchen, dass sich neues Wissen in der Form eines externen positiven Effekts verbreitet.<sup>289</sup> Denn eine Verbreitung

---

<sup>287</sup> Vgl. La Hoz Theuer, S. et al. (2021), S. 47.

<sup>288</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 33.

<sup>289</sup> Vgl. Endres, A., Rübbelke, D. (2022), S. 143-144.

des Wissens würde zu einem Rückgang der EA- und RU-Preise führen,<sup>290</sup> wodurch das Unternehmen weniger hohe Einsparungen verzeichnet.<sup>291</sup> Kommt das Unternehmen jedoch zu dem Ergebnis, dass es aus der Verbreitung des Wissens Gewinne beziehen kann, z. B. durch Patente oder Schulungen, hätte es ein Interesse daran, das Wissen zu verbreiten.

#### *Praktikabilität & Einfachheit*

Das EU ETS müsste insofern angepasst werden, als dass RUs als Substitute erlaubt werden. Der zusätzliche administrative Aufwand durch die Einführung der RUs entsteht in diesem Marktdesign hauptsächlich durch die zusätzlichen quantitativen und qualitativen Regulierungen, die ein fester Bestandteil des Designs sind, und ggf. durch die Anpassung der EA-Menge. Die Regulierungen erhöhen nicht nur den administrativen Aufwand, sondern, je nach Ausgestaltung, auch den Aufwand der Marktteilnehmer. Zugangsbeschränkungen erschweren die Teilnahme am Markt für die Anbieter. Zudem gewinnen die Transaktionen zwischen den Anbietern und Nachfragern, auf Grund der Regulierungen, die ggf. beachtet werden müssen, an Komplexität. Auf die Akzeptanz in der Gesellschaft könnten sich die Zugangsbeschränkungen und Regulierung hingegen positiv auswirken, sollten sie bestehende Ängste und Vorbehalte in der Bevölkerung adressieren.<sup>292</sup>

#### **4.3.2.4 Integrierte Märkte**

Dieses Marktdesign schafft einen einzigen gemeinsamen Markt für EAs und RUs. Somit werden die NET-Betreiber vom EU ETS abgedeckt. Trotz der Integration in das EU ETS können NET-Betreiber ihre RUs auch weiterhin außerhalb des EU ETS anbieten<sup>293</sup> und somit z. B. der Nachfrage von freiwilligen Akteuren nachkommen.<sup>294</sup> Das Angebot von RUs auf dem Markt außerhalb des EU ETS ist abhängig von der Preisdifferenz zwischen diesem Markt und dem ETS. Mengenbeschränkungen für RUs im EU ETS, die überschüssige RUs auf den anderen Markt drängen könnten, sind nicht vorgesehen. Der Staat könnte jedoch qualitative und quantitative Regulierungen bezüglich der Frage treffen, welche NETs in das EU ETS aufgenommen werden.<sup>295</sup> Die zugelassenen RUs und EAs werden beide im Zuge der Auktion angeboten, gleichzeitig kann die Anzahl der versteigerten RUs erfasst werden. Dadurch ist der Staat in der Lage, die EA-Menge entsprechend anzupassen, um

---

<sup>290</sup> Die Politik könnte auf gesunkene Preise, die sich durch Fortschritt ergeben, mit verschärften Emissionszielen reagieren, um der Zielsetzung, die Emissionsreduktion anzuregen, weiterhin gerecht zu werden. Vgl. Endres, A., Rübhelke, D. (2022), S. 143-144.

<sup>291</sup> Vgl. Endres, A., Rübhelke, D. (2022), S. 143-144

<sup>292</sup> Vgl. La Hoz Theuer, S. et al. (2021), S. 35-36.

<sup>293</sup> Vgl. La Hoz Theuer, S. et al. (2021), S. 47-48.

<sup>294</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 37.

<sup>295</sup> Vgl. La Hoz Theuer, S. et al. (2021), S. 47.

weitere Reduktionsmaßnahmen durch höhere zulässige Brutto-Emissionen nicht unattraktiv werden zu lassen.<sup>296</sup>

Es ist wahrscheinlich, dass sich die Integration von NET-Betreibern auf diejenigen beschränkt, die im geographischen Einzugsbereich des EU ETS liegen, da außerhalb liegende NET-Betreiber vermutlich nicht reguliert werden können.<sup>297</sup>

### *Ökologische Treffsicherheit*

Das Ziel, den Markt für RUs in das EU ETS zu integrieren, ist erfüllt, wenn man davon absieht, dass sie auch weiterhin auf einem Markt für Nachfrager außerhalb des EU ETS gehandelt werden. Das Ziel, durch die Einführung von RUs in das EU ETS keine Einbußen bei den Anreizen für Reduktionsmaßnahmen zu verzeichnen, wird, Ungenauigkeiten außenvorgelesen, erreicht, wenn der Staat die EA-Menge entsprechend anpasst (siehe Abschnitt 4.2).<sup>298</sup>

Die Fähigkeit, ein positives Cap zu realisieren, ist durch die Einführung der RUs nur insofern beeinträchtigt, als dass eine Unterschreitung des Caps mit den Netto-Emissionen und eine Überschreitung seitens der Brutto-Emissionen wahrscheinlicher wird. Die Unterschreitung ist, vorausgesetzt die EA-Menge und die Emissionen bleiben gleich, umso wahrscheinlicher, je mehr günstige RUs auf den Markt gelangen. Die Situation, dass die RU-Preise unter den EA-Preisen liegen, kann jedoch nur kurzweilig auftreten, da sich die Preise dieser beiden Güter, die einander gleichwertig substituieren, langfristig aneinander anpassen. Dazu ist jedoch anzumerken, dass eine Unterschreitung des Caps aus der Perspektive des Klimaschutzes positiv ist. Die Politik könnte ggf. überlegen, das Cap nach unten zu korrigieren. Dies würde sich besonders anbieten, je länger die Unterschreitung anhält. Wird das Cap ausreichend gesenkt, sollte dieses Verhalten der Politik die ETS-Unternehmen auch nicht vom Kauf der RUs abschrecken. Andernfalls könnten die ETS-Unternehmen, wenn sie die Wahl zwischen RUs und EAs haben, davor zurückschrecken, RUs zu kaufen, da sie fürchten, dass der Staat auf eine Unterschreitung erneut mit einer Verknappung der EA-Menge reagiert. Eine auf EAs konzentrierte Nachfrage würde zu sinkenden RU-Preisen führen und somit würde die Wahrscheinlichkeit stetig ansteigen, dass ein ETS-Unternehmen RUs erwirbt, um sich diesen Vorteil gegenüber der Konkurrenz zu sichern, da es davon ausgehen muss, dass ansonsten der Konkurrent RUs kauft. Eine Absprache bezüglich des Verzichts auf RUs über alle ETS-Unternehmen hinweg wird in Anbetracht der hohen Anzahl dieser als unwahrscheinlich eingestuft. Der Staat könnte im

---

<sup>296</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 37.

<sup>297</sup> Vgl. La Hoz Theuer, S. et al. (2021), S. 49.

<sup>298</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 37.



theoretischen Fall der Nachfragekonzentration auf EAs die EA-Menge unabhängig vom Cap senken, um so die Nachfrage nach RUs anzuregen oder das Cap erneut niedriger setzen. Dass die Brutto-Emissionen bedingt durch die RUs unter das Cap fallen, wäre nur dann der Fall, wenn die EA-Menge nicht entsprechend angepasst wird und die Unternehmen dennoch nicht mehr emittieren.

Eine Absenkung des Caps auf null wird durch die Integration der RUs möglich. Eine Überschreitung dieses Caps seitens der Netto-Emissionen ist genauso unwahrscheinlich wie beim positiven Cap. Eine Unterschreitung ist nicht möglich, da kostenminimierende Unternehmer nicht freiwillig mehr RUs kaufen würden, als sie benötigen, um gemeinsam mit den EAs ihre Emissionen abzudecken. Daher kann das Cap zwar in den negativen Bereich gelegt werden, eine Realisierung würde jedoch zusätzliche Auflagen erfordern.

Da in diesem Marktdesign eine Mengenlimitierung für RUs ausdrücklich nicht vorgesehen ist, wird ihre Umsetzbarkeit nicht betrachtet. Ein Mindestwert für die Nutzung von RUs wird nicht ausgeschlossen. Würde die Regierung diesen festlegen, ist eine Unterschreitung, auf Grund von Strafen, sehr unwahrscheinlich und eine Überschreitung abhängig von der Angebotsmenge der EAs und der RUs.

#### *Staatliche Kontrolle*

Der Staat hat in diesem Marktdesign lediglich die Kontrolle darüber, welche NETs er im EU ETS zulässt und an welcher Stelle er ggf. die Kürzung der EA-Menge vornimmt. Mengenbeschränkungen oder Mindestwerte sind nicht vorgesehen. Dadurch kann das Verhältnis von Reduktion und Vermeidung sowie Negativemissionen nur teilweise indirekt über die EA-Menge vom Staat gelenkt werden. Regelungen, die bestimmte Unternehmen von der RU-Nutzung ausschließen, sind nicht vorgesehen.

#### *Statische Effizienz*

Sowohl der Preis für EAs als auch der Preis für RUs ist in diesem Marktdesign von der Nachfrage der ETS-Unternehmen abhängig. Der Zuschlagspreis, der durch die Auktion ermittelt wird, gilt für beide.<sup>299</sup> Auch auf dem Sekundärmarkt ist, unter der Annahme, dass die Unternehmen kostenminimierend agieren, der Preis für RUs und EAs der gleiche, da sie im EU ETS Substitutionsgüter sind. Außerhalb dieser Annahme ist es denkbar, dass von den RUs mehr nachgefragt wird. Der Grund dafür ist, dass die Kompensation aus Perspektive der Unternehmen mehr Nutzen erbringen kann als nur die Emissionserlaubnis. Zum Beispiel kann sie Unternehmen, die unter dem Druck der Gesellschaft stehen, einen höheren Beitrag zum Klimaschutz zu leisten, Imagevorteile verschaffen. Zudem können

---

<sup>299</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 37.

sie die durch RUs abgedeckten Emissionen in ihren Bilanzen als kompensiert angeben und somit ihre eigenen Emissionsziele erreichen. Würden sie EAs einsetzen, um die Auflagen des EU ETS zu erfüllen, müssten sie zur Kompensation zusätzliche Finanzmittel ausgeben. Da alle Preise im EU ETS durch die Nachfrage in diesem nach RUs und EAs bestimmt werden<sup>300</sup> und es bis auf die Zugangsbeschränkung keine eingrenzenden Regulierungen gibt, ist der Markt effizient und die Grenzvermeidungskosten gleichen sich an. Die Vermeidungskosten sind minimal und für Reduktionsmaßnahmen und RUs gilt ein einheitliches Preissignal.

Die Liquidität des Marktes ist im Vergleich zu getrennten Märkten höher, wenn RUs und EAs zusammen versteigert werden.<sup>301</sup> Des Weiteren führt die Aufnahme von NET-Betreibern zur Abnahme des Risikos, dass Marktmacht entsteht, wenn sich das EU ETS der Nulllinie nähert.<sup>302</sup>

Mengenunsicherheiten und Preisrisiken werden in diesem Marktdesign nicht durch Regulierungen begrenzt<sup>303</sup> und sind dementsprechend hoch zu bewerten.

#### *Kostenallokation*

Die Unternehmen tragen die Kosten für die von ihnen erworbenen RUs, vermeiden dadurch jedoch die Kosten für eine entsprechende Anzahl EAs. Die NET-Betreiber haben keinen Einfluss auf die RU-Preise.

Zusätzliche Kosten durch die Integration entstehen gegenüber dem aktuellen ETS-Design bei der Kürzung der EA-Anzahl. Entweder der Staat verzeichnet Einbußen in den Einnahmen aus der Auktion oder die Unternehmen müssen mehr Einheiten kaufen, wenn die kostenlose Zuteilung gekürzt wird. Die staatlichen Einbußen können dadurch ausgeglichen werden, dass durch die Integration Förderkosten für NETs an anderer Stelle sinken. Höhere Kosten für Unternehmen könnten durch Subventionen ausgeglichen werden. Eine sinnvolle Anwendung dieser Option ist möglich, wenn die RU- und EA-Preise nahe beieinander liegen.<sup>304</sup> RU-Preise können in der Auktion und unter der Annahme der Kostenminimierung der Unternehmen nicht höher liegen als die EA-Preise. Liegen die Produktionskosten höher, dies wäre z. B. bei zeitnaher vollständiger Integration der Fall, können z. B. CCfDs diese Differenz ausgleichen, sodass NET-Betreiber zusätzliche Einnahmen verzeichnen. Gleichzeitig sind CCfDs mit höheren Ausgaben des Staates verknüpft. Zudem

---

<sup>300</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 37.

<sup>301</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 37-38.

<sup>302</sup> Vgl. La Hoz Theuer, S. et al. (2021), S. 48.

<sup>303</sup> An dieser Stelle sei darauf verwiesen, dass Instrumente zur Absicherung von Risiken bestehen. Beispielsweise können Termingeschäfte auf Terminmärkten genutzt werden, um Preisrisiken zu begegnen.

<sup>304</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 35, 37.

können CCfDs dem Preisrisiko entgegenwirken und so Investitionen in NETs unterstützen.<sup>305</sup> Ob diese zusätzlichen Investitionen noch der Förderung bedürfen, hängt vor allem von der Höhe der politischen Zielsetzung und dem Zeitpunkt der vollständigen Integration ab. Andere Fördermittel, wie steuerfinanzierte Subventionen, oder Unternehmensabgaben sind auch möglich und würden wiederum die Kostenallokation beeinflussen.<sup>306</sup>

### *Dynamische Anreizwirkung*

Zu Beginn der Einführung von RUs in das EU ETS, wenn noch zusätzliche Fördermaßnahmen für NETs benötigt werden, um RUs im EU ETS wettbewerbsfähig zu machen, ist die Art dieser zusätzlichen Fördermaßnahmen ein bedeutender Einflussfaktor auf die dynamische Anreizwirkung (siehe Abschnitt 4.4).

Unter der Annahme, dass die NET-Anlagen allein durch die generierten RUs wettbewerbsfähig sind, hängt der Anreiz zum Fortschritt bei den vom EU ETS erfassten NET-Betreibern von den (erwarteten) EA/RU-Preisen ab. Allerdings steigert die Nachfrage aus dem EU ETS die Sicherheit bezüglich der Einkünfte für NET-Betreiber, sodass die Bedingungen für Investitionen verbessert werden. Die Betreiber werden ihr Möglichstes tun, um eine Verbreitung von neuem Wissen zu verhindern, da dieses Wissen einen Wettbewerbsvorteil darstellt. Unter der Annahme, dass keine Anpassungsmechanismen bei zu niedrigen Preisen bestehen, werden sie zudem einen Verfall des Marktpreises vermeiden wollen. Verspricht eine Verbreitung des Wissens jedoch Einnahmen, z. B. basierend auf einem Patent, die die diese Einbußen übersteigen, hätte der NET-Betreiber einen Anreiz, sein Wissen zu teilen.

Wie sich die Integration von RUs auf die dynamische Anreizwirkung des EU ETS auswirkt, hängt von den (erwarteten) Preisen für RUs/EAs ab. Die Unternehmen haben ein Interesse daran, eine Verbreitung des neuen technologischen Wissens in der Form eines positiven Effekts, der ihnen selbst keine Vorteile bringt, zu verhindern. Eine Verbreitung würde zum Rückgang der Preise für EAs bzw. RUs führen und somit würden die Einsparungen bzw. Gewinne durch eingesparte bzw. verkaufte EAs sinken.<sup>307</sup> Ein Anreiz, Wissen zu teilen, besteht nur, wenn dadurch Gewinne erzielt werden können. Dies könnte zum Beispiel der Fall sein, wenn das Unternehmen Patentrechte bezüglich des neuen Wissens besitzt.

---

<sup>305</sup> Vgl. La Hoz Theuer, S. et al. (2021), S. 49, 47.

<sup>306</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 33.

<sup>307</sup> Vgl. Endres, A., Rübhelke, D. (2022), S. 143-144; Die Politik könnte auf gesunkene Preise, die sich durch Fortschritt ergeben, mit verschärften Emissionszielen reagieren, um der Zielsetzung, die Emissionsreduktion anzuregen, weiterhin gerecht zu werden. Vgl. Endres, A., Rübhelke, D. (2022), S. 143-144.

### *Praktikabilität & Einfachheit*

Der Staat greift, bis auf die einmalige Einführung der Integration von RUs, nicht aktiver in den Markt ein als zuvor. Der administrative Aufwand wird um die Zulassung von NETs in das EU ETS ergänzt. Die Zulassungsbeschränkungen erhöhen ggf. auch den Aufwand für die NET-Betreiber.

Um dieses Marktdesign umsetzen zu können, müssen sowohl RUs anstelle von EAs akzeptiert werden als auch die Auktionen so angepasst werden, dass die RUs direkt mit versteigert werden können.

Die Akzeptanz für dieses Marktdesign könnte gering ausfallen, da der Staat wenig Kontrolle über die Anteile von RUs, EAs und Reduzierungen hat. Positiv auswirken könnten sich die Zugangsbeschränkungen, wenn sie die Priorisierung der NETs in der Gesellschaft widerspiegeln.<sup>308</sup>

#### **4.3.2.5 RU-Verpflichtung**

Dieses Marktdesign richtet sich besonders nach dem Verursacher-Prinzip. Zudem präsentiert es einen Ansatz zur Lösung der intergenerationalen Ungerechtigkeit. Aktuell müssen die Emissionen, die durch heutige und vergangene Entscheidungen in die Atmosphäre gelangt sind, von zukünftigen Generationen wieder aus ihr entnommen werden.<sup>309</sup>

Um die ETS-Unternehmen, hier als Verursacher gesehen, über den gesamten Lebenszyklus der Emissionen hinweg zur Verantwortung zu ziehen und den intertemporalen Konflikt zu lösen, müssen die Unternehmen sowohl EAs als auch RUs erwerben.<sup>310</sup> Der Kauf der RUs sichert, dass die Kosten für die Entfernung der Emissionen abgedeckt sind (außer die Verpflichtung wird schrittweise eingeführt, siehe unten). Folglich müssen zukünftige Generationen nicht für diese Negativemissionen, deren Notwendigkeit sie nicht selbst verschuldet haben, zahlen.<sup>311</sup>

Entsprechend der Kopplung von EAs und RUs setzt sich die Nachfrage nach RUs aus der Nachfrage nach EAs und der Nachfrage von Akteuren außerhalb des EU ETS zusammen.<sup>312</sup> RUs und EAs sind in diesem Design Komplementärgüter, wobei die Nachfrage nach RUs, je nach Gestaltung, zeitlich unterschiedlich versetzt zur EA-Nachfrage erfolgt.<sup>313</sup>

---

<sup>308</sup> Vgl. La Hoz Theuer, S. et al. (2021), S. 35-36.

<sup>309</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 38.

<sup>310</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 38, 40.

<sup>311</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 38.

<sup>312</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 39.

<sup>313</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 39.

Die Verpflichtung könnte schrittweise eingeführt werden, z.B. indem das 1:1-Verhältnis zu Beginn aufgebrochen wird und die Unternehmen über einen längeren Zeitraum nach und nach zum Kauf von mehr RU-Anteilen verpflichtet werden. Eine andere Möglichkeit berücksichtigt die aktuell hohen, zukünftig jedoch sinkenden Kosten für Negativemissionen. Diesem Kostenverlauf kann Rechnung getragen werden, indem zu Beginn der Verpflichtungen die RUs nicht zeitgleich mit den EAs, sondern zu einem festgelegten Zeitpunkt in Zukunft erworben werden müssen. Die Zeitspanne zwischen EA- und RU-Kauf wird sich ab der Einführung über die Jahre so verkürzen, dass schließlich ein zeitgleicher Erwerb gefordert wird.<sup>314</sup>

Während die RU-Verpflichtung in den Jahren nach ihrer Einführung die NETs fördern würde, da sie ihnen Einnahmen sichert, werden diese Einnahmen im Laufe der Zeit abnehmen, da die ETS-Unternehmen ihre Emissionen immer weiter reduzieren<sup>315</sup> und die EA-Menge immer weiter abgesenkt wird.

### *Ökologische Treffsicherheit*

Der Markt für Negativemissionen ist diesem Marktdesign entsprechend nicht in das EU ETS integriert, sondern über die Verpflichtung mit ihm verknüpft. Das Ziel einer vollständigen Integration ist somit mit diesem Design nicht zu erreichen. Die Zielsetzung, Anreize zur Reduktion durch eine Einführung der RUs nicht zu untergraben, ist erfüllt. Tatsächlich ist die dynamische Anreizwirkung sogar höher als im aktuellen EU ETS (siehe Abschnitt zur dynamischen Anreizwirkung).

Ein positives Cap ist möglich, wenn die Verpflichtung schrittweise eingeführt wird und solange wie EAs im Umlauf sind, die vor der Verpflichtung ausgegeben wurden. Letzteres basiert auf der Annahme, dass die Verpflichtung nicht rückwirkend gilt. Die Wahrscheinlichkeit einer Überschreitung, aber auch die einer Unterschreitung bleibt unverändert.

Ein Netto-Null Cap würde zielgenau erreicht werden, wenn die Verpflichtung zeitgleich und im 1:1 Verhältnis etabliert wird und keine EAs ohne Verpflichtung mehr im Umlauf sind. Eine Überschreitung ist nicht wahrscheinlicher als bei einem positiven Cap, da sie nach wie vor mit Strafen belegt wäre, und eine Unterschreitung ist aus kostenminimierender Perspektive nicht im Interesse der Unternehmen.

Ein negatives Cap wird möglich, wenn das Verhältnis über 100% hinausgeht, die Unternehmen also mehr RUs oder RU-Anteile erwerben müssen, als sie EAs benötigen und

---

<sup>314</sup> Vgl. Oxera (022), S. 40.

<sup>315</sup> Vgl. La Hoz Theuer, S. et al. (2021), S. 26.

keine EAs ohne entsprechende Verpflichtungen mehr genutzt werden.<sup>316</sup> Die Verpflichtung setzt eine Strafe für Zuwiderhandlung voraus, wodurch eine Überschreitung unwahrscheinlich wird. Eine Realisierung eines negativeren Emissionswertes ist nicht zu erwarten, solange die Unternehmen kostenminimierend agieren.

Durch die direkte Kopplung der beiden Nachfragen sind Obergrenzen und Mindestwerte unerheblich.

### *Staatliche Kontrolle*

Der Staat hat durch das von ihm festgelegte Verhältnis der Kopplung und durch die Möglichkeit der Steuerung der EA-Menge sowohl einen direkten als auch einen indirekten Einfluss auf die Nachfrage nach RUs. Die RU-Verpflichtung gilt, ohne weitere Beschränkungen, für alle ETS-Unternehmen, sodass die Frage, welche Unternehmen RUs nutzen dürfen, hinfällig wird. Zugangsbeschränkungen für NET-Betreiber sind nicht ausdrücklich vorgesehen, obwohl sie in diesem Marktdesign durchsetzbar sind. Dabei ist zu beachten, dass sie Auswirkungen auf die Effizienz des Markts für Negativemissionen haben.<sup>317</sup>

### *Statische Effizienz*

Unter der Annahme, dass die Verpflichtung nicht auch rückwirkend für noch im Umlauf befindliche EAs aus den letzten Jahren gilt, wird es in den ersten Jahren nach Einführung zum Handel unterschiedlicher EA-Typen auf dem Sekundärmarkt kommen. Der eine Typ bringt bereits eine Verpflichtung mit sich, auch eine RU zu erwerben, der andere Typ ist frei von dieser Vorgabe. Entsprechend der unterschiedlichen Eigenschaften wird es zu Preisunterschieden zwischen den beiden Typen kommen.<sup>318</sup> Es gilt kein einheitliches Preissignal für EAs und RUs. Ein solches ist jedoch in diesem Marktdesign nicht von Bedeutung, da RUs keine Alternative zu EAs sind, sondern nur untereinander konkurrieren. Dieser Wettbewerb schafft für alle Marktakteure ein einheitliches Preissignal, sodass der Markt für RUs effizient ist. Nimmt man an, dass keine RUs mehr als Substitute für EAs eingesetzt werden können, steigt das Kostenminimum des EU ETS gegenüber dem von zwei verbundenen Märkten vermutlich an, je tiefer das Cap sinkt, da die EA-Preise steigen und kostengünstige RUs als Alternative nicht zur Verfügung stehen. Das EU ETS würde dennoch seine Effizienz beibehalten, da die kosteneffizientesten Reduzierungs- bzw. Vermeidungsmaßnahmen umgesetzt werden würden und die Reduktions- und EA-Grenzkosten minimal wären.

---

<sup>316</sup> Ein Kritikpunkt ist, dass eine solche Verpflichtung den finanziellen Aufwand der Emissionsentnahme auf wenige Unternehmen (hier ETS-Unternehmen) überträgt. Eine frühzeitige Einführung des Verhältnisses würde es ermöglichen, möglichst viele ETS-Unternehmen frühzeitig an diesem Aufwand zu beteiligen.

<sup>317</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 40.

<sup>318</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 39.

Ein funktionierender Wettbewerb ist unter anderem von der Anzahl der Akteure abhängig.<sup>319</sup> Deshalb sind etwaige Zulassungsbeschränkungen, wie zuvor bereits angesprochen, mit Vorsicht festzulegen. Zudem ist dieses Marktdesign empfindlich gegenüber einem zeitverzögerten Markthochlauf der NETs.<sup>320</sup> Da das Angebot an EAs und die Nachfrage gleichbleiben, hat dieses Marktdesign keine Auswirkungen auf die Liquidität des EU ETS. Unsicherheiten treten insbesondere in Verbindung mit der Einführung auf. Transparente und frühzeitige Ankündigungen seitens der Politik können einen Teil davon ausräumen, z. B. wenn es um die Frage geht, wann und in welchen Anteilsschritten die RU-Verpflichtung eingeführt wird.

### *Kostenallokation*

In diesem Marktdesign müssen die Unternehmen die Verantwortung für ihre Emissionen übernehmen. Deshalb sind sie verpflichtet, die Entnahmekosten aufzubringen, indem sie die RUs, ggf. unabhängig von der Kostenentwicklung, sogar bei hohen Preisen kaufen müssen.<sup>321</sup> Somit tragen die Unternehmen das Risiko schwankender Preise für RUs. Durch die Verpflichtung sowohl EAs als auch RUs zu erwerben, entstehen den ETS-Unternehmen hohe Kosten, die umso höher sind, je größer das festgelegte Verhältnis von RUs zu EAs ist. Dies birgt die Gefahr, dass Unternehmen abwandern oder zumindest die emissionsintensiven Prozesse in Länder außerhalb des EU ETS verlegen.<sup>322</sup> Das ist sowohl aus ökonomischer Sicht als auch aus der Perspektive des Klimaschutzes nicht wünschenswert. Zudem ist das Risiko, dass Unternehmen die finanzielle Last nicht tragen können, hoch. Diese beiden negativen Folgen der RU-Verpflichtung können durch zusätzliche Maßnahmen abgemildert oder sogar vermieden werden. Mögliche Maßnahmen lassen sich in zwei Kategorien unterteilen. Die erste Kategorie beinhaltet Maßnahmen, die Unternehmen durch eine schrittweise Einführung der Verpflichtung entlasten und ihnen Zeit geben, sich auf die Kosten einzustellen. Wie eine stufenweise Einführung aussehen kann, wurde oben beschrieben. Die zweite Kategorie beinhaltet Maßnahmen, die zusätzliche finanzielle Mittel vom Staat bereitstellen, um einen Teil der Kosten auszugleichen.<sup>323</sup> In diesem Fall würde der Staat zusätzliche Kosten stemmen müssen. Ein Instrument außerhalb dieser Kategorien, das bereits erarbeitet wurde, um Leakage entgegenzuwirken, ist der CBAM.<sup>324</sup> Dieser könnte entsprechend angepasst werden. In diesem Fall würden die Importeure ausländi-

---

<sup>319</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 39-40.

<sup>320</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 40.

<sup>321</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 39.

<sup>322</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 20, 39-40.

<sup>323</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 39-40.

<sup>324</sup> Vgl. Europäischer Rat, Rat der Europäischen Union (o.J.b).

scher Waren höhere Kosten tragen müssen. Eine Deckelung der RU-Preise würde ein effektives Preissignal einschränken und ggf. zusätzliche Fördermittel für NET-Betreiber erforderlich machen, die je nach Gestaltung wiederum zusätzliche Kosten für Unternehmen oder den Staat bedeuten würden.

Eine weitere Möglichkeit, die Kosten für Unternehmen abzumildern, bietet der Vorschlag von Lyngfelt, Fridahl und Haszeldine, „Atmospheric CO<sub>2</sub> removal deposits“ (ACORDs) einzuführen. Unternehmen, also in diesem Kontext ETS-Unternehmen, müssen entsprechend der Höhe ihrer Emissionen Einlagen kaufen, die als Garantien für die zukünftige Entfernung dienen.<sup>325</sup> Übertragen auf die RU-Verpflichtung müssten die ETS-Unternehmen für jede erworbene EA zuvor definierte Einlagen tätigen. Im Gegenzug erhalten sie Pfandscheine, die einlösbar sind, sobald sie die Entfernung nachweisen können.<sup>326</sup> In diesem Fall erfolgt der Nachweis durch eine RU. Die hinterlegten Summen werden in der Zwischenzeit angelegt, sodass der Wert der Pfandscheine ansteigt. Es ist davon auszugehen, dass die Unternehmen abwarten, bis der Wert höher liegt als die Kosten für die Negativemissionen, bevor sie die Scheine einlösen. Um zu vermeiden, dass die Einnahmen für NET-Betreiber sich verzögern, sollten die Einlagen möglichst genau die Kosten für Negativemissionen widerspiegeln<sup>327</sup>, hier also die RU-Preise. Außerdem rechnen die Autoren mit kostensenkenden Subventionen für Pionieranlagen. Da die Einlagen Kapital binden, ist zudem davon auszugehen, dass die Unternehmen ein Interesse daran haben, trotz steigenden Wertes die Pfandscheine einzulösen. Die Autoren gehen des Weiteren davon aus, dass die von der Verpflichtung betroffenen Unternehmen Langzeitverträge mit NET-Betreibern abschließen, durch die letztere Sicherheit für Investitionsmaßnahmen erlangen würden. Über diesen grundlegenden Ansatz der ACORDs hinausgehend kann auch ein Markt für den Handel mit Pfandscheinen geschaffen werden, der eine effizientere Ressourcenallokation begünstigen würde.<sup>328</sup> Gegenüber der Finanzierung aus einem Fonds, der z. B. aus Steuereinnahmen generiert wird, ist die Gefahr für ACORDs, zweckentfremdet zu werden, geringer.<sup>329</sup>

### *Dynamische Anreizwirkung*

Die dynamische Anreizwirkung für NET-Betreiber ist hoch, da die RU-Verpflichtung ihnen eine Einnahmequelle zusichert. Abhängig ist die Höhe dabei von der (zu erwartenden)

---

<sup>325</sup> Vgl. Lyngfelt, A., Fridahl, M., Haszeldine, S. (2024), S. 5.

<sup>326</sup> Vgl. Lyngfelt, A., Fridahl, M., Haszeldine, S. (2024), S. 5.

<sup>327</sup> Vgl. Lyngfelt, A., Fridahl, M., Haszeldine, S. (2024), S. 5-6.

<sup>328</sup> Vgl. Lyngfelt, A., Fridahl, M., Haszeldine, S. (2024), S. 5-6.

<sup>329</sup> Vgl. Lyngfelt, A., Fridahl, M., Haszeldine, S. (2024), S. 7-8.; Bednar, J. et al. (2021), S. 378. Für Risiken im Zusammenhang mit ACORDs und Strategien zu deren Bewältigung siehe Lyngfelt, A., Fridahl, M., Haszeldine, S. (2024), S. 7, Table 3.



Nachfrage, die wiederum abhängig von der Nachfrage nach EAs und dem festgelegten Verhältnis ist und den RU-Preis beeinflusst. Je vorhersehbarer die Nachfrage ist, desto eher werden die NET-Betreiber investieren, weshalb ACORDs sich negativ auf Investitionsanreize auswirken können, da die NET-Betreiber durch diese zwar die Nachfragemenge kalkulieren können, im Gegensatz zu einer Verpflichtung zum zeitgleichen Kauf von EAs und RUs jedoch den Zeitraum, in dem die Nachfrage eintritt, schlechter einschätzen können. Generiert ein NET-Betreiber Wissen, wird er bemüht sein, dieses für sich zu behalten, da es einen Wettbewerbsvorteil darstellt und eine Verbreitung des Wissens seine Gewinnspanne verringern würde, außer er kann durch die Verbreitung des Wissens Einnahmen generieren, die diese Verluste ausgleichen. Dies wäre zum Beispiel denkbar, wenn er Patentrechte besitzt.

Dieses Marktdesign ändert die Entscheidungsmöglichkeiten der ETS-Unternehmen. Anstatt die Grenzkosten von Reduktions- bzw. Vermeidungsmaßnahmen und EAs/ggf. die von RUs gegeneinander abwägen zu müssen, stehen in diesem Marktdesign die Grenzkosten der Reduktion/Vermeidung nun im Vergleich zu der Summe aus EA- und RU-Preisen für eine weitere Tonne CO<sub>2</sub>-Emissionen.<sup>330</sup> Unternehmen können bei erfolgreichem Fortschritt mehr gewinnen, da sie die eingesparten Einheiten zu höheren Preisen verkaufen können und sparen einen größeren Betrag, wenn sie keine EAs kaufen müssen. Demnach ist die dynamische Anreizwirkung dieses Marktdesigns höher als die eines Design ohne RU-Verpflichtung. Hat ein Unternehmen es geschafft, neues technologisches Wissen und somit einen Wettbewerbsvorteil zu erlangen, der ihm eine Einsparung von THG-Emissionen ermöglicht, ist es in seinem Interesse, eine Verbreitung des Wissens in der Art, dass es einen positiven Effekt darstellt, zu vermeiden. Denn eine weite Verbreitung würde die Nachfrage nach EAs und letztlich die Höhe der Einsparungen sowie die Einnahmen aus dem Verkauf der nicht genutzten Einheiten schmälern.<sup>331</sup> Ein Anreiz, das Wissen mit anderen Unternehmen zu teilen, entsteht nur, wenn das innovative Unternehmen daraus Gewinne realisieren kann, zum Beispiel basierend auf einem Patent.

### *Praktikabilität & Einfachheit*

Die Verpflichtung und die damit einhergehenden Regelungen müssen vor der Einführung vom Staat festgelegt werden. Im laufenden Marktgeschehen selbst kommt dem Staat eine passive Rolle zu,<sup>332</sup> außer Regelungen müssen angepasst werden. Zusätzlicher Aufwand

---

<sup>330</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 40.

<sup>331</sup> Vgl. Endres, A., Rübhelke, D. (2022), S. 143-144. Die Politik könnte auf gesunkene Preise, die sich durch Fortschritt ergeben, mit verschärften Emissionszielen reagieren, um der Zielsetzung, die Emissionsreduktion anzuregen, weiterhin gerecht zu werden. Vgl. Endres, A., Rübhelke, D. (2022), S. 143-144.

<sup>332</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 39.

entsteht für den Staat durch die Regelungen, die ggf. zur Abminderung der Kosten bzw. deren Auswirkungen, denen die Unternehmen ausgesetzt sind, getroffen werden, und durch etwaige Zugangsbeschränkungen für NET-Betreiber.

Letztere würden eine (erstmalige) Teilnahme für die NET-Betreiber mit mehr Aufwand verbinden.

Des Weiteren käme es zu einer Differenzierung im Sekundärmarkt, die die Komplexität der dort getätigten Transaktionen gegenüber einem EU ETS ohne RUs erhöht. Zum Beispiel würde der Informationsaufwand für die ETS-Unternehmen steigen.

Das EU ETS müsste nicht grundlegend verändert werden. Die Abgabeverpflichtung würde lediglich auf eine entsprechende Anzahl RUs ausgeweitet werden. Daher ist es grundsätzlich möglich, die RU-Verpflichtung auch nur in einzelnen EU-Ländern einzuführen.<sup>333</sup> Allerdings dürfte dies die Wahrscheinlichkeit der Abwanderung von Unternehmen oder der Verlagerung von Emissionen erhöhen, wenn die Möglichkeit besteht, ins EU-Ausland zu gehen, um den Kosten auszuweichen. Zudem müsste zuerst geprüft werden, ob eine nationale Einführung nach europäischem Recht möglich ist.

Unternehmen können die RUs nicht als Substitut für EAs nutzen und haben höhere Anreize zur Reduktion der Emissionen. Dies dürfte Befürchtungen in der Gesellschaft lindern, dass Unternehmen RUs aus Perspektive des Klimaschutzes missbrauchen und somit der Akzeptanz zugutekommen. Andererseits kann sich das Risiko des Rückgangs/der Abwanderung der betroffenen Wirtschaftszweige auch negativ auf die Akzeptanz in der Bevölkerung auswirken, z. B. durch einen Verlust von Arbeitsplätzen, wenn nicht entsprechend gegengesteuert wird.

#### **4.3.2.6 RUs als Instrument zur Preissteuerung**

In dem Abschnitt zum EU ETS wurde die MSR beschrieben, die auf Mengenwerten basiert. Neben diesem Instrument gibt es ein preisinduziertes Instrument, das es ermöglicht, EAs, die erst in Zukunft versteigert werden sollen, vorzuziehen, oder EAs aus der MSR freizusetzen, wenn länger als ein halbes Jahr lang die EA-Preise den Durchschnittspreis der letzten zwei Jahre um mehr als das Dreifache übersteigen.<sup>334</sup>

EAs vorzuziehen bedeutet, dass die Verfügbarkeit dieser in der Zukunft noch knapper wird, sodass die Preissteigerung in die Zukunft verlegt wird. Der Einsatz von EAs aus der MSR würde den Umfang der zusätzlichen Emissionsreduktionen verringern.<sup>335</sup>

---

<sup>333</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 39.

<sup>334</sup> Vgl. RICHTLINIE 2009/29/EG, Artikel 29a.

<sup>335</sup> Vgl. Rickels, W. et al. (2022), S. 4.

Rickels et al. schlagen vor, anstatt EAs RUs zu nutzen, um die Überschreitung einer Preisgrenze zu vermeiden. Dies hätte den Vorteil, dass die Netto-Emissionen nicht durch die Freigabe von Einheiten beeinflusst werden würden. RUs würden demnach in den Markt eingeführt werden, wenn die Preisgrenze erreicht wird. Unternehmen könnten sie dann an Stelle der EAs einsetzen. Damit in der Zukunft ausreichend RUs zur Verfügung stehen, wenn sie benötigt werden, muss ein System eingerichtet werden, das diese im Voraus erwirbt. Die erworbenen RUs können dann entweder in die MSR oder in eine neue eigene Reserve eingespeist werden. Da RUs an sich aktuell noch nicht wettbewerbsfähig gegenüber EAs sind, liegt hier ein weiterer Vorteil dieses Instruments. Denn durch das Vorabkaufprogramm können NET-Betreiber Einnahmen generieren. Die finanziellen Mittel könnte der Staat z. B. aus dem Innovationsfond entnehmen. Die Entscheidung, welche RUs gekauft werden, könnte über verschiedene Ausschreibungen je NET getroffen werden. Eine Möglichkeit bietet die Reverse-Auction. Zudem ist die Gestaltung des Kaufabkommens als Termingeschäft möglich.<sup>336</sup>

Alternativ zum unter dem aktuellen Design naheliegenden regelbasierten Einsatz der RUs könnte auch eine Zentralbank eingerichtet und mit einem den Zielsetzungen entsprechenden Mandat und Ressourcen ausgestattet werden.<sup>337</sup> Diese könnte diskretionär die Anzahl an EAs und RUs entlang eines vorgegebenen Netto-Emissionspfad steuern und dadurch Preisausschläge abdämpfen.<sup>338</sup> Alternativ wäre eine Agentur innerhalb der Europäischen Kommission vorstellbar, die sich um die aktive Steuerung der RUs kümmert.<sup>339</sup>

Der Austausch der EA-Reserve durch eine RU-Reserve dient der ökologischen Treffsicherheit des EU ETS insofern, als dass die Netto-Emissionen trotz Einsatz der Reserve gleichbleiben und somit die Einhaltung eines festgelegten Netto-Caps nicht beeinflusst wird. Die Brutto-Emissionen hingegen steigen durch die Nutzung von RUs an. Der Staat hat nur begrenzten Einfluss auf die Anzahl der RUs, die eingesetzt werden, wenn er die preisbasierten Regeln festlegt. Die Möglichkeit, Regelungen zu Grenzwerten für RUs aufzustellen und den Rest der Reserve mit EAs zu bestreiten, wird an dieser Stelle bewusst vernachlässigt. Ansonsten bestimmen die Zentralbank bzw. die Agentur das Verhältnis von RUs und EAs auf dem Markt. Die RU- und EA-Preise würden im EU ETS zwar auf dem gleichen Niveau sein, allerdings ist dieser Preis nicht das Preissignal, das bei den NET-Betreibern ankommt, da diese die RUs bereits vorab an den Staat verkauft haben. Daher ist die Zielerreichung zu minimalen Vermeidungskosten nur unter Einschränkung erreicht, vor allem,

---

<sup>336</sup> Vgl. Rickels, W. et al. (2022), S. 4.

<sup>337</sup> Vgl. Rickels, W. et al. (2022), S. 4; Rickels, W., Rothenstein, R. (2022), S. 249.

<sup>338</sup> Vgl. Rickels, W., Rothenstein, R. (2022), S.249.

<sup>339</sup> Vgl. Rickels, W. et al. (2022), S. 4.

wenn der Staat bereit ist, RUs zu höheren Preisen als EA-Preisen einzukaufen. Die Liquidität des EU ETS würde durch den Einsatz des Mechanismus zur Änderung der Angebotsmenge beeinflusst werden. Die Liquidität des Markts für Negativemissionen profitiert vom Staat als zusätzlichem Nachfrager, wodurch das Risiko, keine passende Nachfrage zum vorhandenen Angebot zu finden, sinkt. Gegebenenfalls können durch die Nachfrage des Staates auch die Transaktionskosten für die NET-Betreiber sinken.<sup>340</sup> Die Kosten würden im Falle, dass die RUs mit Mitteln aus dem Innovationsfonds bezahlt werden, der sich aus den ETS-Einnahmen zusammensetzt<sup>341</sup>, nicht direkt auf den Steuerzahler zurückfallen. Waren die Mittel jedoch ursprünglich für Maßnahmen gedacht, die der Bevölkerung Nutzen bringen, entstehen Opportunitätskosten. Wird die Reserve genutzt, um überhöhte Preise zu vermeiden, wird die dynamische Anreizwirkung des Emissionshandels auf die ETS-Firmen reduziert. Wird wiederum bei zu niedrigen Preisen die Reserve mit im Umlauf befindlichen Einheiten aufgefüllt, stärkt dies die dynamische Anreizwirkung. Letztlich würde die dynamische Anreizwirkung in einem Spektrum, das sich durch den Preiskorridor ergibt, schwanken. Ersetzt man die aktuellen Instrumente Preissteuerung und die MSR durch dieses Instrument, dürfte sich der Austausch nicht signifikant auf die dynamische Anreizwirkung auf ETS-Unternehmen auswirken, da alle das Angebot und die Preise mit der gleichen Absicht auf ähnliche Art und Weise beeinflussen. Die dynamische Anreizwirkung auf die NET-Betreiber ist abhängig von den Verfahren zur Bestimmung, welche RUs für die Reserve gekauft werden. Im Falle einer Reverse-Auction würden die Anreize für die NET-Betreiber darin bestehen, möglichst effizient zu produzieren, um so den Zuschlag zu erhalten und Gewinne zu realisieren. Die Verbreitung von neuem Wissen würden sie verhindern wollen, um den Wettbewerbsvorteil in der Auktion nicht zu verlieren, außer sie rechnen mit hohen Gewinnen durch die Verbreitung, z. B. basierend auf einem Patentrecht.

Damit RUs in dieser Form eingesetzt werden können, muss das EU ETS um die Erlaubnis ergänzt werden, diese an Stelle von EAs abgeben zu können. Zudem bereitet entweder die Festlegung der Regeln oder die Einrichtung des zuständigen Organs administrativen Aufwand. Im zweiten Fall wäre der Aufwand während der Durchführung höher, da regelmäßig Entscheidungen über die zur Verfügung zu stellende Menge an RUs getroffen werden müssen, während im ersten Fall ein Automatismus die Mengenanpassungen steuert. Des Weiteren entsteht dem Staat bzw. dem Organ Aufwand durch den Beschaffungsprozess, dessen Ausgestaltung ebenso den Aufwand und die Komplexität erhöht, mit denen sich die NET-Betreiber auseinandersetzen müssen.

---

<sup>340</sup> Vgl. La Hoz Theuer, S. et al. (2021), S. 45.

<sup>341</sup> Vgl. European Commission (2021 b), S. 17.

Die Akzeptanz in der Gesellschaft für ein solches Instrument könnte dadurch gestärkt werden, dass diese Art der Verwendung der RUs zu einer weiter in der Zukunft liegenden schrittweisen Einführung von Negativemissionen führt und somit die Gefahr reduziert wird, dass Reduktionsmaßnahmen zu früh eingeschränkt werden.<sup>342</sup> Einen negativen Einfluss auf die Akzeptanz könnte jedoch die Frage der Finanzierung haben, wenn der Staat sich dazu entscheidet, Steuermittel zu nutzen.

### 4.3.3 Ergebnisse des Vergleichs

An dieser Stelle soll nochmals erwähnt werden, was bei der Betrachtung einiger Marktdesigns bereits erläutert wurde, nämlich, dass eine Einführung von Negativemissionen in das EU ETS, wie auch immer gestaltet, die gleichzeitige Existenz eines freiwilligen Marktes für Negativemissionen nicht ausschließt. Es muss lediglich sichergestellt werden, dass der entfernte Kohlenstoff nicht doppelt gezählt wird. Die gleichzeitige Existenz beider Systeme und ggf. die Förderung durch CCfDs (siehe Abschnitt 4.4) würde verschiedene Einnahmequellen für NETs bieten und könnte sich somit positiv auf die Verteilung der Kosten zwischen den Steuerzahlern, die ggf. die Kosten für CCfDs tragen müssten, den Unternehmen als Verursachern und den freiwilligen Akteuren auswirken.<sup>343</sup>

Tabelle 2 (siehe S. 79-80) bietet eine Übersicht über ausgewählte Ergebnisse des Vergleichs.

Die Kosten, die durch die Anpassung der EA-Menge entstehen, sind für die Marktdesigns 1) – 4) gleich. Für die Marktdesigns 5) und 6) sind sie nicht relevant. Zudem können sie, wie zuvor beschrieben, durch weitere Maßnahmen verteilt werden. Deshalb werden sie in der Tabelle nicht aufgeführt.

Zur Einstufung der Akzeptanz in der Gesellschaft wurde die Kontrollfähigkeit des Staates höher bewertet als die Kosten für Steuerzahler. Zudem wurden Marktdesigns mit höherer Effizienz und besserer Liquidität positive Auswirkungen auf die Akzeptanz zugeschrieben, die jedoch hinter denen der Kontrolle des Staates und der Kostenallokation zurückstehen. Marktdesign 5) hat eine geringere Akzeptanz als 3), da die Gesellschaft Carbon Leakage<sup>344</sup> befürchtet und der Staat keine Zugangsbeschränkungen für NET-Betreiber aufstellt.

Ein integrierter Markt und eine RU-Verpflichtung müssen nur einmal eingeführt werden und benötigen keine weiteren Regelungen, wie z. B. bei 3). Deshalb wird der zusätzliche

---

<sup>342</sup> Vgl. Rickels, W. et al. (2022), S. 4.

<sup>343</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 18.

<sup>344</sup> Für eine Erläuterung des Begriffs „Carbon Leakage“ siehe Kapitel 4.6.

administrative Aufwand im Vergleich zum aktuellen EU ETS für diese zwei Marktdesigns als gering bewertet. Die dritte Option führt, im Vergleich zu 1), 2) und 4), zu höherem Aufwand für Marktteilnehmer, da etwaige qualitative und quantitative Regelungen beachtet werden müssen, die die anderen Marktdesigns nicht haben.

	1) Verbunden durch den Staat	2) Preis-Cap	3) Verbunden mit Regulierungen	4) Integrierte Märkte	5) RU-Verpflichtung	6) RUs zur Preissteuerung
<b>Ökologische Treffsicherheit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Positives Cap</li> <li>Netto-Null Cap</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Positives Cap</li> <li>Netto-Null Cap</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Positives Cap</li> <li>Netto-Null Cap</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Positives Cap</li> <li>Netto-Null Cap</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Positives Cap</li> <li>Negatives Cap</li> <li>Netto-Null Cap</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Keine Verschiebung des Netto-Caps zur Preissteuerung nötig</li> </ul>
<b>Staatliche Kontrolle</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aktive Rolle des Staates</li> <li>Vollständige Kontrolle über Anzahl und Herkunftsort der RUs</li> <li>Vollständige Kontrolle über Verhältnisse von EAs und RUs und somit indirekt über Reduktionen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Regulierender Staat</li> <li>Kontrolle über EA-Menge und somit nur indirekt über das Verhältnis von RUs, EAs und Reduktion</li> <li>Zusätzliche Regulierungen möglich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Regulierender Staat</li> <li>Kontrolle über qualitative und quantitative Faktoren</li> <li>Vollständige Kontrolle über Verhältnisse von EAs und RUs und somit indirekt über Reduktionen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Weniger regulierende Rolle des Staats als in 1) &amp; 2)</li> <li>Kontrolle über EA-Menge und somit nur indirekt über das Verhältnis von RUs, EAs und Reduktion</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Weniger regulierende Rolle des Staats als in 1) &amp; 2)</li> <li>Kontrolle über das Verhältnis von EAs und RU</li> <li>Kontrolle über EA-Menge und somit indirekt über Reduktionen</li> <li>Zusätzliche Regulierungen möglich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Unverändertes Maß an staatlichen Eingriffen</li> <li>Nur indirekte Kontrolle über das Verhältnis von EAs und RUs, wenn der Staat preisbasierte Regeln festlegt</li> <li>Kontrolle über EA-Menge und somit indirekt über Reduktionen</li> </ul>
<b>Statische Effizienz &amp; Liquidität des EU ETS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nicht effizient bzw. eingeschränktes Kostenminimum</li> <li>Liquidität nur gering verbessert</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Preis-Cap verhindert das optimale Marktgleichgewicht</li> <li>Liquidität verbessert</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Einheitliches Preissignal</li> <li>Kostenminimum durch Regulierungen ggf. eingeschränkt</li> <li>Liquidität durch Regulierungen geringer als in 2)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Effizient</li> <li>Höhere Liquidität als in 2)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Der Markt für Negativemissionen ist effizient</li> <li>Kein Einfluss auf Liquidität</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Eingeschränktes Kostenminimum durch staatliches Eingreifen</li> <li>Einfluss auf Liquidität in beide Richtungen</li> </ul>
<b>Kostenallokation (Wer zahlt?)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hauptsächlich der Staat und somit ggf. der Steuerzahler, wenn nicht durch zusätzliche Regelungen verteilt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Unternehmen zahlen für RUs anstatt EAs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Unternehmen zahlen für RUs anstatt EAs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Unternehmen zahlen für RUs anstatt EAs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Unternehmen zahlen für RUs und EAs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Unternehmen zahlen für RUs, da die Einnahmen des Innovationsfond aus dem ETS stammen</li> </ul>

Tabelle 2: Vergleich der Marktdesigns

Quelle: Eigene Darstellung

	1) Verbunden durch den Staat	2) Preis-Cap	3) Verbunden mit Regulierungen	4) Integrierte Märkte	5) RU-Verpflichtung	6) RUs zur Preissteuerung
<b>Dynamische Anreizwirkung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ (Keine) Anreizwirkung auf NET-Betreiber, die neutral gegenüber der Wissensverbreitung sind,</li> <li>▪ Dynamische Anreizwirkung auf Unternehmen, ggf. nur unverändert, wenn Anpassung EA-Menge</li> <li>▪ Interesse an Geheimhaltung für NET-Betreiber</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Anreizwirkung auf NET-Betreiber, gedeckelt durch Preis-Cap</li> <li>▪ Dynamische Anreizwirkung auf Unternehmen unverändert, wenn Anpassung EA-Menge</li> <li>▪ Interesse an Geheimhaltung für NET-Betreiber und Unternehmen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Anreizwirkung beschränkt auf zugelassene NET-Betreiber und gedeckelt durch EA-Preis</li> <li>▪ Anreizwirkung auf Unternehmen unverändert, wenn Anpassung EA-Menge</li> <li>▪ Interesse an Geheimhaltung für NET-Betreiber und Unternehmen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Anreizwirkung beschränkt auf abgedeckte NET-Betreiber und gedeckelt durch EA-Preis</li> <li>▪ Anreizwirkung auf Unternehmen unverändert, wenn Anpassung EA-Menge</li> <li>▪ Interesse an Geheimhaltung für NET-Betreiber und Unternehmen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Hohe Anreizwirkung für NET-Betreiber, Höhere dynamische Anreizwirkung auf Unternehmen</li> <li>▪ Interesse an Geheimhaltung für NET-Betreiber und Unternehmen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Anreizwirkung auf NET-Betreiber, wenn Reverse-Auction</li> <li>▪ Anreizwirkung auf Unternehmen abhängig vom Einsatz des Instruments, aber immer innerhalb eines durch den Preis festgelegten Korridors</li> <li>▪ Interesse an Geheimhaltung für NET-Betreiber und Unternehmen</li> </ul>
<b>Praktikabilität &amp; Einfachheit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sehr hoher administrativer Aufwand</li> <li>▪ Ggf. RUs als Substitute erlauben und ggf. Auktionen anpassen</li> <li>▪ Hohe gesellschaftliche Akzeptanz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Geringer administrativer Aufwand</li> <li>▪ RUs als Substitute erlauben</li> <li>▪ Geringere gesellschaftliche Akzeptanz im Vergleich zu 1)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Hoher administrativer Aufwand</li> <li>▪ Höherer Aufwand für Marktteilnehmer als in 1), 2), 4)</li> <li>▪ RUs als Substitute erlauben</li> <li>▪ Höhere gesellschaftliche Akzeptanz als unter 1)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Geringer administrativer Aufwand</li> <li>▪ RUs als Substitute erlauben und Auktionen anpassen</li> <li>▪ Geringere gesellschaftliche Akzeptanz im Vergleich zu 1)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Geringer Administrativer Aufwand</li> <li>▪ Ausgestaltung und Einführung der Verpflichtung</li> <li>▪ Geringere gesellschaftliche Akzeptanz als in 3)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Geringer administrativer Aufwand</li> <li>▪ EAs als Substitute erlauben und Änderung des Instruments</li> <li>▪ Höhere gesellschaftliche Akzeptanz als unter 1)</li> </ul>

Fortsetzung von Tabelle 2: Vergleich der Marktdesigns



Der Vergleich betrachtet die ökologische Treffsicherheit der Marktdesigns unter der Annahme, dass keine zusätzlichen Regelungen zur Erreichung eines negativen Caps getroffen werden. Daher bietet nur die RU-Verpflichtung von vornherein einen Weg, ein negatives Cap zu realisieren. Teil der Versteigerung sind die RUs ggf. in Option 1) sowie in den Optionen 4) und 6). Ansonsten werden sie auf dem Markt für Negativemissionen erworben. In allen Marktdesigns können die RUs nach Erwerb bei Bedarf auf dem Sekundärmarkt weiterverkauft werden.

Die Rolle des Staates variiert von Modell zu Modell zwischen aktivem Vermittler und regulatorischem Eingreifer. Die Möglichkeit, das Verhältnis von EAs und RUs direkt zu bestimmen, hat er im Zuge der Marktdesigns 1), 3) und 5). Den geringsten Grad an Kontrolle bieten 4) und 6).

Die Kosten für RUs werden in allen Marktdesigns bis auf ggf. in 1) von den Unternehmen getragen. Dennoch sticht die RU-Verpflichtung bei diesem Kriterium heraus, da hier die Unternehmen die Preise für die erworbenen RUs nicht anstatt der EAs zahlen, sondern zusätzlich zu diesen. Im Gegensatz zu den anderen Marktdesigns ist dieses das einzige, dass ETS-Unternehmen zur Entnahme der THG-Emissionen aus der Atmosphäre verpflichtet. Wie dem Risiko, dass es durch zu hohe Kosten für die ETS-Unternehmen zu Carbon Leakage kommt, entgegengewirkt werden kann, wird in Abschnitt 4.6 thematisiert. Die dynamische Anreizwirkung auf die ETS-Unternehmen ist in diesem Marktdesign auf Grund der hohen Preise für THG-Emissionen am stärksten. Gleiches gilt für die dynamische Anreizwirkung auf die NET-Betreiber, da alle ihre RUs zu hohen Preisen, uneingeschränkt durch den EA-Preis, anbieten können und ein gewisses Maß an Nachfrage garantiert ist, solange noch EAs gehandelt werden.

Aus Sicht des Klimaschutzes ist deshalb die RU-Verpflichtung die zu bevorzugende Option. Aus ökonomischer Sicht, mit dem Ziel statischer Effizienz, ist hingegen das Marktdesign 4) mit der vollständigen Integration der NET-Betreiber am besten zu bewerten.

Das Kriterium, die dynamische Anreizwirkung auf die ETS-Unternehmen nicht durch die Einführung der RUs zu gefährden, erfüllen bis auf Option 6) alle Marktdesigns, wenn die EA-Menge entsprechend der Anzahl der gehandelten RUs gekürzt wird. Option 6) kann sich unterschiedlich auf die dynamische Anreizwirkung auswirken. Es wird angenommen, dass die RUs als Instrument zur Preissteuerung die MSR und aktuelle Regelungen zur Preissteuerung ersetzen. Eine signifikante Änderung der dynamischen Anreizwirkung wird dadurch nicht erwartet, da die Instrumente diese in ähnlicher Weise beeinflussen.

Marktdesign 3) bietet ein deutliches Beispiel für den Zielkonflikt zwischen der Kontrolle über die Art der zugelassenen RUs und dem Wirkungsumfang der dynamischen Anreizwirkung, auch wenn dieser nicht im Fokus der Analyse steht. Die Anreize können nämlich nur auf die Unternehmen wirken, die Teil des Systems sind. Dadurch kann die dynamische Anreizwirkung eines EU ETS mit RUs unter 3) nicht ihr volles Potential entfalten und liegt in der Breite ihrer Wirkung hinter der von 4) zurück.<sup>345</sup> Ein weiterer Zielkonflikt besteht zwischen der Art und Weise der Kostenallokation und der dynamischen Anreizwirkung auf ETS-Unternehmen, wie das Marktdesign mit RU-Verpflichtungen zeigt. Zudem gilt es abzuwägen, wie viel staatliche Kontrolle gewünscht ist, da staatliche Eingriffe und Beschränkungen des Marktes einerseits zu Lasten eines freien Wettbewerbs gehen, andererseits aber benötigt werden, um Marktversagen entgegenzuwirken.

Bis hierher stand die Frage im Fokus, welche Marktdesigns es gibt, die RUs mit in das EU ETS einbeziehen und dabei die Reduktionsanreize nicht schädigen und wie diese sich unterscheiden. Nun sollen diese Marktdesigns aus der Perspektive der Frage betrachtet werden, wann ein günstiger Zeitpunkt für ihren Einsatz ist. Dazu wird auf den Abschnitt zur Kostenentwicklung (siehe 3.4) verwiesen. Hier wurde gezeigt, dass sich die Kosten für Negativemissionen und für EAs sowie die Kosten für Negativemissionen und für Reduktionsmaßnahmen aneinander annähern. Zum aktuellen Zeitpunkt und zu Beginn der Einführung von RUs könnte sich die Verbindung der beiden Märkte durch den Staat, Option 1), anbieten.<sup>346</sup> Unter diesem Marktdesign hat der Staat, in Abhängigkeit von der konkreten Ausgestaltung, die meiste Kontrolle über die Anzahl, die Art sowie die Zuteilung der RUs. Mit der Zeit, also wenn die NETs reifer werden und die Preise im EU ETS steigen, könnte zu Option 3) oder (später) zu Option 2) übergegangen werden.<sup>347</sup> Dabei ist eine zusätzliche staatliche Förderung notwendig, um aktuelle Kostenunterschiede auszugleichen. Dieser Förderbedarf sinkt mit fortlaufender Zeit durch die oben beschriebene Annäherung.<sup>348</sup> Letztlich bietet sich die vollständige Integration an, sobald die RUs gegenüber den EAs wettbewerbsfähig sind, also die Kosten ausgeglichener sind als zum Zeitpunkt der Einführung der vorherigen Marktdesigns.<sup>349</sup> Diese schrittweise Anpassung der Marktdesigns beugt dem Risiko einer Überförderung vor, während gleichzeitig in Kombination mit weiteren Förderungen Anreize für Investitionen geschaffen werden.<sup>350</sup> Für die Um-

---

<sup>345</sup> Vgl. Endres, A., Rübhelke, D. (2022), S. 321-322.

<sup>346</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 34.

<sup>347</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 36.

<sup>348</sup> Vgl. Dilly, S. et al. (2023), S. 42.

<sup>349</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 37-38.

<sup>350</sup> Vgl. Dilly, S. et al. (2023), S. 42.

setzung der RU-Verpflichtung, Option 5), ist ein Angebot an RUs, das die induzierte Nachfrage decken kann, eine notwendige Bedingung,<sup>351</sup> außer man führt sie in Verbindung mit ACORDs ein. Um das Ziel der Klimaneutralität der EU für 2050 und netto-negative THG-Emissionen in den darauffolgenden Jahren zu realisieren, müssen emittierte THG durch Negativemissionen ausgeglichen werden. Entgegen der Aussage von Oxera kommt diese Arbeit zu dem Schluss, dass die Einführung der RU-Verpflichtung nicht notwendig ist, um Klimaneutralitätsziele zu erreichen,<sup>352</sup> da die RUs auch durch andere Mittel, wie Abgaben von Steuerzahlern und/oder Unternehmern, bezahlt werden könnten. Die Verpflichtung stellt jedoch durchaus eine Möglichkeit dar, einen Beitrag zur Zielerreichung zu leisten. Entscheidet die Politik sich für dieses Mittel, scheint eine Einführung bis spätestens 2050 sinnvoll. Für die Realisierung von netto-negativen THG-Emissionen ist es wahrscheinlich, dass der Staat die Rolle eines zusätzlichen Nachfragers einnimmt.<sup>353</sup>

Der Einsatz von RUs als Instrument zur Preisstabilisierung, Option 6), kann gleichzeitig zu den Abläufen der anderen Marktdesigns geschehen und als alternativer Startpunkt noch vor Option 1) eingeführt werden. Tatsächlich können auch die anderen Marktdesigns, abgesehen von der RU-Verpflichtung, gleichzeitig umgesetzt werden. Theuer et al. gehen davon aus, dass es möglich ist, verschiedene Marktdesigns auf verschiedene NETs anzuwenden und dass in diese Richtung weiter geforscht werden sollte. Permanente und wettbewerbsfähige NETs könnten gemäß ihrer Ausführungen direkt von ETS-Unternehmen erworben werden, wie es in den Marktdesigns 3) und 4)<sup>354</sup> sowie 2) der Fall ist. NETs mit hohen Produktionskosten hingegen, die noch nicht wettbewerbsfähig sind, könnten unter Option 1) kontrolliert durch den Staat mit Hilfe des EU ETS unterstützt werden.<sup>355</sup> Die Marktdesigns sind sehr modellhaft dargestellt. In der Realität können auch Zwischenformen umgesetzt werden.<sup>356</sup>

#### 4.4 Carbon Contracts for Difference

Im Abschnitt 3.4 wurde gezeigt, dass ingenieurbasierte NETs aktuell noch nicht wettbewerbsfähig wären, würde man sie in das EU ETS als Substitute für EAs einführen. Je abhängiger die NET-Betreiber von den Einnahmen aus dem EU ETS sind, umso mehr zusätzliche Förderung benötigen sie somit. Auch die Europäische Kommission hat bereits erkannt, dass zusätzliche Förderungen zu Beginn der Einführung von Negativemissionen in

---

<sup>351</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 40.

<sup>352</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 40.

<sup>353</sup> Vgl. Dilly, S. et al. (2023), S. 43.

<sup>354</sup> Vgl. La Hoz Theuer, S. et al. (2021), S. 52.

<sup>355</sup> Vgl. La Hoz Theuer, S. et al. (2021), S. 52.

<sup>356</sup> Vgl. La Hoz Theuer, S. et al. (2021), S. 52.

das Preissystem des EU ETS notwendig sind.<sup>357</sup> In der Erläuterung der Marktdesigns wird auf diese aktuelle Situation mit dem Verweis auf CCfDs hingewiesen. Im Folgenden werden diese näher erläutert werden.

In Kombination mit der Einführung der RUs in das EU ETS können parallel CCfD mit den NET-Betreibern abgeschlossen werden.<sup>358</sup> Im Kern sind CCfDs Langzeitverträge zwischen zwei Parteien.<sup>359</sup> Im Sinne dieser Arbeit sind die beiden Parteien der Staat und die NET-Betreiber, die einen Preis für RUs vereinbaren. Durch diesen so festgelegten Preis erhalten die NET-Betreiber Sicherheit in einem ansonsten, auf Grund des volatilen CO<sub>2</sub>-Preises und nicht vorhersehbarer politischer Aktionen, von Unsicherheit geprägten Markt.<sup>360</sup>

CCfDs sind ein junges Instrument und werden eingesetzt, um Reduktionsmaßnahmen in der Industrie zu fördern. Es gibt verschiedene Ausgestaltungen von CCfDs. Die schlichteste ist die Einigung auf einen festen effektiven Kohlenstoffpreis (strike-price), bis zu dem alle durch die Reduktionsmaßnahme eingesparten Emissionen gefördert werden. Liegt der effektive Kohlenstoffpreis, der dem Erlös pro Tonne Kohlenstoffdioxid entspricht, während der Vertragslaufzeit unter dem vereinbarten Preis, erhält das Unternehmen die Differenz vom Staat ausgezahlt. Zur Bestimmung des effektiven Kohlenstoffpreises für eine eingesparte Tonne Kohlenstoff werden die Erlöse aus dem Verkauf überschüssig gewordenen EAs und die Kostenreduzierung durch die eingesparten Emissionen berücksichtigt.<sup>361</sup> Wendet man das Konzept der CCfDs auf Negativemissionen an, sollten die Einnahmen aus dem Verkauf der RUs, sowohl unter dem EU ETS als auch auf einem freiwilligen Markt, und weitere Einkommensströme (vgl. Abschnitt 3.4) berücksichtigt werden.<sup>362</sup> Daraus ergibt sich die folgende Formel:

$$\text{Effektiver CO}_2\text{-Preis} = \frac{\text{Einnahmen EU ETS} + \text{Einnahmen freiwilliger Markt} + \text{Weitere Einnahmen}}{\text{Entfernte Menge CO}_2 \text{ pro RU}}$$

Als Einheiten dargestellt:

$$\text{€/t CO}_2 = \frac{\text{€/RU}}{\text{t CO}_2/\text{RU}}$$

Der strike-price sollte in einem frühen Stadium der Einführung von Negativemissionen in das EU ETS, während diese noch nicht wettbewerbsfähig gegenüber dem CO<sub>2</sub>-Preis sind, noch einen Aufschlag enthalten. Dieser umfasst den Teil der Kosten der NET-Betreiber,

<sup>357</sup> Vgl. Europäische Kommission (2024), S. 18.

<sup>358</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 18.

<sup>359</sup> Vgl. Gerres, T., Linares, P. (2022), S. 5.

<sup>360</sup> Vgl. Gerres, T., Linares, P. (2022), S. 5.

<sup>361</sup> Vgl. Gerres, T., Linares, P. (2022), S. 5, 7, 19.

<sup>362</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 18.

die nicht durch den effektiven Kohlenstoffpreis gedeckt werden, und auch eine Marge für die NET-Betreiber, sodass die NET-Betreiber wettbewerbsfähig werden:

$$\text{Aufschlag} = \frac{\text{Kosten der NET-Betreiber} - \text{Summe der Einnahmen pro RU}}{\text{Entfernte Menge CO}_2 \text{ pro RU}} + \text{Marge}$$

Während die traditionellen CCfDs das Ziel verfolgen, den Unternehmen einen verlässlichen Einkommensstrom zu bieten, der dem Wert einer eingesparten Einheit Emissionen entspricht,<sup>363</sup> würden die CCfDs den NET-Betreibern das gleiche auf Basis entfernter THG-Emissionen aus der Atmosphäre bieten. Dabei können CCfDs unabhängig von einer Teilnahme der NET-Betreiber am EU ETS angewendet werden.<sup>364</sup>

Im Folgenden werden weitere mögliche Ausgestaltungen von CCfDs, sofern für den Kontext der NETs interessant, vorgestellt.

Der größte Vorteil des festen strike-price ist, dass er die Risiken, die mit den benötigten Investitions- und Finanzierungskosten einhergehen, begrenzt. Allerdings bietet er keine Lösungen für die Unsicherheiten in Bezug auf die Kosten, die während des Betriebs anfallen. Diese Risiken kann ein variabler strike-price, der an einen zusätzlichen Faktor, der die Kostendifferenz des innovativen und des alten Prozesses stark beeinflusst, gekoppelt wird, reduzieren.<sup>365</sup> Da RUs als Produkte der NET-Betreiber aber nur mit den EAs, also mit dem Kohlenstoffpreis selbst, konkurrieren, scheint die Kopplung an eine weitere Variable nicht unbedingt notwendig.

Insgesamt gibt es drei Wege zur Vergabe von CCfDs: öffentliche Versteigerungen, Verhandlungen und mehrstufige Vergabeverfahren. Ersterer eignet sich besonders für standardisierte und bekannte Projekte und ist in diesen Fällen meist der wirtschaftlich effizienteste Weg. Ein möglicher Ablauf der Versteigerung würde damit starten, dass die NET-Betreiber jeweils den strike-price angeben, den sie für nötig halten, um die Anlage betreiben zu können. Anschließend schließt der Staat mit demjenigen ein CCfD, der das niedrigste Gebot abgegeben hat. Je ausgereifter die NET, desto passender ist also eine Versteigerung. Verhandlungen sind für NETs von Vorteil, die technologisch und finanziell komplexer sind und für die es schwierig ist, vorab eine umfassende Beschreibung aufzustellen. In diesen Fällen könnten variable Preise ein Ergebnis sein. Grundsätzlich können alle Verfahren mit weiteren Zulassungskriterien kombiniert werden. Für NETs könnten dies z. B. positive Nebeneffekte wie erwartete Arbeitsplätze sein.<sup>366</sup> Unter anderem durch diese Zulassungskriterien und andere Merkmale der Ausgestaltung von Vergabeverfahren erlangt

<sup>363</sup> Vgl. Gerres, T., Linares, P. (2022), S. 6.

<sup>364</sup> Vgl. Gerres, T., Linares, P. (2022), S. 6.

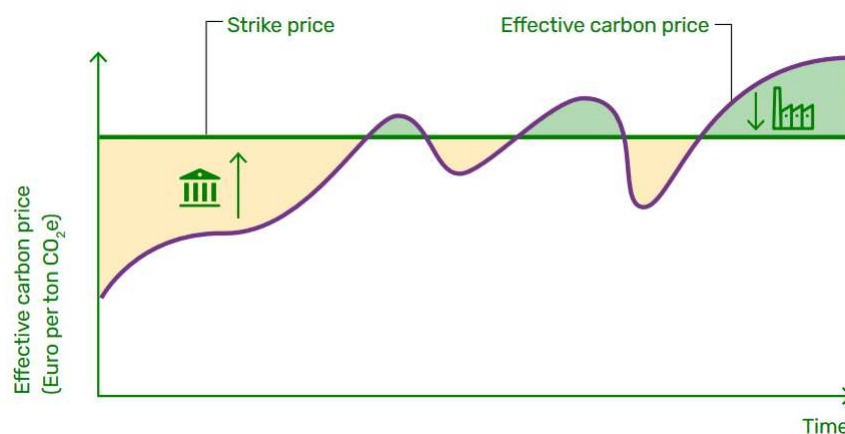
<sup>365</sup> Vgl. Gerres, T., Linares, P. (2022), S. 7.

<sup>366</sup> Vgl. Gerres, T., Linares, P. (2022), S. 9.

der Staat Kontrolle über die Auswahl der Förderempfänger. So können Ausschreibungen z. B. auch ihre Zielgruppen nach verschiedenen Merkmalen kategorisieren: projektspezifisch oder technologiespezifisch. Allerdings schließen solche Einschränkungen möglicherweise Optionen aus, die RUs zu niedrigeren Kosten produzieren könnten. Erlaubt man jedoch uneingeschränkt allen NETs teilzunehmen, so besteht die Gefahr, dass diejenigen mit hohen Kosten keine bzw. zu wenig Unterstützung erhalten und sich nicht weiterentwickeln und verbreiten können.<sup>367</sup>

Letztlich bleibt zu klären, wie lange der CCfD laufen sollen (Abbildung 4). Für CCfDs zur Unterstützung von Reduktionsmaßnahmen werden Laufzeiten von 5 bis 20 Jahren diskutiert. Kürzere Laufzeiten könnten genutzt werden, um das Instrument zu testen und Erfahrungen zu sammeln. Längere Laufzeiten könnten den NET-Betreibern längerfristige Sicherheit bieten. Zudem hängt die empfehlenswerte Laufzeit von politischen Plänen und der Lebenserwartung der NET-Anlage ab.<sup>368</sup>

Wurde ein CCfD abgeschlossen, erhält der NET-Betreiber vom Staat Gelder, die den effektiven Kohlenstoffpreis (lila Linie) bis zum vereinbarten strike-price „auffüllen“. Liegt der effektive Kohlenstoffpreis über dem vereinbarten Wert (strike-price – grüne Linie), muss der NET-Betreiber die Differenz an den Staat zahlen (two-sided CCfD) oder der strike-price dient lediglich als Untergrenze für die Einnahmen der NET-Betreiber und diese müssen im Falle höherer effektiver Kohlenstoffpreise nichts an den Staat zahlen. Letztere Variante birgt die Gefahr, dass die NET-Betreiber zusätzliche Gewinne allein auf Grund einer unerwarteten veränderten Marktlage einfahren, sogenannte windfall profits.<sup>369</sup>



**Abbildung 4: Two-sided CCfD - who pays?**

Quelle: Gerres, T., Linares, P. (2022), S. 6, Figure 1.

<sup>367</sup> Vgl. Gerres, T., Linares, P. (2022), S. 10.

<sup>368</sup> Vgl. Gerres, T., Linares, P. (2022), S. 9.

<sup>369</sup> Vgl. Gerres, T., Linares, P. (2022), S. 9; Gabler Wirtschaftslexikon (o. J.).

Die dynamische Anreizwirkung des Instruments auf NET-Hersteller ist in der zweiten Variante stärker, da sie höhere Gewinne erwarten können. Generell unterstützt das Instrument die dynamische Anreizwirkung, da den Betreibern eine feste Einnahme zugesichert wird. Einer Verbreitung des Wissens stehen die NET-Betreiber mit einem two-sided CCfD, betrachtet man nur den Zeitraum der Vertragslaufzeit, neutral gegenüber. Möchte der NET-Betreiber nach Ende der Vertragslaufzeit erneut eine Förderung zugesprochen bekommen, wird er die Verbreitung des Wissens verhindern wollen, um diesen Wettbewerbsvorteil im Wettbewerb einer erneuten Vergabe von Fördermitteln für sich nutzen zu können. Der NET-Betreiber, der zusätzliche Einnahmen über dem strike-price behalten darf, hat einen zusätzlichen Anreiz, sein neues Wissen geheim zu halten, da eine Verbreitung dessen die hohen Einnahmen aus dem EU ETS gefährden könnte.

NETs erfüllen die Anforderung, dass CCfDs nur an Projekte vergeben werden sollten, die Teil einer emissionsfreien Ökonomie sein können. Des Weiteren sollte darauf geachtet werden, dass die geförderten Anlagen keine Einzelfälle sind, sondern auch andernorts umgesetzt werden können, sodass sich langfristig ein Wettbewerb bildet.<sup>370</sup>

CCfDs können sowohl auf nationaler Ebene als auch auf europäischer Ebene eingeführt werden. Möchten einzelne Staaten von der Möglichkeit Gebrauch machen, muss geprüft werden, ob die CCfDs mit dem EU-Recht vereinbar sind. Zudem sind grenzüberschreitende Ausschreibungen möglich, die für kleinere Länder den Vorteil bringen, dass die Ausschreibung wettbewerbsfähiger wird.<sup>371</sup> Wenn es darum geht, die NETs in der EU zu verbreiten, ist ein europäischer Ansatz empfehlenswert, da es schwieriger wird, nationale CCfDs mit EU-Regeln zu vereinbaren.<sup>372</sup> Förderungen durch einzelne Mitgliedsstaaten können zu unfairen Wettbewerbsbedingungen innerhalb der EU führen, und finanziell schwache Mitgliedstaaten könnten zurückbleiben.<sup>373</sup> Zudem würde eine EU-weite Ausschreibung zu mehr Wettbewerb führen, der aus ökonomischer Sicht wünschenswert ist. CCfDs auf europäischer Ebene benötigen verlässliche Einnahmen für die EU, aus denen die Verträge finanziert werden können.<sup>374</sup> Die Europäische Kommission hat bereits vorgeschlagen, CCfDs für Emissionssenkungen aus dem Innovationsfonds zu finanzieren.<sup>375</sup> Ob das Budget von ca. 25 Milliarden Euro bis 2030 ausreicht, um neben den anderen Projekten auch noch CCfDs für NETs zu finanzieren, muss geprüft werden.<sup>376</sup> Zum Zweck einer ersten groben Einordnung wird auf die Schätzung von Chiappinelli et al. verwiesen.

---

<sup>370</sup> Vgl. Gerres, T., Linares, P. (2022), S. 5.

<sup>371</sup> Vgl. Gerres, T., Linares, P. (2022), S. 14-16.

<sup>372</sup> Vgl. Gerres, T., Linares, P. (2022), S. 18.

<sup>373</sup> Vgl. Gerres, T., Linares, P. (2022), S. 17, Figure 4.

<sup>374</sup> Vgl. Gerres, T., Linares, P. (2022), S. 17, Figure 4.

<sup>375</sup> Vgl. COM(2021) 551 final, S. 37.

<sup>376</sup> Vgl. European Commission (2021b), S. 17.

Diese kommen zu dem Ergebnis, dass bis 2025 Investitionen im Umfang von 28,9 Milliarden Euro getätigt werden müssen, um die Grundstoffindustrie in Richtung kohlenstoffarmer Produktion und Recycling auszurichten.<sup>377</sup> Zudem würden die Einnahmen des Fonds sinken, falls die Kohlenstoffpreise sinken, während gleichzeitig die Ausgaben für CCfDs steigen würden. Außerdem wäre die Laufzeit auf 10 Jahre begrenzt. Förderungen bezogen aus den Einnahmen des CBAM würden dem gleichen Problem bezüglich des Kohlenstoffpreises unterliegen.<sup>378</sup> Da diese Arbeit, basierend auf den Ausführungen in Abschnitt 3.4, für die Zukunft steigende Kohlenstoffpreise annimmt, wird die Wahrscheinlichkeit, dass diese unvorteilhafte Beziehung zwischen dem Kohlenstoffpreis und dem Kapital des Fonds zu einer Gefahr wird, als gering eingestuft. Allerdings ist das Budget des Fonds auch von der Anzahl der verkauften EAs abhängig. Es kommt somit zu Einnahmeeinbußen, wenn diese relativ stärker sinkt als der Kohlenstoffpreis relativ steigt. Da eine schrittweise Senkung des Caps und somit der EA-Menge vorgegeben ist<sup>379</sup> und eine weitere Kürzung der EA-Menge ein Mittel ist, um die Anreize für Reduktionsmaßnahmen bei der Einführung der RUs zu erhalten<sup>380</sup>, ist eine solche Situation denkbar.

In beiden Fällen würden die Kosten für CCfDs indirekt durch Unternehmen, entweder ETS-Unternehmen oder Importeure, bezahlt werden. Zusätzliche Kosten entstehen diesen jedoch nicht, da das Geld aus den gleichen Ausgaben gezogen wird, die sie bereits jetzt tätigen müssen.

Fördert der Staat mit Hilfe der CCfDs eine Auswahl verschiedener NETs, kann dies das Risiko abmildern, dass sich innerhalb der ingenieurbasierten NETs ein Monopol bildet. Das Gegenteil ist der Fall, wenn nur einige wenige NETs gefördert werden, die aktuell schon vielversprechend sind.<sup>381</sup>

Jeddi, Lencz, und Wildgrube vergleichen zwei Szenarien hinsichtlich der Realisierung des sozialen Optimums. In beiden Szenarien wird der Kohlenstoffpreis zu einem Zeitpunkt, der nach der Investitionsentscheidung der risikoaversen Unternehmen liegt, geändert. Dies könnte z. B. auf Grund neu gewonnener Erkenntnisse zur oder einer neuen Bewertung der Schadenswirkung geschehen. Der Unterschied liegt darin, dass im zweiten Szenario der risikoneutrale Staat die Möglichkeit hat, CCfDs anzubieten. Der Staat verfolgt dabei das Ziel, den erwarteten Wohlstand zu maximieren. Der Vergleich zeigt Folgendes: Der Staat würde vor der Investitionsentscheidung der Unternehmen den strike-price im

---

<sup>377</sup> Vgl. Chiappinelli, O. et al. (2021), S. 1334.

<sup>378</sup> Vgl. Gerres, T., Linares, P. (2022), S. 15.

<sup>379</sup> Vgl. European Commission (o.J.b).

<sup>380</sup> Vgl. Rickels, W. et al. (2021), S. 4.

<sup>381</sup> Vgl. National Infrastructure Commission (2021), S. 49.



Sinne der maximalen sozialen Wohlfahrt festlegen und das Risiko aus einer Anpassung des Kohlenstoffpreises tragen. Ändert sich der sozial optimale Kohlenstoffpreis im Nachhinein, kann der Kohlenstoffpreis angepasst werden. Die Investitionsentscheidungen der Unternehmen, im Kontext dieser Arbeit der NET-Betreiber, werden durch dieses Risiko nicht gehemmt. Folglich führen CCfDs unter diesen Bedingungen zum sozialen Optimum. Im Szenario ohne CCfDs sind die Investitionen wegen des Risikos für die Unternehmen geringer und somit auch der Wohlstand.<sup>382</sup>

Nimmt man statt eines Kohlenstoffpreis-Risikos an, dass Risiken bezüglich der Entwicklung der variablen Kosten der NETs bestehen, so ergibt sich folgendes: Der Staat setzt den strike-price höher als den erwarteten Nutzen aus den Negativemissionen und kann so gänzlich das Risiko der Unternehmen, also der NET-Betreiber, übernehmen. Auch in diesem Szenario wird das soziale Optimum durch CCfDs erreicht. Ohne CCfDs sind die Investitionen bedingt durch das risikoscheuende Verhalten der NET-Betreiber erneut zu gering. Je stärker die Risikoaversion der Unternehmen ausgeprägt ist, desto größer ist der Wohlfahrtsverlust, wenn auf CCfDs verzichtet wird.<sup>383</sup>

Unter der Annahme, dass – im Gegensatz zu der bisherigen Betrachtung – die Produktion von Negativemissionen nicht effizient ist, also die Grenzkosten der Entnahme höher liegen als die Grenznutzen der Entnahme, und für die NET-Betreiber Risikoneutralität unterstellt wird, erreichen CCfDs nicht das soziale Optimum.<sup>384</sup> Denn durch die CCfDs hat sich der Staat an die Investitionen in NETs gebunden („Lock-in-Effekt“), und die NET-Betreiber produzieren ihre Entnahmen unabhängig von der Entwicklung des Grenzumweltschadens. Demgegenüber würde in dieser Situation eine flexible Kohlenstoffpreissetzung des Staates ohne CCfDs zur Realisierung des sozialen Optimums führen.<sup>385</sup> Somit lässt sich festhalten, dass CCfDs aus Wohlfahrtssicht im Vergleich zum flexiblen Kohlenstoffpreis umso attraktiver erscheinen, je risikoaverser die NET-Betreiber anzunehmen sind. Demgegenüber gilt, dass mit steigender Wahrscheinlichkeit, dass Entnahmen höhere Kosten verursachen als es ihrem Umweltnutzen entspricht, CCfDs an Attraktivität gegenüber einem flexiblen Kohlenstoffpreis verlieren.<sup>386</sup>

---

<sup>382</sup> Vgl. Jeddi, S., Lencz, D., Wildgrube, T. (2021), S. 11-14.

<sup>383</sup> Vgl. Jeddi, S., Lencz, D., Wildgrube, T. (2021), S. 16-18.

<sup>384</sup> Vgl. Jeddi, S., Lencz, D., Wildgrube, T. (2021), S. 19-23.

<sup>385</sup> Vgl. Jeddi, S., Lencz, D., Wildgrube, T. (2021), S. 28.

<sup>386</sup> Vgl. Jeddi, S., Lencz, D., Wildgrube, T. (2021), S. 22-23, 25.

## 4.5 Umgang mit Unterschieden in der Permanenz

Bis hierher wurde vereinfacht angenommen, dass die Entfernung einer Tonne CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre eine RU zugeschrieben bekommt. Aus den Abschnitten 3.1 bis 3.3 wird jedoch deutlich, dass die verschiedenen NETs die Speicherung der entnommenen CO<sub>2</sub>-Emissionen unterschiedlich lange gewährleisten. Das bedeutet, dass z. B. eine durch (Wieder-)Aufforstung entnommene Tonne Kohlenstoffdioxid aus Sicht ihrer Wirkung auf das Klima nicht gleich einer durch DACCS entnommenen Tonne ist, da erstere NET eine weniger dauerhafte Speicherung aufweist.<sup>387</sup> Um die Vergleichbarkeit von RUs zu schaffen und somit ihren Handel im Rahmen des EU ETS zu ermöglichen, gibt es verschiedene Ansätze. Nachfolgend vorgestellt werden die Kombination von permanenten und zeitlich befristeten RUs, Discounting und ein Mindestwert als Eintrittsbedingung.<sup>388</sup>

### 4.5.1 Permanente und zeitlich begrenzte RUs

Um die unterschiedlichen Zeitspannen der Speicherung in den RUs abzubilden, ist eine mögliche Methode die Unterscheidung zwischen permanenten und temporären RUs (pRU bzw. tRU).<sup>389</sup> Das Zertifizierungsrahmenwerk der EU (siehe Abschnitt 4.7) ordnet eine Speicherdauer von mehreren Jahrhunderten als permanent ein.<sup>390</sup> Eine Umsetzung dieser Methode könnte so aussehen, dass permanente RUs ausgestellt werden, wenn die Dauer der Speicherung eine definierte Mindestanzahl an Jahren relativ sicher erfüllen wird, und temporäre, wenn die Speicherung besonders volatil gegenüber äußeren Einflüssen ist oder diese Mindestdauer sehr wahrscheinlich nicht erreicht. tRUs gelten für ein Jahr und können im nächsten erneuert werden, wenn der Kohlenstoff noch sicher gespeichert ist. Die Gültigkeit von einem Jahr bietet sich an, da die Unternehmen nach der aktuellen Regelung jeweils für ein Jahr ihre Emissionen durch EAs abdecken müssen.<sup>391</sup> Kauft ein Unternehmen eine pRU und nutzt diese, um die Auflagen des EU ETS zu erfüllen, hat es in Zukunft wegen der entsprechenden Tonne CO<sub>2</sub> keine Aufwendungen mehr zu erwarten. Erwirbt und nutzt es jedoch eine tRU, gibt es zwei mögliche Abläufe im nächsten Jahr: Die tRU kann erneuert werden oder die tRU kann nicht erneuert werden. Ersteres birgt keine weiteren Kosten für das Unternehmen, die entsprechende Tonne wird endgültig als abgedeckt angesehen. Im zweiten Fall ist das Unternehmen verpflichtet, die entwichene Tonne CO<sub>2</sub> erneut über EAs oder RUs abzudecken. Es zahlt also doppelt für diese Tonne. Auf

---

<sup>387</sup> Vgl. o. V. (2021), S. 11-12; Smith, P., Haszeldine, R. S., Smith, S. M. (2016), S. 1404.

<sup>388</sup> Für weiterführende Bilanzierungsmethoden, die die Permanenz der Speicherung berücksichtigen, siehe Rickels, W., Rehdanz, K., Oschlies, A. (2010).

<sup>389</sup> Vgl. Phillips, G., Aalders, E. Lubrecht, I. (2001), nach Rickels, W., Rehdanz, K., Oschlies, A. (2010), S. 2497; Rickels, W., Rehdanz, K., Oschlies, A. (2010), S. 2498.

<sup>390</sup> Vgl. Council of the European Union (2024), S. 31.

<sup>391</sup> Vgl. RICHTLINIE 2003/87/EG, Artikel 12 Abs. 3.

Grund der mit tRUs verbundenen Unsicherheit ist anzunehmen, dass diese im Vergleich zu pRU zu geringeren Preisen gehandelt werden würden. Diese Methode erhöht die Komplexität des Systems und erfordert eine genaue Rückverfolgung der RUs.

#### 4.5.2 Discounting

Der Ansatz des Discounting basiert auf der Einführung verschieden großer RU-Anteile. Der erste Schritt zur Einführung dieser Methode ist eine Mindestspeicherdauer, ab der die Negativemissionen als permanent angesehen werden. Ist die Speicherung permanent, wird eine ganze RU ausgegeben. Ist davon auszugehen, dass der Kohlenstoff nach einer kürzeren Zeitspanne wieder freigesetzt wird, wird nur ein Anteil einer RU ausgegeben, entsprechend der geringeren Klimawirkung.<sup>392</sup> Alternativ dazu kann das Discounting anstatt bei der Ausgabe der RU auch erst bei ihrem Einsatz unter dem EU ETS stattfinden.<sup>393</sup>

Discounting ist von den vorgestellten Ansätzen der akkurateste, da der ausgegebene RU-Anteil in direkter Abhängigkeit zur Klimawirkung steht. Außerdem wirkt es sich im Vergleich zur Festlegung eines Mindestwerts positiv auf die Liquidität des Marktes aus, da die Menge an RUs nicht durch eine Eintrittsbarriere reduziert wird.<sup>394</sup>

In der Genauigkeit, besser gesagt in der entsprechenden Bestimmung der Discount-Rate, liegt jedoch auch die Schwäche dieses Ansatzes. Eine wissenschaftliche Bestimmung der richtigen Discount-Rate ist komplex und birgt das Risiko von Fehlern. Durch diese, oder wenn sich die Permanenz eines NETs erhöht, kann es zur Über- bzw. Untervergütung kommen. Ein Vorschlag, um diesen Ansatz praktikabler zu gestalten, stellt zur Diskussion, dass das entsprechende Kontrollorgan einen Standard für jede Technologiegruppe festlegt und diesen regelmäßig überprüft.<sup>395</sup>

#### 4.5.3 Mindestwert als Eintrittsbedingung

Eine weitere Methode, um die unterschiedliche Permanenz der NETs zu berücksichtigen, ist die Festlegung eines Mindestwerts für die Dauer der Speicherung.<sup>396</sup>

Diese Methode zeichnet sich durch ihre Einfachheit in der Umsetzung aus, die jedoch auch mit Nachteilen verbunden ist. Eine solche Grenze lässt, in einem breiten Feld verschiedener NETs, nur zwei Optionen zu: Aufnahme oder Ausschluss. Damit spiegelt es die Unterschiede weniger wider als die Discounting-Methode. Außerdem führt eine Beschränkung

---

<sup>392</sup> Vgl. Haszeldine, S., et al. (2021) nach o. V. (2021), S. 12.

<sup>393</sup> Vgl. La Hoz Theuer, S. et al. (2021), S. 37.

<sup>394</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 25.

<sup>395</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 25.

<sup>396</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 24.

von NETs dazu, dass weniger Marktteilnehmer vertreten sind. Dies hat wiederum negative Auswirkungen auf die Liquidität des Marktes.<sup>397</sup>

#### 4.6 Umgang mit Carbon Leakage (CBAM)

Im Abschnitt zur Kostenallokation im Kapitel der Vergleichskriterien wurde bereits die Gefahr angesprochen, dass Unternehmen ihre emissionsintensiven Fertigungsschritte ins weniger regulierte Ausland verlagern, wenn die Produktionskosten durch die Regelungen im Inland für sie zu hoch werden. Andererseits könnten Konsumenten im Inland zur günstigeren importierten Alternative greifen, wenn die Unternehmen die hohen Kosten über die Verkaufspreise an die Kunden weitergeben. Diese Phänomene werden als „Carbon Leakage“ bezeichnet.<sup>398</sup> Beide sind sowohl aus Perspektive des Umweltschutzes als auch aus Perspektive der Erhaltung der eigenen Wirtschaft nicht wünschenswert. Daher sollte ein Marktdesign Mechanismen aufweisen, die diese Risiken abmildern.<sup>399</sup>

Die EU hat bereits den CBAM aufgestellt, der Carbon Leakage verhindern soll (siehe Abschnitt 2.4.2.2). Es ist im aktuellen EU ETS vorgesehen, dass der CBAM ab 2035 die kostenlose Zuteilung von EAs ersetzt.<sup>400</sup> Bisher schützt diese vor Carbon Leakage.<sup>401</sup> Einen gleichen Effekt würde auch die kostenlose Zuteilung von RUs erzielen, um die alle analysierten Marktdesigns ergänzt werden könnten. Allerdings würde es sich für Variante 1 der Verbindung durch den Staat (vgl. Abschnitt 4.3.2.1) und für die Nutzung der RUs als Instrument zur Preissteuerung (vgl. Abschnitt 4.3.2.6) eher weniger anbieten, wobei diese Marktdesigns die ETS-Unternehmen auch nicht vor höhere Kosten stellen. Werden RUs kostenlos an die ETS-Unternehmen verteilt, verschiebt sich die Kostenallokation. Der Staat bzw. der Steuerzahler müssen nämlich die Kosten für die RUs zahlen, die die ETS-Unternehmen kostenlos erhalten. Gegenüber dem CBAM stellt dies einen Unterschied da. Einen Vorteil gegenüber dem CBAM hat die kostenlose Zuteilung im Hinblick auf die Wettbewerbsfähigkeit der Exportgüter der ETS-Unternehmen. Denn durch die kostenlose Zuteilung würden den Unternehmen für den entsprechenden Anteil der Emissionen keine Kosten entstehen, die das Endprodukt teurer machen würden. Unter dem CBAM müssten die ETS-Unternehmen hingegen weiterhin die Kosten für all ihre Emissionen tragen,

---

<sup>397</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 25-26.

<sup>398</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 21.

<sup>399</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 21.

<sup>400</sup> Vgl. Die Bundesregierung (2023).

<sup>401</sup> Vgl. Deutsche Emissionshandelsstelle (2024b).

wodurch sie im Wettbewerb mit Unternehmen außerhalb des EU ETS einen Nachteil haben würden. Der CBAM bringt den Vorteil mit sich, dass er auch außerhalb des geographischen Gebiets des EU ETS Anreize für emissionsarme Prozesse erzeugt.<sup>402</sup>

Es wird für alle Marktdesigns angenommen, dass der CBAM angepasst wird, wenn höhere Kosten für die ETS-Unternehmen durch das Marktdesign dies erfordern. Damit hätten die Marktdesigns zwar verschiedene Anpassungsbedarfe, würden jedoch alle das Kriterium eines Instruments gegen Carbon Leakage erfüllen.

#### **4.7 Monitoring, Reporting und Verifizierung (MRV)**

Eine Integration eines MRV-Prozesses in die Ausgestaltung des Marktdesigns ist notwendig, um einen Handel der RUs zu ermöglichen.<sup>403</sup> Eine Stakeholder-Befragung hat ergeben, dass ein stabiler MRV-Prozess zu den wichtigsten Kriterien im Zusammenhang mit Negativemissionen zählt. Ein lückenloses und zuverlässiges Zertifizierungssystem wird tatsächlich von der Mehrheit als Startpunkt für Negativemissionen durch NETs gesehen.<sup>404</sup> Ein gelungener MRV-Prozess würde also auch die Akzeptanz in der Bevölkerung erhöhen.

Da der MRV-Prozess nicht vom Marktdesign abhängt und sich nur auf die Ausstellung von RUs bezieht, ist er für alle betrachteten Modelle gleich gestaltbar und wird in der Analyse der Marktdesigns als gegeben angesehen. Deshalb wird er an dieser Stelle und nicht jeweils als Teil der Marktdesigns thematisiert.

Auf EU-Ebene haben der Rat und das Parlament Anfang 2024 eine provisorische Einigung über ein Rahmenwerk zur Überwachung und Zertifizierung von Negativemissionen erreicht (CRCF-Verordnung).<sup>405</sup> Die Registrierung und Zertifizierung sind freiwillig und keine Bedingung für die Produktion von Negativemissionen in der EU. Die Verordnung soll die hohe Qualität der Negativemissionen gewährleisten und dem Greenwashing entgegenwirken.<sup>406</sup> Insgesamt werden vier Qualitätskriterien genannt: Quantifizierung, Zusätzlichkeit, Speicherung (incl. Monitoring und Verantwortung) sowie Nachhaltigkeit.<sup>407</sup>

Das erste Kriterium (Quantifizierung) legt fest, dass Tätigkeiten zur Erzeugung von permanenten Negativemissionen einen Nettonutzen aufweisen müssen. Dieser soll mit Hilfe eines Basiswerts berechnet werden, der auf Höhe der Negativemissionen vergleichbarer

---

<sup>402</sup> Vgl. Europäischer Rat, Rat der Europäischen Union (o.J.b).

<sup>403</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 17.

<sup>404</sup> Vgl. European Commission (2022), S. 6.

<sup>405</sup> Vgl. Europäischer Rat, Rat der Europäischen Union (2024b).

<sup>406</sup> Vgl. Council of the European Union (2024), S. 6, 28.

<sup>407</sup> Vgl. Council of the European Union (2024), Artikel 4 bis Artikel 7.

Tätigkeiten in vergleichbaren Situationen liegt. Der Nettonutzen ergibt sich, indem vom Basiswert die Gesamtzahl der erzeugten Negativemissionen abgezogen und im nächsten Schritt die über den gesamten Lebenszyklus der Tätigkeit verursachten direkten und indirekten THG-Emissionen subtrahiert werden. Die Negativemissionen haben ein negatives Vorzeichen.<sup>408</sup> Dabei sind bei der Angabe der Negativemissionen mögliche Abweichungen zu berücksichtigen.<sup>409</sup> Die Negativemissionen werden im Sinne des Rahmenwerks als zusätzlich<sup>410</sup> (zweites Kriterium) angesehen, wenn der Basiswert, wie er oben beschrieben ist, zur Quantifizierung verwendet wurde. Ansonsten müssen zusätzliche Tests durchlaufen werden, um zu beweisen, dass die Tätigkeit nicht bloß gesetzliche Anforderungen erfüllt und die Wirtschaftlichkeit von den Einnahmen aus den Zertifikaten abhängt.<sup>411</sup> Der Abschnitt 3.4 bietet eine grobe Einordnung der von dieser Arbeit betrachteten NETs bezüglich des letzten Aspekts. Das dritte Kriterium fordert, dass die Produzenten, also die NET-Betreiber, nachweisen, dass der Kohlenstoff dauerhaft gespeichert<sup>412</sup> wird oder die Tätigkeit eine langfristige Verwahrung anstrebt. Dieser Forderung dienend werden Regelungen für die Überwachung und Absicherung der Speicherung und zur Bestimmung der Verantwortung und Haftbarkeit der NET-Betreiber formuliert. Deren Ausgestaltung soll für permanente Negativemissionen mit den Artikeln 13 bis 18 der CCS-Direktive vereinbar sein. Wird der Kohlenstoff nicht dauerhaft gespeichert, gilt er nach Ablauf der Überwachungsperiode als in die Atmosphäre entwichen, außer es wird eine Rezertifizierung durchlaufen.<sup>413</sup> Unter dem vierten Kriterium, der Nachhaltigkeit, werden mehrere Nachhaltigkeitsziele genannt, die durch die Tätigkeiten keinen signifikanten Schaden erfahren dürfen. Positive Nebenwirkungen auf diese Ziele sind in diesem Zuge ausdrücklich erwähnt und möglich. Zu den aufgezählten Zielsetzungen gehören unter anderem die Anpassung an die Folgen des Klimawandels, ein nachhaltiger Umgang mit Wasser und der Umbau zu einer Kreislaufwirtschaft. Um die Einhaltung dieses Kriteriums zu prüfen, sollen Mindestanforderungen an die Nachhaltigkeit der Tätigkeit in den Zertifizierungsmethoden gestellt werden.<sup>414</sup>

---

<sup>408</sup> Diese Berechnung kommt den von La Hoz Theuer et al. zusammengetragenen Aspekten einer Quantifizierung von Negativemissionen nahe. Vgl. La Hoz Theuer, S. et al. (2021), S. 36. Beispielrechnung: Basiswert = -10, Negativemissionen gesamt = -40, erzeugte THG-Emissionen = 15, Nettonutzen = Basiswert - Negativemissionen gesamt - erzeugte THG-Emissionen > 0; daraus folgt: Nettonutzen = -10 - (-40) - 15 = 15.

<sup>409</sup> Vgl. Council of the European Union (2024), Artikel 4.

<sup>410</sup> Zusätzlichkeit wird ebenfalls von Folgenden als Kriterium genannt: La Hoz Theuer, S. et al. (2021), S. 36; o. V. (2021), S. 9.

<sup>411</sup> Vgl. Council of the European Union (2024), Artikel 5.

<sup>412</sup> Permanenz wird ebenfalls von folgenden Autoren als Kriterium angegeben: La Hoz Theuer, S. et al. (2021), S. 36; o. V. (2021), S. 8-9.

<sup>413</sup> Vgl. Council of the European Union (2024), Artikel 6.

<sup>414</sup> Vgl. Council of the European Union (2024), Artikel 7.

Artikel 8 der CRCF-Verordnung fordert die Kommission dazu auf, die Zertifizierungsmethoden auszuformulieren und in Form von delegierten Rechtsakten festzusetzen. Es werden verschiedene Aspekte genannt, die bei der Formulierung berücksichtigt werden sollen. Unter anderem soll sowohl der Schutz als auch die Wiederherstellung von Ökosystemen mit einbezogen werden. Zudem soll der Verwaltungsaufwand für die NET-Betreiber möglichst klein ausfallen.<sup>415</sup> Im weiteren Verlauf der Verordnung werden der Prozess der Zertifizierung, die Struktur der Zertifizierungsstellen und ein unionweites Register für Negativemissionen erläutert.<sup>416</sup> Als Ergebnis der erfolgreichen Zertifizierung sollen die NET-Betreiber ein Zertifikat erhalten, das ihre Compliance nachweist.<sup>417</sup> Dieses soll neben dem NET-Betreiber und dem angewendeten Verfahren auch Informationen über die Anzahl und die Gültigkeit der zertifizierten Einheiten enthalten.<sup>418</sup>

Die Umsetzung der Verordnung und die Anwendung des Zertifizierungsprozesses erfordern (finanziellen) Aufwand sowohl für die Mitgliedsstaaten, die Zertifizierungsstellen anerkennen und überprüfen müssen<sup>419</sup>, als auch für die EU-Kommission, die unter anderem die Zertifizierungssysteme anerkennen und weitere Rechtsakte erlassen muss.<sup>420</sup> Auf Seiten der NET-Betreiber kann ein einheitlicher Zertifizierungsrahmen den Aufwand senken. Denn viele verschiedene Zertifizierungsprozesse bedingen Transaktionskosten für die NET-Betreiber. Diese lassen sich z. B. auf die Zeit und den Aufwand zurückführen, die benötigt werden, um sich über die Zertifizierungsprozesse zu informieren. Ebenso kann ein EU-weiter Zertifizierungsrahmen die Informationskosten von möglichen Investoren für Negativemissionen senken und somit das Risiko reduzieren, dass Investitionen in Tätigkeiten fließen, die im Sinne der THG-Minderung nicht wirksam sind.<sup>421</sup>

Verschiedene Speichermöglichkeiten und die Entnahme durch vielfältige NETs sind unterschiedlich gut überwachbar.<sup>422</sup> BECCS und DACCS können mit relativ wenig Aufwand überwacht werden.<sup>423</sup> Bei der (Wieder-)Aufforstung ist eine Nutzung von Näherungswerten zur Bestimmung des Kohlenstoffs wahrscheinlicher. Hinzu kommt, dass die Wertschöpfungskette von NETs länderübergreifend sein kann. Betrachtet man beispielsweise BECCS, so könnten der Anbau der verwendeten Pflanzen, die Abscheidung des Kohlenstoffs und der Standort der Lagerstätten in drei verschiedenen Ländern liegen.<sup>424</sup> Diese

---

<sup>415</sup> Vgl. Council of the European Union (2024), Artikel 8, Abs. 2.

<sup>416</sup> Vgl. Council of the European Union (2024), Artikel 9 bis Artikel 14.

<sup>417</sup> Vgl. Council of the European Union (2024), Artikel 9 Abs. 2.

<sup>418</sup> Vgl. Council of the European Union (2024), Annex II.

<sup>419</sup> Vgl. Council of the European Union (2024), Artikel 10 Abs. 1.

<sup>420</sup> Vgl. Council of the European Union (2024), Artikel 13 Abs. 1, Artikel 8 Abs. 2.

<sup>421</sup> Vgl. European Commission (2022), S. 6-8.

<sup>422</sup> Vgl. o. V. (2021), S. 8.

<sup>423</sup> Vgl. Oxera (2022), S. 12.

<sup>424</sup> Vgl. La Hoz Theuer, S. et al. (2021), S. 37.

grenzüberschreitende Wertschöpfungskette kann die Quantifizierung von Negativemissionen erschweren.<sup>425</sup> Ein EU-weites Zertifizierungssystem dürfte dieses Problem für EU-interne Wertschöpfungsketten lösen. Des Weiteren erfordert eine grenzüberschreitende Wertschöpfungskette die Diskussion darüber, wer, auf Ebene der Länder, das Eigentumsrecht erhält und wie die Verantwortungen aufgeteilt werden.<sup>426</sup> Allerdings dürfte dies auf Ebene der NET-Betreiber, die im Sinne dieser Arbeit Negativemissionen als Geschäftsmodell produzieren, durch Verträge mit den entsprechenden Akteuren geregelt werden, falls sie die Schritte nicht vertikal integriert haben. Ein weiterer Aspekt, der betrachtet werden sollte, vor allem bei einer vollständigen Integration, ist der Umgang mit einer Wertschöpfungskette, die zum Teil ETS-Unternehmen und nicht ETS-Unternehmen umfasst.<sup>427</sup>

## 5 Fazit

Diese Arbeit beschäftigte sich mit der Fragestellung, wie eine Kopplung bzw. Integration eines Markts für Negativemissionen mit dem EU ETS gestaltet werden kann. Zwei Zielsetzungen standen dabei im Fokus. Erstens, das Marktdesign soll Anreize für die Implementierung von Negativ-Emissions-Technologien schaffen. Zweitens, die Anreize für Reduktionsmaßnahmen sollen durch die Einführung der RUs in das EU ETS nicht geschmälert werden. Letztere entspricht dem aufgezeigten Anspruch der EU, die festgelegt hat, dass die Kommission bis Mitte 2026 einen Bericht verfassen soll, der sich genau damit auseinandersetzt.<sup>428</sup>

Die Analyse und der Vergleich der verschiedenen Marktdesigns hat gezeigt, dass die Erhaltung der Anreize für Reduktionsmaßnahmen, also die der dynamischen Anreizwirkung für die Marktdesigns, die durch den Staat, durch ein Preis-Cap oder mit Regulierungen verbunden sind, abhängig von der möglichst genauen Kürzung der EA-Menge entsprechend der genutzten RU-Menge ist. Die RU-Verpflichtung erzielt eine höhere dynamische Anreizwirkung als das aktuelle EU ETS, übererfüllt also diese Zielsetzung. Alle Marktdesigns bieten Unterstützung für die Implementierung von NETs, z.B. indem sie weitere Einnahmequellen erschließen. Allerdings hat der Kostenvergleich in Abschnitt 3.4 gezeigt, dass ingenieurbasierte NETs, besonders in den Jahren bis 2030, sehr wahrscheinlich nicht wettbewerbsfähig gegenüber den EAs sind.

Um die Differenz zwischen den Kosten der NET-Betreiber und den EA-Preisen, zu denen sie die RUs verkaufen können, abzufangen, bieten sich CCfDs an (siehe Abschnitt 4.4). Sie

---

<sup>425</sup> Vgl. Honegger, M. et al. (2021), S. 5.

<sup>426</sup> Vgl. La Hoz Theuer, S. et al. (2021), S. 37.

<sup>427</sup> Vgl. La Hoz Theuer, S. et al. (2021), S. 37.

<sup>428</sup> Vgl. RICHTLINIE (EU) 2023/959, 28d.



können als der im Kostenvergleich angesprochene benötigte robuste Finanzierungsrahmen dienen, indem sie Sicherheit für die NET-Betreiber bieten, sodass sich die Finanzierungsbedingungen verbessern. Es wurde erläutert, dass die beschriebenen Vergabeverfahren um Zulassungskriterien ergänzt werden können.<sup>429</sup> Zudem sind technologiespezifische Vergabeverfahren möglich. Dadurch kann die Verbindung der Einführung der RUs in das EU ETS mit CCfDs, wenn ökologische Auswirkungen als Vergabekriterium miteinbezogen werden, dem im Abschnitt 4.1 erläuterten Nachteil, dass die Einführung an sich die unterschiedlichen Nebenwirkungen der NETs nur eingeschränkt berücksichtigen kann, entgegenwirken.

Die im Kostenvergleich (siehe Abschnitt 3.4) beinhalteten erwartbaren Preisentwicklungen zeigen, warum es Sinn machen kann, die Marktdesigns nicht abgegrenzt voneinander zu betrachten, sondern als aufeinander aufbauend zu sehen. Der Vergleich hat gezeigt, dass jedes Design Vor- und Nachteile aufweist und somit Zielkonflikte (siehe Abschnitt 4.3.3) mit sich bringt. Die Vorteile können, in Abhängigkeit von der politischen Zielsetzung und dem gesellschaftlichen Diskurs, zu unterschiedlichen Zeitpunkten die Nachteile rechtfertigen. Diese Arbeit kommt zu folgendem Schluss: Der Vorteil der hohen staatlichen Kontrolle im Marktdesign „Getrennte Märkte verbunden durch den Staat“ überwiegt, gerade bei einer frühen Einführung, den Nachteil der eingeschränkten Effizienz und der Kosten für den Staat. Denn die staatliche Kontrolle ermöglicht ein langsames Ausrollen der Einführung, die gezielte Förderung von NETs und kann die Akzeptanz in der Bevölkerung stärken. Die RUs als Instrument zur Preissteuerung einzusetzen, bietet sich ebenfalls als Startpunkt einer Einführung an und kann parallel zu den anderen Marktdesigns laufen. Gleichen sich die EA-Preise den Kosten für eine RU an, steigert dies nach und nach die Wettbewerbsfähigkeit der RUs, sodass der Förderbedarf der NETs sinkt. Mit der gesammelten Erfahrung und einer Gesellschaft, die dadurch einer weiterreichenden Einführung nicht im Wege steht, kann der Staat sich schrittweise zurückziehen, ohne die Anreize für NETs zu gefährden. Wenn die RUs wettbewerbsfähig sind, überwiegt das Kriterium der Effizienz, sodass der integrierte Markt zu bevorzugen ist. Die RU-Verpflichtung, die aufgrund der hohen sicheren Einnahmen die höchste dynamische Anreizwirkung und Anreize auf NET-Betreiber aufzeigt, sollte bis 2050 eingeführt werden, wenn ein negatives Cap basierend auf dem Verursacherprinzip angestrebt wird. Sie könnte allerdings wegen der hohen Kosten für Unternehmen auf Widerstand stoßen, auch wenn sie aus Sicht der NET-Betreiber und des Klimaschutzes zu bevorzugen ist. Sie ist auch das Marktdesign,

---

<sup>429</sup> Vgl. Gerres, T., Linares, P. (2022), S. 9.

dass die Zielsetzungen der Fragestellung dieser Arbeit am besten erfüllt, da keine zusätzlichen Förderungen für NETs benötigt werden und die Anreize zur Emissionsreduktion durch ihre Einführung zunehmen.

Der Gefahr des Carbon Leakages, die für die RU-Verpflichtung am höchsten ist, kann entweder durch eine kostenlose Zuteilung der RUs oder mit Hilfe des CBAM entgegengewirkt werden (siehe Abschnitt 4.6). Um zu beurteilen, welche der beiden Optionen zu bevorzugen ist, müsste eine genauere Analyse vorgenommen werden.

Werden die Ausführungen zum MRV-Prozess (siehe Abschnitt 4.7) und dem Umgang mit Unterschieden in der Permanenz (siehe Abschnitt 4.5) miteinander verknüpft, zeigt sich, dass die Option, permanente und zeitlich begrenzte RUs auszustellen, vor dem Hintergrund des aktuell diskutierten Entwurfs zum MRV-Prozess möglich ist. Allerdings gilt es abzuwägen, ob die erhöhte Komplexität, die diese Methode mit sich bringt, handhabbar und tatsächlich von Vorteil ist, oder ob die Nachteile der Festlegung eines Mindestwerts für die Dauer der Speicherung zu Gunsten der Praktikabilität in Kauf genommen werden sollten.

Die im EU ETS genutzten RUs könnten bei der Festsetzung eines separaten Zielwerts für Negativemissionen, wie am Ende von Abschnitt 2.3 beschrieben, berücksichtigt und auf dessen Zielerreichung angerechnet werden. Allerdings bietet die Einführung von RUs in das EU ETS selbst nur in einer Variante der Verbindung durch den Staat die Möglichkeit, einen genauen Zielwert von Negativemissionen zu realisieren, indem die RUs frei zugeteilt werden (siehe Abschnitt 4.3.2.1).

Unabhängig davon, wie die Umsetzung der Kopplung bzw. Integration der beiden Märkte erfolgt, zeigt das Beispiel des NZ ETS, dass eine regelmäßige Überwachung, Prüfung und Überarbeitung des EU ETS und seiner Wirkung hinsichtlich der politischen Zielsetzung erforderlich ist, um die gewünschten Effekte zu erzielen.

Diese Ergebnisse basieren auf der Analyse eines vereinfachten EU ETS, behalten jedoch auch in der Realität ihre Gültigkeit. Es ist jedoch anzumerken, dass sich der zusätzliche Aufwand, der durch die Einführung von RUs in das EU ETS entsteht, auf mehrere Governance-Organen verteilen wird. Die Marktdesigns wurden im Sinne der Fragestellung nur in Bezug auf das EU ETS betrachtet, sind in ihren Grundzügen aber auch auf andere Emissionshandelssysteme übertragbar. Inwieweit die Ergebnisse der Analyse der Vergleichskriterien übertragbar sind, gilt es dann einzeln zu prüfen. Zudem wurden nur entnommene CO<sub>2</sub>-Einheiten betrachtet. Sobald die Technologien zur Entnahme anderer THG aus der Atmosphäre ausgereifter sind, könnten auch die durch diese entnommenen Emissionen in Form von RUs gehandelt werden. Entsprechend müsste die Definition einer RU auf eine

Tonne CO<sub>2</sub>-Äquivalente umgeändert werden. Ebenfalls außen vor gelassen wurde der in Form von CCU gespeicherte Kohlenstoff. Auch nicht betrachtet wurden die rechtlichen Ansatzpunkte, die ggf. für die Umsetzung der Marktdesigns bereits bestehen und die rechtlichen Anpassungen, die nötig wären. Die Schaffung einer rechtlichen Grundlage ist vor der Umsetzung eines der Marktdesigns jedoch unumgänglich.

Weiterer Forschungsbedarf besteht bezüglich der Akzeptanz der NETs<sup>430</sup> und den Wahrscheinlichkeiten ihrer negativen und positiven Nebenwirkungen auf die Wirtschaft<sup>431</sup>, die wiederum Auswirkungen auf die Akzeptanz können.<sup>432</sup>

Vor dem Hintergrund der Zielsetzung, NETs anzureizen, um einen möglichst zeitigen Markthochlauf dieser zu erreichen, darf nicht vergessen werden, dass auch die benötigte Infrastruktur mit ausgebaut werden muss. Förderungen für NETs erhöhen die Planungssicherheit für Infrastruktur, da sie die Nachfrage nach ihr unterstützen.<sup>433</sup> Da die Entfernung von Kohlenstoff in einem anderen Land als die Speicherung stattfinden kann, braucht es grenzüberschreitende Infrastruktur.<sup>434</sup>

Die Debatte um Negativemissionen dreht sich jedoch nicht nur darum, wie diese angereizt werden können, sondern auch um deren gerechte Verteilung. So muss in den kommenden Jahren auf EU- und nationaler Ebene im Rahmen einer Zielsetzung für Negativemissionen auch geklärt werden, ob, und wenn ja, welche Mitgliedsstaaten und Sektoren in welchem Ausmaß weiterhin netto positiv sein dürfen.<sup>435</sup> Die Ergebnisse dieser Debatte hätten wiederum Auswirkungen auf die Ausgestaltung der Marktdesigns. So könnte z. B. die RU-Verpflichtung für bestimmte Sektoren ausgesetzt werden. Die Verteilungsfrage endet jedoch nicht auch auf EU-Ebene. Bereits jetzt gibt es Ausführungen darüber, wie eine global gerechte Verteilung aussehen kann.<sup>436</sup> Passend dazu soll erwähnt werden, dass sich auch der Handel im Rahmen der internationalen Kooperationen unter Artikel 6 des Übereinkommens von Paris in Richtung Negativemissionen umstrukturieren wird, je tiefer die globalen THG-Emissionen sinken.<sup>437</sup>

---

<sup>430</sup> Vgl. de Coninck, H. et al. (2018) S. 347, Table 4.6.

<sup>431</sup> Vgl. Geden, O., Schenuit, F. (2020), S. 15.

<sup>432</sup> Vgl. Breitschopf, B. et al. (2023), S. 25.

<sup>433</sup> Vgl. Dilly, S. et al. (2023), S. 43.

<sup>434</sup> Vgl. European Commission (2018), S. 194. Für eine detailliertere Ausführung siehe European Commission (2021b), S. 18.

<sup>435</sup> Vgl. Geden, O., Schenuit, F. (2020), S. 17.

<sup>436</sup> Siehe z. B. Lee, K., Fyson, C., Schleussner, C.-F. (2021).

<sup>437</sup> Vgl. Honegger, M. et al. (2021), S. 8.

## Literaturverzeichnis

Alcalde, J. et al. (2018): Estimating geological CO<sub>2</sub> storage security to deliver on climate mitigation, in: nature communications (2018)9:2201.

Bednar, J. et al. (2021): Operationalizing the net-negative carbon economy, in: Nature, Vol. 596, 2021, S. 377-398.

Black, R. et al. (2021): Taking Stock: A global assessment of net zero targets, Hrsg. Energy & Climate Intelligence Unit, Oxford Net Zero.

Breitschopf, B. et al. (2023): Direct Air Carbon Capture and Storage Ein Gamechanger in der Klimapolitik?, Karlsruhe, Hrsg. Fraunhofer ISI.

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (2024): Langfriststrategien Negative-missionen zum Umgang mit unvermeidbaren Restemissionen (LNe) – Eckpunkte.

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (o.J.a): Internationale Kooperation unter Artikel 6, online im Internet: <https://www.carbon-mechanisms.de/grundlagen/das-uebereinkommen-von-paris-und-dessen-artikel-6>, abgerufen am 20.04.2024.

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (o.J.b): EU-Klimaschutzpolitik, online im Internet unter: <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Artikel/Industrie/klimaschutz-eu-klimaschutzpolitik.html>, abgerufen am 22.04.2024.

Bundeszentrale für politische Bildung (2017): Klimaethik, online im Internet: <https://www.bpb.de/themen/umwelt/bioethik/257690/klimaethik/>, abgerufen am 02.10.2024.

California Air Resources Board (2015): California Air Resources Board Offset Credit Regulatory Conformance and Invalidation Guidance.

California Air Resources Board (o.J.): Compliance Offset Program, online im Internet: <https://ww2.arb.ca.gov/our-work/programs/compliance-offset-program>, abgerufen am 08.06.2024.

Carver, T. et al. (2022): Including forestry in an emissions trading scheme: Lessons from New Zealand, in: Frontiers in Forests and Globale Change, 5:956196.

Chiappinelli, O. et al. (2021): A green COVID-19 recovery of the EU basic materials sector: identifying potentials, barriers and policy solutions, in: Climate Policy, VOL. 21, NO. 10, S. 1328-1346.

Council of the European Union (2024): Proposal for a REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL establishing a Union certification framework for permanent carbon removals, carbon farming and carbon storage in products, Interinstitutional File: 2022/0394(COD).

de Coninck, H. et al. (2018): Strengthening and Implementing the Global Response, in: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty, Cambridge, UK and New York, NY, USA, Cambridge University Press, S. 313-444.

Deutsche Emissionshandelsstelle (2023): Versteigerung, online im Internet: [https://www.dehst.de/DE/Europaeischer-Emissionshandel/Versteigerung/versteigerung\\_node.html](https://www.dehst.de/DE/Europaeischer-Emissionshandel/Versteigerung/versteigerung_node.html), abgerufen am 13.05.2024.

Deutsche Emissionshandelsstelle (2024a): EU-Emissionshandel 1 im Seeverkehr, online im Internet: [https://www.dehst.de/DE/Themen/EU-ETS-1/Seeverkehr/EU-ETS-1-Seeverkehr/eu-ets-1-seeverkehr\\_node.html](https://www.dehst.de/DE/Themen/EU-ETS-1/Seeverkehr/EU-ETS-1-Seeverkehr/eu-ets-1-seeverkehr_node.html), abgerufen am 09.02.2025.

Deutsche Emissionshandelsstelle (2024b): Schutz vor Carbon Leakage, online im Internet: [https://www.dehst.de/DE/Europaeischer-Emissionshandel/Reform-Perspektiven/Carbon-Leakage-Schutz/carbon-leakage-schutz\\_node.html](https://www.dehst.de/DE/Europaeischer-Emissionshandel/Reform-Perspektiven/Carbon-Leakage-Schutz/carbon-leakage-schutz_node.html), abgerufen am 16.06.2024.

Deutsche Emissionshandelsstelle (o.J.): Den Europäischen Emissionshandel verstehen, online im Internet: [https://www.dehst.de/DE/Europaeischer-Emissionshandel/EU-Emissionshandel-verstehen/eu-emissionshandel-verstehen\\_node.html](https://www.dehst.de/DE/Europaeischer-Emissionshandel/EU-Emissionshandel-verstehen/eu-emissionshandel-verstehen_node.html), abgerufen am 10.05.2024.

Die Bundesregierung (2023): EU-Klimaschutzpaket: Fit For 55, online im Internet: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/aktuelles/fit-for-55-eu-1942402>, abgerufen am 22.04.2024.

Dilly, S. et al. (2023): Auf dem Weg zu einem Markt für Negativemissionen: Marktdesign- und Finanzierungsinstrumente, in: ENERGIEWIRTSCHAFTLICHE TAGESFRAGEN, Jg. 2023, Heft 10, S. 41-43.

E3Modelling (o.J.): PRIMES, online im Internet: <https://e3modelling.com/modelling-tools/primes/>, abgerufen am 19.06.2024.

Endres, A., Querner, I. (2000): Die Ökonomie natürlicher Ressourcen, 2., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage, Hrsg. Kohlhammer.

Endres, A., Rübhelke, D. (2022): Umweltökonomie, 5., erweiterte und aktualisierte Auflage, Hrsg. W. Kohlhammer.

Europäische Kommission (2024): MITTEILUNG DER KOMMISSION AN DAS EUROPÄISCHE PARLAMENT, DEN RAT, DEN EUROPÄISCHEN WIRTSCHAFTS- UND SOZIALAUSSCHUSS UND DEN AUSSCHUSS DER REGIONEN, Auf dem Weg zu einem ehrgeizigen industriellen CO<sub>2</sub>-Management in der EU, Brüssel.

Europäischer Rat, Rat der Europäischen Union (2024a): „Fit für 55“: Klimaziele in den Bereichen Landnutzung und Forstwirtschaft, online im Internet: <https://www.consilium.europa.eu/de/infographics/fit-for-55-lulucf-land-use-land-use-change-and-forestry/>, abgerufen am 23.04.2024.

Europäischer Rat, Rat der Europäischen Union (2024b): Climate action: Council and Parliament agree to establish an EU carbon removals certification framework, online im Internet: <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2024/02/20/climate-action-council-and-parliament-agree-to-establish-an-eu-carbon-removals-certification-framework/>, abgerufen am 23.04.2024.

Europäischer Rat, Rat der Europäischen Union (o.J.a): Pariser Klimaschutzübereinkommen, online im Internet: <https://www.consilium.europa.eu/de/policies/climate-change/paris-agreement/>, abgerufen am 21.04.2024.

Europäischer Rat, Rat der Europäischen Union (o.J.b): Das CO<sub>2</sub>-Grenzausgleichssystem im Detail, online im Internet: <https://www.consilium.europa.eu/de/infographics/fit-for-55-cbam-carbon-border-adjustment-mechanism/>, abgerufen am 22.04.2024.

Europäischer Rat, Rat der Europäischen Union (o.J.c): „Fit für 55“: Reform des EU-Emissionshandelssystems, online im Internet: <https://www.consilium.europa.eu/de/infographics/fit-for-55-eu-emissions-trading-system/>, abgerufen am 10.05.2024.

European Commission (2018): IN-DEPTH ANALYSIS IN SUPPORT OF THE COMMISSION COMMUNICATION COM(2018) 773 A Clean Planet for all A European long-term strategic vision for a prosperous, modern, competitive and climate neutral economy, Brüssel.

European Commission (2021a): Overview, online im Internet: [https://climate.ec.europa.eu/eu-action/carbon-capture-use-and-storage/overview\\_en#how-do-ccs-and-ccu-work](https://climate.ec.europa.eu/eu-action/carbon-capture-use-and-storage/overview_en#how-do-ccs-and-ccu-work), abgerufen am 23.04.2024.

European Commission (2021b): COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL Sustainable Carbon Cycles, Brüssel.

European Commission (2022): Proposal for a REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL establishing a Union certification framework for carbon removals, Brüssel.

European Commission (2024): FAQ – Maritime transport in EU Emissions Trading System (ETS), online im Internet: [https://climate.ec.europa.eu/eu-action/transport/reducing-emissions-shipping-sector/faq-maritime-transport-eu-emissions-trading-system-ets\\_en](https://climate.ec.europa.eu/eu-action/transport/reducing-emissions-shipping-sector/faq-maritime-transport-eu-emissions-trading-system-ets_en), abgerufen am 16.05.2024.

European Commission (o.J.a): Certification of permanent carbon , removals, carbon farming and carbon storage in products, online im Interent: [https://climate.ec.europa.eu/eu-action/certification-permanent-carbon-removals-carbon-farming-and-carbon-storage-products/certification-permanent-carbon-removals-carbon-farming-and-carbon-storage-products\\_en](https://climate.ec.europa.eu/eu-action/certification-permanent-carbon-removals-carbon-farming-and-carbon-storage-products/certification-permanent-carbon-removals-carbon-farming-and-carbon-storage-products_en), abgerufen am 23.04.2024.

European Commission (o.J.b): What is the EU ETS?, online im Internet: [https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets/what-eu-ets\\_en?preFlang=de](https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets/what-eu-ets_en?preFlang=de), abgerufen am 22.04.2024.

European Commission (o.J.c): Market Stability Reserve, online im Internet: [https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets/market-stability-reserve\\_en](https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets/market-stability-reserve_en), abgerufen am 04.09.2024.

European Commission (o.J.d): Carbon Border Adjustment Mechanism, online im Internet: [https://taxation-customs.ec.europa.eu/carbon-border-adjustment-mechanism\\_en](https://taxation-customs.ec.europa.eu/carbon-border-adjustment-mechanism_en), abgerufen am 04.09.2024.

Fuss, S. et al. (2018): Negative emissions—Part 2: Costs, potentials and side effects, in: *Environmental Research Letters*, 13.

Gabler Wirtschaftslexikon (o.J.): Windfall-Profit, online im Internet: <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/windfall-profit-48481>, abgerufen am 24.05.2024.

Geden, O., Schenuit, F. (2020): Unconventional Mitigation Carbon Dioxide Removal as a New Approach in EU Climate Policy, SWP Research Paper 8.

Generalsekretariat UVEK, Bundesamt für Umwelt BAFU (2020): Schweiz und Peru unterzeichnen ein Abkommen für den Klimaschutz, online im Internet: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/mitteilungen.msg-id-80791.html>, abgerufen am 07.05.2024.

Gerres, T., Linares, P. (2022): Carbon Contracts for Differences (CCfDs) in a European context, im Auftrag von: The Greens/EFA in the European Parliament.

Haszeldine, S. et al. (2021): Perceptions of Permanence in CO<sub>2</sub> storage What is a long time?, in: Energy Transition, Geological Society, London.

Hoegh-Guldberg, O. et al. (2018): Impacts of 1.5°C Global Warming on Natural and Human Systems, in: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty, Cambridge, UK and New York, NY, USA, Cambridge University Press, pp. 175-311.

Honegger, M. et al. (2021): Who Is Paying for Carbon Dioxide Removal? Designing Policy Instruments for Mobilizing Negative Emissions Technologies, in: Frontiers in Climate, 3:672996.

ICAP (2024): Emissions Trading Worldwide: Status Report 2024, Berlin.

International Institute for Applied Systems Analysis (o.J.a): GAINS Online, online im Internet: [https://gains.iiasa.ac.at/models/gains\\_models4.html](https://gains.iiasa.ac.at/models/gains_models4.html), abgerufen am 19.06.2024.

International Institute for Applied Systems Analysis (o.J.b): Introduction, online im Internet: <https://globiom.org/introduction.html>, abgerufen am 19.06.2024.

IPCC (2018): Annex I: Glossary, in: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty, Cambridge, UK and New York, NY, USA, Cambridge University Press, pp. 541-562.

Jeddi, S., Lencz, D., Wildgrube, T. (2021): Complementing carbon prices with Carbon Contracts for Difference in the presence of risk - When is it beneficial and when not?, EWI Working Paper, No 21/09, Hrsg. Institut of Energy Economics at the University of Cologne.

Jobin, M., Siegrist, M. (2020): Support for the Deployment of Climate Engineering: A Comparison of Ten Different Technologies, in: Risk Analysis, Vol. 40, No. 5, 2020, S. 1058-1078.

Klima-, Energi-, Forsyningsudvalget (2020): Non-Paper on Carbon Capture and Storage (CCS) by the Netherlands, Norway, Denmark and Sweden, Copenhagen.

La Hoz Theuer, S. et al. (2021): Systems and Net Zero: Trading Removals, Berlin, Hrsg. ICAP.

Lee, K., Fyson, C., Schleussner, C.-F. (2021): Fair distributions of carbon dioxide removal obligations and implications for effective national net-zero targets, in: Environmental Research Letters, 16.



- Lyngfelt, A., Fridahl, M., Haszeldine, S. (2024): FinanceForFuture: Enforcing a CO2 emitter liability using atmospheric CO2 removal deposits (ACORDs) to finance future negative emissions, in: Energy Research & Social Science, Volume 107 (2024).
- Meyer-Ohlendorf, N. (2020): EU Framework for CO2 Removals – Targets and Commitments, Berlin, Ecologic Institute.
- Meyer-Ohlendorf, N. (2021): Carbon Dioxide Removal Strategy for the EU, Berlin, Ecologic Institute.
- Ministry for the Environment and The Treasury (2007): The Framework for a New Zealand Emission Trading Scheme.
- Minx, J. C. et al. (2018): Negative emissions – Part 1: Research landscape and synthesis, in: Environmental Research Letters, 13.
- National Infrastructure Commission (2021): Engineered greenhouse gas removals.
- New Zealand Forest Service (2022): Emission Trading Scheme for Forestry, online im Internet: <https://www.mpi.govt.nz/dmsdocument/45232-Emissions-Trading-Scheme-for-Forestry-land-statistics>, abgerufen am 25.04.2024.
- o. V. (2021): Monitoring, Reporting and Verification of Greenhouse Gas Removals - Task and Finish Group Report.
- Oxera (2022): Market design for negative emissions in the UK ETS.
- Phillips, G., Aalders, E., Lubrecht, I. (2001): Forestry issues outstanding from COP6. Tech. rep., SGS Climate Change Programme and International Emission Trading Association (IETA).
- Pietzcker, R. et al. (2021): Notwendige CO2-Preise zum Erreichen des europäischen Klimaziels 2030, Potsdam, Hrsg. Kopernikus-Projekt Ariadne.
- Poralla, M. et al. (2021): Sewage Treatment for the Skies: mobilising carbon dioxide removal through public policies and private financing, in: NET-Rapido Consortium and Perspectives Climate Research.
- Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut (2021): Klimaneutrales Deutschland 2045. Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann, Langfassung im Auftrag von Stiftung Klimaneutralität, Agora Energiewende und Agora Verkehrswende.
- Rickels, W. et al. (2021): Integrating Carbon Dioxide Removal Into European Emissions Trading, in: Frontiers in Climate, Band 3, Artikel 690023.

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

Rickels, W., Rehdanz, K., Oschlies, A. (2010): Methods for greenhouse gas offset accounting: A case study of ocean iron fertilization, in: Ecological Economics 69 (2010), S. 2495-2509.

Rickels, W., Rothenstein, R. (2022): CO<sub>2</sub>-Zentralbank: Rechtzeitiger Zertifikateankauf, in: Wirtschaftsdienst 2022, 102(4), S. 249.

Rogelj, J. et al. (2018): Mitigation Pathways Compatible with 1.5°C in the Context of Sustainable Development, in: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty, Cambridge, UK and New York, NY, USA, Cambridge, University Press, S. 93-174.

Seidel, R. et al. (2017): Forest disturbances under climate change, in: Nature Climate Change, 7, S. 395-402.

Smith, P. et al. (2015): Biophysical and economic limits to negative CO<sub>2</sub> emissions.

Smith, P., Haszeldine, R. S., Smith, S. M. (2016): Preliminary assessment of the potential for, and limitations to, terrestrial negative emission technologies in the UK, in: Environmental Science: Processes & Impacts, 2016, 18, S. 1400-1405.

Umweltbundesamt (2024a): Meere unter Druck – Ozeanversauerung durch CO<sub>2</sub>, online im Internet: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/meere/nutzung-belastungen/meere-unter-druck-ozeanversauerung-durch-co2#ozeane-kohlenstoffdioxid-speicher->, abgerufen am 30.04.2024.

Umweltbundesamt (2024b): Übereinkommen von Paris, online im Internet: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/internationale-eu-klimapolitik/uebereinkommen-von-paris#ziele-des-ubereinkommens-von-paris-uvp>, abgerufen am 20.04.2024.

UNFCCC (2022): Report of the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Paris Agreement on its third session, held in Glasgow from 31 October to 13 November 2021.

UVEK (o.J.): Eidgenössisches Department für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK, online im Internet: <https://www.uvek.admin.ch/uvek/de/home.html>, abgerufen am 18.06.2024.

Vogt-Schilb, A., Hallegatte, S. (2013): Marginal abatement cost curves and the optimal timing of mitigation measures, in: Energy Policy, Volume 66, 2014, S. 645 - 653.

Vorschlag für eine RICHTLINIE DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES zur Änderung der Richtlinie 2003/87/EG über ein System für den Handel mit Treibhausgasemissionszertifikaten in der Union, des Beschlusses (EU) 2015/1814 über die Einrichtung und Anwendung einer Marktstabilitätsreserve für das System für den Handel mit Treibhausgasemissionszertifikaten in der Union und der Verordnung (EU) 2015/757.

Zickerfeld, K., MacDougall, A. H., Matthews, H. D. (2016): On the proportionality between global temperature change and cumulative CO<sub>2</sub> emissions during periods of net negative CO<sub>2</sub> emissions, in: Environmental Research Letters, 11.

## Verzeichnis der Gesetze, Rechtsverordnungen und Verwaltungsanweisungen

AB-398 California Global Warming Solutions Act of 2006: market-based compliance mechanisms: fire prevention fees: sales and use tax manufacturing exemption, Chapter 135, online im Internet: [https://leginfo.legislature.ca.gov/faces/billTextClient.xhtml?bill\\_id=201720180AB398](https://leginfo.legislature.ca.gov/faces/billTextClient.xhtml?bill_id=201720180AB398), abgerufen am 17.06.2024.

BESCHLUSS (EU) 2015/1814 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 6. Oktober 2015 über die Einrichtung und Anwendung einer Marktstabilitätsreserve für das System für den Handel mit Treibhausgasemissionszertifikaten in der Union und zur Änderung der Richtlinie 2003/87/EG, online im Internet: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32015D1814>, abgerufen am 04.09.2024.

DIRECTIVE 2009/31/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 23 April 2009 on the geological storage of carbon dioxide and amending Council Directive 85/337/EEC, European Parliament and Council Directives 2000/60/EC, 2001/80/EC, 2004/35/EC, 2006/12/EC, 2008/1/EC and Regulation (EC) No 1013/2006, online im Internet: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:32009L0031>, abgerufen am 17.06.2024.

DIRECTIVE (EU) 2023/959 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 10 May 2023 amending Directive 2003/87/EC establishing a system for greenhouse gas emission allowance trading within the Union and Decision (EU) 2015/1814 concerning the establishment and operation of a market stability reserve for the Union greenhouse gas emission trading system, online im Internet: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32023L0959>, abgerufen am 04.09.2024.

RICHTLINIE (EU) 2018/410 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 14. März 2018 zur Änderung der Richtlinie 2003/87/EG zwecks Unterstützung kosteneffizienter Emissionsreduktionen und zur Förderung von Investitionen mit geringem CO<sub>2</sub>-Ausstoß und des Beschlusses (EU) 2015/1814, online im Internet: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L0410>, abgerufen am 09.11.2024.

RICHTLINIE (EU) 2022/2464 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 14. Dezember 2022 zur Änderung der Verordnung (EU) Nr. 537/2014 und der Richtlinien 2004/109/EG, 2006/43/EG und 2013/34/EU hinsichtlich der Nachhaltigkeitsberichterstattung von Unternehmen, online im Internet: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX:32022L2464>, abgerufen am 17.06.2024.

RICHTLINIE (EU) 2023/959 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 10. Mai 2023 zur Änderung der Richtlinie 2003/87/EG über ein System für den Handel mit Treibhausgasemissionszertifikaten in der Union und des Beschlusses (EU) 2015/1814 über die Einrichtung und Anwendung einer Marktstabilitätsreserve für das System für den Handel mit Treibhausgasemissionszertifikaten in der Union, online im Internet: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX:32023L0959>, abgerufen am 17.06.2024.

RICHTLINIE 2003/87/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 13. Oktober 2003 über ein System für den Handel mit Treibhausgasemissionszertifikaten in der Gemeinschaft und zur Änderung der Richtlinie 96/61/EG des Rates, online im Internet: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2003/87/oj/deu>, abgerufen am 17.06.2024.

RICHTLINIE 2009/29/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 23. April 2009 zur Änderung der Richtlinie 2003/87/EG zwecks Verbesserung und Ausweitung des Gemeinschaftssystems für den Handel mit Treibhausgasemissionszertifikaten, online im Internet: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=celex:32009L0029>, abgerufen am 17.06.2024.

Verordnung (EU) 2018/841 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 30. Mai 2018 über die Einbeziehung der Emissionen und des Abbaus von Treibhausgasen aus Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft in den Rahmen für die Klima- und Energiepolitik bis 2030 und zur Änderung der Verordnung (EU) Nr. 525/2013 und des Beschlusses Nr. 529/2013/EU, online im Internet: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2018/841/oj/deu>, abgerufen am 17.06.2024.

VERORDNUNG (EU) 2021/1119 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 30. Juni 2021 zur Schaffung des Rahmens für die Verwirklichung der Klimaneutralität und zur Änderung der Verordnungen (EG) Nr. 401/2009 und (EU) 2018/1999 („Europäisches Klimagesetz“), online im Internet: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX:32021R1119>, abgerufen am 17.06.2024.

RUFIS

Ruhr-Forschungsinstitut  
für Innovations- und Strukturpolitik e.V.

Universitätsstr. 150

44801 Bochum

[WWW.RUFIS.DE](http://WWW.RUFIS.DE)