

Klimaschutz durch CO₂-Kompensation oder Emissionshandel - ein Vergleich im europäischen und bundesdeutschen Rahmen

Studienarbeit T3_3100

Studiengang Elektrotechnik

Studienrichtung Energie- und Umwelttechnik

Duale Hochschule Baden-Württemberg Ravensburg, Campus Friedrichshafen

von

Alexander Dreher

Abgabedatum:	13.01.2025
Bearbeitungszeitraum:	09.10.2024 - 13.01.2025
Matrikelnummer:	5642939
Kurs:	TEU22
Betreuerin / Betreuer:	Dr. Tillmann Stottele

Erklärung

gemäß Ziffer 1.1.14 der Anlage 1 zu §§ 3, 4 und 5 der Studien- und Prüfungsordnung für die Bachelorstudiengänge im Studienbereich Technik der Dualen Hochschule Baden-Württemberg vom 29.09.2017 in der Fassung vom 24.07.2023.

Ich versichere hiermit, dass ich meine Bachelorarbeit (bzw. Projektarbeit oder Studienarbeit bzw. Hausarbeit) mit dem Thema:

Klimaschutz durch CO₂-Kompensation oder Emissionshandel - ein Vergleich im europäischen und bundesdeutschen Rahmen

selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Ich versichere zudem, dass die eingereichte elektronische Fassung mit der gedruckten Fassung übereinstimmt.

Ravensburg, den 31. Dezember 2024

Alexander Dreher

Kurzfassung

Der Klimawandel ist eine der größten Herausforderungen unserer Zeit. Er beeinflusst nicht nur die Umwelt, sondern auch die Gesellschaft und die globale Wirtschaft. Um die schlimmsten Auswirkungen zu vermeiden, ist es wichtig, jetzt zu handeln und nachhaltige Lösungen zu finden. Dazu gehören der Ausbau erneuerbarer Energien, die Förderung von Energieeffizienz und die Reduktion von Treibhausgasemissionen. Jeder Beitrag zählt, sei es durch politische Maßnahmen, technologische Innovationen oder individuelles Handeln im Alltag. Nur gemeinsam können wir eine lebenswerte Zukunft für kommende Generationen sichern.

Abstract

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	v
1 Einleitung	1
1.1 Problemstellung - Ursprung und Wirkung vom Menschen verursachter CO ₂ -Emissionen	1
1.2 Zielsetzung	2
1.3 Methodisches Vorgehen	3
2 Klimaschutz	4
2.1 Europäische Klimapolitik	6
2.2 Deutsche Klimaschutzpolitik	7
3 CO₂-Emissionshandel	9
3.1 Gesetzlicher Rahmen	9
3.2 Funktionsweise	12
3.3 Unterschiede zwischen der EU und Deutschland	18
4 CO₂-Kompensation	20
4.1 Gesetzlicher Rahmen	20
4.2 Allgemeine Funktionsweise	22
4.3 Kompensationsmethoden	24
4.4 Beispiele konkreter Maßnahmen	26
4.5 Unterschied zwischen der EU und Deutschland	31
5 Wirksamkeit für den Klimaschutz	33
5.1 CO ₂ -Emissionshandel	33

Inhaltsverzeichnis

5.2	CO ₂ -Kompensation	35
5.3	Gegenüberstellung beider Ansätze	38
6	Zusammenfassende Schlussbetrachtung	40
6.1	Ergebnis der Gegenüberstellung	40
6.2	Handlungsempfehlungen	41
	Abbildungsverzeichnis	42
	Literatur	43

Abkürzungsverzeichnis

BMK	Österreichisches Bundesministerium für Klimaschutz, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie
E-Ladesäule	Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EN	Europäische Norm
EnWG	Energiewirtschaftsgesetz
GNDEW	Gesetz zum Neustart der Digitalisierung der Energiewende
HAK	Hausanschlusskasten
ITI	Information Technology Industry Council
KVS	Kabelverteilerschrank
KWKG	Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz
MsbG	Messstellenbetriebsgesetz
NAV	Niederspannungsanschlussverordnung
NS-HV	Niederspannungshauptverteilung
SMGW	Smart Meter Gateways
TAB	Technische Anschlussbedingungen
TAF	Tarifverhandlungsfälle
TWS Netz GmbH	Technische Werke Schussental GmbH & Co. KG
Ust	Umspannstation
VDE-AR-N	Technische Anschlussregeln Niederspannung

1 Einleitung

1.1 Problemstellung - Ursprung und Wirkung vom Menschen verursachter CO₂-Emissionen

Seit der Industrialisierung hat der globale Klimawandel zunehmend an Dringlichkeit gewonnen, da durch menschliche Aktivitäten, insbesondere die Verbrennung fossiler Energieträger, Treibhausgase wie CO₂ in die Atmosphäre gelangen. Die Folge ist eine Erhöhung der Konzentration von Strahlungsabsorptionen in der Atmosphäre, wodurch Wärme gespeichert wird, ähnlich wie in einem Treibhaus. Der Anstieg der CO₂-Konzentration führt zu einer Verschiebung der Strahlungsbilanz der Erde, was eine Erhöhung der durchschnittlichen Erdtemperatur zur Folge hat. Zudem kommt es zu einer verstärkten Rückkopplung im Klimasystem. Der Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur hat weitreichende, wissenschaftlich belegte Auswirkungen auf das Klima und die Ökosysteme. Dazu zählen beispielsweise Veränderungen von Wettermustern, das Abschmelzen der Polkappen, der Anstieg des Meeresspiegels sowie die Verschiebung von Lebensräumen und der Artenvielfalt [20].

Um den globalen Temperaturanstieg und dessen Folgen zu begrenzen sowie die im Pariser Klimaabkommen vereinbarten Klimaziele zu erreichen, sind umfassende Maßnahmen zur Reduktion von Treibhausgasen erforderlich. Eine Begrenzung des Temperaturanstiegs auf weniger als 2 °C kann folglich nur durch entsprechende Maßnahmen gewährleistet werden. Zu den zentralen Instrumenten zur Reduktion von Treibhausgasemissionen zählen der CO₂-Emissionshandel sowie die CO₂-Kompensation. Der Emissionshandel zielt darauf ab, durch handelbare Emissionszertifikate eine direkte Reduktion an der Emissionsquelle zu bewirken. Demgegenüber basiert die CO₂-Kompensation auf der Finanzierung von Projekten zur Bindung oder Reduktion von CO₂ außerhalb der unmittelbaren Emissionsquelle [19].

Die beiden Ansätze zur Reduktion von Treibhausgasen bieten Chancen, sind jedoch mit Herausforderungen verbunden. Die Effektivität des CO₂-Emissionshandels ist aufgrund der Komplexität der Preisfestlegung und der eingeschränkten Markttransparenz begrenzt. Zudem ist die Effektivität von CO₂-Kompensationen schwer überprüfbar, da die Resultate der Projekte oft erst über Jahre hinweg sichtbar werden. Des Weiteren besteht bei beiden Maßnahmen das Risiko, dass sie zu Greenwashing-Zwecken instrumentalisiert werden, wodurch ihre Effektivität zur Erreichung der globalen Klimaziele beeinträchtigt wird.

1.2 Zielsetzung

Die vorliegende Studienarbeit befasst sich mit der Untersuchung der Wirksamkeit sowie der naturwissenschaftlichen Grundlagen der CO₂-Reduktionsmethoden CO₂-Emissionshandel und CO₂-Kompensation. Im Fokus steht dabei die Analyse ihrer Eignung zur Stabilisierung der globalen Strahlungsbilanz und damit zur Reduktion der anthropogen verursachten Erderwärmung. Im Mittelpunkt der Untersuchung stehen die physikalischen und ökologischen Auswirkungen beider Ansätze auf die globale CO₂-Bilanz sowie die Frage, in welchem Umfang diese Instrumente eine nachhaltige Reduzierung der Treibhausgasemissionen bewirken können.

Des Weiteren erfolgt ein Vergleich der Funktionsweisen und Rahmenbedingungen des CO₂-Emissionshandels und der CO₂-Kompensation in der Europäischen Union und speziell in Deutschland, um wesentliche Unterschiede und deren Einfluss auf die Treibhausgasreduktion darzustellen. Anhand von Fallbeispielen erfolgt eine Untersuchung der praktischen Umsetzung beider Ansätze sowie eine Überprüfung ihrer Effekte auf die Wirksamkeit hinsichtlich des Klimaschutzes.

Die vorliegende Arbeit verfolgt das Ziel, ein umfassendes Verständnis der praktischen Wirksamkeit sowie der wissenschaftlichen Grundlagen beider Ansätze zu erlangen. Dies erfolgt durch eine Betrachtung der Funktionsweise, der Kosten, der Überprüfbarkeit sowie der tatsächlichen Umweltwirksamkeit im Hinblick auf eine messbare CO₂-Reduktion und die Erreichung globaler Klimaziele.

1.3 Methodisches Vorgehen

Die vorliegende Studienarbeit beginnt mit einer Erläuterung und Einführung in die Problemstellung der Thematik. Dazu wird zunächst auf allgemeine historische Aspekte des Klimaschutzes eingegangen, um die Bedeutung der zu untersuchenden Maßnahmen zu verdeutlichen. Des Weiteren werden erste grundlegende Aspekte, die für den CO₂-Emissionshandel und die CO₂-Kompensation relevant sind, erläutert.

Im weiteren Verlauf der Studienarbeit wird zunächst der CO₂-Emissionshandel betrachtet und in die Aspekte rechtlicher Rahmen und Funktionalität unterteilt. Dadurch wird ein Grundverständnis geschaffen, um im weiteren Verlauf der Studienarbeit eine Vergleichbarkeit zwischen dem CO₂-Emissionshandel und der CO₂-Kompensation herstellen zu können. Des Weiteren werden die Bereiche der rechtlichen Rahmenbedingungen und der Funktionalität zwischen dem europäischen und dem deutschen Rahmen unterschieden.

Im vierten Kapitel wird die gleiche Untersuchung für die CO₂-Kompensation durchgeführt, um alle relevanten Grundvoraussetzungen für das nächste Kapitel zu schaffen. Die Besonderheit hierbei ist, dass für die CO₂-Kompensation konkrete Kompensationsmaßnahmen näher erläutert werden, um die Gefahr des Greenwashings bei dieser Kompensationsmethode zu verdeutlichen.

Im fünften Kapitel dieser Studienarbeit erfolgt nun ein Vergleich der beiden Methoden, um diese auf ihre Wirksamkeit hinsichtlich des Klimaschutzes zu untersuchen. Dazu werden beide Methoden zunächst einzeln auf ihre Wirksamkeit untersucht und anschließend miteinander verglichen.

Abschließend werden die gewonnenen Ergebnisse zusammengefasst und auf die eingangs gestellte Fragestellung bezogen. Darüber hinaus werden Handlungsempfehlungen formuliert, um beide Methoden möglichst effizient in der täglichen Praxis einsetzen zu können.

2 Klimaschutz

Die wissenschaftliche Untersuchung des Klimawandels lässt sich bis in das 18. Jahrhundert zurückführen, wobei ihm lange Zeit keine zentrale Rolle in der internationalen Politik beigemessen wurde. Erst mit Beginn der Industrialisierung und den damit verbundenen erheblichen CO₂-Emissionen aus den Sektoren Strom- und Wärmeerzeugung, Verkehr und Industrie nahm die Erderwärmung merklich zu und wurde zu einer globalen Herausforderung. Diese Entwicklung resultierte in der dringenden Notwendigkeit einer internationalen Klimapolitik, um den Temperaturanstieg zu verlangsamen oder gar zu stoppen. Ein wesentlicher Meilenstein in der Entwicklung der Klimapolitik war das im Jahr 1997 im Rahmen der UN-Klimakonferenz verabschiedete Kyoto-Protokoll. Der weltweit erste verbindliche Vertrag zur Reduktion von Treibhausgasen, das sogenannte Kyoto-Protokoll, wurde im Jahr 2005 wirksam und stellte die Grundlage für zukünftige Klimaschutzvereinbarungen dar [19]. Zu Beginn des Prozesses haben sich 55 Staaten, die zu diesem Zeitpunkt für mindestens 55 Prozent der globalen Treibhausgasemissionen verantwortlich waren, zur Reduktion klimaschädlicher Gase wie CO₂, Methan (CH₄), Distickstoffoxid (N₂O), Fluorkohlenwasserstoffe (H-FKW), Perfluorkohlenwasserstoffe (PFKW) und Schwefelhexafluorid (SF₆) verpflichtet. Das Kyoto-Protokoll sieht mehrere Verpflichtungsperioden mit festgelegten Emissionsminderungszielen vor, wobei das Ziel darin besteht, diese Reduktionen möglichst kosteneffizient zu erreichen. Die Gewährleistung der Kosteneffizienz erfolgt durch sogenannte flexible Mechanismen.

- Emissionshandel
- Mechanismus für umweltverträgliche Entwicklung (Clean Development Mechanism, CDM)
- Gemeinsame Umsetzung (Joint Implementation, JI)

Der Emissionshandel erlaubt es Unternehmen und Staaten, Emissionszertifikate zu erwerben, anstatt die Emissionen unmittelbar zu reduzieren. Der Mechanismus für umweltverträgliche Entwicklung stellt einen Mechanismus zur Förderung von Entwicklungsländern durch Investitionen in nachhaltige Projekte dar, welcher dazu dient, deren potenziellen Emissionsanstieg zu reduzieren. Die gemeinsame Umsetzung erlaubt es Industriestaaten, Projekte zur Emissionsreduktion in anderen Vertragsstaaten zu finanzieren und sich die erzielten Einsparungen auf die eigenen Reduktionsziele anrechnen zu lassen. Die Zielsetzung der genannten Mechanismen besteht in einer Reduktion von Emissionen an Orten, an denen deren Realisierung mit geringen Kosten verbunden ist. Da Treibhausgase eine globale Wirkung verursachen, ist der Ort der Reduktion dabei von untergeordneter Bedeutung [15] [29].

Das Kyoto-Protokoll umfasst gegenwärtig 191 Mitgliedstaaten, darunter nahezu alle relevanten Industriestaaten. Die USA sind jedoch nach wie vor kein Vertragsmitglied [19] [3].

Ein weiteres, für den internationalen Klimaschutz bedeutsames Abkommen ist das Pariser Klimaabkommen, welches im Dezember 2015 auf der UN-Klimakonferenz in Paris beschlossen wurde. Es beinhaltet ehrgeizige Ziele hinsichtlich der Reduzierung von Treibhausgasemissionen und strebt eine Ablösung des Kyoto-Protokolls an. Das Pariser Abkommen etabliert einen neuen Rahmen für die Klimapolitik nach 2020 und eliminiert die bisherige Dichotomie zwischen Industriestaaten (Annex-Staaten) und Entwicklungsländern (Nicht-Annex-Staaten). Diese Trennung basierte auf der Annahme, dass Industrieländer die Hauptverantwortung für die bisherige Emissionsentwicklung tragen, während Entwicklungsländer nur begrenzt industrialisiert sind. Die neue Regelung des Pariser Abkommens verpflichtet alle Vertragsparteien zur Erstellung und Umsetzung nationaler Klimaschutzpläne. Ein besonderes Augenmerk gilt dabei der Unterstützung von Entwicklungsländern bei der Umsetzung von zentralen Klimaschutzmaßnahmen [30].

Das Pariser Klimaabkommen wurde im November 2015 wirksam, nachdem es von 55 Staaten, die für 55 Prozent der globalen Treibhausgasemissionen verantwortlich sind, ratifiziert worden war. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt (Stand: Oktober 2019) haben 187 Staaten das Abkommen anerkannt. Das Hauptziel des Pariser Klimaabkommens besteht in der Begrenzung des globalen Temperaturanstiegs auf maximal 2 °C. Die erforderlichen Treibhausgasreduktionen sollen mittels gezielter Finanzierungen und Anpassungsmaßnahmen weltweit implementiert werden, um insbesondere gefährdete Staaten widerstandsfähiger gegenüber den

Auswirkungen des Klimawandels zu machen. Die Einhaltung der nationalen Klimaschutzziele wird in einem fünfjährigen Rhythmus in einer globalen Bestandsaufnahme evaluiert, um den Ist-Zustand mit den angestrebten Zielwerten zu vergleichen [30].

Das Pariser Abkommen steht jedoch in der Kritik: Die aktuell vorliegenden nationalen Klimaschutzpläne der Vertragsstaaten reichen nicht aus, um die Erderwärmung auf 1,5 °C zu begrenzen. Zudem fehlt eine verbindliche Durchsetzung der Ziele auf internationaler Ebene. Auch sind die USA – wie bereits beim Kyoto-Protokoll – kein Vertragsmitglied, obwohl sie zu den weltweit größten Emittenten zählen [30].

2.1 Europäische Klimapolitik

Die europäische Klimapolitik basiert auf den Vereinbarungen des Kyoto-Protokolls sowie des Pariser Klimaabkommens. Die genannten Abkommen definieren die grundlegenden Parameter der Klimapolitik der Europäischen Union (EU), welche in konkrete Maßnahmen überführt wurden. Diese Maßnahmen verfolgen das übergeordnete Ziel, die Erderwärmung einzudämmen und die negativen Folgen des Klimawandels abzumildern. Die rechtliche Grundlage der EU-Klimapolitik findet sich im Vertrag über die Arbeitsweise der Europäischen Union (AEUV), der verbindliche Vorgaben und Maßnahmen zum Klimaschutz festlegt. Ein zentrales Ziel der EU besteht in der Förderung internationaler Maßnahmen auf regionaler wie globaler Ebene zur Bekämpfung der durch den Klimawandel verursachten Umweltprobleme [17].

Ein wesentlicher Bestandteil der europäischen Klimapolitik ist das sogenannte energiepolitische Dreieck, welches auf den folgenden drei Säulen basiert:

- Sicherheit der Energieversorgung
- Umweltverträglichkeit
- Wirtschaftlichkeit

Das übergeordnete Ziel der Europäischen Union besteht in der Reduktion der Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2030 um 40 Prozent. Gleichzeitig ist eine Steigerung der Energieeffizienz um 27 Prozent sowie eine signifikante Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien vorgesehen. Eine wesentliche Maßnahme zur Erreichung der genannten Ziele stellt das bereits im Kyoto-Protokoll erwähnte System des Emissionshandels dar. Das System des Emissionshandels ermöglicht es Unternehmen, die ihre Emissionen reduziert haben, überschüssige Zertifikate zu verkaufen. Dadurch wird ein finanzieller Anreiz für weitere Emissionssenkungen geschaffen [17].

Als führende Akteurin in der internationalen Klimapolitik ist die EU dazu verpflichtet, ihre gesetzlichen Vorgaben und Maßnahmen mit allen Mitgliedstaaten abzustimmen, um deren Unterstützung und Engagement sicherzustellen. Des Weiteren werden Ausgleichszahlungen eingesetzt, um wirtschaftlich schwächere Mitgliedstaaten zu unterstützen, die über geringere Kapazitäten zur Umsetzung der Klimaschutzziele verfügen [17].

2.2 Deutsche Klimaschutzpolitik

Die deutsche Klimapolitik ist eng mit der europäischen Klimapolitik verzahnt und setzt die geforderten Klimaziele der EU sowie die internationalen Vorgaben des Pariser Klimaabkommens und des Kyoto-Protokolls in einen nationalen Rahmen um. Mit dem Klimaschutzplan 2050, den die Bundesregierung 2015 beschlossen hat, wurde die erste umfassende Strategie zur Erreichung der Pariser Klimaziele formuliert. Vier Jahre später folgte der Klimaschutzplan 2030, der als Fortschreibung und Optimierung des vorherigen Plans weitere konkrete Schritte zur Zielerreichung festlegte. Im Rahmen dieses Plans wurde auch das Klimaschutzgesetz (KSG) verabschiedet, mit dem die Klimaziele erstmals gesetzlich verankert wurden [5].

Das KSG legt sektorspezifische Ziele fest und sieht einen klaren Umsetzungsprozess, ein regelmäßiges Monitoring sowie Nachsteuerungsmechanismen bei Zielverfehlungen vor. Ein zentrales Ziel der deutschen Klimapolitik ist die Reduktion der CO₂-Emissionen um 60 Prozent bis 2030 und um bis zu 80 Prozent bis 2040. Diese Ziele sollen unter anderem durch Maßnahmen in den Bereichen Energiewirtschaft, Industrie, Verkehr, Gebäude und Landwirtschaft erreicht werden [5].

Neben dem Klimaschutzgesetz des Bundes haben die Bundesländer eigene Klimaschutzgesetze und -strategien entwickelt, die die landesspezifischen Maßnahmen ergänzen und die Erreichung der nationalen Klimaziele unterstützen. Bis 2021 haben bereits zehn Bundesländer eigene Klimaschutzgesetze verabschiedet, um auf Basis der spezifischen Herausforderungen und Potenziale lokale Anpassungen und Ziele umzusetzen. Auch viele Kommunen haben eigene Klimaschutzstrategien entwickelt, um die nationalen und länderspezifischen Klimaziele zu unterstützen [5].

Ein häufiges Problem auf kommunaler Ebene ist jedoch, dass Klimaschutz nicht zu den Pflichtaufgaben gehört und die zur Verfügung stehenden finanziellen Mittel oft begrenzt sind. Kommunen sind daher häufig auf die Unterstützung durch staatliche Förderprogramme und Zuschüsse angewiesen, um effektive Klimaschutzmaßnahmen umsetzen zu können [5].

3 CO₂-Emissionshandel

3.1 Gesetzlicher Rahmen

Im Folgenden werden die gesetzlichen Rahmenbedingungen des CO₂-Emissionshandels auf europäischer und deutscher Ebene betrachtet.

Europäische Ebene

Die Einführung des CO₂-Emissionshandels auf europäischer Ebene erfolgte durch die Richtlinie 2003/87/EG. Diese Richtlinie bildet den gesetzlichen Rahmen für die EU und ist in sämtlichen Mitgliedstaaten unmittelbar geltendes Recht. Die staatlichen Gesetze der einzelnen Länder sind den EU-Richtlinien untergeordnet. Die Richtlinie zum CO₂-Emissionshandel bildet die Grundlage für das Europäische Emissionshandelssystem (EU-ETS). Die Richtlinie findet Anwendung in den Bereichen Energieerzeugung, energieintensiver Industrie sowie des innereuropäischen Luftverkehrs. Die Regulierung umfasst die Begrenzung von sechs Treibhausgasen, welche bereits in Kapitel 2 Erwähnung finden. Für jede ausgestoßene Tonne Kohlenstoffdioxid ist seitens der Unternehmen in den betroffenen Sektoren der Erwerb eines Zertifikats obligatorisch. Des Weiteren definiert die Richtlinie die Kriterien, nach denen die Zertifikate an die Unternehmen verteilt werden. Allerdings wurde eine festgelegte Obergrenze definiert, welche die maximale Anzahl an verfügbaren Zertifikaten bestimmt. Die jährliche Reduktion der Obergrenze dient der Verringerung der Gesamtmenge der Zertifikate im Umlauf und der Zielerreichung im Hinblick auf die Klimaschutzziele [1] [9].

Des Weiteren beinhaltet die Richtlinie 2003/87/EG eine Berichtspflicht. Die Unternehmen sind dazu verpflichtet, die jährlichen Emissionen zu dokumentieren und zu melden. Dies dient der Überprüfung, ob die Unternehmen über eine ausreichende Anzahl an Zertifikaten

verfügen, um ihre Emissionen zu kompensieren. Sofern die Voraussetzung nicht erfüllt ist, sieht die Richtlinie Sanktionen vor [1].

Im Jahr 2018 wurde die ursprüngliche Richtlinie 2003/87/EG durch die reformierte Richtlinie 2018/410 abgelöst. Die Reform zielte darauf ab, die vorherigen Regelungen an die ambitionierten Ziele des Pariser Klimaabkommens anzupassen. Eine wesentliche Modifikation betrifft die Obergrenze für Zertifikate: Die jährliche Reduktionsrate wurde von 1,7 Prozent auf 2,2 Prozent erhöht. Die Zielsetzung besteht in einer Reduktion der Emissionen im Bereich des CO₂-Emissionshandels um 43 Prozent bis zum Jahr 2030, wobei als Referenz die Emissionen aus dem Jahr 2005 herangezogen werden [9].

Eine weitere Neuerung stellt die Einführung einer Marktstabilitätsreserve dar. Die Funktion der Marktstabilitätsreserve besteht in der Aufnahme von überschüssigen Zertifikaten, um einem Preisverfall entgegenzuwirken. Allerdings ist die Kapazität der Reserve begrenzt. Eine Überschreitung der vorgegebenen Grenze führt zum Verfall der betroffenen Zertifikate [2].

Des Weiteren beinhaltet die Reform einen Mechanismus, welcher die Wirtschaftlichkeit von Unternehmen schützen soll. Unternehmen, die in emissionsintensiven oder global wettbewerbsfähigen Sektoren tätig sind, erhalten kostenlose Zertifikate. Diese Maßnahme zielt darauf ab, die Verlagerung der Produktion von Unternehmen ins Ausland zu verhindern, wodurch die mit der Produktion verbundenen Emissionen lediglich verlagert würden [2].

Schließlich wurde eine Reform des Verkaufs von Zertifikaten durch Auktionen implementiert. Die aus den Auktionen resultierenden Einnahmen werden den Mitgliedstaaten zur Finanzierung von Klimaschutzmaßnahmen zur Verfügung gestellt. Dadurch wird sichergestellt, dass die Erlöse nicht zur Bereicherung der Unternehmen genutzt werden [2].

Bundesdeutsche Ebene

In Deutschland wurden zusätzlich zur EU-Richtlinie zwei nationale Gesetze eingeführt, welche den Emissionshandel in den Sektoren Verkehr und Gebäude präzisieren. Hierbei handelt es sich um das Brennstoffemissionshandelsgesetz (BEHG) sowie das Klimaschutzgesetz (KSG).

Das BEHG übernimmt die zentrale Rolle der Marktregulierung und legt die Preisgestaltung für Kohlenstoffdioxid im Emissionshandel fest. Das KSG hingegen fokussiert sich auf die Evaluierung der Reduktionsziele sowie die Definition von Sanktionen. Im Vergleich zu den zuvor beschriebenen EU-Richtlinien lässt sich in Deutschland eine klare Verteilung der Aufgaben auf verschiedene Gesetze feststellen. Die Aufgabentrennung resultiert in einer detaillierteren Ausgestaltung der jeweiligen Regelungen, die im EU-Recht allgemein gehalten sind [10].

Das BEHG definiert auf nationaler Ebene, welche Rohstoffe in den Anwendungsbereich des Emissionshandels fallen und wie Unternehmen in diesen eingebunden werden. Der gesetzliche Rahmen umfasst dabei eine Vielzahl von Brennstoffen, darunter Benzin, Diesel, Heizöl, Erdgas sowie Kohle. Unternehmen, die die betroffenen Rohstoffe produzieren oder in den Verkehr bringen, sind verpflichtet, Emissionszertifikate in Höhe der CO₂-Menge des jeweiligen Brennstoffes zu erwerben [10].

Ein wesentlicher Unterschied zum EU-Recht besteht darin, dass die Emissionszertifikate in Deutschland bis 2026 einen festen Preis haben und nicht durch Auktionen frei handelbar sind. Der Festpreis der Zertifikate unterliegt einer jährlichen Anpassung, um einen verstärkten Anreiz zur Reduzierung von Emissionen zu generieren. Im Jahr 2026 erfolgt eine Anpassung des deutschen Emissionshandelssystems an das europäische, sodass in der Folge eine Bepreisung auf Basis des Marktes erfolgt und die Zertifikate frei handelbar werden [10].

Das BEHG findet ausschließlich auf Brennstoffe Anwendung, die nicht bereits durch das EU-Emissionshandelssystem erfasst sind. Eine doppelte Bepreisung wird somit vermieden, sodass Betreiber keine doppelte Abgabe leisten müssen. Im deutschen Emissionshandel besteht für Lieferanten und Importeure von Brennstoffen die Verpflichtung, Zertifikate für ihre Produkte zu erwerben. Die Einhaltung dieser Verpflichtung wird durch die Deutsche Emis-

onshandelsstelle (DEHSt) überwacht, wobei der jährliche Rhythmus der Überwachung dem der EU entspricht. Bei einem Verstoß gegen die Abgabepflicht sind auch in Deutschland Sanktionen vorgesehen, die denen des EU-Rechts vergleichbar sind [10].

3.2 Funktionsweise

Allgemeine Erklärung

Die Funktionsweise des CO₂-Emissionshandels basiert auf einem Marktsystem, welches Unternehmen die Möglichkeit bietet, ihre Treibhausgasemissionen durch den Erwerb von Zertifikaten zu kompensieren. Die gesetzlichen Anforderungen definieren klare Regeln, welche die gesamte Reduktionsmethode regulieren und von den involvierten Unternehmen zwingend einzuhalten sind. Die genannten Regulierungsmaßnahmen bewirken, dass Unternehmen nicht unkontrolliert Treibhausgase emittieren und diese lediglich durch finanzielle Mittel kompensieren. Das übergeordnete Ziel des Emissionshandels besteht weiterhin in der tatsächlichen Reduktion von Treibhausgasemissionen.

Der CO₂-Emissionshandel folgt dem sogenannten Cap-and-Trade-Prinzip, welches die Methodik des Handelssystems beschreibt. Das zugrundeliegende Prinzip besteht aus zwei zentralen Elementen:

- Einem „Cap“, dass die Obergrenze der verfügbaren Zertifikate festlegt und
- einem „Trade“, der den Handel dieser Zertifikate ermöglicht.

Wie im vorherigen Kapitel dargelegt, wird die Gesamtmenge an Zertifikaten durch gesetzliche Richtlinien begrenzt. Die Unternehmen sind folglich verpflichtet, ihre Emissionen entsprechend anzupassen, um innerhalb des vorgegebenen Limits zu bleiben. Des Weiteren ist im aktuellen Klimaschutzvertrag eine schrittweise Reduktion des Limits über die Jahre hinweg vorgesehen. Dies erzeugt einen Anreiz für Unternehmen, ihre Treibhausgasemissionen weiterhin zu reduzieren, da mit dem sinkenden Limit weniger Zertifikate verfügbar sind und somit jedes Unternehmen weniger Zertifikate erhält.

Der Handel mit Zertifikaten unterliegt keinen gesetzlichen Einschränkungen, da das zugrundeliegende Prinzip auf einem Marktsystem basiert. Unternehmen mit geringem Treibhausgasausstoß, die über eine Überschussmenge an Zertifikaten verfügen, können diese an Unternehmen mit höherem Ausstoß veräußern. Dies eröffnet Unternehmen die Möglichkeit, ihre Emissionen durch den Erwerb zusätzlicher Zertifikate auszugleichen. Die durch den Verkauf von Zertifikaten generierten finanziellen Mittel können wiederum zur Finanzierung weiterer Maßnahmen zur Reduktion von Treibhausgasen verwendet werden.

Die Funktionsfähigkeit eines CO₂-Emissionshandelssystems setzt voraus, dass die Zertifikate in einer gerechten Weise auf die Unternehmen verteilt werden. Ein Handel mit Zertifikaten ist jedoch nur möglich, sofern Unternehmen über entsprechende Zertifikate verfügen. Die Zuteilung erfolgt gemäß den gesetzlichen Vorschriften, welche zwei zentrale Methoden vorsehen:

- kostenlose Zuteilung von Zertifikaten
- Erwerb durch Auktionen

Die kostenlose Zuteilung ist jedoch auf Unternehmen beschränkt, die wie in Kapitel 3.1 beschrieben durch den Emissionshandel in ihrer wirtschaftlichen Handlungsfähigkeit beeinträchtigt wären und dadurch ihre globale Wettbewerbsfähigkeit verlieren könnten. Der Erwerb durch Auktionen ist für jedes Unternehmen zulässig und unterliegt keinerlei Beschränkungen. Ein wesentlicher Unterschied besteht jedoch darin, dass diese Zertifikate nun nicht mehr kostenlos zugeteilt werden, sondern von den Unternehmen erworben werden müssen.

Ein weiterer essenzieller Bestandteil des Emissionshandelssystems ist die Überwachung und Sanktionierung. Die genannten Prozesse unterliegen ebenfalls einer gesetzlichen Regelung, welche die jährliche Dokumentation der Treibhausgasemissionen durch die Unternehmen erfordert. Die Dokumentation bildet die Grundlage für die Überprüfung, ob die Unternehmen die erforderlichen Zertifikate erworben oder ihre Emissionen auf andere Weise kompensiert haben. Letzteres wird in der vorliegenden Studienarbeit näher erläutert. Bei einer Nichtbeachtung der Vorgaben werden Strafzahlungen fällig, deren Höhe der Menge der nicht kompensierten Treibhausgase entspricht [18] [4].

Emissionshandel in der EU

Der Emissionshandel in der Europäischen Union basiert, wie bereits dargelegt, auf dem Cap-and-Trade-Prinzip und bedient sich identischer Mechanismen. Allerdings existieren spezifische Regelungen hinsichtlich der Geltungsbereiche, da das EU-ETS lediglich in bestimmten Industrien Anwendung findet. Diese spezifischen Industrien sind in den EU-Richtlinien definiert und umfassen die Energieerzeugung, die energieintensive Industrie und den inner-europäischen Luftverkehr. Die Energieerzeugung umfasst Unternehmen, die Strom mithilfe von treibhausgasproduzierenden Rohstoffen erzeugen. Die energieintensive Industrie umfasst demgegenüber Unternehmen der Stahl-, Chemie- und Zementproduktion. Ab dem Jahr 2024 wurde zusätzlich zum bereits integrierten Luftverkehr auch der Seeverkehr in das System aufgenommen.

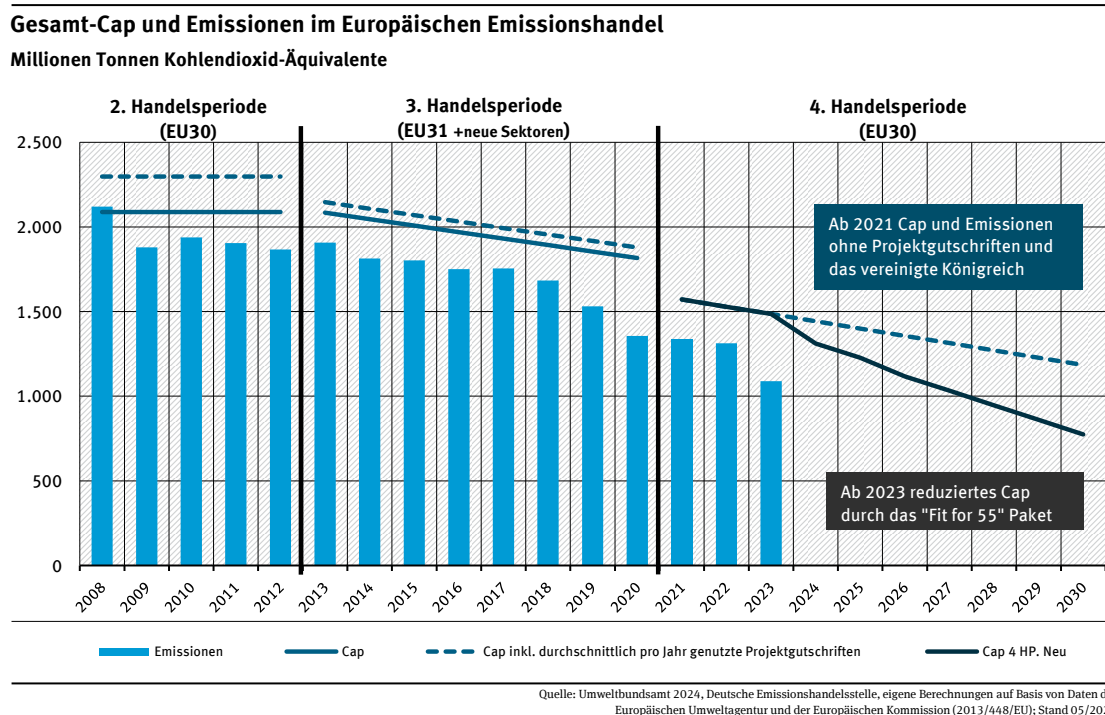


Abbildung 3.1: Obergrenze Europäischer Emissionshandel [31]

Die Obergrenze des EU-ETS, also die maximale Anzahl handelbarer Zertifikate, ist gesetzlich geregelt und unterliegt einer jährlichen Reduktion, um die Ziele des Pariser Klimaabkommens zu erreichen. Der jährliche Reduktionsfaktor wurde von 2,2 Prozent auf 4,3 Prozent erhöht, um die ambitionierten Ziele des Pariser Klimaabkommens zu erreichen. Eine weitere Erhöhung des Reduktionsfaktors auf 4,4 Prozent ist ab dem Jahr 2028 vorgesehen.

Im Jahr 2024 wurde die Obergrenze einmalig um 78,4 Millionen Zertifikate angehoben, um den neu eingebundenen Seeverkehr zu berücksichtigen.

Die Entwicklung der Obergrenze während der Jahre des EU-ETS wird im Diagramm zum Europäischen Emissionshandel dargestellt. Es sei darauf hingewiesen, dass die Emissionen mit Ausnahme des Jahres 2008 zu keinem Zeitpunkt die Obergrenze erreichten. In der Konsequenz standen in den betreffenden Jahren jeweils überschüssige Zertifikate zur Verfügung. Ab dem Jahr 2013 ist im Diagramm eine deutliche Abnahme der Reduktionsrate erkennbar, die sowohl die Gesamtzahl der Zertifikate als auch die tatsächlichen Emissionen reduzierte. Eine weitere Erhöhung der Reduktionsrate auf 4,3 Prozent lässt sich ab dem Jahr 2024 erkennen, was sich in einer steiler werdenden Abnahme der Obergrenze widerspiegelt (dunkelgraue Linie).

Das EU-ETS weist zudem spezifische Regelungen in den Bereichen Zuteilung, Auktion und Preisbestimmung der Zertifikate auf. Im Wesentlichen erfolgt die Zuteilung der Zertifikate im EU-ETS durch Versteigerung. Ein Teil der Zertifikate wird jedoch kostenlos zugeteilt, insbesondere an Unternehmen, die durch den Erwerb der Zertifikate ihre globale Wettbewerbsfähigkeit verlieren würden oder die in besonders energieintensiven Industrien tätig sind, wie beispielsweise die Stahlproduktion.

Im Regelfall, in dem die Zertifikate durch Auktionen erworben werden, orientiert sich der Preis am Gleichgewicht zwischen Angebot und Nachfrage. Das bedeutet, dass bei hoher Nachfrage und begrenztem Angebot die Preise steigen, da die Unternehmen um die begrenzte Anzahl an Zertifikaten konkurrieren. In umgekehrter Situation, das heißt bei geringer Nachfrage und einem hohen Angebot, sinken die Preise. Basierend auf der zuvor beschriebenen Überschusssituation könnte man erwarten, dass die Preise dauerhaft niedrig bleiben, da stets mehr Zertifikate verfügbar sind, als benötigt werden. Um dieser Entwicklung entgegenzuwirken, werden überschüssige Zertifikate jedoch jährlich aus dem handelbaren Markt entfernt und in einer Reserve zurückgehalten. Diese Maßnahme zielt darauf ab, eine Absenkung der Preise auf ein unzulässig niedriges Niveau zu verhindern [31].

Emissionshandel in Deutschland

Die Funktionsweise des Emissionshandels in Deutschland basiert im Wesentlichen auf den Mechanismen des EU-ETS. In der Konsequenz findet das EU-ETS auch in Deutschland Anwendung. Zusätzlich findet in Deutschland ein nationales Emissionshandelssystem Anwendung, das die Sektoren Wärmezeugung und Verkehr einbezieht. Dieses nationale System wurde auf Grundlage des Brennstoffemissionshandelsgesetzes (BEHG) implementiert und zielt darauf ab, insbesondere den Straßenverkehr sowie die Gebäudeheizung zur Reduktion von Treibhausgasemissionen zu motivieren. Es richtet sich nicht direkt an die Bürger, sondern an Unternehmen, die fossile Brennstoffe in den Verkehr bringen. Diese Unternehmen sind verpflichtet, Zertifikate in Höhe der CO₂-Menge zu erwerben, die durch den Verbrauch ihrer Produkte entsteht.

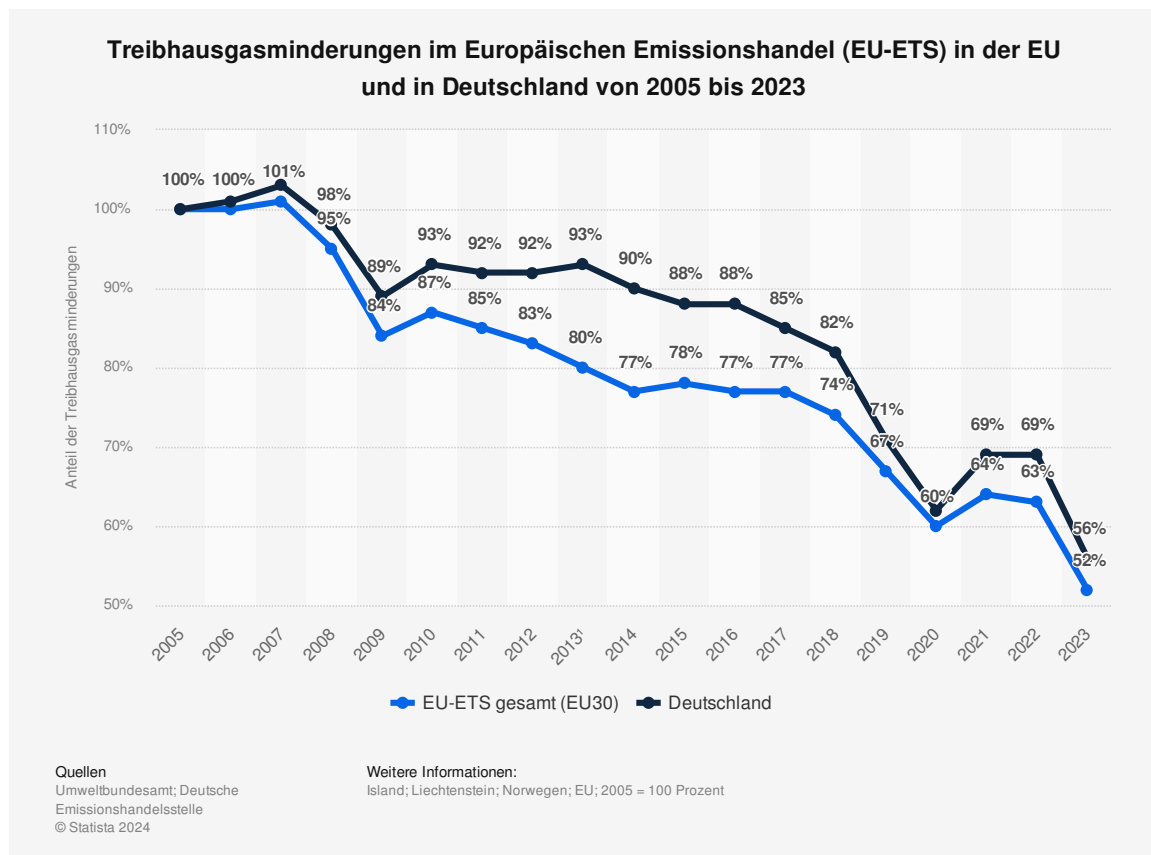


Abbildung 3.2: Treibhausgasminderungen [11]

Im Bereich des BEHG existiert in Deutschland bislang keine Obergrenze für den Erwerb von Emissionszertifikaten. Unternehmen können derzeit Zertifikate in unbegrenzter Höhe erwerben. Dies kann auf den ersten Blick den Eindruck erwecken, dass der CO₂-Ausstoß in

Deutschland nicht sinkt, da Unternehmen ihre Emissionen durch den Kauf von Zertifikaten kompensieren können.

Jedoch zeigt die Statistik der Treibhausgasemissionen in Deutschland einen klar rückläufigen Trend. Dieser Trend lässt sich einerseits auf die deutsche Klimapolitik, andererseits auf die Tatsache zurückführen, dass Unternehmen trotz unbegrenzter Verfügbarkeit von Zertifikaten ihren Treibhausgasausstoß reduzieren. Ein wesentlicher Aspekt, der diese Entwicklung begünstigt, ist die feste Preisgestaltung der Zertifikate im Rahmen des BEHG. Im Gegensatz zum EU-ETS, wo der Preis marktabhängig ist, wird in Deutschland ein Festpreis pro Tonne CO₂ erhoben. Dieser Festpreis unterliegt einer jährlichen Anpassung, die darauf abzielt, Unternehmen zu motivieren, ihre Emissionen zu reduzieren.

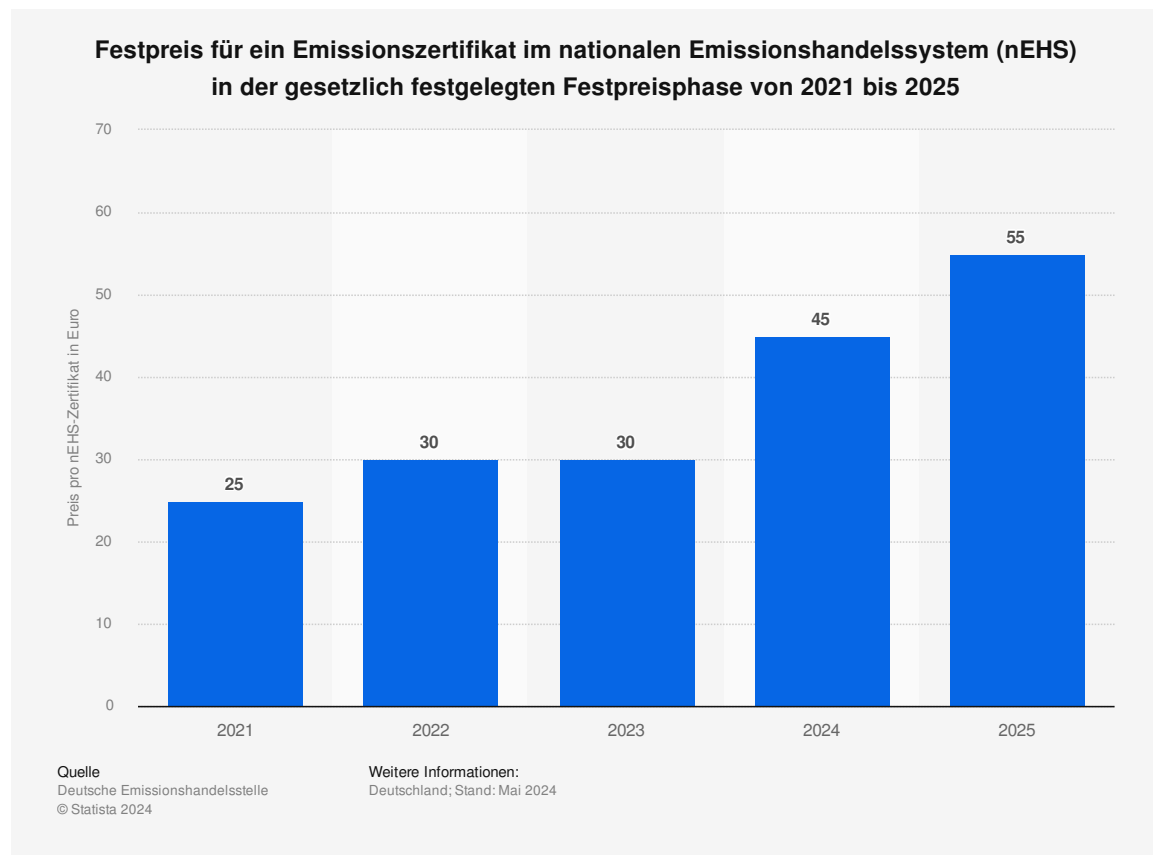


Abbildung 3.3: Festpreis DE-Emissionshandel [12]

Die Analyse der Preisentwicklung der Emissionszertifikate in Deutschland zeigt einen signifikanten Anstieg. Innerhalb eines Zeitraums von fünf Jahren hat sich der Festpreis pro Zertifikat von 25 € auf 55 € nahezu verdoppelt, was die konsequente Anhebung der Beprei-

sung in der aktuellen Phase des Emissionshandels in Deutschland verdeutlicht. Ein Vergleich mit den europäischen Reduktionsraten ist jedoch erschwert, da das BEHG nur zwei Sektoren betrifft, während das EU-ETS deutlich breiter aufgestellt ist. Zudem gilt trotz des nationalen Gesetzes weiterhin auch das EU-ETS in Deutschland, welches die zusätzlichen Bereiche abdeckt.

Nach Abschluss der Festpreisphase soll das BEHG an das EU-ETS angepasst werden, um auch in den nationalen Bereichen ein marktbasiertes System zu etablieren. Das Resultat ist ein auf europäischen Standards basierendes, einheitliches Emissionshandelssystem, dessen konsistente Funktionsweise gewährleistet ist [7].

3.3 Unterschiede zwischen der EU und Deutschland

Zusammenfassend lässt sich konstatieren, dass die Grundprinzipien des CO₂-Emissionshandels, betrachtet man sie aus europäischer oder deutscher Perspektive, identisch sind. Beide Systeme basieren auf dem sogenannten Cap-and-Trade-Prinzip und verfolgen das Ziel, freigesetzte Treibhausgase durch den Erwerb von Emissionszertifikaten zu kompensieren. Die Erlöse aus dem Handel mit Zertifikaten werden genutzt, um an anderer Stelle die Emission von Treibhausgasen zu reduzieren. Die Unterschiede zwischen dem europäischen und dem deutschen Emissionshandel liegen vor allem in der gesetzlichen Umsetzung der Klimaschutzziele aus dem Pariser Abkommen. Auf europäischer Ebene konzentriert sich das EU-ETS auf energieintensive Industrien, die Energieerzeugung, den Luftverkehr sowie den Schiffsverkehr. Die Regelungen in der EU sind vergleichsweise unkonkret, da sie lediglich diese vier Bereiche abdecken. In Deutschland hingegen wird die europäische Grundlage durch ein nationales Emissionshandelssystem, das auch den Verkehrs- und Gebäudeheizsektor abdeckt, erweitert. Diese beiden Sektoren tragen ebenfalls erheblich zur Freisetzung von Treibhausgasen bei und spielen daher eine wichtige Rolle in der deutschen Klimapolitik.

Ein zentraler Unterschied zwischen den beiden Systemen liegt in der Festlegung der Obergrenze. Das EU-ETS zeichnet sich durch eine klare Definition und kontinuierliche Senkung der Obergrenze aus, die durch eine jährliche Reduktionsrate erreicht wird. Ziel ist dabei die Begrenzung der Anzahl handelbarer Zertifikate. Demgegenüber besteht im deutschen

Emissionshandel keine derartige Obergrenze, sondern die Reduktion der Emissionen erfolgt durch eine regelmäßige Erhöhung des Festpreises für Zertifikate. Dadurch werden Unternehmen dazu angehalten, ihre Treibhausgasemissionen zu reduzieren, um steigende Kosten zu vermeiden. Im Gegensatz zum EU-ETS ist der Preis für Zertifikate im deutschen System nicht marktbasiert, sondern festgelegt.

Das Diagramm Treibhausgasminderungen, welches in Abbildung 3.2 dargestellt ist, vergleicht die Treibhausgasminderungen in der EU und Deutschland. Grundlage ist das Jahr 2005, dessen Emissionen als 100 Prozent definiert wurden. Es wird deutlich, dass die Emissionen in Deutschland trotz des Festpreissystems eine ähnliche Abnahme wie die der EU insgesamt aufweisen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass das EU-ETS auch in Deutschland greift, während das nationale System lediglich die zusätzlichen Sektoren Verkehr und Gebäude regelt. Diese Sektoren sind jedoch von signifikanter Relevanz, da die Verbrennung von Kraftstoffen in diesen Bereichen einen erheblichen Anteil der Treibhausgasemissionen verursacht.

4 CO₂-Kompensation

4.1 Gesetzlicher Rahmen

Europäische Ebene

Im Rahmen der vorliegenden Studienarbeit wird die CO₂-Kompensation, neben dem CO₂-Emissionshandel, als eine der zentralen Methoden untersucht. Auf europäischer Ebene ist der gesetzliche Rahmen jedoch nicht eindeutig definiert, da es Überschneidungen mit dem CO₂-Emissionshandel gibt. Dies ist darauf zurückzuführen, dass der Emissionshandel als eine Form der CO₂-Kompensation betrachtet werden kann und folglich unter die Richtlinie des EU-ETS fällt. Innerhalb dieses Rahmens werden die gleichen Obergrenzen für Treibhausgasemissionen festgelegt, wie sie auch im Emissionshandel gelten.

Die Kompensationsmöglichkeit von CO₂ mittels des Emissionshandels gründet auf den Mechanismen des Clean Development Mechanism (CDM) und der Joint Implementation (JI). Diese Mechanismen, die auf den Vorgaben des Kyoto-Protokolls basieren, gestatten die Kompensation von CO₂-Emissionen durch Förderprojekte im Ausland, finanziert aus Einnahmen des Emissionshandels. Allerdings existieren keine detaillierten gesetzlichen Regelungen, die diese Förderprojekte konkret überwachen und reglementieren. Unternehmen, die diese Form der CO₂-Kompensation in Erwägung ziehen, sind folglich darauf angewiesen, vertrauenswürdige Anbieter zu unterstützen. Dennoch bleibt die maximale Obergrenze für Treibhausgasemissionen aus dem EU-ETS bestehen, sodass die CO₂-Kompensation keine zusätzlichen Freiheiten für Unternehmen in Bezug auf ihre zulässigen Emissionen schafft [21] [8].

Eine wichtige Verordnung, die nicht direkt die CO₂-Kompensation reguliert, jedoch eng damit verbunden ist, betrifft die Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (Land Use, Land Use Change and Forestry, LULUCF). Diese Verordnung bezieht sich auf einen spezifischen Anwendungsfall der CO₂-Kompensation, nämlich die Aufforstung und die Schaffung natürlicher CO₂-Senken. Sie definiert nicht nur die Berichtspflichten der Mitgliedstaaten, sondern auch die Maßnahmen zur Umsetzung. Im Bereich der Berichterstattung sind die Mitgliedstaaten verpflichtet, die Emissionen, die durch die Freisetzung von CO₂ entstanden sind, beispielsweise durch Abholzung oder die Reduktion von Grün- oder Nassflächen, detailliert zu dokumentieren. Darüber hinaus sind die Emissionen zu erfassen, die durch die Neuanlage solcher Flächen kompensiert werden konnten. Im Falle einer negativen Bilanz, bei der die Freisetzung von CO₂ die Kompensation übersteigt, ist der betroffene Mitgliedstaat verpflichtet, die Differenz durch den Erwerb von Zertifikaten auszugleichen [22] [13].

Bundesdeutsche Ebene

Der gesetzliche Rahmen auf bundesdeutscher Ebene weicht insofern nicht grundlegend vom europäischen Rahmen ab, als dass auch hier kein festes Gesetz existiert, das den Handlungsrahmen für CO₂-Kompensation umfassend beschreibt und begrenzt. Stattdessen orientiert sich der deutsche Rahmen an den Obergrenzen des EU-ETS sowie an den nationalen Zielen zur Minderung von Treibhausgasen. Wie bereits im Kontext des deutschen CO₂-Emissionshandels erwähnt, existiert keine festgelegte Obergrenze für Emissionen. Allerdings werden durch die kontinuierliche Erhöhung der Preise für Emissionszertifikate Anreize zur Emissionsminderung geschaffen.

Darüber hinaus definiert das Klimaschutzgesetz (KSG) einen indirekten gesetzlichen Rahmen, indem es sektorspezifische Ziele festlegt. Diese Ziele definieren die zulässigen Emissionen von Treibhausgasen in spezifischen Sektoren, wie beispielsweise dem Verkehrssektor, der Energieerzeugung oder dem Gebäudesektor. Unternehmen stehen in diesem Kontext zwei Optionen zur Reduktion ihrer Emissionen zur Verfügung: Einerseits besteht die Möglichkeit, Emissionszertifikate im Rahmen des EU-ETS zu erwerben. Andererseits können die Emissionen durch freiwillige CO₂-Kompensationen in Form von Klimaschutzprojekten ausgeglichen werden. Für die Umsetzung solcher Projekte können die unter der europäischen Verordnung für Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (LULUCF) durchgeführten Vorhaben herangezogen werden.

Die Wirksamkeit der freiwilligen CO₂-Kompensationen sollte in der Regel durch zertifizierte Standards sichergestellt werden. Internationale Standards wie der Clean Development Mechanism (CDM), der Verified Carbon Standard (VCS) und der Gold Standard dienen der Zertifizierung von CO₂-Kompensationsprojekten und der Sicherstellung, dass diese tatsächlich zur Bindung von CO₂ oder anderen Treibhausgasen beitragen.

Da es sich bei diesen Standards jedoch um freiwillige Richtlinien handelt, besteht die Gefahr, dass ein Teil der auf dem Markt aktiven Unternehmen Kompensationsprojekte anbietet, die nicht den erforderlichen Qualitätsanforderungen entsprechen. Solche unzureichend durchgeführten Projekte können zu Greenwashing führen, bei dem Unternehmen ihren Beitrag zum Klimaschutz übermäßig positiv darstellen, ohne tatsächlich wirksame Maßnahmen zur CO₂-Reduktion umzusetzen. Der fehlende einheitliche gesetzliche Rahmen trägt zur Gefahr solcher Praktiken bei [24] [5] [16].

4.2 Allgemeine Funktionsweise

Die Funktionsweise der CO₂-Kompensation basiert im Allgemeinen auf der Durchführung von Klimaschutzprojekten, welche die durch den Menschen verursachten Treibhausgasemissionen an anderer Stelle kompensieren. Diese Kompensation erfolgt in Form von Projekten, die Treibhausgase einsparen oder speichern, um die Gesamtmengenbilanz der Treibhausgase auf der Erde zu reduzieren oder auf Null zu halten. Diese Treibhausgasbilanz beschreibt die Summe aller Emissionen, die neu entstehen und damit freigesetzt werden und aller Emissionen, die beispielsweise von Wäldern, Meeren oder anderen Senken aufgenommen werden. Im Idealfall ist diese Bilanz negativ, das heißt es werden mehr Emissionen kompensiert als freigesetzt. Diese Bilanz wird jedoch erst im späteren Teil der Arbeit wichtig, da sie eine Aussage über die Effizienz der jeweiligen Methode macht.

Die CO₂-Kompensation kann in verschiedenen Anwendungsbereichen eingesetzt werden. Zum einen kann sie auf einzelne Aktivitäten, wie z.B. Flugreisen, angewendet werden. Zum anderen kann sie im privaten Bereich, z.B. beim Stromverbrauch, oder in Unternehmen, die ihre Emissionen aus Produktionsprozessen kompensieren, eingesetzt werden. Darüber hin-

4 CO₂-Kompensation

aus können auch Emissionen, die bei der Herstellung von Produkten entstehen, kompensiert werden. Somit bietet die CO₂-Kompensation ein breites Anwendungsspektrum, dass nicht nur in Unternehmen, sondern auch im privaten Bereich eingesetzt werden kann.

Vor der Umsetzung von Emissionskompensationsprojekten steht jedoch die Ermittlung der Emissionen, die durch das betrachtete Unternehmen oder den betrachteten Prozess verursacht werden. Diese Ermittlung ist nicht nur für die CO₂-Kompensation essenziell, sondern findet auch bereits im CO₂-Emissionshandel Anwendung. Kritisch zu betrachten ist bei der Ermittlung jedoch, dass der Bilanzrahmen der jeweiligen Kompensation von jedem Unternehmen selbst gewählt werden kann. Am Beispiel der Urlaubsreise mit dem Flugzeug können nur die Emissionen betrachtet werden, die durch die Verbrennung des Treibstoffs entstehen oder bei genauerer Betrachtung auch die Auswirkungen des Kondensstreifens oder der Busfahrt zum Hotel und viele weitere Aspekte.

Nach der Ermittlung der zu kompensierenden Treibhausgasemissionen sollte jedes Unternehmen bzw. jede betroffene Person zunächst Maßnahmen zur Reduktion ergreifen. Durch die Umstellung auf emissionsarme Energieträger oder Rohstoffe, die für die Produktion relevant sind, können die Gesamtemissionen reduziert werden. Dies kann beispielsweise durch den Einsatz von Gas anstelle von Kohle geschehen. Im Idealfall sollte ein Rohstoff gewählt werden, der keine Treibhausgase verursacht. Zuletzt sollte aufgrund der zuvor getroffenen Maßnahmen nur noch der unvermeidbare Teil der Treibhausgasemissionen durch CO₂-Kompensationsprojekte ausgeglichen werden. Diese Projekte werden in der Regel von zertifizierten Unternehmen angeboten, die sich auf die Durchführung von Kompensationsprojekten spezialisiert haben. Diese Projekte können dann von den betroffenen Unternehmen durch finanzielle Einlagen unterstützt werden. Auf diese Weise können sie ihre Emissionen ähnlich wie mit Zertifikaten kompensieren. Der wesentliche Unterschied besteht jedoch darin, dass direkt Projekte unterstützt werden, die aktiv Klimaschutzmaßnahmen durchführen.

Ein gutes CO₂-Kompensationsprojekt zeichnet sich durch bestimmte Merkmale aus. Es muss messbar und transparent sein, damit die eingesparten oder gebundenen Emissionen genau dokumentiert werden können. Zudem ist die Nachhaltigkeit der Maßnahmen entscheidend, damit die erzielte CO₂-Reduktion langfristig bestehen bleibt. Als besonders effizient gelten Projekte, die zusätzliche Vorteile wie den Schutz der Biodiversität oder die Förderung

lokaler Gemeinschaften bieten. Beispiele für solche Projekte sind Aufforstungsprogramme, Investitionen in erneuerbare Energien oder Maßnahmen zur Methanreduktion in der Landwirtschaft.

Trotz der vielen Vorteile gibt es auch Herausforderungen bei der CO₂-Kompensation. Dazu gehören Unsicherheiten bei der Bilanzierung der Emissionen, das Risiko von Doppelzahlungen und die Frage, ob die Projekte tatsächlich einen zusätzlichen Nutzen für das Klima bringen. Ohne strenge Kontrollen und verlässliche Standards besteht die Gefahr, dass Projekte lediglich Greenwashing betreiben, ohne einen wirklichen Einfluss auf die Emissionsminderung zu haben. Für Unternehmen und Privatpersonen ist es daher wichtig, bei der Auswahl von Kompensationsprojekten auf vertrauenswürdige und zertifizierte Anbieter zu achten. Bekannte Standards wie der Verified Carbon Standard (VCS) oder der Gold Standard können dabei helfen, die Qualität der Projekte sicherzustellen.

Ein weiterer Kritikpunkt ist, dass CO₂-Kompensation als Freikauf von Emissionen missbraucht werden kann, anstatt echte Vermeidungs- und Reduktionsmaßnahmen zu ergreifen. Daher sollte die Kompensation immer der letzte Schritt sein, nachdem alle anderen Möglichkeiten zur Emissionsvermeidung ausgeschöpft wurden. Durch diese kritische Betrachtung kann die CO₂-Kompensation eine sinnvolle Ergänzung zu umfassenden Klimaschutzmaßnahmen darstellen und einen wertvollen Beitrag zur Erreichung der internationalen Klimaziele leisten [16] [6].

4.3 Kompensationsmethoden

Es gibt drei verschiedene Arten von Kompensationsmöglichkeiten, die angewandt werden können, um die entstandenen Treibhausgasemissionen zu kompensieren:

- Flexible Mechanismen des Kyoto-Protokolls
- Europäischer Emissionshandel
- Privatwirtschaftliche Initiativen

Die flexiblen Mechanismen des Kyoto-Protokolls umfassen den CDM, die JI und den internationalen Emissionshandel. Beim CDM handelt es sich, wie bereits in Kapitel 2 kurz erwähnt, um die Förderung von Emissionsminderungsprojekten in Entwicklungsländern. Dabei können Industrieländer Projekte wie z. B. den Bau von Windparks in Entwicklungsländern unterstützen und dadurch zertifizierte Emissionsreduktionen erzielen. Diese Reduktionen dienen dazu, die eigenen Emissionen an einem anderen Ort auszugleichen. Für die globale Gesamtbilanz ist der Ort der CO₂-Reduktion nicht entscheidend, da die Klimaerwärmung ein globales Phänomen ist.

JI verfolgt einen ähnlichen Ansatz wie der CDM. Der wesentliche Unterschied besteht jedoch darin, dass hier die Förderung von Emissionsminderungsprojekten in anderen Industrieländern erfolgt. Ein Beispiel ist die Modernisierung von Kraftwerken in teilnehmenden Industrieländern, um deren Emissionen zu reduzieren. Beide Mechanismen werden durch ein strenges Regelwerk überwacht, um sicherzustellen, dass die Projekte tatsächlich zu Emissionsminderungen führen. Dazu wird ein Referenzfall definiert, der die Emissionen ohne Projektumsetzung beschreibt, um dann die erzielten Reduktionen vergleichen zu können. Die durch die Projektumsetzung erzielten Emissionsreduktionen werden dem unterstützten Unternehmen zur Verfügung gestellt.

Für die Zertifizierung dieser Reduktionen ist eine detaillierte Projektdokumentation erforderlich, um sicherzustellen, dass die Emissionen tatsächlich reduziert wurden und nicht durch Verlagerung an anderer Stelle wieder entstehen. Darüber hinaus wird auf Aspekte wie Dauerhaftigkeit und Zusätzlichkeit geachtet. Dauerhaftigkeit bedeutet, dass die Emissionsreduktionen langfristig bestehen bleiben und nicht beispielsweise durch Waldbrände oder ähnliche Ereignisse wieder zunichte gemacht werden. Die Zusätzlichkeit stellt sicher, dass das Projekt ohne die Förderung nicht hätte durchgeführt werden können.

Der letzte flexible Mechanismus ist der internationale Emissionshandel. Er ähnelt dem EU-Emissionshandelssystem, allerdings steht hier nicht der Betrieb des Systems selbst im Vordergrund, sondern der Handel mit überschüssigen Zertifikaten zwischen den Annex-Staaten. Wie bei CDM und JI können Emissionen an anderen Orten reduziert werden, indem Zertifikate erworben werden, um die eigenen Emissionen auszugleichen. Damit wird deutlich, dass es Überschneidungen zwischen dem CO₂-Emissionshandel und der CO₂-Kompensation gibt, da der Handel mit Emissionsrechten auch als Kompensationsmaßnahme angesehen werden kann.

Damit ist die nächste Kompensationsmöglichkeit, die sich auf den EU-ETS bezieht, bereits teilweise erläutert. Der EU-ETS verfolgt die gleichen Mechanismen wie der internationale Emissionshandel, unterscheidet sich aber im Geltungsbereich. Er ist auf die Mitgliedsstaaten der Europäischen Union beschränkt. Zertifikate können also nur innerhalb der EU gehandelt werden, nicht außerhalb.

Die tatsächliche Kompensation in beiden Emissionshandelssystemen erfolgt durch die Stilllegung der Zertifikate. Werden Zertifikate zur Kompensation genutzt, müssen sie dauerhaft aus dem Handel genommen werden. Dies reduziert die Anzahl der verfügbaren Zertifikate und zwingt Unternehmen, die am EU-ETS oder am internationalen Emissionshandel teilnehmen, ihre Emissionen durch eigene Minderungsmaßnahmen zu senken. Dadurch entsteht ein ähnlicher Effekt wie bei den zuvor beschriebenen Mechanismen CDM und JI, da Unternehmen Emissionsminderungsprojekte umsetzen müssen, um ihre Ziele zu erreichen.

Schließlich gibt es noch privatwirtschaftliche Initiativen zur CO₂-Kompensation. Diese führen ähnlich wie CDM oder JI emissionsmindernde Projekte durch. Allerdings sind diese Initiativen nicht an die strengen Standards des CDM oder vergleichbarer Regelwerke gebunden, wie sie in Kapitel 4.1 dargestellt wurden. Daraus ergibt sich das Problem, dass solche Initiativen ihre Emissionsminderungsprojekte möglicherweise nicht sorgfältig genug durchführen. Minderungszertifikate könnten an Unternehmen vergeben werden, ohne dass die Projekte einen tatsächlichen Nutzen erbringen. Darüber hinaus werden diese Zertifikate häufig nicht von unabhängigen Instanzen geprüft oder zertifiziert, was Zweifel an ihrer Glaubwürdigkeit und Wirksamkeit aufkommen lässt [16] [6].

4.4 Beispiele konkreter Maßnahmen

MoorFutures

Die Kompensationsinitiative MoorFutures ist ein Beispiel für die nationale CO₂-Kompensation in Deutschland. Diese Initiative setzt Emissionsminderungsprojekte in den Bundesländern Brandenburg, Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern um. In diesen drei Bundesländern werden mithilfe finanzieller Förderungen, die aus Kompensationszahlungen stammen, Moorflächen wiedervernässt.

Die Wiedervernässung hat den Hintergrund, dass Moorflächen einen effektiven CO₂-Speicher darstellen. Durch die Wiedervernässung können diese CO₂-Speicher reaktiviert werden. Zudem ist die Wiedervernässung notwendig, da trockengelegte Moorflächen als CO₂-Quelle fungieren und die zuvor gespeicherten Mengen an CO₂ wieder freisetzen. Ohne Wiedervernässung wird aus einem Speicher eine Quelle, die erheblich zur Klimaerwärmung beiträgt. Moore gehören zu den effektivsten CO₂-Speichern der Erde. Die Moorflächen in Schleswig-Holstein emittieren beispielsweise jedes Jahr rund 2,8 Millionen Tonnen CO₂ [25].

Die Initiative MoorFutures ist eine privatwirtschaftliche Initiative, die sich nicht zum Ziel gesetzt hat, durch internationale Standards wie den CSR- oder den Gold Standard zertifiziert zu werden. Stattdessen hat sie sich zum Ziel gesetzt, ihren eigenen Standard, den sogenannten MoorFutures-Standard, zu entwickeln und zu verfolgen. Dieser Standard verfolgt im Wesentlichen dieselben Ziele wie die internationalen Standards und legt besonderen Wert auf die transparente Darstellung der Projekte. Er betont jedoch, dass diese ausschließlich durch die finanziellen Beiträge von Unternehmen umgesetzt werden können, was die Zusätzlichkeit des internationalen Standards erfüllt und den Standard legitimiert.

Ein wesentlicher Aspekt der Initiative besteht in der Führung eines Stilllegungsregisters, welches für die Öffentlichkeit zugänglich ist und in dem der Erwerb von CO₂-Kompensationen durch Unternehmen oder Privatpersonen dokumentiert wird. Die Transparenz dieses Registers verhindert eine Doppelvermarktung der Kompensationen und trägt zur Vertrauenswürdigkeit der Initiative bei.

Die Implementierung dieser und anderer Ansätze ist für die Gewährleistung einer glaubwürdigen und nachhaltigen CO₂-Kompensation in Deutschland von entscheidender Bedeutung [26].

PrimaKlima

Der Verein PrimaKlima e.V. ist eine nationale Initiative, die sich auf die Aufforstung von Wäldern spezialisiert hat. Es wird Unternehmen und Privatpersonen die Möglichkeit geboten, ihre CO₂-Emissionen durch zertifizierte Projekte in Uganda zu kompensieren. Ein zentrales Projekt ist dabei die Wiederbewaldung des Regenwaldes Kibale in Uganda. Ziel dieses Projekts ist es unter anderem, die Schimpansen-Population zu schützen, indem ihr Lebensraum wiederhergestellt wird. Zu diesem Zweck werden heimische Baumarten gepflanzt, um die gerodeten Flächen zu renaturieren.

Die Aufforstung des Regenwaldes hat bislang zu einer Bindung von etwa 350.000 Tonnen CO₂ geführt und umfasst eine Fläche von rund 86 km², was in etwa der Fläche Österreichs entspricht. Im Vergleich zur Wiedervernässung von Moorflächen speichert Wald jedoch nur eine relativ geringe Menge an CO₂.

Das Projekt in Uganda des PrimaKlima e.V. ist durch internationale Standards wie den VCS und die Climate, Community and Biodiversity Standards (CCBS) zertifiziert. Demzufolge ist es den freiwilligen CO₂-Kompensationen zuzuordnen und wird nicht in die europäische Kompensationsstrategie integriert [27].

Obwohl das Projekt durch strenge Standards zertifiziert wurde, wird die Dokumentation und Transparenz als unzureichend erachtet. Zwar erfüllen die Zertifizierungen hohe Anforderungen, jedoch ist die öffentliche Einsicht in die Verwendung der Finanzmittel unklar. Dies kann zu einer Verunsicherung hinsichtlich der ausschließlichen Verwendung der Finanzmittel für die Aufforstung führen und den Eindruck eines ausschließlich imagefördernden Projekts erwecken.

Ein weiteres Problem besteht im erhöhten Risiko von Naturkatastrophen wie Waldbränden. Diese könnten die gespeicherten CO₂-Mengen wieder freisetzen und damit den Klimaschutzeffekt des Projekts zunichtemachen. Darüber hinaus gestaltet sich die exakte Bilanzierung der gespeicherten CO₂-Menge schwierig, da der Prozess über den gesamten Wachstumszyklus der Bäume erfolgt und viele Jahre in Anspruch nimmt.

Infolgedessen ist die Kompensation durch Waldaufforstung lediglich bedingt empfehlens-

wert. Zwar trägt sie zur Wiederherstellung von Ökosystemen und zum Schutz bedrohter Tierarten wie der Schimpansen bei, jedoch bleibt die tatsächliche Klimawirkung begrenzt. Die Risiken der Wiederfreisetzung und die vergleichsweise geringe Speicherkapazität für CO₂ stellen signifikante Nachteile dieser Methode im Vergleich zu Alternativen wie der Wiedervernässung von Mooren dar [27].

Atmosfair

Das Unternehmen Atmosfair ist ein Beispiel für die CO₂-Kompensation auf europäischer Ebene, da es seine Projekte durch den CDM-Standard und den Gold-Standard zertifizieren lässt. Die Zertifizierung ermöglicht die Anrechnung der erzeugten Kompensationszertifikate im Rahmen des Emissionshandels. Dies impliziert, dass diese Zertifikate den regulären Emissionszertifikaten gleichgestellt sind und folglich unter die vorgegebene Obergrenze fallen. Atmosfair bietet zudem eine breite Palette an Kompensationsprojekten in verschiedenen Bereichen an. Im Rahmen dieser Studienarbeit werden zwei exemplarische Projekte vorgestellt.

Ein zentrales Projekt von Atmosfair stellt die Förderung von Solarenergie in Entwicklungsländern dar. Im Rahmen dessen wurden bereits eine Vielzahl an Photovoltaik-(PV)-Anlagen installiert, deren Finanzierung durch Kompensationsmittel sichergestellt wird. Diese Projekte gewährleisten eine nachhaltige und CO₂ freie Stromerzeugung in Regionen, in denen Strom bislang überwiegend durch fossile Brennstoffe wie Diesel oder Schweröl produziert wurde, was erheblich zur Klimaerwärmung beiträgt.

So wird beispielsweise durch die Installation von PV-Anlagen im Senegal eine jährliche CO₂-Emission von etwa 131.000 Tonnen eingespart. Die zertifizierte Menge an CO₂-Minderungen beläuft sich gemäß Prüfung auf etwa 68.000 Tonnen pro Jahr. Diese Reduktionen können von Unternehmen oder Privatpersonen auf dem Markt erworben werden, wobei das Ziel darin besteht, diese Zertifikate nicht erneut in den Emissionshandel einzubringen, sondern sie im besten Fall stillzulegen. Zu erkennen ist jedoch, dass lediglich rund die Hälfte der CO₂-Einsparungen zertifiziert wurde. Der genaue Grund hierfür ist nicht aufgeführt, jedoch lässt sich darauf schließen, dass trotz der PV-Anlagen ein Teil des Strombedarfs durch fossile Energieträger erzeugt werden muss und somit ein Teil der Emissionen durch die Freisetzung vor Ort kompensiert wird [28].

Darüber hinaus wurden weitere PV-Projekte in Ländern wie dem Irak, Madagaskar und Mali umgesetzt, wo der Strom bislang ebenfalls überwiegend durch Schweröl erzeugt wurde. Die Projekte führten zu einer Senkung des Schwerölverbrauchs und somit zu einer CO₂-Neutralität bei der Stromerzeugung.

Atmosfair legt großen Wert auf Transparenz. Neben der Einhaltung der CDM-Standards dokumentiert das Unternehmen detailliert die Verwendung der Fördergelder. Die Öffentlichkeit hat dadurch die Möglichkeit, den Einsatz der Mittel nachzuvollziehen und den Umfang der Verwendung zu erfassen. Zudem wird der Fortschritt der Projekte akribisch dokumentiert, was gewährleistet, dass die Finanzmittel ihren Bestimmungsort erreichen und kein Greenwashing betrieben wird [23].

Ein weiteres zukunftsweisendes Projekt von Atmosfair fokussiert sich auf die Herstellung von Kraftstoffen für den Luft- und Schiffsverkehr durch das Power-to-Liquid (PtL)-Verfahren. Im Rahmen dieses Verfahrens wird elektrische Energie mittels Elektrolyse in flüssige Energieträger wie Methanol umgewandelt. Das Ziel dieses Projekts besteht darin, Kraftstoffe zu entwickeln, die nach ihrer Verbrennung in der Gesamtbilanz kein zusätzliches CO₂ in die Atmosphäre freisetzen.

Atmosfair hat hierfür den eigenen fairfuel-Standard entwickelt. Gemäß diesem Standard ist die für die Herstellung der E-Fuels genutzte elektrische Energie zeitlich und geografisch mit der erneuerbaren Stromproduktion korrelieren muss, um Netzengpässe zu vermeiden und überschüssigen Strom effizient zu nutzen. Darüber hinaus wird empfohlen, das benötigte CO₂ aus nicht-fossilen Quellen zu beziehen, beispielsweise durch direkte Luftabscheidung. Alternativ kann das CO₂ auch aus Pflanzen gewonnen werden, da diese während ihres Wachstums CO₂ aus der Atmosphäre binden. Die Nutzung fossiler CO₂-Quellen ist hingegen auszuschließen, da diese zusätzliche Emissionen verursachen würden.

Die im Rahmen des fairfuel-Standards produzierten Kraftstoffe sind speziell für den Luft- und Schiffsverkehr vorgesehen, da in diesen Sektoren bislang keine effizienten Alternativen zur CO₂-Reduktion existieren. Das Ziel besteht darin, diese energieintensiven Bereiche auf eine klimaneutrale Bilanz umzustellen und die Freisetzung von CO₂ durch fossile Brennstoffe wie Schweröl oder Kerosin zu vermeiden.

Das Unternehmen Atmosfair fokussiert sich in seinen Projekten auf die Förderung der nachhaltigen Stromerzeugung in Entwicklungsländern sowie auf innovative Ansätze, wie etwa die Entwicklung von E-Fuels. Die transparente Dokumentation und die Einhaltung strenger Standards gewährleisten die Glaubwürdigkeit der Projekte [14].

4.5 Unterschied zwischen der EU und Deutschland

Im Bereich der CO₂-Kompensation ist ein Vergleich zwischen der europäischen und der deutschen Ebene schwierig, da sich beide in mehreren Punkten überschneiden und der Anwendungsbereich meist auf beiden Ebenen greift. Wie in den vorigen Kapiteln beschrieben, gibt es jedoch wesentliche Unterschiede in den gesetzlichen Anforderungen und der praktischen Umsetzung.

Auf europäischer Ebene ist die CO₂-Kompensation eng mit dem Cap-and-Trade-System des EU-ETS verbunden. Hier dürfen Kompensationszertifikate im Rahmen des EU-ETS verkauft werden, sofern sie den strengen Standards entsprechen. Ein entscheidender Aspekt ist, dass die im Projekt erworbenen Zertifikate nach ihrem Verkauf stillgelegt werden müssen, um eine Doppelnutzung zu vermeiden. Diese Regelung gewährleistet, dass jede Kompensation eindeutig und einmalig ist.

Im Gegensatz dazu existiert auf der deutschen Ebene keine vergleichbare Obergrenze für die Anzahl handelbarer Zertifikate. Dies führt dazu, dass CO₂-Kompensationsprojekte überwiegend durch private Initiativen durchgeführt werden. Diese Projekte müssen keinen zwingenden internationalen Standard einhalten, es sei denn, sie sollen für den europäischen Handel freigegeben werden. In diesem Fall ist eine Zertifizierung nach dem CDM-Standard oder dem Gold-Standard erforderlich.

Ein wesentlicher Unterschied zwischen den beiden Ebenen liegt in der Wirksamkeit der Kompensationsprojekte. Projekte auf europäischer Ebene unterliegen einer strengen Prüfung, bei der die Durchführung akribisch dokumentiert und nach einem klaren Protokoll geprüft wird. Diese Standards garantieren eine hohe Glaubwürdigkeit und Wirksamkeit der CO₂-Kompensation.

Private Initiativen hingegen sind häufig weniger reglementiert, was in einigen Fällen zu Imageverbesserungen oder sogar Greenwashing führen kann. Da diese Initiativen ihre eigenen Standards festlegen können, besteht die Gefahr, dass wichtige Aspekte aus Kostengründen vernachlässigt werden. Allerdings sollten private Projekte nicht pauschal als negativ angesehen werden. Wie in den vorigen Kapiteln gezeigt, gibt es Initiativen wie die Wiedervernässung von Moorflächen, die trotz eigener Standards qualitativ hochwertige und wirksame Projekte durchführen. Hier zeigt sich, dass auch abseits des EU-ETS erfolgreiche und nachhaltige CO₂-Kompensationsprojekte realisiert werden können.

Des Weiteren ist jedes Unternehmen frei in der Wahl des richtigen Kompensationsprojektes und es wird nicht wie im Falle des CO₂-Emissionshandels nach Sektoren festgelegt, wer seine Treibhausgasemissionen kompensieren muss. Somit ist es auch Privatpersonen gestattet Kompensationsprojekte zu unterstützen, um beispielsweise ihre Urlaubsreise zu kompensieren.

Zusammenfassend zeigt sich, dass die europäische Ebene durch strikte Standards und die Integration in das EU-ETS eine höhere Wirksamkeit und Glaubwürdigkeit bei der CO₂-Kompensation aufweist. Dennoch bieten private Initiativen auf deutscher Ebene ebenfalls wertvolle Beiträge, insbesondere bei innovativen oder lokal fokussierten Projekten. Entscheidend bleibt, dass die Kompensationsmaßnahmen, unabhängig von der Ebene, transparent dokumentiert und nach überprüfbaren Standards durchgeführt werden. Auf diese Weise können sowohl Unternehmen als auch Privatpersonen sicherstellen, dass ihre Unterstützung tatsächlich zur Reduktion von CO₂-Emissionen beiträgt.

5 Wirksamkeit für den Klimaschutz

5.1 CO₂-Emissionshandel

Die Wirksamkeit des CO₂-Emissionshandels basiert auf der festgelegten Obergrenze im EU-ETS sowie auf der Preisentwicklung im nationalen Emissionshandelssystem. Diese Mechanismen führen zu einer direkten Einwirkung auf die Emissionsminderungen, die vor allem im europäischen Kontext deutlich erkennbar sind. Wie in Kapitel 3.2 anhand des Vergleichs zwischen den CO₂-Emissionen und der jährlich sinkenden Zertifikateanzahl gezeigt wurde, hat die Senkung der Obergrenze eine klare Wirkung auf die Emissionsreduzierung. Die betroffenen Sektoren haben dadurch Maßnahmen zur Minderung ihrer Emissionen umgesetzt. Ähnliche Entwicklungen sind auch im deutschen Kontext feststellbar. Trotz des fehlenden Obergrenzen-Systems im nationalen Rahmen haben steigende Preise für Emissionszertifikate Unternehmen dazu veranlasst, kosteneffiziente Maßnahmen zur Reduktion ihrer Emissionen umzusetzen.

Ein wesentlicher Vorteil des CO₂-Emissionshandels liegt in der marktgestützten Steuerung, die es ermöglicht, Minderungsmaßnahmen dort umzusetzen, wo sie am kostengünstigsten realisiert werden können. Dies erlaubt eine effiziente Verteilung der Reduktionslasten, ohne Unternehmen im globalen Wettbewerb zu benachteiligen. Wie in Kapitel 3 erläutert, ermöglicht das EU-ETS auf diese Weise eine flexible Anpassung an wirtschaftliche Gegebenheiten. Im deutschen Emissionshandel für Gebäude und Verkehr ist diese Marktsteuerung hingegen noch nicht vollständig implementiert. Stattdessen werden Sektoren derzeit verpflichtet, direkte Emissionssenkungen vorzunehmen, um zusätzliche Kosten durch steigende Zertifikatspreise zu vermeiden. Dieser Druck kann jedoch dazu führen, dass Unternehmen ihren Standort ins Ausland verlagern, um den Kosten des nationalen Systems zu entgehen.

Dieses Phänomen, bekannt als Carbon Leakage, stellt eine erhebliche Herausforderung dar, da Emissionen nicht global reduziert, sondern lediglich geografisch verlagert werden. Ein ähnliches Risiko besteht auch auf europäischer Ebene, insbesondere bei energieintensiven Industrien, die keine kostengünstigen Reduktionsmaßnahmen umsetzen können und daher eine erhebliche Anzahl von Zertifikaten erwerben müssen. Eine Standortverlagerung solcher Unternehmen würde die Effektivität des Emissionshandels untergraben, da in anderen Ländern oft keine vergleichbaren Klimaschutzmaßnahmen existieren und die Produktion dort emissionsintensiv fortgeführt wird.

Ein weiterer Aspekt, der die Wirksamkeit des Emissionshandels unterstützt, ist die Förderung emissionsarmer Technologien. Der steigende Preis für CO₂-Zertifikate und die Begrenzung der Zertifikatmenge, wie sie im EU-ETS vorgesehen ist, schaffen Anreize für die Implementierung von Technologien wie der Wasserstofftechnologie oder dem Power-to-Liquid-Verfahren. Unternehmen bevorzugen solche innovativen Lösungen, um ihre Kosten zu senken und gleichzeitig wirksame Maßnahmen zur Emissionsreduktion umzusetzen. Schwankungen bei den Zertifikatspreisen stellen jedoch eine erhebliche Herausforderung dar. Bei einem niedrigen Preisniveau bevorzugen Unternehmen den Kauf von Zertifikaten anstelle der Implementierung neuer Technologien, da Reduktionsmaßnahmen immer dort durchgeführt werden, wo sie am günstigsten sind. Da neue Technologien oft hohe Anfangsinvestitionen erfordern, können volatile Preise dazu führen, dass ihre Einführung verzögert wird.

Ein zentraler Faktor für die Wirksamkeit des CO₂-Emissionshandels ist die Gestaltung der Obergrenze bzw. des Preismechanismus im nationalen Kontext. Wie in Kapitel 3 erläutert, sah das EU-ETS zunächst eine jährliche Reduktionsrate der Obergrenze von 2,2 Prozent vor. Diese Rate erwies sich jedoch als unzureichend, um die Klimaziele des Pariser Abkommens zu erreichen. Daher wurde die Reduktionsrate auf 4,4 Prozent angehoben, um die Effektivität des Systems zu erhöhen. Die Wirksamkeit des Emissionshandels war durch die ursprünglich geringe Reduktionsrate eingeschränkt, da die beteiligten Sektoren nur minimale Maßnahmen zur Emissionsreduktion umgesetzt haben. Wie in Abbildung 3.1 zu sehen ist, kann die volle Wirksamkeit des Systems nur durch ambitionierte und strikte Vorgaben erreicht werden.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Wirksamkeit des CO₂-Emissionshandels maßgeblich von politischen Entscheidungen abhängt und daher von politischen Interessen beeinflusst wird. Insgesamt ist der CO₂-Emissionshandel ein wirksames Instrument des Klimaschutzes, da er klare Emissionsminderungen bewirkt. Seine Effektivität ist jedoch nur gewährleistet, wenn er ambitioniert und konsistent gestaltet wird.

5.2 CO₂-Kompensation

Die Wirksamkeit der CO₂-Kompensation bezieht sich auf die Umsetzung von Emissionsminderungsprojekten. Wie in Kapitel 4 beschrieben, werden solche Projekte durch auf Kompensation spezialisierte Unternehmen mit Hilfe von Kompensationsgeldern realisiert. Die Effektivität dieser Projekte hängt jedoch stark von den Standards ab, die die Durchführung und Überprüfung solcher Maßnahmen regeln. Da diese Standards je nach Ebene und Initiator der Projekte variieren können, muss die Wirksamkeit einzelner Kompensationsmaßnahmen individuell betrachtet werden. Auf europäischer Ebene sind strenge Standards, wie der CDM oder der Gold Standard, etabliert, die eine hohe Wirksamkeit gewährleisten. Diese Standards setzen umfangreiche Dokumentations- und Überprüfungsverfahren voraus, wodurch Greenwashing deutlich erschwert wird. Insbesondere für Kompensationsprojekte, die mit dem EU-ETS verknüpft sind, gelten sehr hohe Anforderungen, um eine tatsächliche Emissionsminderung sicherzustellen.

Im Gegensatz dazu bergen private Initiativen, die eigene Standards festlegen, ein erhöhtes Risiko für Greenwashing. Dies wurde insbesondere bei Aufforstungsprojekten deutlich, bei denen häufig nur oberflächliche Dokumentationen vorgelegt wurden. In solchen Fällen bleibt unklar, ob die Projekte tatsächlich zur Emissionsminderung beitragen oder primär Imagezwecken dienen. Eine mangelnde Transparenz mindert hier die Glaubwürdigkeit und Wirksamkeit der Kompensation.

Ein weiterer positiver Aspekt der CO₂-Kompensation ist die Möglichkeit, Emissionsminderungen außerhalb des europäischen Rahmens oder des eigenen Unternehmens zu realisieren. Dadurch können Projekte in Entwicklungsländern gefördert werden, wo das Bewusstsein für Klimaschutz oft weniger ausgeprägt ist. Solche Projekte tragen nicht nur zur globalen

Emissionsreduktion bei, sondern fördern auch die Entwicklung nachhaltiger Strukturen vor Ort. Beispiele wie die Wiedervernässung von Moorflächen oder die Aufforstung von Wäldern zeigen, dass durch Kompensationsprojekte CO₂ aus der Atmosphäre gebunden werden kann. Dies ergänzt die Reduktion von Emissionen durch Prozessoptimierungen und erweitert den Klimaschutz um Maßnahmen, die direkt CO₂ aus der Atmosphäre entfernen.

Ein weiterer Vorteil der CO₂-Kompensation ist die Möglichkeit für Privatpersonen, ihre Emissionen durch Unterstützung solcher Projekte auszugleichen. Dies ermöglicht eine breitere Beteiligung der Gesellschaft am Klimaschutz und kann die Gesamteffektivität steigern. Innovative Ansätze wie der Fairfuel-Standard zeigen zudem, dass Kompensationsprojekte speziell für Sektoren entwickelt werden können, in denen direkte Reduktionen schwer umsetzbar sind. Auf diese Weise wird auch in problematischen Bereichen eine gewisse Klimaschutzwirkung erzielt.

Kritisch ist jedoch die Frage der Additionalität von Kompensationsprojekten zu bewerten. Additionalität bedeutet, dass ein Projekt nur durch die Kompensationszahlungen ermöglicht wird und ohne diese nicht umgesetzt worden wäre. Viele Projekte erfüllen dieses Kriterium nicht, was ihre Wirksamkeit erheblich mindert. Wenn Minderungsmaßnahmen auch ohne die finanziellen Mittel durchführbar wären, leisten die Kompensationszahlungen keinen zusätzlichen Beitrag zur Klimaneutralität. Europäische Standards verlangen, dass Projekte ausschließlich durch die Unterstützung von Unternehmen oder Privatpersonen möglich sind. Wird dieser Punkt nicht eingehalten oder gezielt verschleiert, beispielsweise um Gewinne zu maximieren oder das eigene Image aufzubessern, verliert die Kompensation ihre Klimaschutzwirkung.

Ein weiteres Problem ist die mangelnde Standardisierung von Projekten außerhalb Europas. Private Initiativen können eigene Standards festlegen, die oft nicht die strengen Anforderungen europäischer Richtlinien erfüllen. Dies führt zu erheblichen Unterschieden in der Wirksamkeit der Projekte, da wichtige Faktoren wie Überprüfung, Langfristigkeit und Transparenz oft nicht berücksichtigt werden. Um eine globale Wirksamkeit der CO₂-Kompensation sicherzustellen, wären einheitliche und verbindliche Standards erforderlich.

Zusätzlich ist die Wirksamkeit vieler CO₂-Kompensationsprojekte langfristig zu betrachten. Aufforstungsprojekte beispielsweise entfalten ihre volle Klimaschutzwirkung erst nach Jahren, wenn die gepflanzten Bäume das prognostizierte CO₂ durch ihr Wachstum tatsächlich binden können. Gleichzeitig sind solche Projekte anfällig für externe Störfaktoren wie Waldbrände oder Schädlingsbefall, die die Kompensation teilweise oder vollständig zunichtemachen können. Dies zeigt, dass die Nachhaltigkeit und Stabilität solcher Projekte sorgfältig berücksichtigt werden muss, um ihre langfristige Wirksamkeit zu sichern.

Ein weiterer Kritikpunkt ist, dass CO₂-Kompensation häufig als Rechtfertigung dient, das eigene Verhalten nicht zu ändern. Statt Emissionen direkt zu reduzieren, wird das Problem ausgelagert, indem man Zahlungen an Kompensationsprojekte leistet. Dies verschiebt den Fokus von dringend notwendigen Reduktionsmaßnahmen auf eine externe Ebene, ohne strukturelle Änderungen vorzunehmen. Das Risiko besteht darin, dass Unternehmen oder Privatpersonen weiterhin klimaschädliches Verhalten aufrechterhalten, ohne sich aktiv um Emissionsminderungen zu bemühen. Am Beispiel von Flugreisen wird deutlich, dass eine reine Kompensation wenig zur Lösung des Problems beiträgt, wenn die Zahl der Flüge nicht reduziert wird. Eine wirksamere Strategie wäre, die Anzahl der Reisen grundsätzlich zu minimieren und nur unvermeidbare Emissionen durch hochwertige Kompensationsprojekte auszugleichen.

Abschließend lässt sich festhalten, dass die Wirksamkeit der CO₂-Kompensation stark von der Qualität und Überwachung der Projekte abhängt. Sie ist ein sinnvolles Ergänzungsinstrument zum Klimaschutz, sollte jedoch nicht als Ersatz für direkte Emissionsminderungen gesehen werden. Um ihre volle Wirksamkeit zu entfalten, sind klare Standards, langfristige Perspektiven und eine Vermeidung von Greenwashing unerlässlich.

5.3 Gegenüberstellung beider Ansätze

Die beiden Ansätze, der CO₂-Emissionshandel und die CO₂-Kompensation, stellen unterschiedliche Instrumente zur Reduktion von Treibhausgasemissionen dar. Während der Emissionshandel auf direkte und regulierte Maßnahmen innerhalb eines definierten Rahmens abzielt, ermöglicht die CO₂-Kompensation die Reduktion von Emissionen durch freiwillige Projekte außerhalb des unmittelbaren Handlungsfeldes. Beide Ansätze haben ihre Stärken, Schwächen und spezifische Anwendungsbereiche, die nachfolgend gegenübergestellt werden.

Der CO₂-Emissionshandel basiert auf einem klar definierten gesetzlichen Rahmen. Im EU-ETS-System werden Obergrenzen für Emissionen festgelegt, die schrittweise reduziert werden, um die Klimaziele zu erreichen. Die verbindlichen Vorgaben sorgen dafür, dass Unternehmen Maßnahmen ergreifen müssen, um ihre Emissionen zu reduzieren oder Zertifikate zu erwerben. Im Gegensatz dazu ist die CO₂-Kompensation überwiegend freiwillig und weniger streng reguliert, insbesondere bei privaten Standards. Sie bietet Unternehmen und Privatpersonen die Möglichkeit, Emissionen auszugleichen, ohne zwingend ihr eigenes Verhalten oder ihre Prozesse ändern zu müssen.

Beide Ansätze ermöglichen eine flexible Umsetzung von Emissionsminderungen. Der Emissionshandel erlaubt es, Reduktionen dort vorzunehmen, wo sie wirtschaftlich am sinnvollsten sind. Unternehmen können wählen, ob sie ihre Emissionen senken oder Zertifikate kaufen. Die CO₂-Kompensation bietet ebenfalls Flexibilität, da sie Minderungsprojekte unabhängig von geografischen oder sektoralen Einschränkungen fördert. Besonders in Entwicklungsländern können Projekte kostengünstig realisiert werden, was die globale Klimaschutzwirkung erhöht.

Der Emissionshandel hat eine unmittelbare Auswirkung auf die betroffenen Sektoren, da die Reduktion der Obergrenzen und die steigenden Preise für Zertifikate Unternehmen dazu zwingen, ihre Emissionen zu senken. Im Vergleich dazu wirkt die CO₂-Kompensation oft indirekt, da Projekte außerhalb des Unternehmens oder des europäischen Rahmens durchgeführt werden. Die Wirksamkeit ist daher abhängig von der Qualität der Projekte und der Einhaltung von Standards.

Der CO₂-Emissionshandel fördert die Einführung emissionsarmer Technologien, was eine langfristige und nachhaltige Reduktion von Treibhausgasen unterstützt. Schwankende Preise können jedoch Investitionsentscheidungen erschweren. Bei der CO₂-Kompensation besteht das Risiko, dass Projekte wie Aufforstung oder Moorrenaturierung erst nach Jahren ihre volle Wirkung entfalten und durch externe Faktoren wie Waldbrände beeinträchtigt werden können.

Im Emissionshandel wird durch strikte Vorgaben wie die jährliche Absenkung der Obergrenze die Glaubwürdigkeit gestärkt. Bei der CO₂-Kompensation hingegen können unzureichende Standards und fehlende Kontrollen, insbesondere bei privaten Initiativen, zu Greenwashing führen. Unternehmen könnten Projekte fördern, die keinen zusätzlichen Klimaschutzbeitrag leisten oder deren Wirksamkeit schwer überprüfbar ist.

Der CO₂-Emissionshandel erweist sich als effektives Mittel, um direkte Emissionsreduktionen in regulierten Sektoren zu erzwingen und die Einführung neuer Technologien zu fördern. Seine Wirksamkeit hängt jedoch stark von politischen Entscheidungen wie der Höhe der Obergrenzen oder der Preisgestaltung ab. Die CO₂-Kompensation bietet eine wichtige Ergänzung, indem sie globale Klimaschutzprojekte fördert und die Teilnahme der breiten Öffentlichkeit ermöglicht. Ihre Wirksamkeit ist jedoch stark von der Qualität und Standardisierung der Projekte abhängig. Beide Ansätze haben ihren Platz in einer umfassenden Klimaschutzstrategie, wobei der Emissionshandel primär auf regulatorische Maßnahmen und die CO₂-Kompensation auf freiwilliges Engagement setzt. Eine Kombination beider Instrumente könnte die Klimaschutzwirkung maximieren, wenn klare Standards und eine konsequente Überwachung gewährleistet werden.

6 Zusammenfassende Schlussbetrachtung

6.1 Ergebnis der Gegenüberstellung

Der CO₂-Emissionshandel zeichnet sich durch eine direkte, regulatorisch verankerte Wirkung aus. Die festgelegten Obergrenzen und steigenden Preise schaffen einen starken Anreiz für Unternehmen, Emissionen zu reduzieren und innovative Technologien zu implementieren. Dies macht den Emissionshandel zu einem wirksamen Instrument, um die Klimaziele innerhalb definierter Sektoren zu erreichen. Gleichzeitig bleibt seine Wirksamkeit abhängig von politischen Entscheidungen, wie der strikten Festlegung und schrittweisen Senkung der Obergrenzen. Schwankende Preise und das Risiko einer Standortverlagerung energieintensiver Industrien sind Herausforderungen, die gezielte Maßnahmen erfordern, um die volle Effektivität des Emissionshandels zu sichern.

Die CO₂-Kompensation hingegen bietet vor allem Flexibilität und eine globale Perspektive. Sie ermöglicht es, Emissionen dort zu reduzieren, wo es kosteneffizient ist, und Projekte in Regionen umzusetzen, die bisher wenig zum Klimaschutz beitragen. Insbesondere durch hochwertige Standards wie den CDM oder den Gold Standard kann die CO₂-Kompensation ihre Wirksamkeit beweisen und zur globalen Emissionsminderung beitragen. Jedoch sind fehlende Standardisierungen, das Risiko von Greenwashing und die begrenzte Überprüfbarkeit vieler Projekte bedeutende Schwächen. Zudem kann die Kompensation als Rechtfertigung dienen, um notwendige Verhaltensänderungen zu umgehen, was ihre Rolle im Klimaschutz relativiert.

Abschließend lässt sich festhalten, dass sowohl der CO₂-Emissionshandel als auch die CO₂-Kompensation wichtige Rollen im globalen Klimaschutz spielen. Ihre Effektivität hängt maßgeblich von einer strikten Umsetzung, klaren Standards und politischem Willen ab. Nur durch eine gezielte Weiterentwicklung und eine wechselseitige Ergänzung dieser Ansätze können die ambitionierten Ziele des Pariser Klimaabkommens erreicht und ein nachhaltiger Beitrag zur Begrenzung des Klimawandels geleistet werden.

6.2 Handlungsempfehlungen

Im deutschen CO₂-Emissionshandel sollte ein marktbasiertes System mit einer definierten Obergrenze eingeführt werden, ähnlich dem EU-ETS. Dies würde das Vertrauen in das System stärken, die Akzeptanz erhöhen und das Risiko von Carbon Leakage senken. Eine klare Obergrenze bietet eine stabilere Grundlage, um Emissionen gezielt zu reduzieren, ohne als Zwang wahrgenommen zu werden.

Für die CO₂-Kompensation ist die Verbesserung und Vereinheitlichung von Standards essenziell, um Greenwashing zu verhindern. Internationale Standards wie der Gold Standard sollten stärker regulieren, während freiwillige Kompensationen weiterhin außerhalb der EU-ETS-Obergrenzen möglich bleiben sollten.

Zudem sollte CO₂-Kompensation nicht als Ausrede für unverändertes Verhalten dienen. Der Fokus muss auf der Vermeidung von Emissionen liegen, bevor Kompensation eingesetzt wird. Bildungsinitiativen und transparente Berichterstattung können dieses Bewusstsein fördern.

Abbildungsverzeichnis

3.1	Obergrenze Europäischer Emissionshandel	14
3.2	Treibhausgasminderungen	16
3.3	Festpreis DE-Emissionshandel	17

Literatur

- [1] Richtlinie 2003/87/EG. *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*. 2003.
- [2] Richtlinie 2018/410. *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 CO₂-Ausstoß und des Beschlusses (EU) 2015/1814*. 2018.
- [3] Juliane Berger. *Kyoto-Protokoll*. Umweltbundesamt. Publisher: Umweltbundesamt. 25. Juli 2013. URL: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/internationale-eu-klimapolitik/kyoto-protokoll> (besucht am 29. 10. 2024).
- [4] Bundeszentrale für politische Bildung. *Emissionshandel*. bpb.de. URL: <https://www.bpb.de/kurz-knapp/lexika/lexikon-der-wirtschaft/19127/emissionshandel/> (besucht am 21. 12. 2024).
- [5] Bundeszentrale für politische Bildung. *Klimapolitik in Deutschland*. bpb.de. 24. Juni 2022. URL: <https://www.bpb.de/themen/klimawandel/dossier-klimawandel/509727/klimapolitik-in-deutschland/> (besucht am 14. 11. 2024).
- [6] Ulrike Böhm. *Klimaneutralität in der Industrie: Aktuelle Entwicklungen - Praxisberichte - Handlungsempfehlungen*. Unter Mitarb. von Alexandra Hildebrandt und Stefanie Kästle. 1st ed. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin / Heidelberg, 2023. 1 S. ISBN: 978-3-662-66124-6 978-3-662-66125-3.

- [7] Dr. Sebastian Bolay u. a. *Brennstoffemissionshandelsgesetz - DIHK-Merkblatt zum BEHG*. Berlin: Deutscher Industrie- und Handelskammertag e.V. (DIHK), 2020. URL: <chrome-extension://efaidnbmninnibpcapcglclefindmkaj/https://www.dihk.de/resource/blob/19512/8a03955209ed045fb4870917da6a225c/dihk-merkblatt-brennstoffemissionshandelsgesetz-data.pdf> (besucht am 19. 12. 2024).
- [8] *Das „Fit for 55“-Paket der Europäischen Union*. URL: <https://www.wwf.de/themen-projekte/klimaschutz/klimaschutz-europa/das-fit-for-55-paket-der-europaeischen-union> (besucht am 22. 12. 2024).
- [9] *DEHSt - Homepage - Emissionshandel im Luftverkehr: Verordnung zur Änderung der Richtlinie 2003/87/EG in Kraft getreten*. URL: https://www.dehst.de/SharedDocs/mailling/DE/2018/2018-01-22_Luftverkehr-Aenderung-Richtlinie.html (besucht am 10. 12. 2024).
- [10] *DEHSt - Nationalen Emissionshandel verstehen*. URL: https://www.dehst.de/DE/Themen/nEHS/nEHS-verstehen/nehs-verstehen_node.html (besucht am 10. 12. 2024).
- [11] *Emissionen: Minderungen im EU-ETS bis 2023*. Statista. URL: <https://de-statista-com.ezproxy-dhrv-1.redi-bw.de/statistik/daten/studie/1414233/umfrage/minderungen-im-eu-ets-in-der-eu-und-deutschland/> (besucht am 21. 12. 2024).
- [12] *Emissionshandel: Festpreis für nEHS-Zertifikate 2025*. Statista. URL: <https://de-statista-com.ezproxy-dhrv-1.redi-bw.de/statistik/daten/studie/1403717/umfrage/emissionshandel-festpreis-fuer-nehs-zertifikate/> (besucht am 21. 12. 2024).
- [13] European Environment Agency. *Handbook on the updated LULUCF Regulation EU 2018/841*. 13. Mai 2024. URL: <https://climate-energy.eea.europa.eu/topics/climate-change-mitigation/land-and-forests/reports/handbook-on-the-update-lulucf-regulation-v2> (besucht am 22. 12. 2024).
- [14] *fairfuel Standard*. atmosfair. URL: <https://www.atmosfair.de/de/standards/fairfuel-standard/> (besucht am 28. 12. 2024).

- [15] *Gemeinsame Umsetzung | UNFCCC*. URL: <https://unfccc.int/process/the-kyoto-protocol/mechanisms/joint-implementation> (besucht am 29. 10. 2024).
- [16] Ralph Harthan u. a. *Positionspapier Klimakompensation*. Berlin, Freiburg, Darmstadt: Öko-Institut e.V., 29. Apr. 2010. URL: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgklclefindmkaj/https://www.oeko.de/oekodoc/1011/2010-071-de.pdf>.
- [17] M. Große Hüttmann. *Klimapolitik der EU*. bpb.de. URL: <https://www.bpb.de/kurz-knapp/lexika/das-europalexikon/177078/klimapolitik-der-eu/> (besucht am 14. 11. 2024).
- [18] BMWK-Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz. *Emissionshandel*. URL: <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Artikel/Industrie/emissionshandel.html> (besucht am 21. 12. 2024).
- [19] BMWK-Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz. *Klimaschutz*. URL: <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Textsammlungen/Industrie/klimaschutz.html> (besucht am 29. 10. 2024).
- [20] *Klimawandel*. URL: <https://www.wwf.de/themen-projekte/klimaschutz/klimawandel> (besucht am 29. 11. 2024).
- [21] *Kompensation und CO₂-Ausgleich: So geht es richtig*. URL: <https://www.wwf.de/aktiv-werden/tipps-fuer-den-alltag/energie-sparen-und-ressourcen-schonen/kompensation-und-co2-ausgleich-so-geht-es-richtig> (besucht am 22. 12. 2024).
- [22] *Landnutzungssektor - Europäische Kommission*. URL: https://climate.ec.europa.eu/eu-action/land-use-sector_en (besucht am 22. 12. 2024).
- [23] *Madagaskar: Sauberer Solarstrom ersetzt Schwerölstrom*. atmosfair. URL: <https://www.atmosfair.de/de/klimaschutzprojekte/solarenergie/madagaskar-sauberer-solarstrom-ersetzt-dieselstrom/> (besucht am 28. 12. 2024).
- [24] Corinne Meunier. *Freiwillige CO₂-Kompensation*. Umweltbundesamt. Publisher: Umweltbundesamt. 6. Aug. 2018. URL: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/freiwillige-co2-kompensation> (besucht am 22. 12. 2024).

- [25] *MoorFutures - Klimaschutz trifft Biodiversität - Moore und Klima*. URL: <https://www.moorfutures.de/konzept/moore-und-klima/> (besucht am 28. 12. 2024).
- [26] *MoorFutures - Klimaschutz trifft Biodiversität - MoorFutures-Standard*. URL: <https://www.moorfutures.de/konzept/moorfutures-standard/> (besucht am 28. 12. 2024).
- [27] *Regenwald schützen in Uganda | PRIMAKLIMA e.V.* URL: <https://www.primaklima.org/was-wir-tun/unsere-projekte/wiederbewaldung/uganda> (besucht am 28. 12. 2024).
- [28] *Senegal: Sauberer Strom aus Solaranlagen*. atmosfair. URL: <https://www.atmosfair.de/de/klimaschutzprojekte/solarenergie/senegal-sauberer-strom-aus-solaranlagen/> (besucht am 28. 12. 2024).
- [29] *The Clean Development Mechanism | UNFCCC*. URL: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-kyoto-protocol/mechanisms-under-the-kyoto-protocol/the-clean-development-mechanism> (besucht am 29. 10. 2024).
- [30] A. Watjer. *Pariser Klimaabkommen*. bpb.de. URL: <https://www.bpb.de/kurz-knapp/lexika/das-europalexikon/309438/pariser-klimaabkommen/> (besucht am 11. 11. 2024).
- [31] Sibylle Wilke. *Der Europäische Emissionshandel*. Umweltbundesamt. Publisher: Umweltbundesamt. 27. Aug. 2013. URL: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/der-europaeische-emissionshandel> (besucht am 21. 12. 2024).