

**Die Nationale Wasserstoffstrategie
der Bundesregierung
als Mittel zur Erreichung der Klimaneutralität
– Eine Analyse auf Grundlage
des Energie- und Umweltrechts**

B a c h e l o r a r b e i t
der Hochschule Meißen (FH) und Fortbildungszentrum
zum Erwerb des Hochschulgrades
Bachelor of Laws (LL.B.)

Vorgelegt von
Nik Demuth
aus Wilthen

Meißen, 1. Juli 2021

Inhaltsverzeichnis

Darstellungsverzeichnis	IV
Abkürzungsverzeichnis	V
1 Einleitung	1
2 Rechtlicher Rahmen zur Klimaneutralität	3
2.1 Supranationales Recht - Übereinkommen von Paris	3
2.2 Klimapolitik der Europäischen Union.....	5
2.2.1 Europäischer Grüner Deal	5
2.2.2 Vorschlag zum Europäischen Klimagesetz	7
2.3 Klimapolitik der Bundesrepublik Deutschland.....	8
2.3.1 Klimaschutzplan 2050	8
2.3.2 Klimaschutzgesetz des Bundes	10
2.3.2.1 Klimaschutzgesetz vom 18. Dezember 2019	11
2.3.2.2 Gesetzentwurf zum Klimaschutzgesetz.....	13
2.4 Bezüge zur Nationalen Wasserstoffstrategie.....	15
3 Nationale Wasserstoffstrategie	18
3.1 Das Potenzial von grünem Wasserstoff	18
3.2 Chancen und Risiken der Wasserstoffnutzung.....	20
3.2.1 Nutzungskonflikt um die Ressource Wasser	20
3.2.2 Gefahrenpotenzial von Wasserstoff	21
3.2.3 Vergleich Brennstoffzellenfahrzeug und Batteriefahrzeug	22
3.2.4 Folgenutzung der Braunkohlereviere	26
3.3 Ziele der Nationalen Wasserstoffstrategie.....	27
4 Maßnahmen der Nationalen Wasserstoffstrategie	30
4.1 Maßnahme 4: Offshore-Wasserstoffproduktion	30
4.1.1 Rechtliche Umsetzbarkeit	31
4.1.2 Praktische Umsetzbarkeit	33
4.1.3 Gesamtumsetzbarkeit	34
4.2 Maßnahme 5: Erneuerbare-Energien-Richtlinie	35
4.2.1 Rechtliche Umsetzbarkeit	36
4.2.2 Praktische Umsetzbarkeit	38
4.2.3 Gesamtumsetzbarkeit	40
4.3 Maßnahme 11: Clean Vehicles Directive	40
4.3.1 Rechtliche Umsetzbarkeit	41
4.3.2 Praktische Umsetzbarkeit	42
4.3.3 Gesamtumsetzbarkeit	44
4.4 Maßnahme 15: Pilotprogramm Carbon Contracts for Difference	45
4.4.1 Rechtliche Umsetzbarkeit	46
4.4.2 Praktische Umsetzbarkeit	49
4.4.3 Gesamtumsetzbarkeit	50

5	Klimabeitrag der Nationalen Wasserstoffstrategie zur Erreichung der Klimaneutralität	51
6	Zusammenfassung	54
	Kernsätze	VII
	Literaturverzeichnis.....	VIII
	Rechtsprechungsverzeichnis	XXIII
	Rechtsquellenverzeichnis	XXIV

Darstellungsverzeichnis

Abbildungen

Abbildung 2.4-1: Zeitliche Einordnung der Klimaziele	15
Abbildung 3.2.3-1: Prognose der THG-Emissionen im Fahrzeugbetrieb (Pkw) verschiedener Antriebsformen für den Zeitraum 2020 - 2030	23
Abbildung 4.4.1-1: Förderprinzip nach CCfD	47

Tabellen

Tabelle 2.3.1-1: Entwicklung der zulässigen THG-Emissionen bis 2030.....	9
Tabelle 2.3.2.1-1: Zulässige Jahresemissionsmengen bis 2030 (KSG)	12
Tabelle 2.3.2.2-1: Zulässige Jahresemissionsmengen bis 2030 (Gesetzentwurf zum KSG)	14
Tabelle 2.3.2.2-2: Jährliche Minderungsziele bis 2040 (Gesetzentwurf zum KSG)	14
Tabelle 3.2.3-1: Vergleich Brennstoffzellenfahrzeug und Batteriefahrzeug (Pkw) hinsichtlich der CO ₂ -Bilanz.....	23
Tabelle 3.2.3-2: Vergleich Brennstoffzellenfahrzeug und Batteriefahrzeug (Pkw) hinsichtlich der Etablierung und Wirtschaftlichkeit.....	25
Tabelle 4.3-1: Beschaffungskriterien für ein „sauberes Fahrzeug“.....	41
Tabelle 5-1: Zusammenfassung der Umsetzbarkeit der Maßnahmen	51
Tabelle 5-2: Beurteilung des Klimabeitrags der untersuchten Maßnahmen	53

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Erläuterung
36. BImSchV	Sechsenddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes
38. BImSchV	Verordnung zur Festlegung weiterer Bestimmungen zur Treibhausgasminderung bei Kraftstoffen
Abs.	Absatz
AEUV	Vertrag über die Arbeitsweise der Europäischen Union
Alt.	Alternative
AWZ	Ausschließliche Wirtschaftszone
BHO	Bundeshaushaltsordnung
BImSchG	Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge
BImSchV	Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit;
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
BT	Deutscher Bundestag
BWO	Bundesverband der Windparkbetreiber Offshore e.V.
CCfD	Carbon Contracts for Difference
CO ₂	Formel für Kohlenstoffdioxid
CVD-RL	Clean Vehicles Directive (Richtlinie (EU) 2019/1161)
DARP	Deutscher Aufbau- und Resilienzplan
EEG	Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz)
FEP 2020	Flächenentwicklungsplan 2020
GG	Grundgesetz
GW	Gigawatt
GWB	Gesetz gegen Wettbewerbsbeschränkungen

GWh	Gigawattstunde(n)
H ₂	Formel für Wasserstoff
i. V. m.	in Verbindung mit
KOM	Europäische Kommission
KSG	Klimaschutzgesetz des Bundes
kWh	Kilowattstunde(n)
NFZ	Nutzfahrzeug(e)
NIP	Nationales Investitionsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellen-technologie
Nr.	Nummer
NWS	Nationale Wasserstoffstrategie
PA	Paris Agreement, englische Bezeichnung für das Übereinkommen von Paris
RED II	Erneuerbare-Energien-Richtlinie (Richtlinie (EU) 2018/2001)
RL	Richtlinie
ROG	Raumordnungsgesetz
S.	Satz
SaubFahr- zeugBeschG	Gesetz über die Beschaffung sauberer Straßenfahrzeuge
SektVO	Verordnung über die Vergabe von öffentlichen Aufträgen im Bereich des Verkehrs, der Trinkwasserversorgung und der Energieversorgung (Sektorenverordnung)
THG	Treibhausgas(e)
TWh	Terrawattstunde(n)
UBA	Umweltbundesamt
UN-Rahmen- überein- kommen	Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen
VgV	Verordnung über die Vergabe öffentlicher Aufträge (Vergabeverordnung)
WEA	Windenergieanlagen
WindSeeG	Gesetz zur Entwicklung und Förderung der Windenergie auf See

1 Einleitung

In der Entscheidung des Bundesverfassungsgerichtes vom 24. März 2021 zum KSG heißt es: „Der Staat ist durch das Grundrecht auf den Schutz von Leben und Gesundheit in Art. 2 Abs. 2 S. 1 GG zum Schutz vor den Gefahren des Klimawandels verpflichtet.“¹. Mit Klima sind die physikalischen Eigenschaften wie die Lufttemperatur der Atmosphäre an einem definierten Ort oder Gebiet über einen längeren Zeitraum von mindestens 30 Jahren hinweg gemeint. Im Gegensatz dazu betrachtet der Begriff Wetter diese physikalischen Eigenschaften über einen kurzen Zeitraum.² Klimawandel (auch Klimaänderungen genannt) wird durch Art. 1 Nr. 2 des UN-Rahmenübereinkommens als die durch den Menschen verursachte Veränderung der Bestandteile der Erdatmosphäre im Vergleich zu dem beobachteten natürlichen Verlauf des Klimas definiert. Der Weltklimarat International Panel on Climate Change prognostiziert mit seinem im Jahr 2018 vorgelegten Sonderbericht über die Folgen des Klimawandels, dass die globale Erdtemperatur bei gleichbleibend hohem Ausstoß von THG wie CO₂ oder Methan um 0,2 Grad Celsius pro Jahrzehnt ansteigen wird. Eine Folge dessen sind sich häufende Klima- und Wetterextreme.³ Nelles und Serrer fassen unter diesem Begriff die Ereignisse Hitze und Kälte, Niederschlag und Überschwemmung, Dürren, tropische Wirbelstürme und Gewitter, welche unspezifisch, selten und in besonders hoher Intensität auftreten⁴.

Um dieser Entwicklung entgegenzuwirken, bedarf es eines umfassenden Veränderungsprozesses, geprägt von nachhaltigen Absichten und Handlungen, der von Seiten der Politik initiiert werden muss⁵. Die KOM spricht sich daher für einen bewussten Umgang mit dem Naturkapital aus⁶. Hierbei handelt es sich um „[...] den begrenzten Vorrat an physischen und biologischen Ressourcen der Erde und die begrenzte Bereitstellung von Gütern und Leistungen durch Ökosysteme.“⁷. Damit wird deutlich, dass dem Klimawandel grenzüberschreitend entgegengewirkt werden muss. Viele Staaten entschließen sich daher, ihre Gesellschaft und Wirtschaft klimaneutral zu gestalten. Hierzu zählen z. B. neben der EU die Vereinigten Staaten von Amerika, Japan und Südkorea.⁸ Ebenso hat sich die BRD im November 2016 dazu bekannt, bis zum Jahr 2050 klimaneutral zu werden⁹.

¹ Vgl. Bundesverfassungsgericht, Urteil v. 24.03.2021 - 1 BvR 2656/18, 1 BvR 78/20, 1 BvR 96/20, 1 BvR 288/20 -, juris, Rdnr. 144 Nr. 1 a).

² Vgl. UBA, Was ist eigentlich Klima?.

³ Vgl. Masson-Delmotte, V. et al., 1,5 °C GLOBALE ERWÄRMUNG, S. 8, 11, 16.

⁴ Vgl. Nelles, D. et al., Kleine Gase – große Wirkung, S. 76–87.

⁵ Vgl. BMU, EU-Klimapolitik.

⁶ Vgl. KOM, Mehr Ehrgeiz für das Klimaziel Europas bis 2030, S. 2.

⁷ Marzelli, S. et al., Der Wert der Natur für Wirtschaft und Gesellschaft, S. 79.

⁸ Vgl. Presse- und Informationsamt der Bundesregierung, Weltweit wachsende Allianz für Klimaneutralität.

⁹ Vgl. BT, Klimaschutzplan 2050 - Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung, S. 14.

Von jenen aktuellen Tendenzen geleitet, greift die vorliegende Arbeit die Thematik der Klimaneutralität auf. Dieser Begriff wird durch das Ziel der Netto-Null-THG-Emissionen im Rahmen des PA geprägt¹⁰. Hierfür muss nach Art. 4 Abs. 1 PA die Bilanz der durch den Menschen verursachten THG-Emissionen und deren natürlichen Abbau ausgeglichen sein. In Anlehnung an die Definition nach § 3 Abs. 3 und 4 BImSchG stellen Emissionen den Ausstoß von Partikeln und Gasen in die Erdatmosphäre dar. Um Klimaneutralität zu erreichen, werden nationale Klimaschutzbeiträge festgelegt, die auf Klimazielen basieren¹¹.

Als ein Mittel zur Erreichung der Klimaziele der BRD wurde am 10. Juni 2020 die NWS¹² beschlossen¹³. Mit dem zugrunde liegenden Aktionsplan werden konkrete Maßnahmen vorgesehen, um jenes Ziel der Klimaneutralität zu erreichen. Grundlage hierfür ist die Verwendung von grünem Wasserstoff¹⁴, welcher mithilfe erneuerbarer Energien hergestellt wird. Die Strategie bezieht die gesamte Wertschöpfungskette ein, ausgehend von der Technologie zur Erzeugung von Wasserstoff über den Transport und die Speicherung bis hin zur Nutzung.¹⁵

An der Stelle eröffnet sich die Frage, welchen Beitrag die Maßnahmen der NWS zur Erreichung der Klimaneutralität leisten. Um diese Fragestellung zu beantworten, werden zunächst die rechtlichen Grundlagen, auf denen die NWS aufbaut, im rechtlichen Rahmen dargelegt und entsprechende Bezüge hergestellt. Anschließend wird die NWS vorgestellt und das Potenzial der Wasserstoffnutzung erläutert. In Ergänzung hierzu werden Chancen und Risiken der Wasserstoffnutzung dargelegt. Anschließend werden Maßnahmen der Strategie ausgewählt, die Zielsetzungen der Maßnahmen dargelegt und deren rechtliche und praktische Umsetzbarkeit untersucht. Im Ergebnis dieser Arbeit wird bewertet, inwiefern die Maßnahmen und damit die NWS geeignet ist, einen erheblichen Beitrag zur Erreichung der Klimaneutralität zu leisten. Die Untersuchungen in der vorliegenden Arbeit basieren auf dem Rechtsstand vom 21. Juni 2021.

¹⁰ Vgl. Europäisches Parlament, Was versteht man unter Klimaneutralität und wie kann diese bis 2050 erreicht werden?

¹¹ Vgl. Presse- und Informationsamt der Bundesregierung, Was tut die Bundesregierung für den Klimaschutz?

¹² Vgl. BT, Nationale Wasserstoffstrategie.

¹³ BMU, Nationale Wasserstoffstrategie – ein wichtiger Beitrag zum Klimaschutz und zur Zukunftsfähigkeit unserer Wirtschaft, S. 1.

¹⁴ Im weiteren Verlauf der Arbeit ist die Bezeichnung Wasserstoff gleichbedeutend mit der für grünen Wasserstoff. In Fällen der Abgrenzung wird die Bezeichnung grüner Wasserstoff verwendet.

¹⁵ Vgl. BT, Nationale Wasserstoffstrategie, S. 3-5, 18, 30.

2 Rechtlicher Rahmen zur Klimaneutralität

Den Ursprung der politischen Auseinandersetzung mit der Thematik der Klimaneutralität kennzeichnet das UN-Rahmenübereinkommen aus dem Jahr 1992. Hiernach wird gemäß Art. 2 S. 1 „[...] die Stabilisierung der Treibhausgaskonzentrationen in der Atmosphäre [...]“ angestrebt, um das Klima auf der Erde nicht nachteilig zu schädigen. Jene Stabilisierung soll nach Art. 2 S. 2 des UN-Rahmenübereinkommens unter der Bedingung erfolgen, der Natur die Möglichkeit zu geben, sich den Klimaänderungen anzupassen. Eine weitere Bedingung ist, dass die wirtschaftliche Leistung der Staaten nicht beeinträchtigt werden darf.

Das UN-Rahmenübereinkommen entfaltet im Sinne des Klimaschutzes eine globale Wirkung. Die Bestrebungen nach Art. 2 des UN-Rahmenübereinkommens werden als Endziel definiert und dienen als Grundlage für die folgenden UN-Klimaübereinkommen. Darin werden weitere Ziele festgelegt, die zur Realisierung des Endziels beitragen. Eines dieser Übereinkommen ist das PA, welche die Absicht der Erreichung der Klimaneutralität prägt. Auf jenem supranationalen Recht basierend werden nationale Klimaziele festgelegt.

Dieses Kapitel widmet sich daher der Herausarbeitung der relevanten Ziele, ausgehend vom supranationalen Recht über das Recht der EU bis hin zum nationalen Recht der BRD. Diese Ziele sind die Grundlage zur Erreichung der Klimaneutralität und damit Ausgangspunkt für die NWS. Hierzu werden am Ende dieses Kapitels Bezüge hergestellt, womit die Relevanz der untersuchten Rechtsgrundlagen für die NWS dargelegt wird. In Abgrenzung dazu ist die Darstellung von Maßnahmen zur Realisierung der Klimaschutzbeiträge in diesem Kapitel nicht von Bedeutung.

2.1 Supranationales Recht - Übereinkommen von Paris

Aufbauend auf dem UN-Rahmenübereinkommen fand die 21. UN-Klimakonferenz in Paris statt. Hierbei wurde am 12. Dezember 2015 das PA gefasst.¹⁶ „[...] [Dieses] ist die erste umfassende und rechtsverbindliche weltweite Klimaschutzvereinbarung [...].“¹⁷ Dafür schlossen sich insgesamt 197 Staaten zusammen¹⁸. Die Vertragsparteien umfassen sowohl Industrieländer als auch Schwellen- und Entwicklungsländer, die entsprechend ihrer Wirtschaftsleistung die globale Klimapolitik unterstützen¹⁹. Das PA verpflichtet hierzu völkerrechtlich verbindlich alle Vertragsparteien zur Einhaltung der getroffenen Vereinbarung, die im Folgenden beschrieben wird. Zuvor muss aber jede Vertragspartei

¹⁶ Vgl. BMU, Die Klimakonferenz in Paris.

¹⁷ KOM, Übereinkommen von Paris.

¹⁸ Vgl. UN, Paris Agreement - Status of Ratification.

¹⁹ Vgl. BMU, Die Klimakonferenz in Paris.

das PA ratifizieren.²⁰ In diesem Zusammenhang vollzog der BT die Ratifizierung des PA am 22. September 2016 in einem beschleunigten Verfahren, indem er den Gesetzentwurf²¹ der CDU, CSU und der SPD einstimmig annahm²². Des Weiteren ratifizierte auch die EU und deren Mitgliedsstaaten das PA am 5. Oktober 2016²³. Im Ergebnis trat das PA am 4. November 2016 in Kraft²⁴.

Das PA fordert in Art. 2 Abs. 1 Reaktionen auf die Bedrohungen durch die Klimaänderungen mittels einer nachhaltigen Entwicklung in Einklang mit der Beseitigung von Armut. Als Reaktionen sind Ziele gemeint, die in den nachfolgenden Buchstaben des Art. 2 Abs. 1 näher beschrieben werden. Der zentrale Bestandteil des PA ist die Begrenzung der globalen Klimaerwärmung gemäß Art. 2 Abs. 1 a). Die durchschnittliche Erdtemperatur darf demnach um nicht mehr als 2 °C ggü. dem vorindustriellen Niveau steigen, wobei der Temperaturanstieg signifikant unter 2 °C liegen muss. Konkret fordert das PA, die Erderwärmung auf höchstens 1,5 °C zu begrenzen. Auch dieses Ziel steht in Relation zum vorindustriellen Niveau. Das BMU spricht hierbei von einem Idealzustand, den es zu erreichen gilt²⁵. Hintergrund jenes festgesetzten Temperaturziels ist, die Eintrittswahrscheinlichkeit von Wetterextremen zu verringern²⁶.

Um die genannten Temperaturziele zu erreichen, fordert Art. 4 Abs. 1 des PA die Vertragsparteien auf, zeitnah ein Ende des Anstiegs der THG-Emissionen zu erreichen und im Anschluss jene Emissionen auf Grundlage wissenschaftlicher Erkenntnisse drastisch zu reduzieren. Bis zur Mitte des aktuellen Jahrhunderts soll nach Art. 4 Abs. 1 PA „[...] ein Gleichgewicht zwischen den anthropogenen Emissionen von Treibhausgasen aus Quellen und dem Abbau solcher Gase durch Senken [...]“ erreicht werden. Die Erreichung dieses Ziels wird als Netto-Null-THG-Emissionen bezeichnet²⁷. Eine vollständige Reduzierung der THG-Emissionen auf null ist praktisch nicht realisierbar, weil es Bereiche in der Wirtschaft und Gesellschaft gibt, die nicht auf Emissionen verzichten können. Als Beispiel hierfür werden in einem Hintergrundpapier der Schweizerischen Eidgenossenschaft Müllverbrennungsanlagen und die Landwirtschaft genannt.²⁸

²⁰ Vgl. BMU, Die Klimakonferenz in Paris.

²¹ Vgl. BT, Entwurf eines Gesetzes zu dem Übereinkommen von Paris vom 12. Dezember 2015.

²² Vgl. BT, Einstimmiges Ja zum Pariser Klimaabkommen.

²³ Vgl. KOM, Übereinkommen von Paris.

²⁴ Vgl. BMU, Die Klimakonferenz in Paris.

²⁵ Vgl. ebenda.

²⁶ Vgl. KOM, Ein sauberer Planet für alle, S. 6.

²⁷ Vgl. Europäisches Parlament, Was versteht man unter Klimaneutralität und wie kann diese bis 2050 erreicht werden?.

²⁸ Vgl. Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK, Bundesamt für Umwelt BAFU, Abteilung Klima, Klimaziel 2050: Netto-Null Treibhausgasemissionen, S. 1.

Konkret sieht Art. 4 Abs. 2 des PA vor, dass jede Vertragspartei nationale Klimaschutzbeiträge aufstellt, um die festgelegten Temperaturziele einzuhalten und die Erderwärmung so niedrig wie möglich zu halten. Das PA fordert von den Vertragsparteien, alle fünf Jahre neue umfassendere und zielsicherere nationale Klimaschutzbeiträge festzusetzen (Art. 4 Abs. 3 und 9) und den UN vorzulegen (Art. 4 Abs. 19), die die Realisierung dieser überprüft.²⁹ Jeder Vertragspartei verbleibt ein Spielraum bei der geforderten und eben beschriebenen Zielerreichung. Die Ambitionen unter den Staaten, in welchem Maß die Erderwärmung minimiert werden soll, fallen damit unterschiedlich aus. Für die BRD ergeben sich konkrete Klimaschutzbeiträge im Rahmen des PA, die im Kapitel 2.3 näher beschrieben werden.

Als weitere Reaktion auf die Klimaänderungen sieht Art. 2 Abs. 1 b) des PA vor, sich bestmöglich an die unvermeidbaren und negativen Klimaveränderungen anzupassen, Möglichkeiten zu ergreifen, unter den neuen Bedingungen optimal leben zu können und die THG-Emissionen minimal zu halten. Des Weiteren fordert Art. 2 Abs. 1 c), dass der Klimaaspekt als ein Kriterium bei der Realisierung von Zahlungsmittelströmen herangezogen wird.

2.2 Klimapolitik der Europäischen Union

Der europäische Rechtsrahmen zur Klimaneutralität fußt auf dem PA³⁰. Die darin gefassten Zielsetzungen wurden durch die Politik und Rechtsetzung der EU weiter konkretisiert. Der Rechtsrahmen der EU gibt in seiner Gesamtschau Aufschluss über den Weg und die Schritte hin zur Klimaneutralität. Die Klimapolitik der EU basiert auf dem europäischen Grünen Deal und dem Vorschlag zum Europäischen Klimagesetz, die im Folgenden dargelegt werden.

2.2.1 Europäischer Grüner Deal

Der Kern der europäischen Klimapolitik ist der europäische Grüne Deal, der am 11. Dezember 2019 als Mitteilung der KOM vorgestellt wurde und dessen Auswirkungen sich auf alle Wirtschaftszweige erstrecken. Der Deal zielt auf ein nachhaltiges Wachstum der Wirtschaft in der EU ab, das im Einklang mit Natur und Umwelt steht. Kommissionspräsidentin Frau von der Leyen bezeichnet den Deal als Strategie zur Stärkung eines globalen Umweltbewusstseins ohne Verzicht auf gezielte Investitionen in eine wettbewerbsfähige und zugleich lebenswerte Gesellschaft.³¹

²⁹ Vgl. BMU, Die Klimakonferenz in Paris.

³⁰ Vgl. ebenda.

³¹ Vgl. KOM, Der europäische Grüne Deal legt dar, wie Europa bis 2050 zum ersten klimaneutralen Kontinent gemacht werden kann, indem die Konjunktur angekurbelt, die Gesundheit und die Lebensqualität der Menschen verbessert, die Natur geschützt.

Der europäische Grüne Deal dient der konkreten Umsetzung der in der Agenda 2030 der UN vom 21. Oktober 2015 festgesetzten Ziele für eine nachhaltige Entwicklung³². Ziel Nr. 13 der Agenda 2030 sieht vor, dem Klimawandel entgegenzuwirken und in dessen Fortschreitung geeignete Maßnahmen zu ergreifen³³. Des Weiteren beruht der Deal auf der am 28. November 2018 durch die KOM bekannt gegebenen Mitteilung einer langfristigen Vision, bis 2050 die CO₂-Emissionen auf null und bis Ende des aktuellen Jahrhunderts alle anderen THG ebenso auf null zu reduzieren.³⁴

Vor diesem Hintergrund setzt sich die EU mit dem europäischen Grünen Deal das Ziel, im Jahr 2050 die Netto-Null-THG-Emissionen zu erreichen und auf Grundlage eines Klimagesetzes zu verankern³⁵. Europa soll damit der erste klimaneutrale Kontinent werden³⁶. Jene Absicht beruht auf der wissenschaftlichen Erkenntnis, dass nur so die im PA festgesetzten Temperaturziele eingehalten werden können³⁷. In diesem Zusammenhang sieht der europäische Grüne Deal eine Prüfung des THG-Minderungspfades vor. Dieser beschreibt das Maß der Reduktion der THG-Emissionen ggü. einem definierten Zieljahr.³⁸

Ein weiteres wesentliches Ziel ist es, die Unabhängigkeit zwischen wirtschaftlichem Wachstum und Ressourcennutzung herbeizuführen. Vor diesem Hintergrund dürfen wirtschaftliche Aktivitäten nicht nachteilig auf das Naturkapital der EU einwirken³⁹. Es geht darum, die europäische Wirtschaft zu fördern und gleichzeitig THG-Emissionen zu senken. Dass dies bereits möglich ist, zeigen die folgenden Daten der KOM. Im Zeitraum von 1990 bis 2016 sank der Energieverbrauch in der EU um 2 % und die THG-Emissionen um 22 %, wohingegen die Wirtschaftskraft, gemessen am BIP, um 54 % gestiegen ist.⁴⁰

Die mit dem europäischen Grünen Deal ausgesprochene Absicht, die EU bis zum Jahr 2050 klimaneutral zu machen, soll mit dem Europäischen Klimagesetz rechtsverbindlich verankert werden, das im folgenden Kapitel erläutert wird⁴¹.

³² Vgl. KOM, Der europäische Grüne Deal, S. 3.

³³ Vgl. UN, Resolution der Generalversammlung, verabschiedet am 25. September 2015, S. 15.

³⁴ Vgl. KOM, Ein sauberer Planet für alle, S. 6.

³⁵ Vgl. KOM, Der europäische Grüne Deal, S. 5.

³⁶ Vgl. ebenda, S. 2.

³⁷ Vgl. KOM, Ein sauberer Planet für alle, S. 6.

³⁸ Vgl. KOM, Der europäische Grüne Deal, S. 5.

³⁹ Vgl. ebenda, S. 2.

⁴⁰ Vgl. KOM, Ein sauberer Planet für alle, S. 5.

⁴¹ Vgl. KOM, Europäisches Klimagesetz.

2.2.2 Vorschlag zum Europäischen Klimagesetz

Am 4. März 2020 hat die KOM einen Vorschlag für eine Verordnung über das Europäische Klimagesetz eingereicht⁴². Nach Art. 2 Abs. 1 des Vorschlags sollen die THG-Emissionen zielgerichtet gesenkt werden, was den Rechtsrahmen für die EU darstellt, um das Ziel der Netto-Null-THG-Emissionen bis 2050 zu erreichen. Vor diesem Hintergrund wurde der europäische THG-Minderungspfad angepasst. Zunächst legte der Europäische Rat am 24. Oktober 2014 fest, die THG-Emissionen bis 2030 um 40 % im Vergleich zu 1990 zu reduzieren. Dies steht nach aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen nicht im Einklang mit dem PA⁴³. Aus diesem Grund wurde eine Prüfung nach Art. 2 Abs. 3 sowie dem Erwägungsgrund 17 des Vorschlags durchgeführt, inwiefern der THG-Minderungspfad bis 2030 auf 50 % bis 55 % ggü. 1990 erhöht werden kann. Hierfür hat die KOM am 17. September 2020 den Klimazielpfad 2030 vorgelegt⁴⁴. Im Rahmen dessen wurden die Umweltauswirkungen zur Erreichung der angestrebten Klimaneutralität bis 2050 geprüft⁴⁵.

Der Klimazielpfad 2030 kommt schließlich zu dem Ergebnis, dass der zu diesem Zeitpunkt geltende Rechtsrahmen lediglich eine Senkung der THG-Emissionen um 60 % bis 2050 zuließ. Vor dem Hintergrund forderte die KOM, die THG-Emissionen in der gesamten EU bis zum Jahr 2030 um 55 % ggü. 1990 zu senken, um die Ziele des PA einzuhalten.⁴⁶ Dazu wurde am 17. September 2020 ein geänderter Vorschlag für das Europäische Klimagesetz von der KOM vorgelegt, mit dem die Realisierung des gesteigerten Klimaziels als realistisch eingeschätzt wird⁴⁷.

Der Europäische Rat billigte schließlich am 11. Dezember 2020 in seinen Schlussfolgerungen das von der KOM geforderte neue Klimaziel⁴⁸. Daraufhin wurde am 21. April 2021 eine vorläufige Einigung zwischen dem Europäischen Parlament und den Mitgliedsstaaten der EU über das Europäische Klimagesetz erzielt. In dieser Einigung wurde das Ziel der Netto-Null-THG-Emissionen zusätzlich dahingehend konkretisiert, dass bis 2050 negative THG-Emissionen durch die Bindung von CO₂ in natürlichen Ökosystemen erzielt werden sollen. Außerdem sind in Anlehnung an die Reaktionen des PA Investitionen in eine effiziente Wirtschaft notwendig, um die Natur und Umwelt zu schützen⁴⁹.

⁴² Vgl. KOM, Europäisches Klimagesetz (Vorschlag), S. 1.

⁴³ Vgl. KOM, Ein sauberer Planet für alle, S. 6; Vgl. Europäischer Rat, Übermittlungsvermerk des Generalsekretariats für die Delegationen, S. 1.

⁴⁴ Vgl. KOM, Mehr Ehrgeiz für das Klimaziel Europas bis 2030.

⁴⁵ Vgl. KOM, Europäisches Klimagesetz (Vorschlag), S. 3.

⁴⁶ Vgl. KOM, Mehr Ehrgeiz für das Klimaziel Europas bis 2030, S. 2-4.

⁴⁷ Vgl. KOM, Europäisches Klimagesetz (geänderter Vorschlag), S. 1.

⁴⁸ Vgl. Europäischer Rat, Tagung des Europäischen Rates (10. und 11. Dezember 2020) - Schlussfolgerungen, S. 5.

⁴⁹ Vgl. KOM, Europäisches Klimagesetz.

Der Vorschlag zum Europäischen Klimagesetz muss nun durch das Europäische Parlament und den Rat gebilligt sowie bekannt gegeben werden⁵⁰. Nach Art. 2 Abs. 4 des Vorschlags muss die KOM bis zum 30. Juni 2021 geeignete Maßnahmen und Instrumente vorlegen, mit denen das neue Klimaziel erreicht werden kann⁵¹.

Die Erkenntnisse, welche aus dem Klimazielplan 2030 hervorgegangen sind, hatten Einfluss auf den durch die EU im Jahr 2016 festgelegten Klimaschutzbeitrag. Dieser wurde daraufhin aktualisiert und am 18. Dezember 2020 erneut den UN vorgelegt, um den Zielen des PA gerecht werden zu können.⁵²

2.3 Klimapolitik der Bundesrepublik Deutschland

Um die Ziele des PA sowie die Klimaziele der EU zu realisieren, bedarf es einer nationalen Konkretisierung jener Ziele durch die BRD. Dieses Unterkapitel legt dazu die relevanten Rechtsgrundlagen dar. Hierbei handelt es sich um den Klimaschutzplan 2050 sowie das KSG.

2.3.1 Klimaschutzplan 2050

Der Koalitionsvertrag aus dem Jahr 2013, der aus CDU, CSU und SPD bestehenden Bundesregierung, sah vor, einen Klimaschutzplan zu erlassen⁵³. Jener Klimaschutzplan 2050 wurde am 14. November 2016 durch das Bundeskabinett beschlossen⁵⁴. Als nationaler Klimaschutzbeitrag stellt dieser die im PA geforderte langfristige Strategie (siehe Kapitel 2.1) dar⁵⁵. In Anlehnung an die Reaktionen des PA, „[...] zielt der Klimaschutzplan 2050 darauf ab, Klimaschutz mit einem Gewinn an wirtschaftlicher Leistungs- und Wettbewerbsfähigkeit zu verbinden.“⁵⁶. Mit dem Klimaschutzplan beschreibt die Bundesregierung den Weg hin zu einer weitestgehenden THG-Neutralität bis zum Jahr 2050 unter Berücksichtigung einer modernen und innovativen Gesellschaft⁵⁷. Dies stellt eine Übernahme der Absichten des PA dar.

Im Einklang mit dem europäischen Grünen Deal setzt sich die Bundesregierung mit dem Klimaschutzplan 2050 das Ziel, die THG-Emissionen bis 2030 um mindestens 55 % ggü. 1990 zu reduzieren⁵⁸. Hervorzuheben ist allerdings, dass sich die Bundesregierung dieses Ziel schon mit dem Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung aus dem Jahr 2010 und damit vor dem

⁵⁰ Vgl. KOM, Kommission begrüßt vorläufige Einigung über das Europäische Klimagesetz, S. 1.

⁵¹ Vgl. Thomas, T. et al., Europäisches Klimagesetz, S. 1.

⁵² Vgl. KOM, Übereinkommen von Paris; Vgl. UNFCCC secretariat, NDC Registry.

⁵³ Vgl. Regierungskoalition aus CDU, CSU und SPD, Deutschlands Zukunft gestalten, S. 50.

⁵⁴ Vgl. BMU, Klimaschutzplan 2050: Kabinett beschließt Wegweiser in ein klimaneutrales Deutschland.

⁵⁵ Vgl. BT, Klimaschutzplan 2050 - Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung, S. 55.

⁵⁶ BMWi, Klimaschutzplan 2050.

⁵⁷ Vgl. BT, Klimaschutzplan 2050 - Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung, S. 14.

⁵⁸ Vgl. BT, Energiekonzept und 10-Punkte-Sofortprogramm, S. 2.

europäischen Grünen Deal von 2019 gesetzt hat⁵⁹. Allerdings ist klarzustellen, dass dieses Klimaziel keine CO₂-Emissionen aus den Bereichen Landnutzung und Forstwirtschaft sowie dem internationalen Luft- und Seeverkehr umfasst. „Landnutzung bezieht sich auf die Gesamtheit der Vorkehrungen, Aktivitäten und Investitionen, die in einem bestimmten Landbedeckungstyp vorgenommen werden (eine Reihe menschlicher Aktivitäten).“⁶⁰ Der Bereich der Landnutzung und Forstwirtschaft bietet Möglichkeiten, THG-Emissionen zu vermeiden oder zu kompensieren (z. B. Wälder und Moore), weshalb dieser Sektor dennoch Teil des Klimaschutzplans 2050 ist.⁶¹

Im Rahmen des THG-Minderungspfades bis zum Jahr 2030 legt der Klimaschutzplan 2050 Sektorenziele für einzelne Handlungsfelder der Wirtschaft und Gesellschaft in Form zulässiger THG-Emissionen für das Zieljahr 2030 fest⁶². Die nachfolgende Abbildung stellt diese zulässigen THG-Emissionen mithilfe der Einheit CO₂-Äquivalent dar. Das CO₂-Äquivalent beschreibt die Wirkung der verschiedenen THG im Verhältnis zur klimaschädlichen Wirkung des THG CO₂ und fasst diese zur Vereinheitlichung und Vergleichbarkeit zusammen.⁶³

Tabelle 2.3.1-1: Entwicklung der zulässigen THG-Emissionen bis 2030⁶⁴

Handlungsfeld	1990 (in Mio. t CO ₂ -Äq.)	2014 (in Mio. t CO ₂ -Äq.)	2019 (in Mio. t CO ₂ -Äq.)	2030 (in Mio. t CO ₂ -Äq.)	2030 (Minderung in % ggü. 1990)
Energiewirtschaft	466	358	258	175 - 183	62 - 61
Gebäude	209	119	123	70 - 72	67 - 66
Verkehr	163	160	164	95 – 98	42 - 40
Industrie	283	181	187	140 - 143	51 - 49
Landwirtschaft	88	72	68	58 - 61	34 - 31
Teilsomme	1209	890	800	538 - 557	56 - 54
Sonstige	39	12	9	5	87
Gesamtsumme	1248	902	809	543 - 562	56 - 55

Aus den Angaben der Abbildung lässt sich ableiten, in welchem Maß die THG-Emissionen zu reduzieren sind. Der größte Handlungsbedarf zeigt sich in den Handlungsfeldern Energiewirtschaft, Gebäude und Sonstige, weil hier bis zum Jahr 2030 am meisten THG ggü. 1990 gemindert werden müssen. Grund hierfür ist einerseits die vorwiegende Nutzung fossiler Energiequellen, die durch erneuerbare Energien ersetzt werden sollen.⁶⁵

⁵⁹ Vgl. BT, Klimaschutzplan 2050 - Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung, S. 14.

⁶⁰ Pachauri, R. K. et al., Klimaänderung 2007, S. 93.

⁶¹ Vgl. BT, Klimaschutzplan 2050 - Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung, S. 15.

⁶² Vgl. ebenda, S. 18.

⁶³ Vgl. UBA, Glossar beginnend mit C.

⁶⁴ In Anlehnung an: BT, Klimaschutzplan 2050 - Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung, S. 18; Vgl. UBA, Treibhausgas-Emissionen in Deutschland.

⁶⁵ Vgl. BT, Klimaschutzplan 2050 - Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung, S. 19.

Andererseits trägt die Errichtung, Nutzung und Beseitigung von Gebäuden zu einem Drittel an den THG-Emissionen bei. Hierfür werden umweltfreundliche Städte durch klimafreundliches Bauen und Wohnen angestrebt.⁶⁶ Darüber hinaus ist die Abfallwirtschaft, die das Handlungsfeld Sonstige kennzeichnet, unter anderem durch die Freisetzung von Methan, bei der Abfalldéponierung maßgeblich für die hohen THG-Emissionen verantwortlich. Deshalb ist vorgesehen, z. B. eine Kreislaufwirtschaft für die Entsorgung der Abfälle einzurichten sowie die Belüftung der Déponien zu fördern⁶⁷.

2.3.2 Klimaschutzgesetz des Bundes

Die Absichten hin zu einer gesetzlichen Regelung des Klimaschutzes in der BRD finden ihren originären Ursprung zum Ersten im Koalitionsvertrag der Bundesregierung aus dem Jahr 2018. Darin wird der Erlass eines Gesetzes festgehalten, das die Beachtung und Umsetzung der Klimaziele sicherstellen und damit zu einem verantwortungsvollen Umgang mit natürlichen Ressourcen beitragen soll.⁶⁸ Zweitens wird mit den Eckpunkten zum Klimaschutzprogramm 2030 beabsichtigt, die Einhaltung der Klimaziele per Gesetz festzulegen⁶⁹. Drittens bestand die Notwendigkeit für eine bundesgesetzliche Regelung der Klimaziele, weil absehbar war, dass die Klimaziele der BRD für 2020 verfehlt werden, die sich aus dem Klimaschutzplan 2050 ergeben. Eine Verfehlung der Klimaziele belastet den Bundeshaushalt durch zusätzliche Zahlungsverpflichtungen.⁷⁰ Aufbauend auf den genannten Gründen trat das KSG am 18. Dezember 2019 in Kraft, womit die für die BRD geltenden Klimaziele rechtsverbindlich geregelt werden. Bereits vorab gab es in einigen deutschen Bundesländern allgemeine Klimaschutzgesetze wie etwa in Nordrhein-Westfalen, Baden-Württemberg, Bremen und Berlin.⁷¹

Aktuell steht das KSG in der Kritik, denn das Bundesverfassungsgericht hat am 24. März 2021 infolge von Verfassungsbeschwerden gegen das Gesetz entschieden, dass die darin festgelegten Regelungen zum Teil nicht mit den Grundrechten vereinbar sind. Jene Entscheidung des Gerichtes fußt auf Art. 20a GG, das die Einhaltung des Ziels der Klimaneutralität bis 2050 auf Grundlage des PA verlangt. Im KSG hingegen ist kein THG-Minderungspfad ab 2031 vorgesehen. § 4 Abs. 1 S. 5 KSG sieht lediglich Fortschreibungen in Form von Rechtsverordnungen vor. Weil die noch unbestimmten künftigen Emissionsminderungen zulasten junger Menschen in die Zukunft verschoben

⁶⁶ Vgl. BT, Klimaschutzplan 2050 - Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung, S. 25.

⁶⁷ Vgl. BT, Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung zur Umsetzung des Klimaschutzplans 2050, S. 13, 95-96.

⁶⁸ Vgl. Regierungskoalition aus CDU, CSU und SPD, Ein neuer Aufbruch für Europa Eine neue Dynamik für Deutschland Ein neuer Zusammenhalt für unser Land, S. 17.

⁶⁹ Vgl. Bundeskabinett, Eckpunkte für das Klimaschutzprogramm 2030, S. 1.

⁷⁰ Vgl. BT, Entwurf eines Gesetzes zur Einführung eines Bundes-Klimaschutzgesetzes und zur Änderung weiterer Vorschriften, S. 1-2.

⁷¹ Vgl. Albrecht, J., Das Klimaschutzgesetz des Bundes – Hintergrund, Regelungsstruktur und wesentliche Inhalte, S. 374.

werden, sieht das Gericht insbesondere die junge Generation in ihrem Recht auf Freiheit verletzt.⁷²

Aus der Entscheidung des Gerichtes folgt daher, dass „[...] die nach 2030 noch erforderlichen Minderungen [von THG-Emissionen] dann immer dringender und kurzfristiger erbracht werden [müssen].“⁷³. Die Verpflichtung des Staates zur Minderung der THG-Emissionen tangiert nach Ansicht des Gerichtes jeden Lebensbereich. Daraus ergibt sich der Handlungsbedarf, die THG-Emissionen ab dem Jahr 2031 gesetzlich zu regeln.⁷⁴ Aufgrund dessen hat die Bundesregierung am 12. Mai 2021 einen Gesetzentwurf zur Änderung des Gesetzes vorgelegt, der den Anforderungen des Bundesverfassungsgerichtes gerecht werden soll. Die Klimaziele wurden darin neu definiert.⁷⁵

Die folgenden Unterkapitel werden dahingehend unterteilt, dass als erstes das aktuell gültige KSG dargestellt wird, bevor im Anschluss die relevanten Änderungen des Gesetzentwurfes zum KSG vorgestellt werden.

2.3.2.1 Klimaschutzgesetz vom 18. Dezember 2019

§ 1 KSG nimmt Bezug zum supranationalen und europäischen Klimaschutz. Demnach verpflichtet sich die BRD zur Einhaltung der Zielsetzungen im Rahmen des PA und damit zur Realisierung der Netto-Null-THG-Neutralität bis zum Jahr 2050. Die Realisierung dieses Ziels regelt der zweite Abschnitt des KSG. § 3 Abs. 1 KSG legt hierfür das Minderungsziel fest, die THG-Emissionen bis zum Jahr 2030 um mindestens 55 % ggü. 1990 zu reduzieren. Damit wurde das Klimaziel des Energiekonzepts der Bundesregierung aus dem Jahr 2010 sowie des Klimaschutzplans 2050 übernommen. Aus diesem Grund entspricht das Minderungsziel dem europäischen Rechtsrahmen.

Zur Erreichung des genannten Minderungsziels legt § 4 Abs. 1 S. 1 bis 3 i. V. m. Anlage 2 KSG die zulässigen Emissionsmengen für das Jahr 2030 fest, die in definierten Sektoren Anwendung finden sollen. Die nachfolgende Tabelle stellt die zulässigen Jahresemissionsmengen dar. Ebenso wie bei dem Klimaschutzplan 2050 gilt es hier zu beachten, dass das eben dargelegte Minderungsziel von 55 % nicht auf THG-Emissionen aus Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft Anwendung finden darf. Ebenso keine Anwendung findet das Minderungsziel auf THG-Emissionen, die infolge des internationalen Verkehrs in der Luft und auf See entstehen. Grund hierfür ist der

⁷² Vgl. Bundesverfassungsgericht, Verfassungsbeschwerden gegen das Klimaschutzgesetz teilweise erfolgreich.

⁷³ Ebenda.

⁷⁴ Vgl. ebenda.

⁷⁵ Vgl. BMU, Novelle des Klimaschutzgesetzes beschreibt verbindlichen Pfad zur Klimaneutralität 2045.

schnelle Anstieg dieser Emissionen, die nicht eindeutig dem Gebiet der BRD zugerechnet werden können. Deshalb bedarf es einer globalen Betrachtung und Bewertung der THG-Emissionen.⁷⁶

Tabelle 2.3.2.1-1: Zulässige Jahresemissionsmengen bis 2030 (KSG)⁷⁷

Jahresemissionsmenge in Mio. Tonnen CO ₂ -Äq.	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Energiewirtschaft	280		257								175
Gebäude	118	113	108	103	99	94	89	84	80	75	70
Verkehr	150	145	139	134	128	123	117	112	106	101	95
Industrie	186	182	177	172	168	163	158	154	149	145	140
Landwirtschaft	70	68	67	66	65	64	63	61	60	59	58
Sonstige	9	9	8	8	7	7	7	6	6	5	5

Der Vergleich der Tabelle 2.3.2.1-1 mit der Tabelle 2.3.1-1 zeigt, dass die im Jahr 2030 zulässigen THG-Emissionen gemäß dem KSG mit denen im Klimaschutzplan 2050 übereinstimmen. Damit spiegeln sich jene Anstrengungen in Bezug auf die THG-Minderung bis 2030 wieder und somit auch, dass der damit einhergehende Handlungsbedarf in den Sektoren Energiewirtschaft, Gebäude und Sonstiges am größten ist. Abweichend hingegen ist, dass das KSG die zulässigen THG-Emissionen jährlich aufschlüsselt. Grundlage hierfür ist die Europäische Klimaschutzverordnung (Verordnung (EU) 2018/842), die den Mitgliedsstaaten der EU ihre jährlichen Emissionsbudgets zuteilt.⁷⁸ Zusätzlich ist es der Bundesregierung möglich, die jährlichen THG-Emissionsmengen für das folgende Jahr durch eine Rechtsverordnung individuell anzupassen (Art. 4 Abs. 5 S. 1 und 2 KSG). Eine Anpassung muss dem Klimaziel des KSG und dem europäischen Rechtsrahmen entsprechen. Hierbei „[...] kommt es nicht allein darauf an, das Emissionsniveau in einem Zieljahr zu erreichen. Maßgeblich für die Klimawirkungen ist vielmehr das gesamte Emissionsvolumen im zehnjährigen Zeitraum bis zum Zieljahr [2030].“⁷⁹ Das Verschieben der Emissionen zwischen den Sektoren ist allerdings nicht zulässig⁸⁰. Durch die jährliche Aufschlüsselung der THG-Emissionen ist eine präzisere Umsetzung der Klimaziele möglich.

Im folgenden Unterkapitel wird der von der Bundesregierung vorgelegte Gesetzentwurf⁸¹ zum KSG dargelegt, der darauf abzielt, die eingangs beschriebene Forderung des Bundesverfassungsgerichtes umzusetzen.

⁷⁶ Vgl. BT, Entwurf eines Gesetzes zur Einführung eines Bundes-Klimaschutzgesetzes und zur Änderung weiterer Vorschriften, S. 26–27.

⁷⁷ In Anlehnung an: § 4 Abs. 1 S. 1 bis 3 i. V. m. Anlage 2 KSG.

⁷⁸ Vgl. BT, Entwurf eines Gesetzes zur Einführung eines Bundes-Klimaschutzgesetzes und zur Änderung weiterer Vorschriften, S. 28.

⁷⁹ Ebenda, S. 28.

⁸⁰ Vgl. BMU, Klimaschutzgesetz.

⁸¹ Vgl. BT, Entwurf eines Ersten Gesetzes zur Änderung des Bundes-Klimaschutzgesetzes.

2.3.2.2 Gesetzentwurf zum Klimaschutzgesetz

Der Gesetzentwurf zum KSG (im Folgenden Gesetzentwurf genannt) legt in Ergänzung zum KSG vom 18. Dezember 2019 die Klimaziele Deutschlands für den Zeitraum von 2031 bis 2040 dar⁸². Art. 1 Nr. 3 a) des Gesetzentwurfes sieht die Änderung von § 3 Abs. 1 KSG vor. Zum einen soll ein neuer Abs. 1 eingefügt werden, wonach die THG-Emissionen bis zum Jahr 2030 um mindestens 65 % ggü. 1990 gemindert werden sollen. Dies entspricht im Vergleich zu den Klimazielen des KSG einer Erhöhung der THG-Minderung um 10 Prozentpunkte. Zudem soll bis zum Jahr 2040 ein zusätzliches Klimaziel definiert werden, das die Minderung der THG-Emissionen um mindestens 88 % anstrebt. Darüber hinaus soll ein weiterer Abs. 2 eingefügt werden, der in S. 1 das Ziel der Klimaneutralität bereits bis zum Jahr 2045 zu erreichen vorsieht. Hierfür sind die THG-Emissionen um mindestens 97 % ggü. 1990 zu mindern und alle darüberhinausgehenden, nicht zu vermeidenden Emissionen durch natürliche Ressourcen auszugleichen⁸³. Außerdem sind nach Abs. 2 S. 2 des Gesetzentwurfes ab 2050 negative THG-Emissionen zu erzielen, die auch das Europäische Klimagesetz vorsieht. „Negative Treibhausgasemissionen führen zu einem Abbau von Kohlendioxid aus der Atmosphäre.“⁸⁴

Zur Umsetzung der angepassten Klimaziele sieht Art. 1 Nr. 4 des Gesetzentwurfes durch Einfügen von § 3a in das KSG vor, das Potenzial des Sektors Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft zu nutzen. Nach Abs. 1 sollen bis zum Jahr 2030 mindestens 25 und bis zum Jahr 2045 mindestens 40 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente eingespart werden. Hierbei wird beabsichtigt, die CO₂-Emissionen durch Wälder, Moore und das Grünland zu binden und zu speichern⁸⁵. „Um dies sicherzustellen, sollen die Ökosysteme sowie ihre Funktion als Kohlenstoffspeicher und -senke geschützt und gestärkt werden.“⁸⁶ Des Weiteren ist gemäß § 3a Abs. 3 Nr. 1 KSG der Erlass einer Rechtsverordnung vorgesehen, um die CO₂-Einsparungen auf die Erreichung der Klimaziele anrechnen zu können.

Durch Art. 1 Nr. 5 a) und b) des Gesetzentwurfes soll § 4 KSG dahingehend geändert werden, sodass Abs. 1 S. 5 i. V. m. Anlage 2 neue Sektorenziele bis zum Jahr 2030 festlegt. Diese neuen Sektorenziele werden in der folgenden Abbildung dargestellt.

⁸² Vgl. BMU, Novelle des Klimaschutzgesetzes beschreibt verbindlichen Pfad zur Klimaneutralität 2045.

⁸³ Vgl. BT, Entwurf eines Ersten Gesetzes zur Änderung des Bundes-Klimaschutzgesetzes, S. 18.

⁸⁴ Ebenda, S. 18.

⁸⁵ Vgl. ebenda, S. 19-20.

⁸⁶ Ebenda, S. 19.

**Tabelle 2.3.2.2-1: Zulässige Jahresemissionsmengen bis 2030
(Gesetzentwurf zum KSG)⁸⁷**

Jahresemissionsmenge in Mio. Tonnen CO ₂ -Äq.	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Energiewirtschaft	280		257								108
Gebäude	118	113	108	102	97	92	87	82	77	72	67
Verkehr	150	145	139	134	128	123	117	112	105	96	85
Industrie	186	182	177	172	165	157	149	140	132	125	118
Landwirtschaft	70	68	67	66	65	63	62	61	59	57	56
Sonstige	9	9	8	8	7	7	6	6	5	5	4

Im Vergleich zu den zulässigen THG-Emissionen des KSG von 2019 wird deutlich, dass diese in allen Sektoren und Jahren reduziert wurden. Unverändert ist hingegen, dass in den Sektoren Energiewirtschaft, Gebäude und Abfallwirtschaft und Sonstiges die größten THG-Minderungen angestrebt werden. In der Energiewirtschaft wurde die angestrebte THG-Minderung fast verdoppelt. Zu erwähnen ist außerdem, dass die THG-Minderung im Sektor Verkehr erhöht wurde. Diese neue Festsetzung der Sektorenziele dient dem Zweck, die THG-Minderung bis 2030 um mindestens 65 % erreichen zu können.⁸⁸

Des Weiteren wird im Rahmen von Art. 1 Nr. 5 a) und b) des Gesetzentwurfes § 4 Abs. 1 S. 6 i. V. m. Anlage 3 des Gesetzentwurfes der THG-Minderungspfad für den Zeitraum von 2031 bis 2040 definiert. Dieser wird in der folgenden Abbildung dargestellt.

**Tabelle 2.3.2.2-2: Jährliche Minderungsziele bis 2040
(Gesetzentwurf zum KSG)⁸⁹**

	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
Jährliche Minderungsziele ggü. 1990	67 %	70 %	72 %	74 %	77 %	79 %	81 %	83 %	86 %	88 %

Abschließend lässt sich sagen, dass mit dem Gesetzentwurf zum KSG der Forderung des Bundesverfassungsgerichtes nachgekommen wurde, die Klimaziele ab dem Jahr 2031 zu konkretisieren. Aktuell befindet sich der Entwurf zum KSG noch im Gesetzgebungsverfahren.

⁸⁷ In Anlehnung an: BT, Entwurf eines Ersten Gesetzes zur Änderung des Bundes-Klimaschutzgesetzes, S. 10.

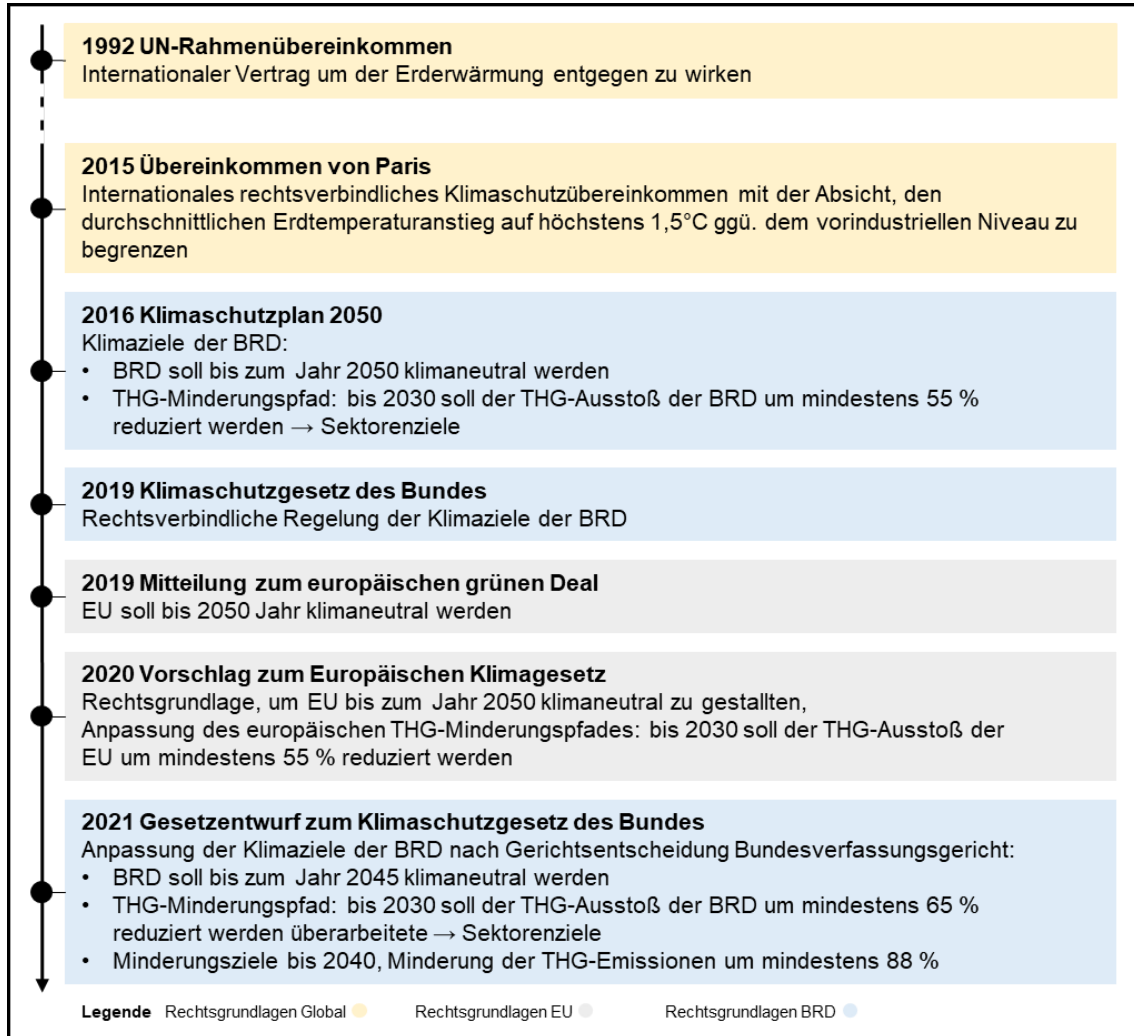
⁸⁸ Vgl. BT, Entwurf eines Ersten Gesetzes zur Änderung des Bundes-Klimaschutzgesetzes, S. 12.

⁸⁹ In Anlehnung an: BT, Entwurf eines Ersten Gesetzes zur Änderung des Bundes-Klimaschutzgesetzes, S. 11.

2.4 Bezüge zur Nationalen Wasserstoffstrategie

Der zuvor dargelegte rechtliche Rahmen ist Ausgangspunkt für die Ziele der NWS. Deshalb wird der rechtliche Rahmen in der nachfolgenden Abbildung zunächst zusammenfassend dargestellt und anschließend in Bezug zur NWS gesetzt.

Abbildung 2.4-1: Zeitliche Einordnung der Klimaziele⁹⁰



Wie die Darlegung des rechtlichen Rahmens gezeigt hat, basiert das PA auf dem UN-Rahmenübereinkommen aus dem Jahr 1992, das die Absicht der Erreichung der Klimaneutralität prägt. Hiermit ist das Ziel der Netto-Null-THG-Emissionen gemeint. Weil auch die NWS das Ziel der Klimaneutralität anstrebt, spiegelt sich das PA mittelbar in der NWS wider. Exemplarisch ist hier z. B. die Maßnahme 5 zu nennen. Durch die Maßnahme soll die Verwendung von Wasserstoff für die Herstellung von Kraftstoffen zur Reduzierung der THG-Emissionen gefördert werden.⁹¹

⁹⁰ Eigene Darstellung, erstellt auf Grundlage der Erkenntnisse der vorliegenden Arbeit.

⁹¹ Vgl. BT, Nationale Wasserstoffstrategie, S. 20.

Im PA wurden drei grundlegende Reaktionen zur Eingrenzung des Klimawandels definiert (siehe Kapitel 2.1). Zur Umsetzung der Reaktionen werden von den Vertragsparteien die zu erreichenden Klimaschutzbeiträge festgelegt. Der Klimaschutzbeitrag der EU aus dem Jahr 2020 basiert auf dem europäischen Grünen Deal und dem Vorschlag zum Europäischen Klimagesetz. Die EU übernimmt mit der Mitteilung des europäischen Grünen Deals die Absicht des PA. Darin wird das Ziel mitgeteilt, die EU bis zum Jahr 2050 klimaneutral zu gestalten. Dieses Ziel soll mit dem Europäischen Klimagesetz rechtsverbindlich verankert werden. Darüber hinaus ist vorgesehen, den THG-Minderungspfad anzupassen. Bis zum Jahr 2030 sollen die THG-Emissionen demnach um mindestens 55 % ggü. 1990 reduziert werden.

Die klimapolitischen Herausforderungen werden durch den europäischen Grünen Deal und den Vorschlag zum Europäischen Klimagesetz als Ansatzpunkt betrachtet, die europäische Wirtschaft modern, ressourceneffizient und wettbewerbsfähig zu gestalten. Hierzu sind öffentliche und private Investitionen in umweltfreundliche Verfahrensweisen und die Digitalisierung einzusetzen.⁹² Wasserstoff stellt hierfür eine Möglichkeit dar. Als Beispiel lässt sich die Maßnahme 15 der NWS anführen, die den Betrieb umweltfreundlicher Technologien und Verfahren im Zusammenhang mit Wasserstoff durch eine staatliche Förderung zu unterstützen beabsichtigt⁹³.

Basierend auf dem PA konkretisiert der Klimaschutzplan 2050 die für die BRD geltenden Klimaziele. Darauf aufbauend übernimmt die BRD wie auch die EU das Ziel der Klimaneutralität bis 2050. In Ergänzung dazu hat sich die BRD das THG-Minderungsziel gesetzt, bis 2030 mindestens 55 % der THG-Emissionen im Vergleich zu 1990 zu reduzieren. Jenes Ziel steht im Einklang mit dem Klimaziel der EU. An dieser Stelle ist jedoch hervorzuheben, dass sich die Bundesregierung dieses Ziel schon mit dem Energiekonzept aus dem Jahr 2010 und damit zeitlich vor dem europäischen Grünen Deal von 2019 gesetzt hat⁹⁴. Zur Erreichung des genannten THG-Minderungsziels bis 2030 wurden die für das Zieljahr 2030 zulässigen THG-Emissionen für die einzelnen Sektoren festgelegt. Die Zielvorgaben der zu mindernden THG in den einzelnen Sektoren dienen gemäß dem BMWi allen politischen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Akteuren als Handlungsleitfaden⁹⁵.

⁹² Vgl. KOM, Der europäische Grüne Deal, S. 2.

⁹³ Vgl. BT, Nationale Wasserstoffstrategie, S. 22.

⁹⁴ Vgl. BT, Klimaschutzplan 2050 - Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung, S. 14.

⁹⁵ Vgl. BMWi, Klimaschutzplan 2050.

Die im Klimaschutzpla 2050 festgelegten Klimaziele werden mit dem KSG rechtsverbindlich verankert. Damit sind die Klimaziele für die BRD gesetzlich normiert und für alle Akteure rechtsverbindlich. Das KSG konkretisiert den THG-Minderungspfad, indem Sektorenziele für die einzelnen Jahre bis 2030 festgelegt werden. Aufgrund des Urteils des Bundesverfassungsgerichtes sollen diese Ziele mit dem Gesetzentwurf zum KSG angepasst und jährliche Minderungsziele bis zum Jahr 2040 festgelegt werden.

Das KSG ist im Zusammenhang der vorliegenden Arbeit als die zentrale Rechtsgrundlage anzusehen, um die eingangs eröffnete Frage zu beantworten, ob die NWS geeignet ist, einen Beitrag zur Erreichung der Klimaneutralität zu leisten. Die im KSG verankerten Klimaziele werden als Referenz genommen, um zu beurteilen, ob die zu untersuchenden Maßnahmen insofern diese umsetzbar sind, geeignet sind, die Klimaneutralität zu erreichen. Im Ergebnis kann auf Grundlage der Beurteilung eine Einschätzung dazu getroffen werden, ob die NWS insgesamt geeignet ist, einen erheblichen Beitrag zur Erreichung der Klimaneutralität zu leisten. Im folgenden Kapitel wird zunächst die NWS erläutert.

3 Nationale Wasserstoffstrategie

„Unser wirtschaftlicher und technologischer Fortschritt muss in Zukunft CO₂-frei gestaltet werden.“⁹⁶ Diese Absicht formulierte das BMU Anfang 2020⁹⁷. Hierfür bedarf es einer nachhaltigen Energiewende und damit einer Dekarbonisierung, indem eine Abkehr von der Nutzung fossiler Energieträger erfolgt⁹⁸. Dafür sollen z. B. CO₂-freie Energieträger eingesetzt werden. Nach Meinung der Bundesregierung werden diese durch zwei Kriterien definiert. Einerseits darf die Zusammensetzung des Energieträgers keinen Kohlenstoff aufweisen und andererseits darf dem Herstellungsverfahren kein Kohlenstoff zugrunde liegen.⁹⁹ An dieser Stelle setzt die NWS an, indem eine Energiewende unter Einsatz des Elementes Wasserstoff angestrebt wird¹⁰⁰.

Die NWS der Bundesregierung wurde am 10. Juni 2020 durch das Bundeskabinett beschlossen¹⁰¹. Die Bundesregierung strebt mit der Strategie an, die aus dem PA resultierenden völkerrechtlich verbindlichen Ziele einzuhalten und Verantwortung für den Klimaschutz zu übernehmen. Unter Beachtung des rechtlichen Rahmens setzt sich die NWS das strategische Ziel, die Klimaneutralität zu erreichen.¹⁰² Dieses Ziel verfolgen auch einzelne Bundesländer der BRD mit ihren Wasserstoffstrategien sowie die EU mit der europäischen Wasserstoffstrategie¹⁰³. Die vorliegende Arbeit bezieht sich jedoch nur auf die NWS der Bundesregierung Deutschlands, die nachfolgend näher erläutert wird.

3.1 Das Potenzial von grünem Wasserstoff

Vor dem Hintergrund des strategischen Ziels der Klimaneutralität sieht die NWS vor, das Potenzial von grünem Wasserstoff für eine nachhaltige Energiewende zu nutzen¹⁰⁴. Wasserstoff kann unter anderem durch die Elektrolyse von Wasser mithilfe von Strom hergestellt werden. Bei der Herstellung von grünem Wasserstoff wird der hierbei zum Einsatz kommende Strom aus erneuerbaren Energien gewonnen, der keine CO₂-Emissionen freisetzt. Dies grenzt grünen Wasserstoff von anderen Wasserstoffarten ab, deren Herstellungsverfahren nicht CO₂-frei sind. Hier ist z. B. grauer Wasserstoff zu nennen, dessen Herstellung auf der Dampfreformierung von Erdgas basiert.¹⁰⁵ Daraus lässt sich schlussfolgern, dass nur grüner Wasserstoff das Potenzial bietet, die Energiewende

⁹⁶ BMU, Markthochlauf für eine grüne Wasserstoffwirtschaft, S. 1.

⁹⁷ Vgl. ebenda, S. 1.

⁹⁸ Vgl. BMWi, Nationale Wasserstoffstrategie, S. 1–2; Vgl. BMWi, Wasserstoff: Schlüsselement für die Energiewende.

⁹⁹ Vgl. BMWi et al., Wasserstoff und Energiewende, S. 1.

¹⁰⁰ Vgl. BMWi, Wasserstoff: Schlüsselement für die Energiewende.

¹⁰¹ Vgl. BMU, Nationale Wasserstoffstrategie – ein wichtiger Beitrag zum Klimaschutz und zur Zukunftsfähigkeit unserer Wirtschaft, S. 1.

¹⁰² Vgl. BT, Nationale Wasserstoffstrategie, S. 3.

¹⁰³ Vgl. BT, Umsetzung der deutschen und europäischen Wasserstoffstrategien, S. 1-3.

¹⁰⁴ Vgl. BT, Nationale Wasserstoffstrategie, S. 3.

¹⁰⁵ Vgl. ebenda, S. 30.

nachhaltig zu gestalten. Deshalb beschränkt sich die NWS ausschließlich auf den Einsatz von grünem Wasserstoff.¹⁰⁶ Das Potenzial von grünem Wasserstoff wird in der NWS eingangs in einem eigenen Kapitel dargelegt.

Wasserstoff kann z. B. als Energieträger in verschiedenen Anwendungsbereichen zum Einsatz kommen, um andere Energieträger zu ersetzen und somit THG-Emissionen zu reduzieren¹⁰⁷. Der Begriff Energieträger meint hierbei Wasserstoff als „[...] Stoff, der Energie gespeichert hat.“¹⁰⁸. Als Beispiel lässt sich hierfür der Anwendungsbereich Mobilität nennen, bei dem Wasserstoff als Brenn- und Kraftstoff eingesetzt wird¹⁰⁹. Ein weiterer Vorteil ist, dass Wasserstoff als Energiespeicher fungieren kann. Sterner und Bauer definieren diesen Begriff wie folgt: „Ein Energiespeicher ist eine energietechnische Einrichtung, welche die drei folgenden Prozesse beinhaltet: Einspeichern (Laden), Speichern und Ausspeichern (Entladen).“¹¹⁰. Deshalb kann Wasserstoff eingesetzt werden, um Angebot und Nachfrage von z. B. Strom flexibel auszugleichen¹¹¹. Des Weiteren ist Wasserstoff „[...] ein wesentliches Element der Sektorkopplung.“¹¹² Sektorkopplung meint die Verbindung der Bereiche Strom, Wärme und Verkehr durch Nutzung von Strom auf Grundlage erneuerbarer Energien¹¹³. Damit ist gemeint, dass Wasserstoff und seine Folgeprodukte an den Stellen in der Industrie eingesetzt werden sollen, wo die Verwendung von Strom aus erneuerbaren Energien nicht möglich ist. Folgeprodukte, die aus dem Grundstoff Wasserstoff hergestellt werden können, sind z. B. Ammoniak oder Methan.¹¹⁴ Die Folgeprodukte werden als Power-to-X (PtX) bezeichnet. Es wird zwischen Power-to-Gas (PtG) für gasförmige Stoffe und Power-to-Liquid (PtL) für flüssige Stoffe unterschieden.¹¹⁵ Für jene CO₂-Emissionen, die infolge von industriellen Prozessen freigesetzt werden, liefert Wasserstoff ebenfalls eine Lösung. Diese sieht vor, CO₂ zusammen mit Wasserstoff zu neuen Chemikalien weiterzuverarbeiten.¹¹⁶

¹⁰⁶ Vgl. BT, Nationale Wasserstoffstrategie, S. 4.

¹⁰⁷ Vgl. ebenda, S. 3.

¹⁰⁸ Sterner, M. et al., Definition und Klassifizierung von Energiespeichern, S. 26.

¹⁰⁹ Vgl. BT, Nationale Wasserstoffstrategie, S. 3.

¹¹⁰ Sterner, M. et al., Definition und Klassifizierung von Energiespeichern, S. 26.

¹¹¹ Vgl. BT, Nationale Wasserstoffstrategie, S. 3.

¹¹² Ebenda, S. 3.

¹¹³ Vgl. BMWi, Was bedeutet "Sektorkopplung"?

¹¹⁴ Vgl. BT, Nationale Wasserstoffstrategie, S. 3.

¹¹⁵ Vgl. ebenda, S. 30.

¹¹⁶ Vgl. ebenda, S. 3.

3.2 Chancen und Risiken der Wasserstoffnutzung

An dieser Stelle eröffnet sich die Frage, welche Chancen und Risiken mit der Nutzung von Wasserstoff einhergehen. Die Chancen und Risiken werden anhand ausgewählter Beispiele dargelegt. Zum einen werden das Gefahrenpotenzial und der Nutzungskonflikt um die Ressource Wasser erläutert. Diese Betrachtung ergibt sich aus dem Blickwinkel der Erzeugung von Wasserstoff. Zum anderen wird die Braunkohlefolgenutzung sowie der Vergleich zwischen Brennstoffzellen- und Batteriefahrzeugen angeführt. Grundlage dieser Auswahl ist die gegenwärtige Umweltpolitik der BRD.

3.2.1 Nutzungskonflikt um die Ressource Wasser

Für die Erzeugung von grünem Wasserstoff durch Elektrolyse wird Wasser in Trinkwasserqualität benötigt. Dadurch entsteht ein Konflikt um die Nutzung der Ressource Wasser einerseits als Rohstoff für die Herstellung von Wasserstoff und andererseits als Lebensmittel in Form von Trinkwasser.¹¹⁷ Hierbei handelt es sich um Süßwasser, das im Grundwasser und im gefrorenen Eis auf der Erde vorkommt. Das Süßwasser macht einen Anteil von 2,59 % am Gesamtwasservorkommen der Erde aus.¹¹⁸

Weil der für die Wasserstoffproduktion erforderliche erneuerbare Strom in der BRD nicht in ausreichenden Mengen bereitgestellt werden kann, sollen große Teile des deutschen Wasserstoffbedarfs durch Importe aus anderen Staaten gedeckt werden. Hierbei handelt es sich um Staaten wie z. B. Nigeria, die aufgrund ihrer geografischen Lage das Potenzial bieten, ausreichend erneuerbaren Strom für die Wasserstoffproduktion zu erzeugen. Diese Staaten verfügen jedoch in der Regel nur über geringe Süßwasservorkommen und sind von zunehmender Trockenheit infolge des fortschreitenden Klimawandels geprägt. Der in diesen Staaten bereits bestehende Nutzungskonflikt um die Ressource Wasser wird durch die steigende Nachfrage nach Wasserstoff zusätzlich verschärft.¹¹⁹ Es wird deutlich, dass Süßwasser ein wertvolles Gut ist, welches eines verantwortungsvollen Umganges bedarf. Das zur Verfügung stehende Trinkwasser muss prioritär als Lebensmittel betrachtet und vorgehalten werden¹²⁰.

¹¹⁷ Vgl. Merten, F. et al., Bewertung der Vor- und Nachteile von Wasserstoffimporten im Vergleich zur heimischen Erzeugung, S. 41.

¹¹⁸ Vgl. Karbach, J., Die Wasserversorgung von Mensch und Natur als Herausforderung des Völkerrechts, S. 59.

¹¹⁹ Vgl. BT, Ökologische Folgen und Kosten der Wasserstoffwirtschaft, S. 1-2.

¹²⁰ Vgl. Merten, F. et al., Bewertung der Vor- und Nachteile von Wasserstoffimporten im Vergleich zur heimischen Erzeugung, S. 41.

Zur Auflösung des dargelegten Nutzungskonfliktes ist es erforderlich, Meereswasser für das Elektrolyseverfahren zu verwenden, weil dieses in großen Mengen zur Verfügung steht. Hierbei muss das Wasser mithilfe von technischen Anlagen entsalzt werden.¹²¹ Das Problem ist, dass sich diese Anlagen aktuell noch am Anfang ihrer Entwicklung befinden, weshalb die Entwicklung solcher Anlagen zu fördern ist¹²².

3.2.2 Gefahrenpotenzial von Wasserstoff

Es besteht die Möglichkeit, dass sich Wasserstoff entzündet¹²³. Damit ergibt sich ein Gefahrenpotenzial. Für die Explosion von Wasserstoff bedarf es mehrerer Faktoren. Neben Wasserstoff sind hierfür eine Zündquelle wie z. B. ein Funke erforderlich. Darüber hinaus ist das Mischungsverhältnis mit Sauerstoff entscheidend. Im Bereich eines Anteils von 4 % bis 75 % Wasserstoff ist eine Entzündung des Wasserstoffs möglich.¹²⁴ Sobald Wasserstoff brennt, wird ultraviolettes Licht ausgesendet, das Schädigungen der Haut (Sonnenbrand) und der Augen verursacht. Ggü. anderen Verbrennungsreaktionen wie Benzin oder Diesel wird bei der Verbrennung von Wasserstoff nur ein Zehntel der Wärme ausgestrahlt.¹²⁵ Aufgrund dessen ist die Wahrscheinlichkeit geringer, andere Personen oder Gegenstände in der Nähe zu verletzen. Hinzu kommt, dass Wasserstoff eine geringere Dichte als Sauerstoff besitzt. Dies bewirkt, dass sich der entzündende Wasserstoff nur kurz an einem Ort in konzentrierter Form aufhält und sich anschließend verflüchtigt. Wasserstoff ist außerdem nicht brandfördernd, giftig, ätzend oder radioaktiv. Damit ist eine Gefährdung natürlicher Ökosysteme ausgeschlossen.¹²⁶

In Bezug auf die Lagerung ergeben sich aus dem Gefahrenpotenzial keine weiteren Risiken. Denn Beobachtungen haben gezeigt, dass Wasserstoff problemlos in Behältern aus Metall oder Verbundmaterialien aufbewahrt werden kann. Der Prozess der Diffusion vollzieht sich hierbei sehr langsam und stellt deshalb keine Gefahr dar. Mit Diffusion ist gemeint, dass Wasserstoff aus einem geschlossenen Behälter austritt. Allerdings kann sich das den Wasserstoff umgebende Material theoretisch mit der Zeit zersetzen. Dieser Prozess ist von Materialart, Qualität sowie äußeren Einwirkungen wie Druck und Temperatur abhängig. Ein solcher Zersetzungsprozess hat sich in noch keinem realen Fall

¹²¹ Vgl. Merten, F. et al., Bewertung der Vor- und Nachteile von Wasserstoffimporten im Vergleich zur heimischen Erzeugung, S. 41, 96.

¹²² Vgl. Zelt, O. et al., Auswahl der zu bewertenden synthetischen Kraftstoffe und ihrer Bereitstellungstechnologien, S. 16.

¹²³ Vgl. Wurster, R. et al., DWV Wasserstoff-Sicherheits-Kompendium, S. 12.

¹²⁴ Vgl. ebenda, S. 12.

¹²⁵ Vgl. Geitmann, S. et al., Wasserstoff und Brennstoffzellen, S. 62.

¹²⁶ Vgl. Wurster, R. et al., DWV Wasserstoff-Sicherheits-Kompendium, S. 12-13, 15, 17.

bestätigt. Daraus lässt sich ableiten, dass das Gefahrenpotenzial bei dem praktischen Umgang mit Wasserstoff insgesamt kalkulierbar ist. Deshalb wird Wasserstoff ggü. anderen Kraftstoffen kein höheres Risiko zugemessen.¹²⁷

3.2.3 Vergleich Brennstoffzellenfahrzeug und Batteriefahrzeug

Der Anteil des Verkehrssektors an den in der BRD ausgestoßenen THG-Emissionen betrug im Jahr 2020 ca. 20 %¹²⁸. Um diesen Anteil zu senken, kommen neben Batteriefahrzeugen auch Brennstoffzellenfahrzeuge in Betracht¹²⁹. In Brennstoffzellenfahrzeugen wird die in Form eines Brennstoffs wie z. B. Wasserstoff gespeicherte Energie mithilfe eines Oxidationsmittels wie z. B. Sauerstoff in elektrische Energie umgewandelt.¹³⁰ Weil sowohl Batteriefahrzeuge als auch Brennstoffzellenfahrzeuge als alternative Antriebstechnologien infrage kommen, sollen diese hinsichtlich der Umweltfreundlichkeit sowie dem Stand der Etablierung und der Wirtschaftlichkeit miteinander verglichen werden.

Zunächst wird die Umweltfreundlichkeit anhand des Vergleichs der CO₂-Bilanz eines Brennstoffzellen- und Batteriefahrzeugs mithilfe der nachfolgenden Abbildung beurteilt. In Ergänzung hierzu werden weitere relevante Daten in der folgenden Tabelle zusammengefasst. Die CO₂-Bilanz eines Fahrzeugs, d. h. dessen Gesamtbetrag an CO₂-Emissionen ist von der Herstellung des kompletten Fahrzeugs und von dessen Gesamtfahrleistung abhängig¹³¹. Die Abbildung bezieht sich dabei auf einen Pkw und basiert auf der Annahme, dass der Wasserstoff und der Strom vollständig aus erneuerbaren Energien hergestellt werden.

¹²⁷ Vgl. Wurster, R. et al., DWV Wasserstoff-Sicherheits-Kompendium, S. 11, 13-14, 17.

¹²⁸ Vgl. Presse- und Informationsamt der Bundesregierung, Deutschland bleibt im Klimaschutz auf Kurs.

¹²⁹ Vgl. UBA, Wasserstoff im Verkehr: Häufig gestellte Fragen (FAQs).

¹³⁰ Vgl. Wind, J., Brennstoffzelle, S. 99.

¹³¹ Vgl. Günther, E., CO₂-Fußabdruck.

Abbildung 3.2.3-1: Prognose der THG-Emissionen im Fahrzeugbetrieb (Pkw) verschiedener Antriebsformen für den Zeitraum 2020 - 2030¹³²

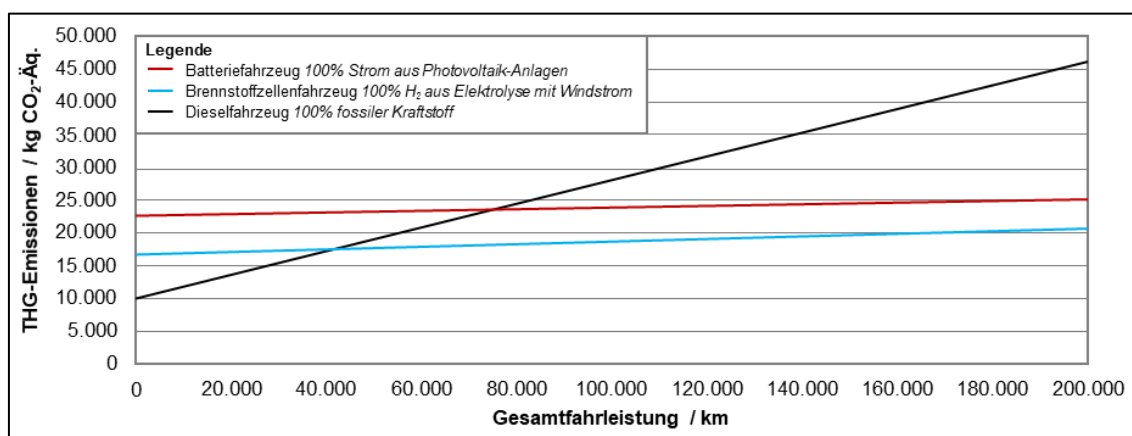


Tabelle 3.2.3-1: Vergleich Brennstoffzellenfahrzeug und Batteriefahrzeug (Pkw) hinsichtlich der CO₂-Bilanz¹³³

Vergleichskriterium	Brennstoffzellenfahrzeug	Batteriefahrzeug
Kraftstoff	Wasserstoff	Strom aus erneuerbaren Energien
Kraftstoffherkunft	Die Elektrolyse zur Herstellung grünen Wasserstoffs basiert auf erneuerbaren Energien ¹³⁴ .	Aufgrund des Kohleausstiegs bis 2038 werden sowohl fossile als auch erneuerbare Energieträger zur Herstellung des Stroms verwendet ¹³⁵ .
Energiebedarf zur Kraftstoffherstellung¹³⁶	54 kWh für 100 km Strecke	18 kWh für 100 km Strecke
Emissionen während der Fahrt	Keine THG-Emissionen und keine Lärmemissionen ¹³⁷	
Wirkungsgrad/ Energieeffizienz	Bis zu 50 % bis 60 % ¹³⁸	90 % und höher ¹³⁹

Die Abbildung zeigt, dass ein Dieselfahrzeug niedrigere THG-Emissionen in Bezug auf dessen Herstellung im Vergleich zu einem Brennstoffzellen- und Batteriefahrzeug hat. Über die Fahrleistung hinweg lässt sich allerdings feststellen, dass ein Dieselfahrzeug schon bei etwa 40.000 km höhere THG-Emissionen als ein Brennstoffzellenfahrzeug und bei etwa 75.000 km höhere THG-Emissionen als ein Batteriefahrzeug aufweist. Der Grund hierfür ist der geringe Wirkungsgrad des Kraftstoffes Diesel¹⁴⁰. Des Weiteren lässt sich aus der Abbildung entnehmen, dass die CO₂-Bilanz eines Brennstoffzellenfahrzeugs bei geringen Laufleistungen niedriger ausfällt als die eines Batteriefahrzeugs.

¹³² In Anlehnung an: Sternberg, A. et al., Treibhausgas-Emissionen für Batterie- und Brennstoffzellenfahrzeuge mit Reichweiten über 300 KM, S. 9.

¹³³ Eigene Darstellung.

¹³⁴ Vgl. BT, Nationale Wasserstoffstrategie, S. 30.

¹³⁵ Vgl. Wolf, W., Mit dem Elektroauto in die Sackgasse, S. 19.

¹³⁶ Vgl. BMU, Wie umweltfreundlich sind Elektroautos?, S. 19.

¹³⁷ Vgl. Huss, A. et al., Brennstoffzellen im öffentlichen Personennahverkehr, S. 1, 6, 16, 21.

¹³⁸ Vgl. Karle, A., Elektromobilität, S. 39.

¹³⁹ Vgl. ebenda, S. 23.

¹⁴⁰ Vgl. Klindworth, J., Konzeptionelle Untersuchungen zur Realisierung eines Brennstoffzellenantriebes für einen Pkw Trabant 601, S. 17.

Dies ist auf den THG-Vorteil bei der Herstellung von Brennstoffzellenfahrzeugen im Vergleich zu Batteriefahrzeugen zurückzuführen. Wegen der geringen Gesamtfahrleistung von Pkw werden die höheren THG-Emissionen bei der Herstellung eines Batteriefahrzeugs trotz dessen höherer Energieeffizienz nicht kompensiert¹⁴¹.

An dieser Stelle muss darauf hingewiesen werden, dass die bessere CO₂-Bilanz des Brennstoffzellenantriebs nicht für Busse gilt. Bei diesen Fahrzeugen schneiden sich die Graphen des Brennstoffzellen- und Batterieantriebs im Bereich der möglichen Laufleistung. Infolgedessen ist der THG-Ausstoß eines Batteriefahrzeugs geringer als der eines Brennstoffzellenfahrzeugs. Dies lässt sich mit dem höheren Wirkungsgrad des Batteriefahrzeugs begründen. Bei diesem wird der erneuerbare Strom direkt zum Antrieb des Fahrzeuges genutzt. Dem entgegen wird der Strom bei einem Brennstoffzellenfahrzeug erst zu Wasserstoff und letztlich wieder zu Strom umgewandelt, was mit einem Energieverlust einhergeht. Bei Bussen beeinflusst der Unterschied des Wirkungsgrads des Brennstoffzellen- bzw. Batterieantriebs die Beurteilung der CO₂-Bilanz stärker. Im Ergebnis lässt sich festhalten, dass ein batteriebetriebener Bus ggü. einem Dieselfahrzeug bis zu 75 %, ein Bus mit Brennstoffzellenantrieb hingegen nur 55 % weniger THG-Emissionen verursacht.¹⁴²

Zusammenfassend kann in Bezug auf die Umweltfreundlichkeit geschlossen werden, dass im Vergleich Brennstoffzellenfahrzeuge bei geringeren Gesamtleistungen und Batteriefahrzeuge bei höheren Gesamtleistungen geringere THG-Emissionen erzielen.

¹⁴¹ Vgl. Karle, A., Elektromobilität, S. 23, 39.; Vgl. Sternberg, A. et al., Treibhausgas-Emissionen für Batterie- und Brennstoffzellenfahrzeuge mit Reichweiten über 300 KM, S. 10.

¹⁴² Vgl. Faltenbacher, M. et al., Emissionsfreie Energie- und Antriebskonzepte für Stadtbusse zur Umsetzung der europäischen Clean Vehicles Directive, S. 40-42.

Um den Stand der Etablierung und Wirtschaftlichkeit beider Mobilitätsformen beurteilen zu können, werden in der nachfolgenden Tabelle weitere Kriterien angeführt.

Tabelle 3.2.3-2: Vergleich Brennstoffzellenfahrzeug und Batteriefahrzeug (Pkw) hinsichtlich der Etablierung und Wirtschaftlichkeit¹⁴³

Vergleichskriterium	Brennstoffzellenfahrzeug	Batteriefahrzeug
Anzahl zugelassener Fahrzeuge in der BRD	Knapp 1.000 Fahrzeuge ¹⁴⁴	309.083 Fahrzeuge ¹⁴⁵
Kraftstoffverfügbarkeit	Wasserstoff kann gespeichert werden und ist daher grundsätzlich jederzeit verfügbar ¹⁴⁶ .	Strom kann nicht unmittelbar gespeichert werden und muss deshalb in einen Energiespeicher wie z. B. Wasserstoff umgewandelt werden ¹⁴⁷ .
Lebensdauer der Antriebstechnologie	Eine konkrete Lebensdauer von Brennstoffzellen und Batterien lässt sich nicht bestimmen. Die Alterung der Brennstoffzelle ist vom Maß der Nutzung und des Anwendungsbereiches abhängig ¹⁴⁸ . Während Brennstoffzellen ggü. sehr hohen oder niedrigen Temperaturen weitestgehend unempfindlich sind, wird die Alterung einer Batterie durch die Umgebungstemperatur und das Ladeverhalten beeinflusst ¹⁴⁹ .	
Versorgungsinfrastruktur (Stand Juni 2021)	91 Tankstellen (BRD) ¹⁵⁰	Privater Stromanschluss ¹⁵¹ oder öffentliche Ladesäulen: 20918 ¹⁵²
Tank- / Ladezeit	Ähnlich lange wie bei Benzin- bzw. Dieselfahrzeugen ¹⁵³	30 Minuten bis mehrere Stunden ¹⁵⁴
Reichweite pro Tankfüllung	650 km (Toyota MIRAI II) ¹⁵⁵	505 km (Tesla Model Y) ¹⁵⁶
Anschaffungskosten	Ab 63.900 Euro (Toyota MIRAI II) ¹⁵⁷	Ab 45.000 Euro (Tesla Model Y) ¹⁵⁸
Weitere Anwendungsbereich der Antriebstechnologie	Strom-, Heiz- und Kühlgeräte (Gebäude), Heizkraftwerke (Industrie), Mobilitätsantrieb (Fahrräder, Pkw, Busse, leichte NFZ), Batterieladegeräte, Notstromaggregate ¹⁵⁹	Elektrobusse, Elektro-NFZ (leichte NFZ und Lkw), Elektrofahrräder, Segways, Elektromotorräder, Elektroflugzeuge und -multikopter ¹⁶⁰

¹⁴³ Eigene Darstellung.

¹⁴⁴ Vgl. UBA, Wasserstoff im Verkehr: Häufig gestellte Fragen (FAQs).

¹⁴⁵ Vgl. Kraftfahrt-Bundesamt, Bestand an Personenkraftwagen am 1. Januar 2021 nach Bundesländern und ausgewählten Kraftstoffarten absolut.

¹⁴⁶ Vgl. Huss, A. et al., Brennstoffzellen im öffentlichen Personennahverkehr, S. 24.

¹⁴⁷ Vgl. BT, Vor- und Nachteile verschiedener Energiespeichersysteme, S. 4-5.

¹⁴⁸ Vgl. Gnann, T. et al., Teilstudie „Brennstoffzellen-Lkw: kritische Entwicklungshemmnisse, Forschungsbedarf und Marktpotential“, S. 27-28.

¹⁴⁹ Vgl. Belmer, F. et al., Brennstoffzellen- und Batteriefahrzeuge, S. 26-27.

¹⁵⁰ Vgl. H2 MOBILITY DEUTSCHLAND GMBH & CO. KG, Netzausbau live.

¹⁵¹ Vgl. Karle, A., Elektromobilität, S. 102.

¹⁵² Vgl. Bundesnetzagentur, Ladesäulenkarte.

¹⁵³ Vgl. Karle, A., Elektromobilität, S. 40.

¹⁵⁴ Vgl. ebenda, S. 26, 102.

¹⁵⁵ Vgl. H2 MOBILITY DEUTSCHLAND GMBH & CO. KG, Toyota MIRAI II.

¹⁵⁶ Vgl. Allgemeiner Deutscher Automobil-Club e.V., Tesla Model Y: Testfahrt mit Elon Musks kompaktem Elektro-SUV.

¹⁵⁷ Vgl. H2 MOBILITY DEUTSCHLAND GMBH & CO. KG, Toyota MIRAI II.

¹⁵⁸ Vgl. Allgemeiner Deutscher Automobil-Club e.V., Tesla Model Y: Testfahrt mit Elon Musks kompaktem Elektro-SUV.

¹⁵⁹ Vgl. Huss, A. et al., Brennstoffzellen im öffentlichen Personennahverkehr, S. 6.

¹⁶⁰ Vgl. Karle, A., Elektromobilität, S. 42-50, 205.

In Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit und Etablierung beider Mobilitätsformen lässt sich sagen, dass Brennstoffzellenfahrzeuge aufgrund der höheren Reichweite pro Tankfüllung sowie einer kurzen Tankzeit im Betrieb als wirtschaftlicher anzusehen sind. Dem entgegen stehen der hohe Anschaffungspreis und die aktuell unzureichend ausgebaute Tankinfrastruktur¹⁶¹. In Bezug auf die Tankinfrastruktur und den Anschaffungspreis ist ein Batteriefahrzeug als vorteilhafter einzuschätzen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Etablierung von Brennstoffzellenfahrzeugen gefördert werden muss, indem die Tankinfrastruktur weiter ausgebaut wird und die hohen Anschaffungskosten sinken. Dadurch eröffnet sich eine Chance, die THG-Emissionen im Verkehrssektor zu senken, indem der Umweltvorteil von Brennstoffzellenfahrzeugen bei geringen Laufleistungen genutzt werden kann.

3.2.4 Folgenutzung der Braunkohlereviere

Im Zusammenhang mit der Energiewende hat die Bundesregierung am 3. Juli 2020 den Braunkohleausstieg beschlossen. Dies führt zur Einstellung der Förderung von Braunkohle und deren Verstromung. Für die Folgenutzung der betroffenen Regionen kommt der Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft in Betracht. Eine dieser Regionen ist die Lausitz im Osten Sachsens, wo der Betrieb der Braunkohlekraftwerke bis spätestens Ende 2038 eingestellt wird.¹⁶² „Das Braunkohlerevier ist heute einer der wichtigsten Industriestandorte in der Lausitz. Es hat den Anspruch, ein Industriestandort zu bleiben und dabei eine moderne, attraktive, zukunftsgerichtete Wirtschaftsregion zu werden.“¹⁶³ Hiefür ist es notwendig, die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit dieser Region aufrecht zu erhalten, um den Menschen vor Ort eine Zukunftsperspektive geben zu können. Darüber hinaus darf die Energieversorgung der Region nicht gefährdet werden.¹⁶⁴

Es bietet sich an, den Standort ehemaliger Kohlekraftwerke für die Wasserstoffherzeugung und die Errichtung von Power-To-X-Anlagen zu nutzen. Dadurch werden einerseits wegfallende Arbeitsplätze durch neue kompensiert und andererseits wird eine stetige Energieversorgung gewährleistet.¹⁶⁵ Eine weitere Nutzungsmöglichkeit der großen Fläche des Braunkohlereviere ist die Forschung, Entwicklung und Erprobung von Wasserstofftechnologien wie z. B. die der Wasserstoffmobilität. Außerdem ist es möglich, den für die Erzeugung von grünem Wasserstoff erforderlichen erneuerbaren Strom vor Ort zu produzieren, indem WEA oder Solaranlagen errichtet werden.¹⁶⁶

¹⁶¹ Vgl. H2 MOBILITY DEUTSCHLAND GMBH & CO. KG, Netzausbau live.

¹⁶² Vgl. Sächsisches Staatsministerium für Regionalentwicklung, Strukturstärkungsgesetz.

¹⁶³ BMWi, Kommission „Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung“, S. 74.

¹⁶⁴ Vgl. ebenda, S. 2.

¹⁶⁵ Vgl. Sächsisches Staatsministerium für Regionalentwicklung, Handlungsprogramm zur Umsetzung des Strukturstärkungsgesetzes Kohleregionen des Bundes in den sächsischen Braunkohlereviere, S. 18-19.

¹⁶⁶ Vgl. ebenda, S. 16, 25.

Um neue Technologien und Verfahren der Wasserstoffnutzung unter realen Bedingungen anwenden und erproben zu können und hierbei wissenschaftliche, wirtschaftliche und gesellschaftliche Erfahrungen zu sammeln, bieten sich Reallabore an. Im Rahmen dessen fördert das BMWi aktuell das Reallabor Lausitz.¹⁶⁷ In Schwarze Pumpe ist geplant, Wasserstoff als Energiespeicher zu erproben, indem ein Speicherkraftwerk errichtet werden soll¹⁶⁸. Darüber hinaus wurde die Lausitz durch das BMVI als eine von neun Wasserstoffregionen in der BRD ausgewählt, um die Herstellung und Nutzung von Wasserstoff zu erproben¹⁶⁹. Es wird angestrebt, die Region mit Energie zu versorgen.¹⁷⁰ Darauf aufbauend soll die „[...] technologische Weiterentwicklung der Wasserstoffnutzung für alternative Antriebsformen bei Bus, Eisenbahn, Lkw und Pkw bis hin zur Komponentenfertigung für die Brennstoffzellenherstellung in der Lausitz entstehen.“¹⁷¹ Hiermit ist auch der Aufbau einer Tankinfrastruktur gemeint. Damit einher geht die Installation der erforderlichen Infrastruktur zum Transport des Wasserstoffs.¹⁷²

Zusammenfassen lässt sich sagen, dass grüner Wasserstoff eine Chance für die Folgenutzung von Braunkohlerevieren wie in der Lausitz darstellt. Sowohl die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit, die sozialen Bedürfnisse der Menschen als auch die Identität der Energieregionen kann damit gewahrt werden.¹⁷³

3.3 Ziele der Nationalen Wasserstoffstrategie

Die Darlegung der Chancen und Risiken hat gezeigt, dass mit der Wasserstoffnutzung auf der einen Seite Risiken einhergehen, welche es zu beachten gilt. Das Gefahrenpotenzial muss beherrschbar sein, um Wasserstoff ohne eine Gefahr für die Gesellschaft nutzen zu können und die Akzeptanz von Wasserstoff nicht zu gefährden¹⁷⁴. In Bezug auf die Wasserstoffproduktion muss sichergestellt werden, dass die Ressource Wasser prioritär für die Trinkwasserversorgung zur Verfügung steht, um einen Nutzungskonflikt zu verhindern. Auf der anderen Seite kann Wasserstoff vielseitig zur Dekarbonisierung eingesetzt werden und bietet somit die Chance, einen Beitrag zur Erreichung der Klimaneutralität zu leisten. Hier ist z. B. das Brennstoffzellenfahrzeug als alternativ angetriebenes Fahrzeug zu nennen. Des Weiteren besteht die Möglichkeit, durch den Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft andere gesellschaftliche Probleme zu lösen, die infolge der Energiewende auftreten, wie z. B. die Folgenutzung der Braunkohlereviere.

¹⁶⁷ Vgl. BMWi, Blaupausen für das Umsetzen der Energiewende: Reallabore greifen zentrale Herausforderungen im industriellen Maßstab auf.

¹⁶⁸ Vgl. Umweltfinanz Finanzdienstleistungen AG, ENERTRAG-Projektconsortium erhält Förderung als "Reallabor für die Energiewende".

¹⁶⁹ Vgl. BMVI, Neun Wasserstoffregionen stehen fest.

¹⁷⁰ Vgl. SPILETT new technologies GmbH, HyStarter | Wasserstoffregion Lausitz.

¹⁷¹ Ebenda.

¹⁷² Vgl. ebenda.

¹⁷³ Vgl. ebenda.

¹⁷⁴ Vgl. BT, Nationale Wasserstoffstrategie, S. 9-10.

Die NWS greift die Chancen und Risiken der Nutzung von Wasserstoff auf und definiert darauf basierend Ziele, um das Potenzial von Wasserstoff für den Klimaschutz und die Wirtschaft zu nutzen. Es soll ein in sich schlüssiger, in verschiedene Handlungsfelder übergreifender und miteinander verbindender Handlungsrahmen implementiert werden, der die Handlungsfelder beginnend bei der Investition über die Erzeugung und den Transport bis hin zur Nutzung von Wasserstoff verbindet und koordiniert.¹⁷⁵

Neben der Reduktion von THG-Emissionen übernimmt die Bundesregierung mit der NWS Verantwortung für den Markthochlauf einer Wasserstoffwirtschaft in der BRD. Hierfür soll die Produktion und Verwendung von Wasserstoff in der BRD angeregt sowie wirtschaftlich und effizient gestaltet werden, um Wasserstoff wettbewerbsfähig zu machen. Deshalb soll der Aufbau von Elektrolyseuren und der zugehörigen Infrastruktur gefördert werden. Im Rahmen dessen ist es erforderlich, die erneuerbaren Energien zur Stromproduktion zu fördern, um Wasserstoff entsprechend des Bedarfs herstellen zu können. Jenes Ziel wird mit § 1 EEG verfolgt. Insgesamt sollen mit der NWS allen Akteuren eine Planungssicherheit vermittelt werden.¹⁷⁶

Zur Realisierung der dargelegten Absicht muss beachtet werden, dass fossile Energieträger aufgrund der gültigen Rechtslage ggü. neuartigen Energieformen günstiger sind, weil Folgekosten, wie z. B. THG-Emissionen nicht einberechnet werden¹⁷⁷. Die Herstellungskosten von grünem Wasserstoff sind mit 1,50 bis 4,00 Euro / kg H₂ beispielsweise höher als die Herstellungskosten von grauem Wasserstoff¹⁷⁸. Außerdem ist die Anschaffung von Elektrolyseanlagen mit hohen Kosten verbunden¹⁷⁹. Deshalb ist eine Kostendegression erforderlich, um Wasserstoff wirtschaftlich zu machen¹⁸⁰. Hierzu soll die Forschung und Entwicklung gefördert werden, um den Wasserstoffbedarf langfristig zu decken. Dafür wird ein Austausch auf internationaler Ebene angestrebt, um den technologischen Fortschritt auszubauen. Hierfür bedarf es der Entwicklung internationaler Standards.¹⁸¹

¹⁷⁵ Vgl. BT, Nationale Wasserstoffstrategie, S. 6.

¹⁷⁶ Vgl. ebenda, S. 3-10.

¹⁷⁷ Vgl. ebenda, S. 4, 6.

¹⁷⁸ Vgl. Gielen, D. et al., Hydrogen: A Renewable Energy Perspective, S. 26-29, 34.; Vgl. Clemens, M. et al., Quantitative und qualitative Wirkungsanalyse der Maßnahmen des Deutschen Aufbau- und Resilienzplans (DARP), S. 35.

¹⁷⁹ Vgl. Bundesministerium für Bildung und Forschung, Karliczek: Neue Leitprojekte sind Innovationsbeschleuniger für Wasserstofftechnologien in Deutschland.

¹⁸⁰ Vgl. BT, Nationale Wasserstoffstrategie, S. 4, 6.

¹⁸¹ Vgl. ebenda, S. 6-10.

Es lässt sich ableiten, dass die NWS im wesentlichen zwei höhere Ziele verfolgt, um das strategische Ziel der Klimaneutralität durch den Einsatz von Wasserstoff zu erreichen. In Anknüpfung an die Risiken soll die Forschung und Entwicklung der Wasserstoffproduktion gefördert werden, um Wasserstoff marktfähig zu machen. Auf den Chancen aufbauend soll des Weiteren die Etablierung von Wasserstoff in der Wirtschaft ausgebaut werden. Zur Erreichung der höheren Ziele stellt die NWS einen Aktionsplan auf, der konkrete Maßnahmen beschreibt¹⁸². Ausgewählte Maßnahmen des Aktionsplans werden im folgenden Kapitel zur Beantwortung der eingangs eröffneten Fragestellung herangezogen.

¹⁸² Vgl. BMU, Nationale Wasserstoffstrategie – ein wichtiger Beitrag zum Klimaschutz und zur Zukunftsfähigkeit unserer Wirtschaft, S. 1.

4 Maßnahmen der Nationalen Wasserstoffstrategie

Der in der NWS dargelegte Aktionsplan beschreibt 38 Maßnahmen aus unterschiedlichen Handlungsfeldern. Ausgehend von der Erzeugung über spezielle Anwendungsgebiete bis hin zur Integration in die europäischen und internationalen Handlungsbeziehungen dienen die Maßnahmen der Erreichung der höheren Ziele bis zum Jahr 2023. Mit der Umsetzung der Maßnahmen soll die aufgebaute Wasserstoffwirtschaft im darauf folgenden Zeitraum weiterentwickelt werden.

Um eine Aussage treffen zu können, ob die Maßnahmen und damit die NWS geeignet ist, das strategische Ziel der Klimaneutralität zu erreichen, werden nachfolgend einzeln ausgewählte Maßnahmen untersucht. Die Untersuchung der einzelnen Maßnahmen ist nach dem folgenden Prinzip aufgebaut. Zunächst wird einleitend das Ziel der jeweiligen Maßnahme und deren potenzieller Klimabeitrag dargelegt. In diesem Zusammenhang wird zudem der Grund für die Auswahl der Maßnahme wiedergegeben, welcher auf der Zuordnung zu den höheren Zielen der NWS beruht. Anschließend wird die rechtliche und praktische Umsetzbarkeit der Maßnahme beurteilt und es werden weitere im Zusammenhang stehende Maßnahmen der NWS ergänzend angeführt. Anschließend wird zusammenfassend die Gesamtumsetzbarkeit der jeweiligen Maßnahme erläutert, die sich aus deren rechtlicher und praktischer Umsetzbarkeit ergibt.

4.1 Maßnahme 4: Offshore-Wasserstoffproduktion

Die Maßnahme 4 verfolgt das Ziel, die Offshore-Wasserstoffproduktion aufzubauen, bei der Wasserstoff mithilfe der erneuerbaren Energie Wind auf dem Meer produziert werden soll¹⁸³. Zur Erzeugung erneuerbaren Stroms aus Windkraft werden WEA auf dem Meer genutzt. Diese wandeln mithilfe eines Rotors die kinetische Energie des Windes in mechanische Energie um. Unter Zuhilfenahme eines Generators wird dadurch elektrischer Strom erzeugt.¹⁸⁴ Die WEA sind aufgrund der vorherrschenden Winde maximal ausgelastet, wodurch ein hoher Wirkungsgrad erzielt wird¹⁸⁵. Außerdem zeichnen WEA eine kontinuierliche Stromproduktion aus¹⁸⁶. Infolgedessen können die Anlagen große Mengen erneuerbaren Stroms produzieren, der direkt vor Ort für die Herstellung des Wasserstoffs eingesetzt werden kann. Für die Offshore-Wind-Wasserstoffproduktion wird des Weiteren eine entsprechende Infrastruktur bestehend aus z. B. Gasleitungen, oder Verdichterstationen benötigt.¹⁸⁷

¹⁸³ Vgl. BT, Nationale Wasserstoffstrategie, S. 19.

¹⁸⁴ Vgl. UBA, Windenergie.

¹⁸⁵ Vgl. BMWi, Offshore-Windenergie, S. 7.

¹⁸⁶ Vgl. BWO, Positionspapier des Bundesverband der Windparkbetreiber Offshore e.V. (BWO), S. 6.

¹⁸⁷ Vgl. Deutsche Umwelthilfe e.V., Lösungsansätze für die Offshore-Windenergie, S. 5.

An dieser Stelle knüpft die Maßnahme 4 an, indem im Rahmen der Raumplanung Flächen für die Offshore-Wasserstoffproduktion ausgewiesen sowie Möglichkeiten für den Aufbau von entsprechender Infrastruktur geschaffen werden sollen. Dadurch können Anreize für Investitionen in die notwendige Technologie wie z. B. Elektrolyseure gesetzt werden¹⁸⁸. Weil die Maßnahme 4 das höhere Ziel der Steigerung der Produktionskapazitäten für die Wasserstoffherstellung verfolgt, bietet diese das Potenzial, einen Beitrag zur Erreichung der Klimaneutralität zu leisten. Denn das Produkt Wasserstoff kann z. B. als Alternative für fossile Energieträger eingesetzt werden und trägt folglich zur Dekarbonisierung bei.

4.1.1 Rechtliche Umsetzbarkeit

Das WindSeeG beschäftigt sich nach § 1 Abs. 1 mit der Offshore-Windenergienutzung. Der Geltungsbereich des Gesetzes umfasst nach § 2 Abs. 2 WindSeeG die AWZ der BRD sowie für das Küstenmeer und die Hohe See. Das Küstenmeer reicht bis zu 12 Seemeilen in das Meer hinein. Die darüber hinausreichenden 200 Seemeilen werden als AWZ bezeichnet. Die sich hieran anschließende Meeresfläche stellt die Hohe See dar.¹⁸⁹

§§ 4 Abs. 1, 5 Abs. 1 S. 1 Nr. 1 und 2 WindSeeG sieht die Ausweisung von Gebieten und Flächen durch einen FEP¹⁹⁰ vor. Nach § 3 Nr. 3 WindSeeG dient ein Gebiet der Errichtung, Unterhaltung und Nutzung von WEA. Flächen nach § 3 Nr. 4 WindSeeG teilen Gebiete in mehrere Bereiche auf, in denen sich WEA in räumlicher Nähe zueinander befinden. In diesem Zusammenhang muss darauf hingewiesen werden, dass die WEA ausschließlich der Erzeugung von Strom dienen (§ 3 Nr. 11 WindSeeG) und damit eine Wasserstoffproduktion auf dem Meer nicht vorgesehen ist.

Der Anwendungsbereich des Gesetzes wird durch § 5 Abs. 2a WindSeeG erweitert. Es ist die Möglichkeit vorgesehen, zusätzlich zu den Gebieten sonstige Energiegewinnungsbereiche mit einer Fläche zwischen 25 und 70 km² im FEP auszuweisen. Nach § 3 Nr. 8 WindSeeG können in sonstigen Energiegewinnungsbereichen sowohl WEA als auch sonstige Energiegewinnungsanlagen errichtet werden. Nach § 3 Nr. 7 2. Alt. WindSeeG kommt eine Anlage in Betracht, die andere Energieträger erzeugt. Nach Ansicht der Bundesregierung stellt Wasserstoff einen Energieträger dar.¹⁹¹ Aus diesem Grund ließe sich eine Anlage zur Erzeugung von Wasserstoff unter eine sonstige Energiegewinnungsanlage fassen.

¹⁸⁸ Vgl. BT, Nationale Wasserstoffstrategie, S. 19.

¹⁸⁹ Vgl. Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat, Maritime Raumordnung.

¹⁹⁰ Vgl. Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Flächenentwicklungsplan 2020 für die deutsche Nord- und Ostsee.

¹⁹¹ Vgl. Presse- und Informationsamt der Bundesregierung, Wasserstoff – Energieträger der Zukunft.

Die Ausweisung der sonstigen Energiegewinnungsbereiche und die dortige Errichtung von Anlagen bedarf der Beachtung der Planungsgrundsätze des FEP 2020 in Nr. 4.4.2 sowie der Ausschlussgründe nach § 5 Abs. 3 WindSeeG¹⁹². Einer der Ausschlussgründe ist z. B., dass die Erfordernisse der Raumordnung nach § 17 Abs. 1 ROG nicht eingehalten werden (§ 5 Abs. 3 S. 2 Nr. 1 WindSeeG). Nach § 17 Abs. 1 ROG ist für die AWZ ein Raumordnungsplan aufzustellen. Im Rahmen der Überarbeitung des Raumordnungsplanes von 2009 liegt derzeit ein Entwurf vor¹⁹³. Als weitere Ausschlussgründe sind unter anderem naturschutzrechtliche Belange und der Schiffsverkehr zu beachten.

Der FEP 2020 weist unter Punkt 7.3 zwei sonstige Energiegewinnungsbereiche in Küstennähe aus. Einer der Bereiche befindet sich in der Nordsee und hat eine Fläche von 27,5 km². Der FEP 2020 legt hierzu fest, dass der Anschluss einer eigenen Infrastruktur zum Abtransport der erzeugten Energieträger und damit des Wasserstoffs ausgeschlossen ist, da die Bereiche zum Aufbau der Infrastruktur begrenzt sind. Rechtsgrundlage hierfür ist § 5 Abs. 2a S. 1 WindSeeG. Ein weiterer Energiegewinnungsbereich mit einer Fläche von 7,6 km² wurde in der Ostsee ausgewiesen. Hierbei stellt der FEP 2020 sicher, dass der Anschluss einer Infrastruktur dem Grunde nach möglich ist. Hiermit ist gemeint, dass der Betreiber eigene Seekabel zum Anschluss an das Netz verlegen kann¹⁹⁴. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der FEP 2020 die Offshore-Wasserstoffproduktion nicht ausdrücklich vorsieht. Außerdem sehen die ausgewiesenen sonstigen Energiegewinnungsbereiche teilweise keine Möglichkeit zur Verlegung einer Infrastruktur zum Transport des erzeugten Wasserstoffs vor.

Des Weiteren gilt es zu beachten, dass die Errichtung, der Betrieb und die Änderung von WEA und sonstigen Energiegewinnungsanlagen ohne Anschluss an das Stromnetz einer Planfeststellung bedürfen (§§ 45 Abs. 1, 44 WindSeeG). Die Realisierung des Planfeststellungsverfahrens erfordert nach § 46 Abs. 1 S. 2 WindSeeG, dass nach § 67a i. V. m. § 71 Nr. 5 WindSeeG eine Ausschreibung des sonstigen Energiegewinnungsbereiches erfolgt ist und der Interessent einen Zuschlag erhalten hat. Für die Ausschreibung nach § 67a WindSeeG ist es allerdings erforderlich, dass eine Rechtsverordnung nach § 71 Nr. 5 WindSeeG erlassen wird. Bisher wurde eine solche

¹⁹² Vgl. Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Flächenentwicklungsplan 2020 für die deutsche Nord- und Ostsee, S. 51-54.

¹⁹³ Vgl. Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat et al., Entwurf Raumordnungsplan für die deutsche ausschließliche Wirtschaftszone in der Nord- und Ostsee.

¹⁹⁴ Vgl. Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Flächenentwicklungsplan 2020 für die deutsche Nord- und Ostsee, S. 124-126.

Rechtsverordnung mit dem entsprechenden Vergabeverfahren nicht erlassen. Ein Grund hierfür ist, dass die Technologie und die Entwicklung sonstiger Energiegewinnungsanlagen, wie etwa Elektrolyseure, noch nicht fortgeschritten ist.¹⁹⁵

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Maßnahme 4 rechtlich nicht umsetzbar ist, weil die Wasserstofferzeugung noch nicht ausdrücklich im WindSeeG und FEP 2020 vorgesehen ist. Darüber hinaus ist die Errichtung der Infrastruktur in sonstigen Energiegewinnungsbereichen nicht geregelt. Ebenso bleibt unklar, inwiefern Anlagen zur Erzeugung von Wasserstoff nach § 3 Nr. 7 Alt. 2 WindSeeG errichtet und genutzt werden können. Das Niedersächsische Umweltministerium und die Stiftung Offshore-Windenergie geben den Ausblick, dass die sonstigen Energiegewinnungsbereiche eine Möglichkeit darstellen, um Wasserstoff auf dem Meer zu erzeugen. Wie eben dargelegt, wird darauf hingewiesen, dass der Rechtsrahmen hierzu angepasst und erweitert werden muss.¹⁹⁶ In diesem Zusammenhang zielt das Projekt „Grüner Wasserstoff mit Offshore-Windenergie“ darauf ab, dass „[...] Konzepte und Pläne zur Weiterentwicklung des rechtlichen und ökonomischen Rahmens [zur Offshorer-Wasserstoffproduktion] erarbeitet werden.“¹⁹⁷. Dazu wird über einen Zeitraum von zwei Jahren der Wissens- und Erfahrungsaustausch zwischen verschiedenen Akteuren aus der Politik, Wirtschaft und Forschung gefördert.¹⁹⁸

4.1.2 Praktische Umsetzbarkeit

In Bezug auf die praktische Umsetzbarkeit der Offshore-Wasserstoffproduktion bringt der Standort der Anlagen auf dem Meer technische Herausforderungen mit sich. Hierzu zählen die Erreichbarkeit und der damit einhergehende Aufwand für die Errichtung, Unterhaltung und Reparatur sowie der Transport von Material und Mensch.¹⁹⁹ In Ergänzung hierzu knüpft das Leitprojekt „H2Mare“ an, um die aktuell unzureichende Forschung und Entwicklung der Elektrolyse von Meerwasser zur Wasserstoffproduktion zu fördern und auszuweiten²⁰⁰. Im Rahmen des Projektes soll die Wasserstoffproduktion in einer Offshore-WEA demonstriert werden, die um eine Elektrolyseanlage ergänzt wird. In Übereinstimmung mit dem aktuellen Rechtsrahmen soll diese Anlage keinen Anschluss

¹⁹⁵ Vgl. BT, Entwurf eines Gesetzes zur Änderung des Windenergie-auf-See-Gesetzes und anderer Vorschriften, S. 57.

¹⁹⁶ Vgl. Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz et al., Grüner Wasserstoff und Offshore-Windenergie, S. 1.

¹⁹⁷ Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz, Lies: „Grüner Wasserstoff und Windenergie auf See sind zentrale Säule der Energiewende und schaffen Industriearbeitsplätze in Niedersachsen“.

¹⁹⁸ Vgl. ebenda.

¹⁹⁹ Vgl. BMWi, Bundesbericht Energieforschung 2021, S. 33.

²⁰⁰ Vgl. Hebling, C. et al., Eine Wasserstoff-Roadmap für Deutschland, S. 18; Vgl. Bundesministerium für Bildung und Forschung, Karliczek: Neue Leitprojekte sind Innovationsbeschleuniger für Wasserstofftechnologien in Deutschland.

an das Stromnetz benötigen. Darüber hinaus wird das Projekt mögliche Beeinträchtigungen der Umwelt beleuchten und sicherheitsrelevante Belange untersuchen. Die für die Wasserstoffproduktion erforderlichen Elektrolyseure werden in dem Leitprojekt „H2Giga“ entwickelt und erforscht.²⁰¹

Eine weitere Herausforderung ist, die Wirtschaftlichkeit der Offshore-Wasserstoffproduktion zu steigern. Der BWO spricht sich deshalb dafür aus, Anreize für die Investition in die Wasserstofferzeugung zu schaffen, die eine Vergütung des produzierten Wasserstoffs vorsehen. Im Rahmen des wettbewerblichen Ausschreibungsverfahrens sollten die Interessenten Angebote zur Höhe der Vergütung machen können. Darüber hinaus spricht sich der BWO dafür aus, die Ausschreibungen der Bereiche für die WEA und die Wasserstofferzeugungsanlagen zusammen auszuschreiben, um Planungssicherheit zu gewährleisten.²⁰² Allerdings setzen die Investitionen voraus, dass die Infrastruktur zum Transport des Wasserstoffs bereitsteht. Aus diesem Grund weist der BWO darauf hin, bei der Ausweisung der Bereiche zur Wasserstoffproduktion auf die räumliche Nähe der vorhandenen Gasinfrastruktur zu achten, die für den Transport des Wasserstoffs in Betracht kommt.²⁰³ Als weitere Herausforderung kann die Akzeptanz der Offshore-Wasserstoffproduktion durch die Bevölkerung angesehen werden²⁰⁴. Weil die gesellschaftliche Akzeptanz für die WEA auf See bereits hoch ist, kann davon ausgegangen werden, dass dies auch für die Offshore-Wasserstoffproduktion gilt. Dies wird sich allerdings erst in Zukunft zeigen.²⁰⁵

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass für die praktische Umsetzbarkeit der Maßnahme 4 noch technische, wirtschaftliche und gesellschaftliche Herausforderungen zu lösen sind. Aus diesem Grund wird die Maßnahme 4 als praktisch nicht umsetzbar bewertet.

4.1.3 Gesamtumsetzbarkeit

Wie die Untersuchung auf Basis des Raumplanungsrechts gezeigt hat, wurden im Rahmen des WindSeeG und des FEP 2020 erste rechtliche Grundlagen geschaffen, um Anlagen zur Produktion von Wasserstoff auf dem Meer zu errichten. Es wurden bereits erste Flächen ausgewiesen, die allerdings nicht ausdrücklich für die Wasserstoffproduktion vorgesehen sind. Dies zeigt, dass die Rechtsgrundlagen nicht hinreichend

²⁰¹ Vgl. Bundesministerium für Bildung und Forschung, Karliczek: Neue Leitprojekte sind Innovationsbeschleuniger für Wasserstofftechnologien in Deutschland.

²⁰² Vgl. BWO, Positionspapier des Bundesverband der Windparkbetreiber Offshore e.V. (BWO), S. 5-6.

²⁰³ Vgl. ebenda, S. 5-6.

²⁰⁴ Vgl. BT, Nationale Wasserstoffstrategie, S. 9-10.

²⁰⁵ Vgl. BT, Entwurf eines Gesetzes zur Änderung des Windenergie-auf-See-Gesetzes und anderer Vorschriften, S. 28.

entwickelt sind. Aus Sicht der praktischen Umsetzbarkeit gilt es die Offshore-Wasserstoffproduktion technisch weiterzuentwickeln. Weitere Herausforderungen sind die Wirtschaftlichkeit der Offshore-Wasserstoffproduktion und die Frage um die Akzeptanz der Bevölkerung. Auf Grundlage der Erkenntnisse lässt sich daher abschließend einschätzen, dass die Maßnahme 4 aktuell rechtlich und praktisch nicht umsetzbar ist.

4.2 Maßnahme 5: Erneuerbare-Energien-Richtlinie

Mit der Maßnahme 5 soll die RL (EU) 2018/2001 (im Folgenden als RED II bezeichnet) zügig umgesetzt werden²⁰⁶. Art. 1 S. 1 der RL zur Folge dient diese der Förderung der erneuerbaren Energien.

Nach Art. 25 Abs. 1 S. 1 RED II „[...] verpflichtet jeder Mitgliedstaat die Kraftstoffanbieter, dafür zu sorgen, dass der Anteil erneuerbarer Energie am Endenergieverbrauch des Verkehrssektors bis 2030 einem von dem betreffenden Mitgliedstaat festgelegten indikativen Zielpfad entsprechend mindestens 14 % beträgt [...]“.

Die Bezeichnung Verkehrssektor zielt speziell auf die Bereiche Straßen und Schienen ab²⁰⁷. Mit der Maßnahme 5 wird angestrebt, „[...] den Mindestanteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch des Verkehrssektors im Jahr 2030 signifikant über die EU-Vorgaben [der RED II] hinaus zu erhöhen.“²⁰⁸. Hierfür soll die THG-Minderungs-Quote gesteigert werden²⁰⁹. Durch diese Quote werden alle Unternehmen, die fossile Kraftstoffe für Otto- oder Dieselmotoren auf dem Markt verkaufen, nach § 37a Abs. 1 S. 1 i. V. m. Abs. 4 BImSchG verpflichtet, die THG-Emissionen jener Kraftstoffe zu verringern. Durch den Einsatz von Wasserstoff soll ein Beitrag zur Erreichung der THG-Minderungs-Quote geleistet werden. Deshalb soll mit der Maßnahme 5 der Rechtsrahmen angepasst werden, sodass Wasserstoff sowohl für die Herstellung von bestehenden Kraftstoffen als auch als alternativer Kraftstoff genutzt werden kann.²¹⁰ Folglich soll die Elektrolyseleistung in der BRD, als Maß für die Gesamtproduktionsmenge von Wasserstoff, auf 2 GW erhöht werden²¹¹. Des Weiteren sollen für den Luftverkehr erneuerbare Kraftstoffe auf Basis von Wasserstoff entwickelt werden und im Rahmen einer festgelegten Mindestquote zum Einsatz kommen²¹².

Die Maßnahme 5 wurde gewählt, weil die Umsetzung der RL in nationales Recht das Potenzial bietet, die steigenden THG-Emissionen im Verkehrssektor zu reduzieren und

²⁰⁶ Vgl. BT, Nationale Wasserstoffstrategie, S. 20.

²⁰⁷ Vgl. BT, Entwurf eines Gesetzes zur Weiterentwicklung der Treibhausgasminderungs-Quote, S. 1.

²⁰⁸ BT, Nationale Wasserstoffstrategie, S. 20.

²⁰⁹ Vgl. ebenda, S. 20; Vgl. Regierungskoalition aus CDU, CSU und SPD, Ein neuer Aufbruch für Europa Eine neue Dynamik für Deutschland Ein neuer Zusammenhalt für unser Land, S. 76–77.

²¹⁰ Vgl. BT, Nationale Wasserstoffstrategie, S. 20.

²¹¹ Vgl. ebenda, S. 20; Vgl. Hebling, C. et al., Eine Wasserstoff-Roadmap für Deutschland, S. 12.

²¹² Vgl. BT, Nationale Wasserstoffstrategie, S. 20.

damit einen Beitrag zur Erreichung der Klimaneutralität zu leisten.²¹³ Der Bundesregierung zufolge können die Emissionen durch den Einsatz von Wasserstoff bei der Herstellung von Kraftstoffen im Verkehrssektor bis 2030 um etwa 29 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente gesenkt werden²¹⁴. Dies entspricht etwa der Hälfte der nach dem KSG sowie dessen Entwurf zu mindernden THG-Emissionen (§ 4 Abs. 1 S. 1 Nr. 3, S. 3 i. V. m. Anlage 2 KSG).

Im Ergebnis verfolgt die Maßnahme 5 die höheren Ziele, zum einen die Herstellung von Kraftstoffen mithilfe von Wasserstoff weiterzuentwickeln und zum anderen Wasserstoff als Energieträger zu etablieren.

4.2.1 Rechtliche Umsetzbarkeit

Im Rahmen der Umsetzung der RED II (Art. 36 Abs. 1 S. 1 RED II) hat die Bundesregierung einen Gesetzentwurf zur Weiterentwicklung der THG-Minderungs-Quote (im Folgenden als Gesetzentwurf bezeichnet) vorgelegt²¹⁵. Dieser wurde infolge einer Beschlussempfehlung²¹⁶ geändert und am 20. Mai 2021 durch den BT beschlossen²¹⁷. Der Gesetzentwurf sieht vor, das BImSchG einschließlich der 36. und 38. BImSchV anzupassen²¹⁸. Im Einklang mit dem Teilziel der Maßnahme 5 wird der Mindestanteil an erneuerbaren Energien im Verkehrssektor bis 2030 auf 32 % erhöht, womit der in der RED II festgelegte Mindestanteil an erneuerbaren Energien deutlich überstiegen wird²¹⁹.

Gemäß § 37a Abs. 4 S. 2 Nr. 3 BImSchG beträgt die THG-Minderungs-Quote aktuell 6 %. Die Beschlussempfehlung sieht nun unter Buchstabe a) Nr. 1 a) bb) vor, die THG-Minderungs-Quote in § 37a Abs. 4 S. 2 bis 5 BImSchG anzupassen und ausgehend vom Jahr 2022 mit 7 % bis zum Jahr 2030 auf 25 % progressiv anzuheben. Die Erhöhung der THG-Minderungs-Quote zielt darauf ab, die CO₂-Emissionen fossiler Kraftstoffe zu senken und gleichzeitig alternative Kraftstoffe auf Basis von Nachhaltigkeit und erneuerbarer Energien zu fördern und zu etablieren²²⁰. Damit wird die Forderung der RED II erfüllt und ein Teilziel der Maßnahme 5 umgesetzt.

Des Weiteren sieht der Gesetzentwurf in Art. 1 Nr. 2 h) mit der Änderung von § 37a Abs. 5 S. 1 Nr. 6 bis 8 BImSchG vor, die Erfüllung der THG-Minderungs-Quote durch den Einsatz von Wasserstoff zu ermöglichen. In Art. 1 Nr. 2 h) des

²¹³ Vgl. BT, Entwurf eines Gesetzes zur Weiterentwicklung der Treibhausgasminderungs-Quote, S. 1–2.

²¹⁴ Vgl. BT, Stellungnahme des Bundesrates und Gegenäußerung der Bundesregierung zum Gesetzentwurf zur Weiterentwicklung der Treibhausgasminderungs-Quote, S. 10.

²¹⁵ Vgl. BT, Entwurf eines Gesetzes zur Weiterentwicklung der Treibhausgasminderungs-Quote.

²¹⁶ Vgl. BT, Beschlussempfehlung und Bericht des Ausschusses für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (16. Ausschuss).

²¹⁷ Vgl. BT, Treibhausgasminderungsquote beschlossen.

²¹⁸ Vgl. BT, Entwurf eines Gesetzes zur Weiterentwicklung der Treibhausgasminderungs-Quote, S. 32.

²¹⁹ Vgl. BT, Beschlussempfehlung und Bericht des Ausschusses für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (16. Ausschuss), S. 15.

²²⁰ Vgl. Presse- und Informationsamt der Bundesregierung, Klimaschutz im Verkehr.

Gesetzentwurfes ist vorgesehen, § 37a Abs. 5 S. 1 Nr. 6 BImSchG zu ändern, wonach der Einsatz von „[...] flüssigen oder gasförmigen erneuerbaren Kraftstoffen nicht-biogenen Ursprungs [...]“ auf die THG-Minderungs-Quote angerechnet werden kann. Wasserstoff kann einerseits in Raffinerien zur Herstellung konventioneller Kraftstoffe eingesetzt werden²²¹. Andererseits kann Wasserstoff i. V. m. CO₂ zur Herstellung von PtX-Kraftstoffen verwendet werden²²². Diese werden auch als synthetische Kraftstoffe bezeichnet und basieren im Gegensatz zu konventionellen Kraftstoffen nicht auf Erdöl²²³. Sowohl synthetische als auch konventionelle Kraftstoffe können in Pkw, Lkw, Schiffen und Flugzeugen Anwendung finden²²⁴.

Als Anreiz für die Verwendung von Wasserstoff und dessen Folgeprodukten in den Bereichen Straßenverkehr und Raffinerien ist mit Art. 1 Nr. 2 h) des Gesetzentwurfes in § 37a Abs. 5 S. 2 BImSchG vorgesehen, Wasserstoff mit der doppelten Menge seiner Energie auf die Einhaltung der THG-Minderungs-Quote anzurechnen²²⁵. Mit der doppelten Anrechnung des Wasserstoffs wird dieser gefördert und ggü. anderen Kraftstoffen bessergestellt. Es ist jedoch darauf hinzuweisen, dass jene Anrechnung auf die THG-Minderungs-Quote nicht der tatsächlichen THG-Minderung entspricht.²²⁶ Im Ergebnis wird das Teilziel der Maßnahme 5 umgesetzt, da der Einsatz von Wasserstoff für die Erreichung der THG-Minderungs-Quote eingesetzt und angerechnet werden kann.

Außerdem ist mit dem Gesetzentwurf eine rechtsverbindliche Mindestquote für den Einsatz erneuerbarer strombasierter Kraftstoffe im Luftverkehr vorgesehen²²⁷. Dafür soll flüssiger Kraftstoff aus erneuerbaren Energien (Power-to-Liquid) zum Einsatz kommen²²⁸. Mit Änderung von § 37a Abs. 4a S. 1 bis 3 BImSchG sieht der Gesetzentwurf in Art. 1 Nr. 2 g) vor, dass mit der Mindestquote der Anteil an umweltfreundlichen Kraftstoffen im Luftverkehr bis zum Jahr 2030 auf 2 % ansteigen soll. Der Mindestanteil bezieht sich auf den Gesamtenergiegehalt der eingesetzten Menge an konventionellen Kraftstoffen und erneuerbaren Kraftstoffen. Mit dem Mindestanteil soll sichergestellt werden, dass die THG-Minderungs-Quote erreicht wird.²²⁹ Im Ergebnis wird damit ein weiteres Teilziel der Maßnahme 5 umgesetzt.

²²¹ Vgl. BT, Entwurf eines Gesetzes zur Weiterentwicklung der Treibhausgasminderungs-Quote, S. 23.

²²² Vgl. ebenda, S. 23.; Vgl. BMU, Kraftstoffe.

²²³ Vgl. ebenda; Vgl. Bundesministerium für Bildung und Forschung, Synthetische Kraftstoffe.

²²⁴ Vgl. ebenda.

²²⁵ Vgl. BT, Entwurf eines Gesetzes zur Weiterentwicklung der Treibhausgasminderungs-Quote, S. 12, 17, 23.

²²⁶ Vgl. Naumann, K. et al., Weiterentwicklung der deutschen Treibhausgasminderungsquote, S. 8.

²²⁷ Vgl. BT, Entwurf eines Gesetzes zur Weiterentwicklung der Treibhausgasminderungs-Quote, S. 17.

²²⁸ Vgl. BMU, Schulze: Wir fördern Kraftstoffe, die das Klima schützen, ohne die Natur zu zerstören.

²²⁹ Vgl. BT, Entwurf eines Gesetzes zur Weiterentwicklung der Treibhausgasminderungs-Quote, S. 17.

Es ist darauf hinzuweisen, dass nach Art. 1 Nr. 2 g) und h) des Gesetzentwurfes § 37a Abs. 4a S. 4 und Abs. 5 S. 1 Nr. 6 bis 8 BImSchG dahingehend geändert wird, dass für die Nutzung von Wasserstoff zur Erfüllung der THG-Minderungs-Quote eine Rechtsverordnung durch die Bundesregierung erlassen werden muss, womit Anforderungen an den Kraftstoff aufgestellt werden. Grundsätzlich steht dem Erlass dieser Rechtsverordnung nach § 37d Abs. 2 S. 1 Nr. 13 BImSchG nichts entgegen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Maßnahme 5 aus rechtlicher Sicht umsetzbar ist. Die THG-Minderungs-Quote wurde gesteigert, um den Anteil an erneuerbaren Energien zu erhöhen. Außerdem kann Wasserstoff und dessen Folgeprodukte für die Herstellung umweltfreundlicher Kraftstoffe genutzt und auf die THG-Minderungs-Quote angerechnet werden.

4.2.2 Praktische Umsetzbarkeit

Für die Herstellung von strombasierten Kraftstoffen unter Zuhilfenahme von Wasserstoff ist erforderlich, dass ausreichende Mengen an Strom aus erneuerbaren Energien zur Herstellung des Wasserstoffs zur Verfügung stehen²³⁰. Damit strombasierte Kraftstoffe ggü. fossilen Kraftstoffen einen THG-Vorteil erzielen, ist ein Anteil erneuerbaren Stroms in der BRD von mindestens 70 % für deren Herstellung notwendig²³¹. Aktuell ist der Strom noch nicht in ausreichender Menge verfügbar²³². Dies belegen die Daten des UBA, wonach der Anteil erneuerbaren Stroms in der BRD im Jahr 2020 45,4 % betrug.²³³ Daraus folgt, dass Wasserstoff noch nicht in ausreichender Menge für die Produktion strombasierter Kraftstoffe hergestellt werden kann. Die zur Verfügung stehenden Kapazitäten sollen deshalb vorrangig in der Industrie und im Luftverkehr eingesetzt werden, wo es keine Alternativen zur direkten Nutzung von Strom gibt.²³⁴ Die Bundesregierung gab jedoch bekannt, dass sich die Technologie zur Produktion von strombasierten Flugkraftstoffen noch am Anfang der Entwicklung befindet²³⁵.

Um die Menge an zur Verfügung stehendem Wasserstoff zu steigern, soll im Rahmen der Maßnahme 5 die Elektrolyseleistung von Wasserstoff auf 2 GW erhöht werden²³⁶. Dies entspricht einer Arbeit von 5,6 TWh²³⁷. Dem ggü. betrug der Bedarf an Wasserstoff im Jahr 2020 55 TWh. Die erzielte Elektrolyseleistung hingegen betrug im Jahr 2017 nur 2 GWh.²³⁸ Der Vergleich der Daten belegt, dass zwischen der derzeit umgesetzten

²³⁰ Vgl. BMU, Schulze: Wir fördern Kraftstoffe, die das Klima schützen, ohne die Natur zu zerstören.

²³¹ Vgl. Heinemann, C. et al., Die Bedeutung strombasierter Stoffe für den Klimaschutz in Deutschland, S. 51.

²³² Vgl. BMU, Schulze: Wir fördern Kraftstoffe, die das Klima schützen, ohne die Natur zu zerstören.

²³³ Vgl. UBA, Erneuerbare Energien in Zahlen.

²³⁴ Vgl. BMU, Schulze: Wir fördern Kraftstoffe, die das Klima schützen, ohne die Natur zu zerstören.

²³⁵ Vgl. BT, Bedeutung der Wasserstoffstrategie für den Luftverkehr, S. 2.

²³⁶ Vgl. BT, Nationale Wasserstoffstrategie, S. 20.

²³⁷ Vgl. BT, Ökologische Folgen und Kosten der Wasserstoffwirtschaft (Nachfrage), S. 5.

²³⁸ Vgl. BT, Bedeutung der Wasserstoffstrategie für den Luftverkehr, S. 1.

Elektrolyseleistung und der vorgesehenen Elektrolyseleistung eine Diskrepanz vorliegt. Zudem ist die angestrebte Elektrolyseleistung von 2 GW nicht ausreichend, um den Bedarf nach Wasserstoff zu decken.

An dieser Stelle knüpft die Forschungsinitiative „Energiewende im Verkehr“ an, mit der die Herstellung und die Nutzung strombasierter Kraftstoffe auf Basis von Wasserstoff im Rahmen der Förderung verschiedener Projekte ausgebaut werden soll.²³⁹ Das Projekt „CombiFuel“ z. B. stellt einen Kraftstoff aus synthetischem Methan her, für dessen Erzeugung Schmutzwasser aus Abwasserbetrieben für die Elektrolyse zum Einsatz kommt. Neben dem Vorteil der Reinigung des Wassers führt der Einsatz des Kraftstoffs in Verbrennungsmotoren zu einer höheren Motoreffizienz und gleichzeitig zu einem verminderten THG-Ausstoß von 20 % bis 70 %. Andere Projekte forschen an umweltfreundlichen Kraftstoffen für den Schwerlastverkehr und an strombasiertem Kerosin für den Luftverkehr.²⁴⁰ Hier knüpft auch die Maßnahme 7 an, die die Entwicklung und Nutzung notwendiger Anlagen zur Erzeugung strombasierter Kraftstoffe fördert²⁴¹.

Das Projekt „MENA-Fuels“ beschäftigt sich mit der Untersuchung der Möglichkeit, synthetische Kraftstoffe aus Ländern Nordafrikas zu importieren, weil der Wasserstoffbedarf der BRD langfristig, wie in Kapitel 3.2.1 dargelegt, nicht durch die inländische Produktion gedeckt werden kann.²⁴² Der Großteil des Wasserstoffbedarfs soll deshalb durch Importe aus anderen Ländern gedeckt werden. Jene Ansicht soll, wie in den Maßnahmen 34 bis 37 beschrieben, in Form von Energiepartnerschaften umgesetzt werden.²⁴³

Im Ergebnis der Betrachtung lässt sich festhalten, dass die gesteigerte THG-Minderungs-Quote dazu beiträgt, den Bedarf nach Wasserstoff zur Herstellung umweltfreundlicher Kraftstoffe zu steigern, um die THG-Emissionen im Verkehrssektor zu senken. Allerdings lässt sich gleichermaßen festhalten, dass jener Bedarf aktuell noch nicht gedeckt werden kann. Ursächlich hierfür ist der geringe Anteil an erneuerbaren Energien. Deshalb ist die Maßnahme 5 aktuell als praktisch nicht umsetzbar zu betrachten.

²³⁹ Vgl. BMWi, „Strombasierte Kraftstoffe der Zukunft – Forschungsergebnisse ermöglichen die Bewertung und Vergleichbarkeit verschiedener Technologiepfade“.

²⁴⁰ Vgl. Aigner, M. et al., Forschungsinitiative Energiewende im Verkehr, S. 5-9.

²⁴¹ Vgl. BT, Nationale Wasserstoffstrategie, S. 21.

²⁴² Vgl. Aigner, M. et al., Forschungsinitiative Energiewende im Verkehr, S. 12.

²⁴³ Vgl. BT, Ökologische Folgen und Kosten der Wasserstoffwirtschaft (Nachfrage), S. 4-5.; Vgl. BT, Nationale Wasserstoffstrategie, S. 13-14, 28-29.

4.2.3 Gesamtumsetzbarkeit

Die Untersuchung der Maßnahme 5 auf Basis des Emissionsschutzrechts hat gezeigt, dass diese aus rechtlicher Sicht umgesetzt wurde. In diesem Zusammenhang wurde die THG-Minderungs-Quote angehoben, um die THG-Emissionen im Verkehrssektor zu senken. Außerdem kann Wasserstoff und dessen Folgeprodukte zur Herstellung umweltfreundlicher Kraftstoffe eingesetzt und auf die THG-Minderungs-Quote angerechnet werden. Hingegen weist die praktische Umsetzbarkeit Defizite auf, weil der notwendige erneuerbare Strom für die Wasserstoffproduktion nicht in ausreichender Menge vorhanden ist. Demzufolge kann auch der Wasserstoffbedarf für die Produktion der Kraftstoffe nicht gedeckt werden. An dieser Stelle knüpfen Forschungsprojekte an. Diese weisen Fortschritte auf, womit sie langfristig die Grundlage für die Herstellung von Wasserstoff und darauf basierenden Kraftstoffen liefern. Im Ergebnis ist die Maßnahme 5 aufgrund der mangelnden praktischen Umsetzbarkeit aktuell insgesamt als nicht umsetzbar zu betrachten.

4.3 Maßnahme 11: Clean Vehicles Directive

Nach aktuellem Stand besteht kein Anreiz und keine rechtliche Verpflichtung für den Einsatz umweltfreundlicher Fahrzeuge im kommunalen Raum. Dies soll mit der Realisierung der Maßnahme 11, die auf die Umsetzung der RL (EU) 2019/1161 der EU (im Folgenden als CVD-RL bezeichnet) in nationales Recht abzielt, geändert werden.²⁴⁴ Art. 1 Nr. 2 der CVD-RL (Änderung von Art. 1 der RL 2009/33/EG) strebt an, „[...] den Markt für saubere und energieeffiziente Fahrzeuge zu fördern [...]“. Der Anwendungsbereich der CVD-RL umfasst demnach die Beschaffung von Straßenfahrzeugen wie Pkw, Lieferwagen, Lastkraftwagen und Bussen für den öffentlichen Personennahverkehr, die durch ein Vergabeverfahren beschafft werden sollen²⁴⁵. Auftraggeber sind nach Art. 1 Nr. 5 der CVD-RL (Änderung von Art. 4 Nr. 2 der RL 2009/33/EG i. V. m. Art. 4 Abs. 1 a) und Art. 3 Nr. 1 der RL 2014/25/EU) unter anderem Gemeinden und Landkreise als Gebietskörperschaften. Diese werden durch Art. 1 Nr. 2 der CVD-RL (Änderung von Art. 1 der RL 2009/33/EG) dazu verpflichtet, bei der Beschaffung der Straßenfahrzeuge deren Auswirkungen auf die Umwelt und Luftatmosphäre zu berücksichtigen. In Bezug auf die Beschaffung von „sauberen Fahrzeugen“

²⁴⁴ Vgl. BT, Gesetzentwurf zur Umsetzung der CVD-Richtlinie, S. 1; Vgl. BT, Nationale Wasserstoffstrategie, S. 22.

²⁴⁵ Vgl. KOM, Richtlinie über saubere Fahrzeuge.

unterscheidet die CVD-RL zwischen sauberen leichten Fahrzeugen (Pkw oder leichtes NFZ) und sauberen schweren Fahrzeugen (Lkw und Busse)²⁴⁶. Für diese Fahrzeuge werden Beschaffungskriterien als Anforderungen aufgestellt, die der folgenden Tabelle zu entnehmen sind.

Tabelle 4.3-1: Beschaffungskriterien für ein „sauberes Fahrzeug“²⁴⁷

Fahrzeug-klasse	Definition „sauberes Fahrzeug“ ^{****}		Beschaffungsquoten ^{***} , 1. Referenzzeitraum, 02.08.2021 - 31.12.2025	Beschaffungsquoten ^{***} , 2. Referenzzeitraum, 01.01.2026 - 31.12.2030
Pkw	50 g CO ₂ / km 80 % Luftschadstoffe* (Prozentsatz der Emissionsgrenzwerte nach RDE)	ab 2026 0 g CO ₂ / km k. A. zu Luftschadstoffen*	38,5 %	
leichte Nfz (< 3,5 t zGM)				
Lkw (> 3,5 t zGM)	Nutzung alternativer Kraftstoffe (bspw. Strom, Wasserstoff, Erdgas, synthetische Kraftstoffe**, Biokraftstoffe**)		10 %	15 %
Busse (> 5t zGM)			45 % ^{*****}	65 % ^{*****}
Legende:				
* Feinstaub und Stickoxide (Anlage 1 StaubFahrzeugBeschG)				
** Alternative Kraftstoffe nach Art. 2 Nr. 1 und 2 der RL 2014/94/EU dürfen nicht mit konventionellen Kraftstoffen gemischt werden.				
*** Eine Beschaffungsquote stellt einen Zielprozentsatz an der gesamten Anzahl beschaffter Straßenfahrzeuge für den Zielzeitraum dar. (Art. 1 Nr. 6 der CVD-RL, Art. 5 Abs. 1 i. V. m. Tabelle 3 und 4 der RL 2009/33/EG)				
**** Rechtsgrundlage nach Art. 1 Nr. 5 der CVD-RL (Änderung von Art. 4 Nr. 4 a) und b), Nr. 5 der RL 2009/33/EG)				
***** Die Hälfte der beschafften Busse muss emissionsfrei sein (emissionsfreies schweres Nfz), d. h. deren Ausstoß muss unter 1 g CO ₂ / km oder 1 g CO ₂ / kWh liegen (z. B. Elektro- bzw. Brennstoffzellenfahrzeuge).				
RED Reale Driving Emissions				
zGM zulässige Gesamtmasse				

Aus den festgelegten Kriterien für die Beschaffung von Straßenfahrzeugen lässt sich das höhere Ziel der Maßnahme 11 ableiten, Wasserstoff in der Wirtschaft zu etablieren²⁴⁸. Mit jener Maßnahme wird ein Anwendungsbereich für umweltfreundliche Kraftstoffe im Sinne der Maßnahme 5 sowie für entsprechende Straßenfahrzeuge geschaffen. Damit bietet die Maßnahme 11 das Potenzial, die THG-Emissionen im kommunalen Verkehr zu senken und somit einen Beitrag zur Erreichung der Klimaneutralität zu leisten²⁴⁹.

4.3.1 Rechtliche Umsetzbarkeit

Um die Maßnahme 11 rechtlich umzusetzen und dadurch die dargelegten Anforderungen und Ziele im Vergabeverfahren anwenden zu können, bedarf es der Überführung der CVD-RL in nationales Recht²⁵⁰. An dieser Stelle lässt sich die Maßnahme 11 dem Vergaberecht im kommunalen Kontext zuordnen. Zur Umsetzung der CVD-RL hat die Bundesregierung einen Gesetzentwurf vorgelegt²⁵¹. Dieser wurde am 5. Mai 2021

²⁴⁶ Vgl. KOM, Richtlinie über saubere Fahrzeuge.

²⁴⁷ In Anlehnung an: BMVI, Gesetzentwurf über die Beschaffung sauberer Straßenfahrzeuge.

²⁴⁸ Vgl. BT, Gesetzentwurf zur Umsetzung der CVD-Richtlinie, S. 1.

²⁴⁹ Vgl. BT, Nationale Wasserstoffstrategie, S. 22.

²⁵⁰ Vgl. BMVI, Gesetzentwurf über die Beschaffung sauberer Straßenfahrzeuge.

²⁵¹ Vgl. BT, Gesetzentwurf zur Umsetzung der CVD-Richtlinie.

unter Berücksichtigung der Beschlussempfehlung des Verkehrsausschusses (Drucksache 19/29196) vom BT beschlossen²⁵². Aus dem Plenarprotokoll geht hervor, dass die CVD-RL unverändert in deutsches Recht übernommen wurde²⁵³.

Umgesetzt wurde die CVD-RL zum einen durch das neue SaubFahrzeugBeschG. Dieses definiert in § 2 Nr. 4 bis 6 i. V. m. Anlage 1 die Anforderungen an ein „sauberes Fahrzeug“ und legt in § 5 Abs. 1 i. V. m. § 6 Abs. 1 bis 3 eine entsprechende Beschaffungsquote fest. Des Weiteren sieht der beschlossene Gesetzentwurf in Art. 2 und 3 die Änderung der VgV sowie der SektVO vor. Hierbei wird § 68 VgV und § 59 SektVO aufgehoben, die die bisherige Beschaffung von Straßenfahrzeugen geregelt haben. Nach Meinung des parlamentarischen Staatssekretärs Bilger sind die öffentlichen Auftraggeber mit dem SaubFahrzeugBeschG zum ersten Mal an verbindliche und konkrete Vorgaben in Form von Grenzwerten für CO₂-Emissionen und Luftschadstoffe sowie an eine festgelegte Anzahl an umweltfreundlichen Straßenfahrzeugen gebunden²⁵⁴.

Im Ergebnis der Betrachtung ist die Maßnahme 11 rechtlich umsetzbar, weil die CVD-RL in nationales Recht umgesetzt wurde. Mit dem SaubFahrzeugBeschG wurde eine verpflichtende Rechtsgrundlage geschaffen, Emissionsgrenzwerte und spezifische Kraftstoffe bei der Beschaffung von Straßenfahrzeugen durch öffentliche Auftraggeber zu beachten. Im Rahmen dessen ist es möglich, Wasserstoff zu nutzen.

4.3.2 Praktische Umsetzbarkeit

Um die praktische Umsetzbarkeit der Maßnahme zu prüfen, muss die Frage beantwortet werden, ob die Anforderungen an ein „sauberes Fahrzeug“ tatsächlich dazu beitragen, dass Straßenfahrzeuge mit vermindertem oder keinem THG-Ausstoß beschafft werden. Nach § 2 Nr. 4 i. V. m. Anlage 1 SaubFahrzeugBeschG darf ein Pkw oder ein leichtes NFZ im Zeitraum von 2021 bis 2025 nicht mehr als 50 g CO₂ / km ausstoßen. Ab dem sich anschließenden Zeitraum von 2026 bis 2030 dürfen Pkw und leichte NFZ keine CO₂-Emissionen ausstoßen (keine Angaben zu Luftschadstoffen). Die EU hingegen schreibt für den Zeitraum von 2020 bis 2024 einen Grenzwert für den CO₂-Ausstoß von 95 g CO₂ / km für Pkw und 147 g CO₂ / km für leichte NFZ vor²⁵⁵. Der Vergleich zeigt, dass durch die Anforderungen an ein „sauberes Fahrzeug“ tatsächlich Anstrengungen unternommen werden müssen, um Straßenfahrzeuge mit mindestens einem verminderten THG-Ausstoß zu beschaffen.

²⁵² Vgl. BT, Mindestziele bei öffentlicher Beschaffung "sauberer" Fahrzeuge festgestellt; Vgl. BT, Beschlussempfehlung und Bericht des Ausschusses für Verkehr und digitale Infrastruktur (15. Ausschuss).

²⁵³ Vgl. BT, Stenografischer Bericht des Deutschen Bundestages in seiner 226. Sitzung, S. 28829.

²⁵⁴ Vgl. ebenda.

²⁵⁵ Vgl. KOM, CO₂-Emissionsnormen für Pkw und Transporter.

Daraus ergibt sich die Frage, welche Straßenfahrzeuge die Anforderungen an ein „sauberes Fahrzeug“ nach § 2 Nr. 4 bis 6 i. V. m. Anlage 1 SaubFahrzeugBeschG erfüllen. Zum einen sieht § 6 Abs. 7 SaubFahrzeugBeschG diesbezüglich die Möglichkeit der Nachrüstung von Straßenfahrzeugen vor. Dem Erwägungsgrund 15 der CVD-RL zufolge ist dies aus ökologischer Sicht sinnvoll. Zum anderen können Straßenfahrzeuge, welche die Grenzwerte einhalten, beschafft werden. Als Fahrzeuge, die jene Grenzwerte einhalten, bieten sich unter anderem Brennstoffzellenfahrzeuge sowie Batteriefahrzeuge an²⁵⁶. Wie der Vergleich von einem Brennstoffzellenfahrzeug mit einem Batteriefahrzeug in Kapitel 3.2.3 gezeigt hat, eröffnet sich damit das Problem, dass in der Abwägung zwischen Brennstoffzellen- und Batteriefahrzeugen aus Kostengründen und wegen der Tankinfrastruktur vorzugsweise Batteriefahrzeuge beschafft werden²⁵⁷. Daraus ergibt sich die aktuell geringe Anzahl an zugelassenen Brennstoffzellenfahrzeugen (Pkw)²⁵⁸. Aktuell ist neben der Anzahl an Pkw auch die Anzahl an Brennstoffzellenbussen gering. Etwa 98 % der Busse werden von fossilen Kraftstoffen angetrieben.²⁵⁹ Hieraus lässt sich ableiten, dass Brennstoffzellenfahrzeuge mit Wasserstoff als Brennstoff aktuell nur in geringem Maße dazu beitragen, die im SaubFahrzeugBeschG festgesetzte Beschaffungsquote zu erreichen.

Damit dennoch Brennstoffzellenfahrzeuge beschafft und Wasserstoff genutzt wird, sieht die NWS Maßnahmen für die Förderung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie sowie für den Ausbau der notwendigen Infrastruktur vor. Die Maßnahme 6 verfolgt z. B. das Ziel, die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie durch gezielte Fördermaßnahmen im Markt zur Anwendung zu bringen, wettbewerbsfähig zu machen und zu etablieren.²⁶⁰ Vor dem Hintergrund wurde eine Förder-RL geschaffen, mit der die Investition in Straßenfahrzeuge mit einem Brennstoffzellenantrieb für die Bereiche Straße, Wasser und Schiene sowie der Ausbau der Tankinfrastruktur durch einen Zuschuss gefördert wird.²⁶¹ Hieran schließen sich z. B. die Maßnahme 8 und 9 an²⁶².

Die Untersuchung der praktischen Umsetzbarkeit der Maßnahme 11 zeigt im Ergebnis, dass die Anforderungen an saubere Fahrzeuge eine Verpflichtung darstellen, Anstrengungen zu unternehmen, umweltfreundliche Straßenfahrzeuge zu beschaffen. Grundlegend ist es möglich, saubere Fahrzeuge im Sinne des § 2 Nr. 4 bis 6 i. V. m. Anlage 1

²⁵⁶ Vgl. BMU, Das System der CO₂-Flottengrenzwerte für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge, S. 3.

²⁵⁷ Vgl. Eckert, W., Welcher Antrieb ist der beste?.

²⁵⁸ Vgl. UBA, Wasserstoff im Verkehr: Häufig gestellte Fragen (FAQs).

²⁵⁹ Vgl. Pütz, R. et al., Alternative Antriebe für Linienbusse vor dem Hintergrund der Novelle der Clean Vehicles Directive der EU – eine ökologisch-ökonomische Gesamtbetrachtung, S. 31-32.

²⁶⁰ Vgl. BT, Nationale Wasserstoffstrategie, S. 21, 24.

²⁶¹ Vgl. BMVI, Bekanntmachung der Förderrichtlinie für Maßnahmen der Marktaktivierung im Rahmen des Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie Phase 2 (Schwerpunkt Nachhaltige Mobilität), S. 1-2.

²⁶² Vgl. BT, Nationale Wasserstoffstrategie, S. 21.

SaubFahrzeugBeschG zu beschaffen und damit die Beschaffungsquote zu erfüllen. Deshalb wird die Maßnahme 11 als praktisch umsetzbar bewertet. Eine Verpflichtung für die Beschaffung von Brennstoffzellenfahrzeugen als Straßenfahrzeuge gibt es jedoch nicht, weil als umweltfreundliche Straßenfahrzeuge neben Brennstoffzellenfahrzeugen auch andere Antriebsformen in Betracht kommen. In Bezug auf die Anschaffung von Brennstoffzellenfahrzeugen wirken sich deren Anschaffungskosten sowie die Tankinfrastruktur negativ auf die Entscheidung zur Beschaffung aus. Für die Anschaffungskosten können Fördermaßnahmen, wie mit Maßnahme 6 umgesetzt, in Anspruch genommen werden. Die Tankinfrastruktur wird fortlaufend ausgebaut. Darauf zielen z. B. die Maßnahmen 8 und 9 ab.

4.3.3 Gesamtumsetzbarkeit

Die Untersuchung der Maßnahme 11 hat gezeigt, dass diese aus rechtlicher Sicht umgesetzt wurde. Das SaubFahrzeugBeschG legt Mindestanforderungen in Form von Emissionsgrenzwerten bzw. die Nutzung spezifischer umweltfreundlicher Kraftstoffe fest. Zudem werden die öffentlichen Auftraggeber zur Beschaffung einer Mindestmenge umweltfreundlicher Straßenfahrzeuge verpflichtet. Diese können somit eine Vorbildfunktion ggü. den Bürgern zur Etablierung neuer Mobilitätsformen erfüllen. Mit Blick auf die praktische Umsetzbarkeit wird geschlussfolgert, dass die Anforderungen an ein „sauberes Fahrzeug“ eine verpflichtende Wirkung für die Beschaffung umweltfreundlicher Straßenfahrzeuge und die Nutzung umweltfreundlicher Kraftstoffe entfalten. Als saubere Fahrzeuge kommen Fahrzeuge mit verschiedenen Antriebsformen in Betracht. Somit ist es grundlegend möglich, die Beschaffungsquoten zu erfüllen. Deshalb wird die Maßnahme als praktisch umsetzbar bewertet.

Im Ergebnis ist die Maßnahme 11 insgesamt als umsetzbar anzusehen. Durch das SaubFahrzeugBeschG wird allerdings keine Verpflichtung geschaffen, gezielt Wasserstoff und Brennstoffzellenfahrzeuge zu nutzen. Der Einsatz von Brennstoffzellenfahrzeugen muss wirtschaftlicher gestaltet werden, damit diese auch zur Erfüllung der Beschaffungsquote eingesetzt werden.

4.4 Maßnahme 15: Pilotprogramm Carbon Contracts for Difference

Der Anteil des Industriesektors an den gesamten THG-Emissionen der BRD betrug im Jahr 2020 24 %²⁶³. Um diesen Anteil zu senken, setzt sich die Maßnahme 15 das Ziel, die prozessbedingten CO₂-Emissionen der Stahl- und Chemieindustrie zu reduzieren²⁶⁴. Prozessbedingte Emissionen entstehen durch chemische Reaktionen bei Umwandlungsverfahren, die nicht der Energieerzeugung dienen. Zu diesen Umwandlungsverfahren zählt z. B. die Herstellung von Zement unter Verwendung von Kalk.²⁶⁵

Zur Reduzierung der THG-Emissionen im Industriesektor verpflichtet der europäische Emissionshandel energieintensive Industrieunternehmen und die der Energiewirtschaft insgesamt zur Einhaltung einer jährlichen THG-Emissionsobergrenze. Um diese Grenze einzuhalten, können Unternehmen zum einen durch den Mitgliedsstaat teilweise kostenfrei und teilweise entgeltlich Berechtigungen für den Ausstoß von THG-Emissionen erwerben.²⁶⁶ Zum anderen können Effizienzsteigerungsmaßnahmen zur Reduzierung der THG-Emissionen eingesetzt werden. Diese sind jedoch bereits ausgereizt, weshalb eine Umstellung auf neue Technologien wie z. B. Elektrolyseure zur Herstellung von Wasserstoff erforderlich ist, um THG-Emissionen weiter zu reduzieren.²⁶⁷ Aktuell ist die Umstellung jedoch mit sehr hohen zusätzlichen Kosten verbunden, welche als Kosten für die Minderung von CO₂ bzw. Vermeidungskosten bezeichnet werden. Hierbei handelt es sich meist um die erhöhten variablen Kosten der neuen Produktionsverfahren²⁶⁸. Beispielsweise verursacht der Bezug erneuerbaren Stroms für die Produktion von Wasserstoff hohe Vermeidungskosten²⁶⁹.

Im Vergleich beider Möglichkeiten zu Einhaltung der THG-Emissionsobergrenze wird der Erwerb von Emissionsberechtigungen den Investitionen in umweltfreundliche Technologien vorgezogen, weil entsprechende Investitionen wegen der hohen Vermeidungskosten als unwirtschaftlich betrachtet werden²⁷⁰. Um diese Investitionen zu fördern, bedient sich die Maßnahme 15 der Erprobung eines Anreizsystems im Rahmen eines Pilotprogramms. Das Pilotprogramm verfolgt den Ansatz der CCfD. Demnach wird ein Preis für die CO₂-Vermeidungskosten vertraglich festgelegt. Abhängig von der Differenz zwischen

²⁶³ Vgl. Presse- und Informationsamt der Bundesregierung, Deutschland bleibt im Klimaschutz auf Kurs.

²⁶⁴ Vgl. BT, Nationale Wasserstoffstrategie, S. 22.

²⁶⁵ Vgl. Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, Monitoring-Kurzbericht 2019, S. 27.

²⁶⁶ Vgl. UBA, Der Europäische Emissionshandel.

²⁶⁷ Vgl. BT, Pilotprogramm für Carbon Contracts for Difference, S. 1; Vgl. BT, Nationale Wasserstoffstrategie, S. 22.

²⁶⁸ Vgl. Lösch, O. et al., Projektbasierte Klimaschutzverträge für eine treibhausgasneutrale Industrieproduktion, S. 4.

²⁶⁹ Vgl. BT, Nationale Wasserstoffstrategie, S. 18-19.; Vgl. BT, Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung zur Umsetzung des Klimaschutzplans 2050, S. 24.

²⁷⁰ Vgl. BMWi, Stand der Gespräche zum Handlungskonzept Stahl zwischen dem Bundeswirtschaftsministerium und der Stahlindustrie in Deutschland, S. 1-2.

dem festgelegten Preis und dem Preis für Emissionsberechtigungen werden den Unternehmen anschließend die Differenzkosten erstattet bzw. sind diese in der Pflicht, die Differenz dem Staat zurückzuzahlen.²⁷¹

Insgesamt kann die Maßnahme 15 dem höheren Ziel der Etablierung von Wasserstoff in der Wirtschaft zugeordnet werden. Indem die emissionsreichen Industrieprozesse auf umweltfreundliche Prozesse umgestellt werden, können THG-Emissionen eingespart werden. Damit bietet die Maßnahme 15 das Potenzial, einen Beitrag zur Erreichung der Klimaneutralität zu leisten. Der Klimabeitrag ist abhängig davon, in welchem Maß die neuen Technologien zum Einsatz kommen.²⁷²

4.4.1 Rechtliche Umsetzbarkeit

Die Anwendung der CCfD ist im Klimaschutzprogramm 2030 vorgesehen. Die für den CCfD notwendigen Finanzmittel stammen aus dem DARF. Demnach sollen im Rahmen eines Pilotprogramms Klimaschutzverträge zwischen dem Staat und Unternehmen des Industriesektors auf Grundlage des Ansatzes von CCfD geschlossen werden.²⁷³ Das BMU hat hierzu ein erstes Papier zur Ausgestaltung der Klimaschutzverträge durch eine Förder-RL veröffentlicht²⁷⁴. Einem Unternehmen sollen hierbei die Differenzkosten zwischen den CO₂-Vermeidungskosten, die sich aus den „[...] klima- und umweltschutzbedingten Betriebsmehrkosten [...]“²⁷⁵ des zu realisierenden Projekts ergeben, und den Kosten für die Emissionsberechtigungen eines vergleichbaren Projekts mit einem höheren THG-Ausstoß ersetzt werden. Für den Fall, dass sich die im Einsatz befindliche Technologie etabliert und niedrigerere Kosten entstehen als für den Erwerb von Emissionsberechtigungen, sind die Unternehmen verpflichtet, jene Differenz dem Staat zu erstatten.²⁷⁶ Das dargelegte Förderprinzip wird anhand eines vereinfachten Beispiels in der folgenden Abbildung dargestellt.

²⁷¹ Vgl. BT, Nationale Wasserstoffstrategie, S. 22.; Vgl. BMU, Eckpunkte für eine Förderrichtlinie Klimaschutzverträge zur Umsetzung des Pilotprogramms „Carbon Contracts for Difference“, S. 2-3.

²⁷² Vgl. Bär, H. et al., Der Neun-Punkte-Plan, S. 27-28.

²⁷³ Vgl. Bundesministerium der Finanzen, Deutscher Aufbau- und Resilienzplan, S. 81-83, 120.

²⁷⁴ Vgl. BMU, Eckpunkte für eine Förderrichtlinie Klimaschutzverträge zur Umsetzung des Pilotprogramms „Carbon Contracts for Difference“.

²⁷⁵ BT, Pilotprogramm für Carbon Contracts for Difference, S. 2.

²⁷⁶ Vgl. BMU, Eckpunkte für eine Förderrichtlinie Klimaschutzverträge zur Umsetzung des Pilotprogramms „Carbon Contracts for Difference“, S. 2-3.

Abbildung 4.4.1-1: Förderprinzip nach CCfD²⁷⁷

Fall 1: Kosten für Emissionszertifikate < CO₂-Vermeidungskosten			
	Unternehmen A herkömmliches Verfahren		
	Produktionskosten	10,00 €	
	+ Kosten für Emissionszertifikate	5,00 €	
	Gesamtkosten	<u>15,00 €</u>	
	Unternehmen B CO ₂ -vermindertes Verfahren		
	Produktionskosten	16,00 €	
	+ Kosten für Emissionszertifikate	- €	
	Gesamtkosten	<u>16,00 €</u>	
Klimaschutzvertrag zwischen dem Staat und Unternehmen B			
	Produktionskosten CO ₂ -vermindertes Verfahren	16,00 €	
	- Produktionskosten herkömmliches Verfahren	10,00 €	
	= CO ₂ -Vermeidungskosten	6,00 €	
	- Kosten für Emissionszertifikate	5,00 €	
	= Differenzkosten	<u>1,00 €</u>	
	→ Erstattung des Staates an Unternehmen B	1,00 €	
Fall 2: Kosten für Emissionszertifikate > CO₂-Vermeidungskosten			
	Unternehmen A herkömmliches Verfahren		
	Produktionskosten	10,00 €	
	+ Kosten für Emissionszertifikate	7,00 €	
	Gesamtkosten	<u>17,00 €</u>	
	Unternehmen B CO ₂ -vermindertes Verfahren		
	Produktionskosten	16,00 €	
	+ Kosten für Emissionszertifikate	- €	
	Gesamtkosten	<u>16,00 €</u>	
Klimaschutzvertrag zwischen dem Staat und Unternehmen B			
	Produktionskosten CO ₂ -vermindertes Verfahren	16,00 €	
	- Produktionskosten herkömmliches Verfahren	10,00 €	
	= CO ₂ -Vermeidungskosten	6,00 €	
	- Kosten für Emissionszertifikate	7,00 €	
	= Differenzkosten	<u>-1,00 €</u>	
	→ Rückzahlung des Unternehmens B an den des Staat	1,00 €	

Schwierigkeiten bei der Umsetzung können sich aus der Gestaltung der Klimaschutzverträge ergeben, weil die Verträge einerseits rechtssicher und verbindlich sein müssen, andererseits auch flexibel genug, um dem künftigen politischen und rechtlichen Rahmen entsprechen zu können²⁷⁸. Das Eckpunktepapier sieht einen zeitlichen Umfang der Verträge von 10 Jahren vor. Dieser lange Zeitraum ist nur schwer mit der Haushaltsplanung des Bundes vereinbar.²⁷⁹ Zudem kommt eine Studie zu dem Schluss, dass die erforderliche Vertragsdauer entsprechend der Abschreibungsdauer der genutzten Anlage länger

²⁷⁷ In Anlehnung an: BMWi, Was sind eigentlich Carbon Contracts for Difference?; Bildquelle: Microsoft Office Piktogramme.

²⁷⁸ Vgl. BMU, Eckpunkte für eine Förderrichtlinie Klimaschutzverträge zur Umsetzung des Pilotprogramms „Carbon Contracts for Difference“, S. 2-3.

²⁷⁹ Vgl. ebenda, S. 2.

oder kürzer ausfallen kann²⁸⁰. Des Weiteren sind die betrieblichen Mehrkosten durch die Nutzung von Wasserstoff bei Vertragsschluss nicht vollumfänglich absehbar und können sich über den Vertragszeitraum ändern. Das Eckpunktepapier sieht daher vor, die Art und Zusammensetzung der Kosten verbindlich festzulegen und Mechanismen zur Anpassung der Kosten und der Förderung, abhängig vom tatsächlichen Aufwand, in den Klimaschutzverträgen mit aufzunehmen.²⁸¹

Die dem Staat entstehenden Förderkosten müssen durch eine Finanzierung gedeckt werden. Das Eckpunktepapier sieht daher vor, als entgegengesetztes Prinzip der CCfD eine Steuer oder eine Abgabe auf bestehende Technologien und Verfahren mit einem hohen THG-Ausstoß zu erheben. Darüber hinaus gilt es zu beachten, dass die Klimaschutzverträge keine unzulässige Beihilfe nach Art. 107, 108 AEUV darstellen dürfen.²⁸² In diesem Zusammenhang finden aktuell noch Abstimmungen zwischen der EU und der BRD statt²⁸³.

Im Ergebnis lässt sich zusammenfassen, dass die Maßnahme 15 durch das Eckpunktepapier des BMU konkretisiert wurde. Weil sich das Pilotprojekt aber noch im Aufbau befindet, können die Klimaschutzverträge aktuell noch nicht geschlossen werden und damit auch keine Projekte zum Einsatz von Wasserstoff gefördert werden. Deshalb wird die Maßnahme 15 als rechtlich nicht umsetzbar bewertet. Ausblickend gab der DARP bekannt, dass noch im Jahr 2021 ein Interessenbekundungsverfahren durchgeführt werden soll. Nach § 7 Abs. 2 S. 2 BHO soll hierbei überprüft werden, ob die Förderung der erhöhten Betriebskosten auch durch Private durchgeführt werden können. Bis zum Jahr 2022 soll schließlich eine Förder-RL erarbeitet und umgesetzt werden, um die Finanzmittel aus dem DARP bis 2026 für die Finanzierung der Klimaschutzverträge einsetzen zu können.²⁸⁴

²⁸⁰ Vgl. Lösch, O. et al., Projektbasierte Klimaschutzverträge für eine treibhausgasneutrale Industrieproduktion, S. 13-14.

²⁸¹ Vgl. BMU, Eckpunkte für eine Förderrichtlinie Klimaschutzverträge zur Umsetzung des Pilotprogramms „Carbon Contracts for Difference“, S. 2-3.

²⁸² Vgl. ebenda, S. 2-5.

²⁸³ Vgl. Bundesministerium der Finanzen, Deutscher Aufbau- und Resilienzplan, S. 84.

²⁸⁴ Vgl. ebenda, S. 81-83, 120.

4.4.2 Praktische Umsetzbarkeit

Das Eckpunktepapier definiert Kriterien für die Nutzung von Wasserstoff im Rahmen der Klimaschutzverträge. Die Klimaschutzverträge werden durch Vergabeverfahren mit Ausschreibungen nach wettbewerblichen Gesichtspunkten vergeben. Antragsberechtigte der Förder-RL sind Unternehmen der Stahl-, Zement-, Kalk- und Ammoniakindustrie.²⁸⁵ Für die Untersuchung der praktischen Umsetzbarkeit bedarf es deshalb der Beantwortung der Frage, ob die Anforderungen der Förder-RL zum Abschluss der Klimaschutzverträge durch die Antragsberechtigten erfüllt werden können.

Als Anforderung gelten der Einsatz erneuerbaren Stroms sowie die räumliche und zeitliche Abstimmung zwischen der zur Verfügung stehenden Menge an Strom und dessen Bedarf für die Wasserstoffherstellung. Außerdem werden der Stand der neuen Technologie und die damit einhergehenden Veränderungen sowie die Möglichkeit der Übertragung der Technologie auf andere Projekte und Verfahren eingeschätzt²⁸⁶. Des Weiteren wird der Beitrag des Einsatzes von Wasserstoff zur Minderung des THG-Ausstoßes im Industriesektor sowie zur Erreichung der Klimaneutralität beurteilt²⁸⁷. Zudem ist eine Anforderung, dass die eingesetzte Technologie dem Grunde nach ausgereift und perspektivisch in der Lage sein muss, um in großem Umfang in der Industrie eingesetzt werden zu können²⁸⁸. Die zum Einsatz kommende Technologie muss demzufolge technisch umsetzbar, finanzierbar und organisatorisch durchführbar sein²⁸⁹. Zur Erreichung dieser Vorgaben besteht die Möglichkeit, fossile Grundstoffe in der Industrie stückweise mithilfe von Wasserstoff zu ersetzen oder direkt auf Technologien umzusteigen, die ausschließlich auf Wasserstoff basieren²⁹⁰.

Es ist z. B. möglich, Wasserstoff zur Herstellung von Stahl einzusetzen²⁹¹. Der Wasserstoff wird dabei als Substitut für Koks verwendet, welcher der Gewinnung von Eisenerz unter Freisetzung von CO₂ dient²⁹². Durch die Substitution von Koks mit Wasserstoff ist

²⁸⁵ Vgl. BMU, Eckpunkte für eine Förderrichtlinie Klimaschutzverträge zur Umsetzung des Pilotprogramms „Carbon Contracts for Difference“, S. 4-5.

²⁸⁶ Vgl. ebenda, S. 3, 5.

²⁸⁷ Vgl. ebenda, S. 4; Vgl. Lösch, O. et al., Projektbasierte Klimaschutzverträge für eine treibhausgasneutrale Industrieproduktion, S. 20-21.

²⁸⁸ Vgl. BMU, Eckpunkte für eine Förderrichtlinie Klimaschutzverträge zur Umsetzung des Pilotprogramms „Carbon Contracts for Difference“, S. 3-4.

²⁸⁹ Vgl. Lösch, O. et al., Projektbasierte Klimaschutzverträge für eine treibhausgasneutrale Industrieproduktion, S. 22.

²⁹⁰ Vgl. BMU, Eckpunkte für eine Förderrichtlinie Klimaschutzverträge zur Umsetzung des Pilotprogramms „Carbon Contracts for Difference“, S. 4; Vgl. Roeb, M. et al., Wasserstoff als ein Fundament der Energiewende, S. 9.

²⁹¹ Vgl. Lösch, O. et al., Projektbasierte Klimaschutzverträge für eine treibhausgasneutrale Industrieproduktion, S. 25.

²⁹² Vgl. Weichenhain, U. et al., Potenziale der Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Industrie in Baden-Württemberg, S. 20.

es möglich, bis zu 20 % der CO₂-Emissionen einzusparen²⁹³. Es wird gerade erprobt, inwiefern diese Technologie auf die Industrie ausgeweitet werden kann.

Insgesamt kann davon ausgegangen werden, dass die Anforderungen der Förder-RL durch die Antragsberechtigten erfüllt werden können, um den Zweck der Förderung zu erreichen. Deshalb können Projekte und Technologien auf Grundlage von Wasserstoff im Rahmen der Klimaschutzverträge grundsätzlich gefördert werden, weshalb die Maßnahme 15 als praktisch umsetzbar bewertet wird.

4.4.3 Gesamtumsetzbarkeit

Die Untersuchung der rechtlichen Umsetzbarkeit der Maßnahme 15 auf Basis des Emissionsschutz- und Vergaberechts hat gezeigt, dass das Pilotprogramm aktuell noch aufgebaut wird. Hierbei wurde ein Eckpunktepapier erlassen, das die Umsetzung des Pilotprojektes beschreibt. Im Rahmen dessen ist es erforderlich, die Ausgestaltung der Klimaschutzverträge zu konkretisieren sowie eine Förder-RL zu erlassen. Außerdem ist es notwendig, die Finanzierung der Verträge durch den Staat sowie die beihilfenrechtliche Komponente abzustimmen. Weil die rechtliche Umsetzung der Maßnahme 15, wie dargelegt, noch nicht abschließend geklärt ist, wird die Maßnahme 15 als rechtlich nicht umsetzbar bewertet. Aus Sicht der praktischen Umsetzbarkeit hingegen ist die Maßnahme 15 als umsetzbar zu betrachten. Wie die Untersuchung gezeigt hat, können die Anforderungen der Förder-RL durch die Antragsberechtigten grundsätzlich erfüllt werden.

In der Gesamtschau lässt sich festhalten, dass die Maßnahme 15 aktuell nicht umsetzbar ist. Nichtsdestotrotz kann das Pilotprojekt bei Umsetzung mithilfe der Klimaschutzverträge die Einführung neuer Technologien für die Herstellung von Wasserstoff fördern²⁹⁴. Darüber hinaus kann mit den Klimaschutzverträgen das Eintreten einer Carbon-Leakage-Situation verhindert werden, bei der Unternehmen sich durch umfangreichere und höhere Umweltstandards dazu bewegen sehen, ihren Unternehmensstandort in andere Länder zu verlagern.²⁹⁵

²⁹³ Vgl. thyssenkrupp Steel Europe AG, Mit Wasserstoff zur klimaneutralen Stahlproduktion.

²⁹⁴ Vgl. Lösch, O. et al., Projektbasierte Klimaschutzverträge für eine treibhausgasneutrale Industrieproduktion, S. 4.

²⁹⁵ Vgl. BMWi, Die Energie der Zukunft, S. 170.

5 Klimabeitrag der Nationalen Wasserstoffstrategie zur Erreichung der Klimaneutralität

Aus der rechtlichen und praktischen Umsetzbarkeit der Maßnahmen lässt sich die Gesamtumsetzbarkeit der Maßnahmen ableiten. Darauf basierend kann i. V. m. der Zuordnung der Maßnahmen zu den höheren Zielen der Klimabeitrag der Maßnahmen ermittelt werden, woraus sich in der Gesamtschau ableiten lässt, ob die NWS geeignet ist, einen Beitrag zur Erreichung der Klimaneutralität zu leisten. Um diese Einschätzung herzuleiten, werden die Ergebnisse der Untersuchung der rechtlichen und praktischen Umsetzbarkeit der ausgewählten Maßnahmen sowie deren Zuordnung zu den höheren Zielen zunächst in der nachfolgenden Tabelle dargestellt und anschließend zusammenfassend erläutert.

Tabelle 5-1: Zusammenfassung der Umsetzbarkeit der Maßnahmen²⁹⁶

Maßnahmen der NWS		Umsetzbarkeit		Höheres Ziel
		Rechtlich	Praktisch	
Maßnahme 4	Offshore-Wasserstoffproduktion	Nein	Nein	P
Maßnahme 5	RED II	Ja	Nein	E
Maßnahme 11	CVD-RL	Ja	Ja	E
Maßnahme 15	Pilotprogramm CCfD	Nein	Ja	E
Legende: E Höheres Ziel der Etablierung von Wasserstoff in der Wirtschaft P Höheres Ziel der Förderung von Forschung und Entwicklung der Wasserstoffproduktion				

Die Untersuchung der Maßnahmen hat gezeigt, dass in Bezug auf die rechtliche Umsetzung der Maßnahmen erste Rechtsgrundlagen geschaffen wurden, um diese rechtssicher durchzuführen. Die Maßnahmen 5 und 11 sind aus rechtlicher Sicht umsetzbar. Bei den Maßnahmen 4 und 15 hingegen besteht weiterer Handlungsbedarf, indem z. B. eine Förder-RL zur rechtlichen Umsetzung der Maßnahme 15 erlassen werden muss.

In Bezug auf die praktische Umsetzbarkeit aus technischer und finanzieller Sicht lässt sich sagen, dass die Maßnahmen bisher praktisch nur teilweise umsetzbar sind. Die Maßnahmen 11 und 15 sind praktisch umsetzbar, die Maßnahmen 4 und 5 hingegen nicht. Als eine Ursache ist z. B. die fehlende wirtschaftliche Attraktivität der Umsetzung der Maßnahmen zu nennen, wie es bei Maßnahme 4 der Fall ist. Als eine weitere Ursache lässt sich anführen, dass die technischen Voraussetzungen wie z. B. die Möglichkeit der Meerwasserentsalzung bei Maßnahme 4 bzw. die Wasserstoffverfügbarkeit in ausreichendem Maß bei Maßnahme 5 nicht gegeben sind. Anhand dieser Beispiele wird

²⁹⁶ Eigene Darstellung.

deutlich, dass sich die praktische Umsetzbarkeit teilweise gegenseitig bedingt. Mit der Umsetzung der Maßnahme 4 wird z. B. eine Voraussetzung für die praktische Umsetzbarkeit der Maßnahme 5 erfüllt.

Beurteilend zum Klimabeitrag lässt sich ableiten, dass die Maßnahmen, die wie die Maßnahme 4 das höhere Ziel der Förderung von Forschung und Entwicklung der Wasserstoffproduktion verfolgen, nur indirekt einen Beitrag zur Erreichung der Klimaneutralität leisten können, weil die Umsetzung dieser eine Voraussetzung für die Umsetzung anderer Maßnahmen sind. Maßnahmen, die, wie die Maßnahmen 5, 11 und 15, das höhere Ziel der Etablierung von Wasserstoff in der Wirtschaft verfolgen, können hingegen einen direkten Klimabeitrag erzielen, weil Wasserstoff durch die Umsetzung der Maßnahmen tatsächlich eine Reduktion der THG-Emissionen bewirkt.

Damit ein indirekter bzw. ein direkter Klimabeitrag durch eine Maßnahme erzielt werden kann, muss die Gesamtumsetzbarkeit der Maßnahme gewährleistet sein. Diese ergibt sich, wenn eine Maßnahme sowohl rechtlich als auch praktisch umsetzbar ist. In der Gesamtschau sind demzufolge die Maßnahmen 4, 5 und 15 als nicht umsetzbar zu bewerten. Diese Maßnahmen leisten somit keinen Beitrag zur Erreichung der Klimaneutralität. Die Maßnahme 11 hingegen wird insgesamt als umsetzbar betrachtet. Deren Beitrag zur Erreichung der Klimaneutralität wird deshalb nachfolgend erläutert.

Die Maßnahme 11 setzt sich zum Ziel, die Nutzung umweltfreundlicher Straßenfahrzeuge im kommunalen Raum zu fördern, um dadurch tatsächlich THG im Verkehrssektor einzusparen. Mit dem SaubFahrzeugBeschG wurden Emissionsgrenzwerte für zu beschaffende Straßenfahrzeuge festgelegt. Diese dürfen demnach nur geringe bzw. keine THG-Emissionen ausstoßen. Als umweltfreundliche Fahrzeuge kommen neben Brennstoffzellenfahrzeugen auch anders angetriebene Fahrzeuge wie Batteriefahrzeuge in Betracht. Wie in Kapitel 3.2.3 dargelegt, sind in Bezug auf den Umweltaspekt bei Fahrzeugen mit geringen Laufleistungen Brennstoffzellenfahrzeuge den Batteriefahrzeugen vorzuziehen. Batteriefahrzeuge sind derzeit jedoch wirtschaftlich als vorteilhafter anzusehen, weshalb der Klimabeitrag von Brennstoffzellenfahrzeugen bei Fahrzeugen mit geringen Laufleistungen nicht vollkommen ausgeschöpft wird. In Bezug auf Fahrzeuge mit hohen Gesamtfahrleistungen wie z. B. Busse hat die Untersuchung ergeben, dass Brennstoffzellenfahrzeuge ggü. Batteriefahrzeugen einen geringeren Klimabeitrag leisten. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Maßnahme 11 einen direkten Beitrag zur Erreichung der Klimaneutralität leistet. Das Potenzial der Maßnahme 11 wird allerdings nicht vollständig in einen Beitrag umgesetzt und deshalb als nicht erheblich eingeschätzt.

Zusammenfassend lässt sich die Beurteilung zur Umsetzung des Beitrags der untersuchten Maßnahmen aus der nachfolgenden Tabelle entnehmen.

Tabelle 5-2: Beurteilung des Klimabeitrags der untersuchten Maßnahmen²⁹⁷

Maßnahmen der NWS		Umsetzbarkeit	Wirkung	Beitrag
Maßnahme 4	Offshore-Wasserstoffproduktion	Nein	Indirekt	Nein
Maßnahme 5	RED II	Nein	Direkt	Nein
Maßnahme 11	CVD-RL	Ja	Direkt	Teilweise umgesetzt
Maßnahme 15	Pilotprogramm CCfD	Nein	Direkt	Nein

Wie die Untersuchung gezeigt hat, leisten die ausgewählten Maßnahmen nach aktuellem Stand in der Gesamtschau keinen erheblichen Beitrag zur Erreichung der Klimaneutralität. Daraus wird geschlossen, dass die NWS nach aktuellem Stand nicht geeignet ist, einen erheblichen Beitrag zur Erreichung der Klimaneutralität zu leisten. Mit Blick auf die Zukunft lässt sich jedoch sagen, dass die NWS mit der Umsetzung der Maßnahmen dennoch das Potenzial bietet, einen Beitrag für die Erreichung der Klimaneutralität umzusetzen.

²⁹⁷ Eigene Darstellung.

6 Zusammenfassung

Der fortschreitende Klimawandel, der durch anthropogene Einflüsse hervorgerufen wird, führt zu sich häufenden Klima- und Wetterextremen. Daraus ergeben sich die Bestrebungen, dem Klimawandel entgegenzuwirken, um den Anstieg der Erdtemperatur auf 1,5 Grad Celsius zu begrenzen. Das PA prägt die Absicht der Erreichung der Klimaneutralität. Nach Art. 4 Abs. 1 PA muss die Bilanz zwischen den durch den Menschen verursachten THG-Emissionen und deren natürlichen Abbau ausgeglichen sein.

Im Einklang mit der EU hat sich die BRD das Ziel gesetzt, die Klimaneutralität bis zum Jahr 2050 zu erreichen. Rechtlich verbindlich geregelt ist dieses Ziel im KSG. Zur Umsetzung der Klimaneutralität wird mit dem Gesetz ein THG-Minderungspfad bis zum Jahr 2030 aufgestellt. Aufgrund der Entscheidung des Bundesverfassungsgerichtes wird das KSG aktuell angepasst. Demnach soll die Klimaneutralität bereits bis zum Jahr 2045 erreicht werden, weshalb der THG-Minderungspfad bis zum Jahr 2040 erweitert werden soll. Die Entscheidung des Gerichtes verdeutlicht den notwendigen Handlungsbedarf auf dem Weg zur Klimaneutralität, die THG-Emissionen zu reduzieren.

Vor dem Hintergrund der Begrenzung der globalen Erderwärmung hat die Bundesregierung die NWS erlassen. Hierzu greift die Strategie das Potenzial der Senkung von THG durch den Einsatz von grünem Wasserstoff auf. Dieser ist als Grundstoff, Energieträger und Energiespeicher in verschiedenen Anwendungsbereichen einsetzbar. Aus der Verwendung von Wasserstoff ergeben sich sowohl Chancen als auch Risiken. Hierbei ist anzuführen, dass Wasserstoff unter bestimmten Bedingungen eine explosive Wirkung entfaltet. Allerdings ist das Gefahrenpotenzial von Wasserstoff ebenso wie für andere Energieträger kalkulierbar. Des Weiteren steht die Wasserstoffproduktion in Konflikt mit der Verwendung von Wasser als Lebensmittel. Aus diesem Grund ist es erforderlich, die Anlagen zur Erzeugung von Wasserstoff weiterzuentwickeln, um den Einsatz von Wasserstoff marktfähig zu machen. Dies ist eine Voraussetzung, um die Chancen von Wasserstoff nutzen zu können. Der Einsatz von Wasserstoff stellt z. B. eine Möglichkeit dar, Braunkohlereviere nach dem Kohleausstieg einer Folgenutzung zuzuführen. Dafür sollen z. B. Produktionsanlagen für Wasserstoff sowie Speicherkraftwerke errichtet werden, um eine kontinuierliche Energieversorgung sicherzustellen und Arbeitsplätze im Industriesektor zu sichern. Darüber hinaus stellt Wasserstoff eine Möglichkeit dar, fossile Energieträger zu ersetzen und somit THG-Emissionen einzusparen. Im Verkehrssektor können z. B. Brennstoffzellenfahrzeuge als eine alternative Antriebsform eingesetzt werden. Hierbei sind allerdings die hohen Anschaffungskosten und die unzureichende Tankinfrastruktur als problematisch anzusehen.

Aufbauend auf den dargelegten Chancen und Risiken von Wasserstoff verfolgt die NWS die zwei höheren Ziele der Förderung von Forschung und Entwicklung der Wasserstoffproduktion sowie der Etablierung von Wasserstoff in der Wirtschaft. Zur Umsetzung dieser Ziele formuliert die NWS Maßnahmen.

Vor dem Hintergrund der Frage, wie dem Klimawandel entgegengewirkt werden kann, wurde untersucht, ob die Maßnahmen und damit die NWS geeignet ist, einen erheblichen Beitrag zur Erreichung der Klimaneutralität zu leisten. Zur Beantwortung dieser Frage wurden Maßnahmen der NWS, die ein Potenzial bieten, einen Klimabeitrag zu erzielen, ausgewählt und deren rechtliche und praktische Umsetzbarkeit geprüft, um die Umsetzung eines Klimabeitrags durch die Maßnahmen zu beurteilen.

Die Untersuchung hat gezeigt, dass die Umsetzung einiger Maßnahmen erforderlich ist, um darauf aufbauende Maßnahmen zu realisieren. Daraus lässt sich ableiten, dass die indirekte bzw. direkte Wirkung der Maßnahmen bei der Beurteilung des Klimabeitrags zu beachten ist. Ein Klimabeitrag kann nur erzielt werden, wenn die Maßnahmen insgesamt rechtlich und praktisch umgesetzt werden können. Aufgrund unzureichender bzw. nicht vorhandener Rechtsgrundlagen sowie fehlender Voraussetzungen zur praktischen Umsetzung sind die Maßnahmen in der Gesamtschau jedoch überwiegend nicht umsetzbar. Durch die Maßnahmen kann demzufolge momentan kein nennenswerter Klimabeitrag realisiert werden. Daraus wird geschlossen, dass auch die NWS nach aktuellem Stand nicht geeignet ist, einen erheblichen Beitrag zur Erreichung der Klimaneutralität zu leisten. Um eine abschließende Beurteilung des Klimabeitrags der NWS zu geben, ist es erforderlich, dieses Ergebnis zu evaluieren, indem weitere Maßnahmen untersucht und in die Bewertung des Klimabeitrags der NWS einbezogen werden.

Abschließend lässt sich festhalten, dass die NWS das Potenzial bietet, einen Beitrag zur Erreichung der Klimaneutralität zu leisten, indem die Maßnahmen der NWS künftig umgesetzt werden. Um dies zu ermöglichen, besteht jedoch weiterer Handlungsbedarf, damit die rechtlichen und praktischen Voraussetzungen für die Realisierung der Maßnahmen geschaffen werden.

Kernsätze

1. Das Ziel der Erreichung der Klimaneutralität ist auf globaler, europäischer und nationaler Ebene wiederzufinden.
2. Wasserstoff ist Grundstoff, Energieträger und Energiespeicher und damit in vielen Anwendungsbereichen einsetzbar.
3. Die NWS sieht vor, das Potenzial von grünem Wasserstoff zu nutzen, um einen Beitrag zur Erreichung der Klimaneutralität zu leisten.
4. Es ist erforderlich, die Forschung und Entwicklung der Wasserstoffproduktion zu fördern, um den Bedarf nach Wasserstoff decken zu können.
5. Es ist erforderlich, die Nutzung von Wasserstoff wirtschaftlich zu gestalten, um Wasserstoff in der Wirtschaft zu etablieren.
6. Die indirekte bzw. direkte Wirkung der Maßnahmen der NWS ist bei der Beurteilung des Klimabeitrags der NWS zu beachten.
7. Es besteht weiterer Handlungsbedarf, um die rechtlichen und praktischen Voraussetzungen für die Umsetzung der Maßnahmen der NWS zu schaffen.
8. Die NWS leistet nach aktuellem Stand keinen erheblichen Beitrag zur Erreichung der Klimaneutralität.

Literaturverzeichnis

- Aigner, Manfred; Prause, Juliane:** *Forschungsinitiative Energiewende im Verkehr. Kurzbeschreibungen der Forschungsprojekte zur Statuskonferenz vom 03. bis 05.11.2020.* Stuttgart 2020, verfügbar unter: https://www.energiesystem-forschung.de/lw_resource/datapool/systemfiles/elements/files/B3343B04E4FF18E7E0537E695E869368/current/document/Pressematerial_Energiewende_im_Verkehr_Verbundvorhaben_2020.pdf [Zugriff am: 20. Mai 2021]
- Albrecht, Juliane:** Das Klimaschutzgesetz des Bundes – Hintergrund, Regulationsstruktur und wesentliche Inhalte. *Natur und Recht* Nr. 6 Jg. 42 (2020), S. 370-378, ISSN 0172-1631, verfügbar unter: doi:10.1007/s10357-020-3692-3 [Zugriff am: 7. Mai 2021]
- Allgemeiner Deutscher Automobil-Club e.V. (Hrsg.):** *Tesla Model Y: Testfahrt mit Elon Musks kompaktem Elektro-SUV.* München 2021, verfügbar unter: <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/autokatalog/marken-modelle/tesla/tesla-model-y/> [Zugriff am: 10. Juni 2021]
- Bär, Holger; Girard, Yann; Kemfert, Claudia; Neuhoff, Johanna; Runkel, Matthias:** *Der Neun-Punkte-Plan. Beschäftigungs- und Klimaschutzeffekte eines grünen Konjunkturprogramms.* Berlin 2020, verfügbar unter: https://diw-econ.de/wp-content/uploads/Studie_Klimagerechtes-Konjunkturprogramm.pdf [Zugriff am: 16. Juni 2021]
- Belmer, Frank; Bensmann, Boris; Brandt, Torsten; Cremers, Carsten; Derflinger, Monika; Hanke-Rauschenbach, Richard; Grube, Thomas; Heinzel, Angelika; Horenkamp, Willi; Jungmann, Thomas; Kaimer, Stefan; Karzel, Paul; Kleimaier, Martin; Lettenmeier, Philipp; Pokojski, Martin; Sandstede, Gerd; Suermann, Michel; Unwerth, Thomas von; Wolf, Erik:** *Brennstoffzellen- und Batteriefahrzeuge. Bedeutung für die Elektromobilität.* Düsseldorf 2019, verfügbar unter: https://www.vdi.de/fileadmin/pages/vdi_de/redakteure/ueber_uns/dateien/Studie_Brennstoffzellen_und_Batteriefahrzeuge_.pdf [Zugriff am: 11. Juni 2021]
- Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (Hrsg.):** *Flächenentwicklungsplan 2020 für die deutsche Nord- und Ostsee.* Hamburg 2020, verfügbar unter: https://www.bsh.de/DE/THEMEN/Offshore/Meeresfachplanung/Fortschreibung/Anlagen/Downloads/FEP_2020_Flaechenentwicklungsplan_2020.pdf?blob=publicationFile&v=6 [Zugriff am: 22. Juni 2021]
- Bundeskabinett (Hrsg.):** *Eckpunkte für das Klimaschutzprogramm 2030.* Berlin Erscheinungsjahr unbekannt, verfügbar unter: <https://www.bundesregierung.de/re-source/blob/974430/1673502/855f58eed07bcbbd697820b4644e83a7/2019-09-20-klimaschutzprogramm-data.pdf?download=1> [Zugriff am: 11. Mai 2021]
- Bundesministerium der Finanzen (Hrsg.):** *Deutscher Aufbau- und Resilienzplan.* Berlin 2021, verfügbar unter: https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Downloads/Broschueren_Bestellservice/deutscher-aufbau-und-resilienzplan-darp.pdf?blob=publicationFile&v=6 [Zugriff am: 31. Mai 2021]
- Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat (Hrsg.):** *Maritime Raumordnung.* Berlin 2020, verfügbar unter: <https://www.bmi.bund.de/DE/themen/heimat-integration/raumordnung-raumentwicklung/grundlagen/maritime-raumordnung/maritime-raumordnung.html> [Zugriff am: 28. Mai 2021]

- Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat; Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (Hrsg.): Entwurf Raumordnungsplan für die deutsche ausschließliche Wirtschaftszone in der Nord- und Ostsee.** Hamburg 2020, verfügbar unter: https://www.bsh.de/DE/THEMEN/Offshore/Meeresraumplanung/Fortschreibung/Anlagen/Downloads/Entwurf_Raumordnungsplan.pdf;jsessionid=E4F79BDA42D86129E5E5CDFC887B3034.live21301?blob=publicationFile&v=8 [Zugriff am: 28. Mai 2021]
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.): Karliczek: Neue Leitprojekte sind Innovationsbeschleuniger für Wasserstofftechnologien in Deutschland. BMBF bringt Schlüsselprojekte aus dem Zukunftspaket zur Umsetzung der Nationalen Wasserstoffstrategie auf den Weg.** Berlin 2021, verfügbar unter: <https://www.bmbf.de/de/karliczek-neue-leitprojekte-sind-innovationsbeschleuniger-fuer-wasserstofftechnologien-in-13548.html> [Zugriff am: 29. Mai 2021]
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.): Synthetische Kraftstoffe.** Berlin Erscheinungsjahr unbekannt, verfügbar unter: <https://www.bmbf.de/de/synthetische-kraftstoffe-5040.html> [Zugriff am: 25. Juni 2021]
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (Hrsg.): Das System der CO₂-Flottengrenzwerte für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge.** Berlin 2020, verfügbar unter: https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Luft/zusammenfassung_co2_flottengrenzwerte.pdf [Zugriff am: 26. Mai 2021]
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (Hrsg.): Die Klimakonferenz in Paris.** Berlin 2017, verfügbar unter: <https://www.bmu.de/themen/klima-energie/klimaschutz/internationale-klimapolitik/pariser-abkommen/#c8535> [Zugriff am: 28. April 2021]
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (Hrsg.): Eckpunkte für eine Förderrichtlinie Klimaschutzverträge zur Umsetzung des Pilotprogramms „Carbon Contracts for Difference“.** Berlin 2021, verfügbar unter: https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/eckpunktepapier_klimaschutzvertraege_ccfd_bf.pdf [Zugriff am: 31. Mai 2021]
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (Hrsg.): EU-Klimapolitik.** Berlin 2021, verfügbar unter: <https://www.bmu.de/themen/klima-energie/klimaschutz/eu-klimapolitik/> [Zugriff am: 3. Mai 2021]
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (Hrsg.): Klimaschutzgesetz.** Berlin Erscheinungsjahr unbekannt, verfügbar unter: <https://www.bmu.de/faqs/klimaschutzgesetz/> [Zugriff am: 19. Mai 2021]
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (Hrsg.): Klimaschutzplan 2050: Kabinett beschließt Wegweiser in ein klimaneutrales Deutschland.** Berlin 2016, verfügbar unter: <https://www.bmu.de/pressemitteilung/klimaschutzplan-2050-kabinett-beschliesst-wegweiser-in-ein-klimaneutrales-deutschland/> [Zugriff am: 10. Mai 2021]
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (Hrsg.): Kraftstoffe. Informationen rund um Kraftstoffe und alternative Kraftstoffe für den Straßenverkehr.** Berlin 2020, verfügbar unter: <https://www.bmu.de/themen/luft-laerm-verkehr/verkehr/kraftstoffe/> [Zugriff am: 20. Mai 2021]

- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (Hrsg.):** *Markthochlauf für eine grüne Wasserstoffwirtschaft. Positionspapier des BMU.* Berlin 2020, verfügbar unter: https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/positionspapier_ptx_bf.pdf [Zugriff am: 13. Mai 2021]
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (Hrsg.):** *Nationale Wasserstoffstrategie – ein wichtiger Beitrag zum Klimaschutz und zur Zukunftsfähigkeit unserer Wirtschaft. BMU Infopapier: Nationale Wasserstoffstrategie (Juni 2020).* Berlin 2020, verfügbar unter: https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/nationale_wasserstoffstrategie_infopapier_bf.pdf [Zugriff am: 13. Mai 2021]
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (Hrsg.):** *Novelle des Klimaschutzgesetzes beschreibt verbindlichen Pfad zur Klimaneutralität 2045. Klimaziel für 2030 von 55 auf 65 Prozent Treibhausgasminderung gegenüber 1990 angehoben, Bundesregierung beschließt noch 2021 weitere Maßnahmen.* Berlin 2021, verfügbar unter: <https://www.bmu.de/pressemitteilung/novelle-des-klimaschutzgesetzes-beschreibt-verbindlichen-pfad-zur-klimaneutralitaet-2045/> [Zugriff am: 13. Mai 2021]
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (Hrsg.):** *Schulze: Wir fördern Kraftstoffe, die das Klima schützen, ohne die Natur zu zerstören.* Berlin 2021, verfügbar unter: <https://www.bmu.de/pressemitteilung/schulze-wir-foerdern-kraftstoffe-die-das-klima-schuetzen-ohne-die-natur-zu-zerstoeren/> [Zugriff am: 18. Mai 2021]
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (Hrsg.):** *Wie umweltfreundlich sind Elektroautos? Eine ganzheitliche Bilanz.* Berlin 2021, verfügbar unter: https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/elektroautos_bf.pdf [Zugriff am: 15. Juni 2021]
- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (Hrsg.):** *Bekanntmachung der Förderrichtlinie für Maßnahmen der Marktaktivierung im Rahmen des Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie Phase 2 (Schwerpunkt Nachhaltige Mobilität).* Berlin 2020, verfügbar unter: https://www.ptj.de/lw_resource/datapool/systemfiles/cbox/2851/live/lw_bekdoc/bmvi_nip2_foerderrichtlinie marktaktivierung_juli2020.pdf [Zugriff am: 3. Juni 2021]
- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (Hrsg.):** *Gesetzentwurf über die Beschaffung sauberer Straßenfahrzeuge.* Berlin 2021, verfügbar unter: <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/K/clean-vehicles-directive.html> [Zugriff am: 24. Mai 2021]
- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (Hrsg.):** *Neun Wasserstoffregionen stehen fest.* Berlin 2019, verfügbar unter: <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Pressemitteilungen/2019/064-scheuer-wasserstoffregionen-hystarter.html> [Zugriff am: 9. Juni 2021]
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Hrsg.):** *„Strombasierte Kraftstoffe der Zukunft – Forschungsergebnisse ermöglichen die Bewertung und Vergleichbarkeit verschiedener Technologiepfade“.* Berlin 2020, verfügbar unter: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2020/11/20201103-strombasierte-kraftstoffe-der-zukunft.html> [Zugriff am: 20. Mai 2021]

- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Hrsg.):** *Blaupausen für das Umsetzen der Energiewende: Reallabore greifen zentrale Herausforderungen im industriellen Maßstab auf. Reallabore der Energiewende - Innovationen in die Praxis bringen.* Berlin 2021, verfügbar unter: <https://www.energieforschung.de/spotlights/reallabore> [Zugriff am: 9. Juni 2021]
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Hrsg.):** *Bundesbericht Energieforschung 2021. Forschungsförderung für die Energiewende.* Berlin 2021, verfügbar unter: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/bundesbericht-energieforschung-2021.pdf?__blob=publicationFile&v=8 [Zugriff am: 30. Mai 2021]
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Hrsg.):** *Die Energie der Zukunft. 8. Monitoring-Bericht zur Energiewende – Berichtsjahre 2018 und 2019.* Berlin 2021, verfügbar unter: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/achter-monitoring-bericht-energie-der-zukunft.pdf?__blob=publicationFile&v=24 [Zugriff am: 31. Mai 2021]
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Hrsg.):** *Klimaschutzplan 2050.* Berlin 2016, verfügbar unter: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Industrie/klimaschutz-klimaschutzplan-2050.html> [Zugriff am: 10. Mai 2021]
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Hrsg.):** *Kommission „Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung“. Abschlussbericht.* Berlin 2019, verfügbar unter: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/A/abschlussbericht-kommission-wachstum-strukturwandel-und-beschaeftigung.pdf?__blob=publicationFile&v=4 [Zugriff am: 9. Juni 2021]
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Hrsg.):** *Nationale Wasserstoffstrategie. Strategiepapier.* Berlin 2020, verfügbar unter: https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Energieeffizienz/nationale_wasserstoffstrategie_bf.pdf [Zugriff am: 13. Mai 2021]
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Hrsg.):** *Offshore-Windenergie. Die Energiewende – ein gutes Stück Arbeit. Ein Überblick über die Aktivitäten in Deutschland.* Berlin 2015, verfügbar unter: https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Downloads/bmwi_de/offshore-windenergie.pdf?__blob=publicationFile& [Zugriff am: 28. Mai 2021]
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Hrsg.):** *Stand der Gespräche zum Handlungskonzept Stahl zwischen dem Bundeswirtschaftsministerium und der Stahlindustrie in Deutschland.* Berlin 2021, verfügbar unter: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Wirtschaft/2021-05-12-stahl-erklaerung.pdf?__blob=publicationFile&v=4 [Zugriff am: 31. Mai 2021]
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Hrsg.):** *Was bedeutet „Sektorkopplung“?* Berlin 2016, verfügbar unter: <https://www.bmwi-energie-wende.de/EWD/Redaktion/Newsletter/2016/14/Meldung/direkt-erklaert.html> [Zugriff am: 24. Juni 2021]
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Hrsg.):** *Was sind eigentlich Carbon Contracts for Difference?* Berlin 2020, verfügbar unter: <https://www.bmwi-energie-wende.de/EWD/Redaktion/Newsletter/2020/12/Meldung/direkt-erklaert.html> [Zugriff am: 21. Juni 2021]
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Hrsg.):** *Wasserstoff: Schlüsselement für die Energiewende.* Berlin 2021, verfügbar unter: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/wasserstoff.html> [Zugriff am: 4. Mai 2021]

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie; Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur; Bundesministerium für Bildung und Forschung; Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (Hrsg.): *Wasserstoff und Energiewende*. Berlin 2019, verfügbar unter: <https://www.bmbf.de/files/Kurzpapier%20Wasserstoff.pdf> [Zugriff am: 18. Mai 2021]

Bundesnetzagentur (Hrsg.): *Ladesäulenkarte*. Bonn 2021, verfügbar unter: https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/E-Mobilitaet/Ladesaeulenkarte/start.html [Zugriff am: 10. Juni 2021]

Bundesverband der Windparkbetreiber Offshore e.V. (Hrsg.): *Positionspapier des Bundesverband der Windparkbetreiber Offshore e.V. (BWO). Power-to-X und Offshore Wind*. Berlin 2020, verfügbar unter: <https://bwo-offshore-wind.de/category/offshore-windenergie/wasserstoff/> [Zugriff am: 29. Mai 2021]

Bundesverfassungsgericht (Hrsg.): *Verfassungsbeschwerden gegen das Klimaschutzgesetz teilweise erfolgreich. Pressemitteilung Nr. 31/2021 vom 29. April 2021. Beschluss vom 24. März 2021 (1 BvR 2656/18, 1 BvR 96/20, 1 BvR 78/20, 1 BvR 288/20, 1 BvR 96/20, 1 BvR 78/20)*. Karlsruhe 2021, verfügbar unter: <https://www.bundesverfassungsgericht.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2021/bvg21-031.html> [Zugriff am: 24. Mai 2021]

Clemens, Marius; Schulze Düding, Johanna; Goerge, Marius; Kemfert, Claudia; Michelsen, Claus; Neuhoff, Johanna: *Quantitative und qualitative Wirkungsanalyse der Maßnahmen des Deutschen Aufbau- und Resilienzplans (DARP)*. Berlin 2021, verfügbar unter: https://diw-econ.de/wp-content/uploads/diwkompakt_2021-168-1.pdf [Zugriff am: 15. Juni 2021]

Deutsche Umwelthilfe e.V. (Hrsg.): *Lösungsansätze für die Offshore-Windenergie. Klima- und Artenschutz zusammendenken – jetzt!* Radolfzell 2020, verfügbar unter: https://www.duh.de/fileadmin/user_upload/download/Projektinformation/Energiewende/Positionspapier_Offshore-Windenergie_200311.pdf [Zugriff am: 28. Mai 2021]

Deutscher Bundestag (Hrsg.): *Bedeutung der Wasserstoffstrategie für den Luftverkehr. Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Bernd Reuther, Frank Sitta, Torsten Herbst, weiterer Abgeordneter und der Fraktion der FDP (Drucksache 19/20997). Drucksache 19/21246*. Berlin 2020, verfügbar unter: <http://dipbt.bundestag.de/dip21/btd/19/212/1921246.pdf> [Zugriff am: 21. Mai 2021]

Deutscher Bundestag (Hrsg.): *Beschlussempfehlung und Bericht des Ausschusses für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (16. Ausschuss). Drucksache 19/29850*. Berlin 2021, verfügbar unter: <https://dserver.bundestag.de/btd/19/298/1929850.pdf> [Zugriff am: 21. Juni 2021]

Deutscher Bundestag (Hrsg.): *Beschlussempfehlung und Bericht des Ausschusses für Verkehr und digitale Infrastruktur (15. Ausschuss). Beschlussempfehlung und Bericht des Ausschusses für Verkehr und digitale Infrastruktur (15. Ausschuss) zu dem Gesetzentwurf der Bundesregierung – Drucksache 19/27657 –. Drucksache 19/29196*. Berlin 2021, verfügbar unter: <https://dserver.bundestag.de/btd/19/291/1929196.pdf> [Zugriff am: 20. Juni 2021]

- Deutscher Bundestag (Hrsg.):** *Einstimmiges Ja zum Pariser Klimaabkommen.* Berlin 2016, verfügbar unter: <https://www.bundestag.de/dokumente/textarchiv/2016/kw38-de-klima-459220> [Zugriff am: 4. Mai 2021]
- Deutscher Bundestag (Hrsg.):** *Energiekonzept und 10-Punkte-Sofortprogramm. Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung und 10-Punkte-Sofortprogramm - Monitoring und Zwischenbericht der Bundesregierung. Unterrichtung durch die Bundesregierung. Drucksache 17/3049.* Berlin 2010, verfügbar unter: <https://dipbt.bundestag.de/doc/btd/17/030/1703049.pdf> [Zugriff am: 11. Mai 2021]
- Deutscher Bundestag (Hrsg.):** *Entwurf eines Ersten Gesetzes zur Änderung des Bundes-Klimaschutzgesetzes. Gesetzentwurf der Bundesregierung. Drucksache 19/30230.* Berlin 2021, verfügbar unter: <https://dserver.bundestag.de/btd/19/302/1930230.pdf> [Zugriff am: 10. Juni 2021]
- Deutscher Bundestag (Hrsg.):** *Entwurf eines Gesetzes zu dem Übereinkommen von Paris vom 12. Dezember 2015. Gesetzentwurf der Fraktionen der CDU/CSU und SPD. Drucksache 18/9650.* Berlin 2016, verfügbar unter: <https://dip21.bundestag.de/dip21/btd/18/096/1809650.pdf> [Zugriff am: 4. Mai 2021]
- Deutscher Bundestag (Hrsg.):** *Entwurf eines Gesetzes zur Änderung des Windenergie-auf-See-Gesetzes und anderer Vorschriften. Gesetzentwurf der Bundesregierung. Drucksache 19/20429.* Berlin 2020, verfügbar unter: <https://dip21.bundestag.de/dip21/btd/19/204/1920429.pdf> [Zugriff am: 30. Mai 2021]
- Deutscher Bundestag (Hrsg.):** *Entwurf eines Gesetzes zur Einführung eines Bundes-Klimaschutzgesetzes und zur Änderung weiterer Vorschriften. Gesetzentwurf der Fraktionen der CDU/CSU und SPD. Drucksache 19/14337.* Berlin 2019, verfügbar unter: <https://dip21.bundestag.de/dip21/btd/19/143/1914337.pdf> [Zugriff am: 12. Mai 2021]
- Deutscher Bundestag (Hrsg.):** *Entwurf eines Gesetzes zur Weiterentwicklung der Treibhausgasminderungs-Quote. Gesetzentwurf der Bundesregierung. Drucksache 19/27435.* Berlin 2021, verfügbar unter: <https://dip21.bundestag.de/dip21/btd/19/274/1927435.pdf> [Zugriff am: 18. Mai 2021]
- Deutscher Bundestag (Hrsg.):** *Gesetzentwurf zur Umsetzung der CVD-Richtlinie. Entwurf eines Gesetzes zur Umsetzung der Richtlinie (EU) 2019/1161 vom 20. Juni 2019 zur Änderung der Richtlinie 2009/33/EG über die Förderung sauberer und energieeffizienter Straßenfahrzeuge sowie zur Änderung vergaberechtlicher Vorschriften. Gesetzentwurf der Bundesregierung. Drucksache 19/27657.* Berlin 2021, verfügbar unter: <https://dip21.bundestag.de/dip21/btd/19/276/1927657.pdf> [Zugriff am: 25. Mai 2021]
- Deutscher Bundestag (Hrsg.):** *Klimaschutzplan 2050 - Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung. Unterrichtung durch die Bundesregierung. Drucksache 18/10370.* Berlin 2016, verfügbar unter: <https://dip21.bundestag.de/dip21/btd/18/103/1810370.pdf> [Zugriff am: 10. Mai 2021]
- Deutscher Bundestag (Hrsg.):** *Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung zur Umsetzung des Klimaschutzplans 2050. Unterrichtung durch die Bundesregierung. Drucksache 19/13900.* Berlin 2019, verfügbar unter: <https://dip21.bundestag.de/dip21/btd/19/139/1913900.pdf> [Zugriff am: 11. Mai 2021]

- Deutscher Bundestag (Hrsg.):** *Mindestziele bei öffentlicher Beschaffung „sauberer“ Fahrzeuge festgestellt.* Berlin 2021, verfügbar unter: <https://www.bundestag.de/#url=L2Rva3VtZW50ZS90ZXh0YXJjaGI2LzlwM-jEva3cxOC1kZS1zdHJhc3NlbnZ-haHJ6ZXVnZS04MzY4MzA=&mod=mod493054> [Zugriff am: 25. Mai 2021]
- Deutscher Bundestag (Hrsg.):** *Nationale Wasserstoffstrategie. Unterrichtung durch die Bundesregierung. Drucksache 19/20363.* Berlin 2020, verfügbar unter: <http://dipbt.bundestag.de/dip21/btd/19/203/1920363.pdf> [Zugriff am: 11. Mai 2021]
- Deutscher Bundestag (Hrsg.):** *Ökologische Folgen und Kosten der Wasserstoffwirtschaft (Nachfrage). Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Lorenz Gösta Beutin, Sabine Leidig, Hubertus Zdebel, weiterer Abgeordneter und der Fraktion DIE LINKE. (Drucksache 19/21451). Drucksache 19/21845.* Berlin 2020, verfügbar unter: <https://dip21.bundestag.de/dip21/btd/19/218/1921845.pdf> [Zugriff am: 19. Mai 2021]
- Deutscher Bundestag (Hrsg.):** *Ökologische Folgen und Kosten der Wasserstoffwirtschaft. Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Lorenz Gösta Beutin, Sabine Leidig, Hubertus Zdebel, weiterer Abgeordneter und der Fraktion DIE LINKE. (Drucksache 19/18122). Drucksache 19/18834.* Berlin 2020, verfügbar unter: <https://dserver.bundestag.de/btd/19/188/1918834.pdf> [Zugriff am: 8. Juni 2021]
- Deutscher Bundestag (Hrsg.):** *Pilotprogramm für Carbon Contracts for Difference. Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Dieter Janecek, Katharina Dröge, Lisa Badum, weiterer Abgeordneter und der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN (Drucksache 19/23334). Drucksache 19/23624.* Berlin 2020, verfügbar unter: <https://dipbt.bundestag.de/dip21/btd/19/236/1923624.pdf> [Zugriff am: 30. Mai 2021]
- Deutscher Bundestag (Hrsg.):** *Stellungnahme des Bundesrates und Gegenäußerung der Bunderegierung zum Gesetzentwurf zur Weiterentwicklung der Treibhausgasminderungs-Quote. Entwurf eines Gesetzes zur Weiterentwicklung der Treibhausgasminderungs-Quote. Unterrichtung durch die Bundesregierung. Drucksache 19/28183.* Berlin 2021, verfügbar unter: <http://dipbt.bundestag.de/dip21/btd/19/281/1928183.pdf> [Zugriff am: 20. Mai 2021]
- Deutscher Bundestag (Hrsg.):** *Stenografischer Bericht des Deutschen Bundestages in seiner 226. Sitzung. Plenarprotokoll 19/226.* Berlin 2021, verfügbar unter: <https://dipbt.bundestag.de/dip21/btp/19/19226.pdf#P.28828> [Zugriff am: 25. Mai 2021]
- Deutscher Bundestag (Hrsg.):** *Treibhausgasminderungsquote beschlossen.* Berlin 2021, verfügbar unter: <https://www.bundestag.de/dokumente/textarchiv/2021/kw20-de-treibhausgasminderungsquote-840248> [Zugriff am: 27. Mai 2021]
- Deutscher Bundestag (Hrsg.):** *Umsetzung der deutschen und europäischen Wasserstoffstrategien. Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Michael Theurer, Reinhard Houben, Dr. Marcel Klinge, weiterer Abgeordneter und der Fraktion der FDP. Drucksache 19/27148.* Berlin 2021, verfügbar unter: <https://dip21.bundestag.de/dip21/btd/19/271/1927148.pdf> [Zugriff am: 17. Mai 2021]

- Deutscher Bundestag (Hrsg.):** *Vor- und Nachteile verschiedener Energiespeichersysteme. Ausarbeitung WD 8 - 3000 - 032/14.* Berlin 2015, verfügbar unter: <https://www.bundestag.de/resource/blob/412904/ca2dd030254284687a1763059f1f4c0c/wd-8-032-14-pdf-data.pdf> [Zugriff am: 27. Juni 2021]
- Eckert, Werner:** *Welcher Antrieb ist der beste?* Hamburg 2021, verfügbar unter: <https://www.tagesschau.de/wirtschaft/technologie/elektro-wasserstoff-technologie-101.html> [Zugriff am: 26. Mai 2021]
- Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK, Bundesamt für Umwelt BAFU, Abteilung Klima (Hrsg.):** *Klimaziel 2050: Netto-Null Treibhausgasemissionen. Erscheinungsort unbekannt* 2020, verfügbar unter: <https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/klima/fachinfo-daten/klimaziel2050-netto-null-treibhausgasemissionen-hintergrundpapier.pdf.download.pdf/Hintergrundpapier%20Netto-Null-Ziel%202050.pdf> [Zugriff am: 5. Mai 2021]
- Europäische Kommission (Hrsg.):** *CO₂-Emissionsnormen für Pkw und Transporter.* Brüssel 2021, verfügbar unter: https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles/regulation_en [Zugriff am: 25. Mai 2021]
- Europäische Kommission (Hrsg.):** *Der europäische Grüne Deal legt dar, wie Europa bis 2050 zum ersten klimaneutralen Kontinent gemacht werden kann, indem die Konjunktur angekurbelt, die Gesundheit und die Lebensqualität der Menschen verbessert, die Natur geschützt.* Brüssel 2019, verfügbar unter: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/ip_19_6691 [Zugriff am: 4. Mai 2021]
- Europäische Kommission (Hrsg.):** *Der europäische Grüne Deal. Mitteilung der Kommission. COM(2019) 640 final.* Brüssel 2019, verfügbar unter: https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:b828d165-1c22-11ea-8c1f-01aa75ed71a1.0021.02/DOC_1&format=PDF [Zugriff am: 11. Mai 2021]
- Europäische Kommission (Hrsg.):** *Ein sauberer Planet für alle. Eine Europäische strategische, langfristige Vision für eine wohlhabende, moderne, wettbewerbsfähige und klimaneutrale Wirtschaft. Mitteilung der Kommission. COM(2018) 773 final.* Brüssel 2018, verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52018DC0773&from=de> [Zugriff am: 11. Mai 2021]
- Europäische Kommission (Hrsg.):** *Europäisches Klimagesetz (geänderter Vorschlag). Geänderter Vorschlag für eine Verordnung des Europäischen Parlamentes und des Rates zur Schaffung des Rahmens für die Verwirklichung der Klimaneutralität und zur Änderung der Verordnung (EU) 2018/1999 (Europäisches Klimagesetz). COM(2020) 563 final.* Brüssel 2020, verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020PC0563&from=EN> [Zugriff am: 4. Juni 2021]
- Europäische Kommission (Hrsg.):** *Europäisches Klimagesetz (Vorschlag). Vorschlag für eine Verordnung des Europäischen Parlamentes und des Rates zur Schaffung des Rahmens für die Verwirklichung der Klimaneutralität und zur Änderung der Verordnung (EU) 2018/1999 (Europäisches Klimagesetz). COM(2020) 80 final.* Brüssel 2020, verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020PC0080&from=EN> [Zugriff am: 11. Mai 2021]
- Europäische Kommission (Hrsg.):** *Europäisches Klimagesetz. Erscheinungsort unbekannt* 2021, verfügbar unter: https://ec.europa.eu/clima/policies/eu-climate-action/law_de [Zugriff am: 7. Mai 2021]

- Europäische Kommission (Hrsg.):** *Kommission begrüßt vorläufige Einigung über das Europäische Klimagesetz.* Brüssel 2021, verfügbar unter: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/api/files/document/print/de/ip_21_1828/IP_21_1828_DE.pdf [Zugriff am: 7. Mai 2021]
- Europäische Kommission (Hrsg.):** *Mehr Ehrgeiz für das Klimaziel Europas bis 2030. In eine klimaneutrale Zukunft zum Wohl der Menschen investieren. Mitteilung der Kommission. COM(2020) 562 final.* Brüssel 2020, verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0562&from=DE> [Zugriff am: 11. Mai 2021]
- Europäische Kommission (Hrsg.):** *Richtlinie über saubere Fahrzeuge.* Brüssel 2021, verfügbar unter: https://ec.europa.eu/transport/themes/urban/clean-vehicles-directive_en [Zugriff am: 24. Mai 2021]
- Europäische Kommission (Hrsg.):** *Übereinkommen von Paris.* Brüssel 2021, verfügbar unter: https://ec.europa.eu/clima/policies/international/negotiations/paris_de#tab-0-0 [Zugriff am: 8. Juni 2021]
- Europäischer Rat (Hrsg.):** *Tagung des Europäischen Rates (10. und 11. Dezember 2020) - Schlussfolgerungen. EUCO 22/20.* Brüssel 2020, verfügbar unter: <https://www.consilium.europa.eu/media/47346/1011-12-20-euco-conclusions-de.pdf> [Zugriff am: 11. Mai 2021]
- Europäischer Rat (Hrsg.):** *Übermittlungsvermerk des Generalsekretariats für die Delegationen. Tagung des Europäischen Rates (23./24. Oktober 2014) – Schlussfolgerungen. EUCO 169/14. Erscheinungsort unbekannt 2014,* verfügbar unter: <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-169-2014-INIT/de/pdf> [Zugriff am: 4. Juni 2021]
- Europäisches Parlament (Hrsg.):** *Was versteht man unter Klimaneutralität und wie kann diese bis 2050 erreicht werden?.* Erscheinungsort unbekannt 2020, verfügbar unter: <https://www.europarl.europa.eu/news/de/headlines/society/20190926STO62270/was-versteht-man-unter-klimaneutralitat> [Zugriff am: 6. Juni 2021]
- Faltenbacher, Michael; Kupferschmid, Stefan:** *Emissionsfreie Energie- und Antriebskonzepte für Stadtbusse zur Umsetzung der europäischen Clean Vehicles Directive.* Köln 2020, verfügbar unter: <https://www.vdv.de/emissionsfreie-energie-und-antriebskonzepte-fuer-stadtbusse.pdf> [Zugriff am: 15. Juni 2021]
- Geitmann, Sven; Augsten, Eva:** *Wasserstoff und Brennstoffzellen. Die Technik von gestern, heute und morgen.* 4. komplett überarbeitete und aktualisierte Auflage Oberkrämer Hydrogeit Verlag 2021, ISBN 9783937863511
- Gielen, Dolf; Taibi, Emanuele; Miranda, Raul:** *Hydrogen: A Renewable Energy Perspective. Report prepared for the 2nd Hydrogen Energy Ministerial Meeting in Tokyo, Japan.* Abu Dhabi 2019, verfügbar unter: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/Sep/IRENA_Hydrogen_2019.pdf [Zugriff am: 15. Juni 2021]

- Gnann**, Till; Wietschel, Martin; Kühn, André; Thielmann, Axel; Sauer, Andreas; Plötz, Patrick; Moll, Cornelius; Stütz, Sebastian; Schellert, Maximilian; Rüdiger, David; Waßmuth, Volker; Paufler-Mann, Daniela: *Teilstudie „Brennstoffzellen-Lkw: kritische Entwicklungshemmnisse, Forschungsbedarf und Marktpotential“*. Wissenschaftliche Beratung des BMVI zur Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie. Karlsruhe 2017, verfügbar unter: https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/MKS/teilstudie-brennstoffzellen-lkw.pdf?__blob=publicationFile [Zugriff am: 11. Juni 2021]
- Günther**, Edeltraud: *CO₂-Fußabdruck. Definition: Was ist „CO₂-Fußabdruck“?*. Wiesbaden 2018, verfügbar unter: <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/co2-fussabdruck-52300/version-275440> [Zugriff am: 24. Juni 2021]
- H2 MOBILITY DEUTSCHLAND GMBH & CO. KG (Hrsg.)**: *Netzausbau live. Der aktuelle Stand für Deutschland*. Berlin 2021, verfügbar unter: <https://h2.live/netzausbau> [Zugriff am: 11. Juni 2021]
- H2 MOBILITY DEUTSCHLAND GMBH & CO. KG (Hrsg.)**: *Toyota MIRAI II. Brennstoffzellenlimousine mit Stückzahl*. Berlin 2021, verfügbar unter: <https://h2.live/wasserstoffautos/toyota-mirai-ii> [Zugriff am: 10. Juni 2021]
- Hebling**, C.; Ragwitz, M.; Fleiter, T.; Groos, U.; Härle, D.; Held, A.; Jahn, M.; Müller, N.; Pfeifer, T.; Plötz, P.; Ranzmeyer, O.; Schaadt, A.; Sensfuß, F.; Smolinka, T.; Wietschel, M.: *Eine Wasserstoff-Roadmap für Deutschland*. Karlsruhe 2019, verfügbar unter: <https://www.fraunhofer.de/content/dam/zv/de/ueber-fraunhofer/wissenschaftspolitik/Positionen/Fraunhofer-Wasserstoff-Roadmap.pdf> [Zugriff am: 1. Juni 2021]
- Heinemann**, Christoph; Kasten, Peter; Bauknecht, Dierk; Bracker, Florian; Bürger, Veit; Emele, Lukas; Hesse, Tilman; Kühnel, Sven; Seebach, Dominik; Timpe, Christof: *Die Bedeutung strombasierter Stoffe für den Klimaschutz in Deutschland. Zusammenfassung und Einordnung des Wissenstands zur Herstellung und Nutzung strombasierter Energieträger und Grundstoffe*. Freiburg 2019, verfügbar unter: <https://www.oeko.de/fileadmin/oeko-doc/PtX-Hintergrundpapier.pdf> [Zugriff am: 26. Juni 2021]
- Huss**, Alexandra; Corneille, Marcel: Brennstoffzellen im öffentlichen Personennahverkehr In: HA Hessen Agentur GmbH (Hrsg.): *Wasserstoff und Brennstoffzellen*. 1. Auflage Wiesbaden Verlag unbekannt 2015, Band 4, verfügbar unter: https://www.h2bz-hessen.de/mm/brennstoffzellenbusse_web.pdf [Zugriff am: 10. Juni 2021]
- Karbach**, Jelena: *Schriften zum Völkerrecht. Die Wasserversorgung von Mensch und Natur als Herausforderung des Völkerrechts*. Auflage unbekannt Berlin Dunker & Humblot 2016, Band 216, ISBN 9783428148615
- Karle**, Anton: *Elektromobilität. Grundlagen und Praxis*. 4., aktualisierte Auflage München Carl Hanser Verlag 2020, ISBN 9783446460782
- Klindworth**, Jan: *Konzeptionelle Untersuchungen zur Realisierung eines Brennstoffzellenantriebes für einen Pkw Trabant 601*. Zwickau 2021, verfügbar unter: https://libdoc.fh-zwickau.de/opus4/frontdoor/deliver/index/docId/13880/file/DA_Klindworth_Jan.pdf [Zugriff am: 10. Juni 2021]
- Krafftfahrt-Bundesamt (Hrsg.)**: *Bestand an Personenkraftwagen am 1. Januar 2021 nach Bundesländern und ausgewählten Kraftstoffarten absolut*. Flensburg 2021, verfügbar unter: https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/Umwelt/fz_b_umwelt_archiv/2021/2021_b_umwelt_dusl.html?nn=2601598 [Zugriff am: 10. Juni 2021]

- Lösch**, Oliver; Eichhammer, Wolfgang; Schlomann, Barbara; Keimeyer, Friedhelm: *Projektbasierte Klimaschutzverträge für eine treibhausgasneutrale Industrie-Produktion*. Karlsruhe 2021, verfügbar unter: https://irees.de/wp-content/uploads/2021/04/Konzeptstudie-Klimaschutzvertraege-fuer-die-Industrie_IREES_ISI_Oeko.pdf [Zugriff am: 2. Juni 2021]
- Marzelli**, Stefan; Moning, Christoph; Daube, Sabrina; Offenberger, Monika; Grêt-Regamey, Adrienne; Rabe, Sven-Erik; Köllner, Thomas; Poppenborg, Patrick; Hansjürgens, Bernd; Ring, Irene; Schröter-Schlaack, Christoph; Schweppe-Kraft, Burkhard; Macke, Sonja: *Der Wert der Natur für Wirtschaft und Gesellschaft. Eine Einführung. Ein Beitrag Deutschlands zum internationalen TEEB-Prozess*. 2. Aufl. Bonn Naturkapital Deutschland TEEB 2012, ISBN 978-3-944280-01-1, verfügbar unter: http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/themen/oekonomie/teeb_de_einfuehrung_1seitig.pdf [Zugriff am: 18. Juni 2021]
- Masson-Delmotte**, Valérie; Zhai, Panmao; Roberts, Debra; Shukla, Priyadarshi R.; Pörtner, Hans-Otto; Skea, Jim; Pirani, Anna; Moufouma-Okia, Wilfran; Péan, Clotilde; Pidcock, Roz; Chen, Yang; Lonnoy, Elisabeth; Connors, Sarah; Matthews, J. B. Robin; Gomis, Melissa I.; Zhou, Xiao; Maycock, Tom; Tignor, Melinda; Waterfield, Tim: *1,5 °C GLOBALE ERWÄRMUNG. Ein IPCC-Sonderbericht über die Folgen einer globalen Erwärmung um 1,5 °C gegenüber vorindustriellem Niveau und die damit verbundenen globalen Treibhausgasemissionspfade im Zusammenhang mit einer Stärkung der weltweiten Reaktion auf die Bedrohung durch den Klimawandel, nachhaltiger Entwicklung und Anstrengungen zur Beseitigung von Armut*. Bonn 2018, verfügbar unter: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2020/07/SR1.5-SPM_de_barrierefrei.pdf [Zugriff am: 6. Mai 2021]
- Merten**, Frank; Scholz, Alexander; Krüger, Christine; Heck, Simon; Girard, Yann; Mecke, Marc; Goerge, Marius: *Bewertung der Vor- und Nachteile von Wasserstoffimporten im Vergleich zur heimischen Erzeugung. Studie für den Landesverband Erneuerbare Energien NRW e. V. (LEE-NRW)*. Wuppertal 2020, verfügbar unter: <https://wupperinst.org/fa/redaktion/downloads/projects/LEE-H2-Studie.pdf> [Zugriff am: 8. Juni 2021]
- Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (Hrsg.)**: *Monitoring-Kurzbericht 2019. Klimaschutzgesetz. Integriertes Energie- und Klimaschutzkonzept Baden-Württemberg*. Stuttgart 2020, verfügbar unter: https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/um/intern/Dateien/Dokumente/2_Presse_und_Service/Publikationen/Klima/IEKK-Monitoring-Kurzbericht-2019.pdf [Zugriff am: 31. Mai 2021]
- Naumann**, Karin; Müller-Langer, Franziska; Meisel, Kathleen; Majer, Stefan; Schröder, Jörg; Schmieder, Uta: *Weiterentwicklung der deutschen Treibhausgasminderungsquote. Hintergrundpapier*. Leipzig 2021, verfügbar unter: https://www.dbfz.de/fileadmin/user_upload/Referenzen/Statements/Hintergrundpapier_Weiterentwicklung_THG-Quote.pdf [Zugriff am: 20. Mai 2021]
- Nelles**, David; Serrer, Christian: *Kleine Gase – große Wirkung. Der Klimawandel*. 2. Auflage Friedrichshafen KlimaWandel GbR 2018, ISBN 9783981965001
- Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz (Hrsg.)**: *Lies: „Grüner Wasserstoff und Windenergie auf See sind zentrale Säule der Energiewende und schaffen Industriearbeitsplätze in Niedersachsen“. Umweltministerium fördert Vorhaben der Stiftung Offshore-Windenergie mit 550.000 EURO*. Hannover 2021, verfügbar unter: <https://www.umwelt.niedersachsen.de/startseite/aktuelles/pressemitteilungen/insekten-schutzgesetz-des-bundes-niedersachsische-weg-fordert-mehr-freiraume-196934.html> [Zugriff am: 29. Mai 2021]

- Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz; Stiftung Offshore-Windenergie (Hrsg.):** *Grüner Wasserstoff und Offshore-Windenergie*. Hannover 2021, verfügbar unter: https://www.offshore-stiftung.de/sites/offshorelink.de/files/documents/Factsheet_Gruener_Wasserstoff%20und%20Offshore-Windenergie.pdf [Zugriff am: 28. Mai 2021]
- Pachauri,** Rajendra K.; Bernstein, Lenny; Bosch, Peter; Canziani, Osvaldo; Chen, Zhenlin; Christ, Renate; Davidson, Ogunlade; Hare, William; Huq, Saileemul; Karoly, David; Kattsov, Vladimir; Kundzewicz, Zbigniew; Liu, Jian; Lohmann, Ulrike; Manning, Martin; Matsuno, Taroh; Menne, Bettina; Metz, Bert; Mirza, Monirul; Nicholls, Neville; Nurse, Leonard; Palutikof, Jean; Parry, Martin; Qin, Dahe; Ravindranath, Nijavalli; Reisinger, Andy; Ren, Jiawen; Riahi, Keywan; Rosenzweig, Cynthia; Rusticucci, Matilde; Schneider, Stephen; Sokona, Youba; Solomon, Susan; Stott, Peter; Stouffer, Ronald; Sugiyama, Taishi; Swart, Rob; Tirpak, Dennis; Vogel, Coleen; Yohe, Gary: *Klimaänderung 2007. Synthesebericht*. Auflage unbekannt Berlin Verlag unbekannt 2008, ISBN 978-3-00-025397-3, verfügbar unter: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/08/IPCC2007-SYR-german.pdf> [Zugriff am: 17. Juni 2021]
- Presse- und Informationsamt der Bundesregierung (Hrsg.):** *Deutschland bleibt im Klimaschutz auf Kurs. Treibhausgas-Bilanz*. Berlin 2021, verfügbar unter: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/suche/klimaschutzziel-2020-erreicht-1876954> [Zugriff am: 16. Juni 2021]
- Presse- und Informationsamt der Bundesregierung (Hrsg.):** *Klimaschutz im Verkehr. CO₂-Ausstoß von Kraftstoffen senken*. Berlin 2021, verfügbar unter: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/bundesregierung/bundeskanzleramt/weniger-co2-in-kraftstoffen-1850472> [Zugriff am: 21. Juni 2021]
- Presse- und Informationsamt der Bundesregierung (Hrsg.):** *Was tut die Bundesregierung für den Klimaschutz?*. Berlin 2021, verfügbar unter: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/bundesregierung-klimapolitik-1637146> [Zugriff am: 23. Mai 2021]
- Presse- und Informationsamt der Bundesregierung (Hrsg.):** *Wasserstoff – Energieträger der Zukunft*. Berlin 2020, verfügbar unter: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/faq-wasserstoff-1732248#:~:text=Wasserstoff%20ist%2C%20wenn%20er%20unter,einsetzbarer%20und%20leicht%20transportierbarer%20Energietr%C3%A4ger.> [Zugriff am: 29. Mai 2021]
- Presse- und Informationsamt der Bundesregierung (Hrsg.):** *Weltweit wachsende Allianz für Klimaneutralität*. Berlin 2021, verfügbar unter: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/suche/konferenz-energiewende-weltweit-1877340> [Zugriff am: 3. Mai 2021]
- Pütz,** Ralph; Bronnenberg, Peter: Alternative Antriebe für Linienbusse vor dem Hintergrund der Novelle der Clean Vehicles Directive der EU – eine ökologisch-ökonomische Gesamtbetrachtung. *Journal für Mobilität und Verkehr*. Nr. 3 (2019), S. 29-39, verfügbar unter: doi:10.34647/jmv.nr3.id23 [Zugriff am: 26. Mai 2021]
- Regierungskoalition aus CDU, CSU und SPD (Hrsg.):** *Deutschlands Zukunft gestalten. Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD*. Erscheinungsort unbekannt 2013, verfügbar unter: <https://www.bundestag.de/resource/blob/194886/696f36f795961df200fb27fb6803d83e/koalitionsvertrag-data.pdf> [Zugriff am: 11. Mai 2021]

- Regierungskoalition aus CDU, CSU und SPD (Hrsg.):** *Ein neuer Aufbruch für Europa Eine neue Dynamik für Deutschland Ein neuer Zusammenhalt für unser Land. Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD.* Berlin 2018, verfügbar unter: <https://www.bundesregierung.de/resource/blob/656734/847984/5b8bc23590d4cb2892b31c987ad672b7/2018-03-14-koalitionsvertrag-data.pdf> [Zugriff am: 11. Mai 2021]
- Roeb, Martin; Brendelberger, Stefan; Rosenstiel, Andreas; Agrafiotis, Christos; Monnerie, Nathalie; Budama, Vishnu; Jacobs, Nadine:** *Wasserstoff als ein Fundament der Energiewende. Teil 1: Technologien und Perspektiven für eine nachhaltige und ökonomische Wasserstoffversorgung.* Köln 2020, verfügbar unter: https://elib.dlr.de/137796/1/DLR_Wasserstoffstudie_Teil_1_final.pdf [Zugriff am: 1. Juni 2021]
- Sächsisches Staatsministerium für Regionalentwicklung (Hrsg.):** *Handlungsprogramm zur Umsetzung des Strukturstärkungsgesetzes Kohleregionen des Bundes in den sächsischen Braunkohlerevieren.* Dresden 2020, verfügbar unter: <https://www.strukturentwicklung.sachsen.de/handlungsprogramm-4831.html> [Zugriff am: 9. Juni 2021]
- Sächsisches Staatsministerium für Regionalentwicklung (Hrsg.):** *Strukturstärkungsgesetz. Gesetze zum Kohleausstieg und zur Strukturentwicklung.* Dresden 2020, verfügbar unter: <https://www.strukturentwicklung.sachsen.de/strukturstaerkungsgesetz-4773.html> [Zugriff am: 9. Juni 2021]
- SPILETT new technologies GmbH (Hrsg.):** *HyStarter | Wasserstoffregion Lausitz.* Berlin 2021, verfügbar unter: <https://www.hy-starter.de/region/lausitz/#1573217476073-28ca6207-dfe6e319-c4249390-2010> [Zugriff am: 9. Juni 2021]
- Sternberg, André; Hank, Christoph; Hebling, Christopher:** *Treibhausgas-Emissionen für Batterie- und Brennstoffzellenfahrzeuge mit Reichweiten über 300 KM. Studie im Auftrag der H2 Mobility.* Freiburg 2019, verfügbar unter: https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/news/2019/ISE_Ergebnisse_Studie_Treibhausgasemissionen.pdf [Zugriff am: 10. Juni 2021]
- Sternier, Michael; Bauer, Franz:** Definition und Klassifizierung von Energiespeichern In: Michael Sternier; Ingo Stadler (Hrsg.): *Energiespeicher - Bedarf, Technologien, Integration.* Auflage unbekannt Berlin Springer Berlin Heidelberg 2016, ISBN 978-3-662-48892-8, S. 25-49
- Thomas, Tobias; Schölles, Manuel:** *Europäisches Klimagesetz.* Erscheinungsort unbekannt 2021, verfügbar unter: https://www.vbw-bayern.de/Redaktion/Freizugaengliche-Medien/Abteilungen-GS/Europa/2021/Downloads/210422-EU-Gesetzradar_Europa%CC%88isches-Klimagesetz.pdf [Zugriff am: 7. Mai 2021]
- thyssenkrupp Steel Europe AG (Hrsg.):** *Mit Wasserstoff zur klimaneutralen Stahlproduktion. Klimastrategie von thyssenkrupp Steel, Premium-Flachstahl, frei von CO2.* Duisburg 2020, verfügbar unter: https://www.thyssenkrupp-steel.com/de/unternehmen/nachhaltigkeit/klimastrategie/?gclid=EAlaIQob-ChMlqoTN-tG38QIVDqh3Ch2bggLIEAAYASAAEgIYpvD_BwE [Zugriff am: 27. Juni 2021]
- Umweltbundesamt (Hrsg.):** *Der Europäische Emissionshandel.* Dessau-Roßlau 2020, verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/der-europaeische-emissionshandel#teilnehmer-prinzip-und-umsetzung-des-europaischen-emissionshandels> [Zugriff am: 31. Mai 2021]

- Umweltbundesamt (Hrsg.): Erneuerbare Energien in Zahlen.** Dessau-Roßlau 2021, verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-in-zahlen#uberblick> [Zugriff am: 20. Mai 2021]
- Umweltbundesamt (Hrsg.): Glossar beginnend mit C.** Dessau-Roßlau 2021, verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/service/glossar/c> [Zugriff am: 10. Mai 2021]
- Umweltbundesamt (Hrsg.): Treibhausgas-Emissionen in Deutschland.** Dessau-Roßlau 2021, verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/treibhausgas-emissionen-in-deutschland#emissionsentwicklung> [Zugriff am: 24. Juni 2021]
- Umweltbundesamt (Hrsg.): Was ist eigentlich Klima?.** Dessau-Roßlau 2013, verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/service/uba-fragen/was-ist-eigentlich-klima> [Zugriff am: 23. Mai 2021]
- Umweltbundesamt (Hrsg.): Wasserstoff im Verkehr: Häufig gestellte Fragen (FAQs).** Dessau-Roßlau 2021, verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/kraftstoffe/wasserstoff-im-verkehr-haeufig-gestellte-fragen#frage-1-wie-kann-wasserstoff-im-verkehr-eingesetzt-werden-und-welche-ziele-werden-damit-verfolgt> [Zugriff am: 21. Juni 2021]
- Umweltbundesamt (Hrsg.): Windenergie.** Dessau-Roßlau 2020, verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/windenergie#strom> [Zugriff am: 29. Mai 2021]
- Umweltfinanz Finanzdienstleistungen AG (Hrsg.): ENERTRAG-Projektkonsortium erhält Förderung als „Reallabor für die Energiewende“. „Referenzkraftwerk Lausitz“ geht in erste Phase der Realisierung.** Berlin 2020, verfügbar unter: <https://www.umweltfinanz.de/aktuelles/gruener-wasserstoff-enertrag-mit-reallabor-projekt-dabei> [Zugriff am: 9. Juni 2021]
- UNFCCC secretariat (Hrsg.): NDC Registry.** Erscheinungsort unbekannt 2020, verfügbar unter: <https://www4.unfccc.int/sites/NDCStaging/pages/Party.aspx?party=EUU> [Zugriff am: 8. Juni 2021]
- Vereinte Nationen (Hrsg.): Paris Agreement - Status of Ratification.** Erscheinungsort unbekannt 2021, verfügbar unter: <https://unfccc.int/process/the-paris-agreement/status-of-ratification> [Zugriff am: 5. Mai 2021]
- Vereinte Nationen (Hrsg.): Resolution der Generalversammlung, verabschiedet am 25. September 2015. Transformation unserer Welt: die Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung.** New York 2015, verfügbar unter: <https://www.un.org/Depts/german/gv-70/band1/ar70001.pdf> [Zugriff am: 11. Mai 2021]
- Weichenhain, Uwe; Lange, Simon; Koolen, Jan; Benz, Anja; Hartmann, Sandra; Heilert, Daniela; Henninger, Sandra; Kallenbach, Tom: Potenziale der Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Industrie in Baden-Württemberg.** München 2020, verfügbar unter: https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/6_Wirtschaft/Ressourceneffizienz_und_Umwelttechnik/Wasserstoff/200724-Potentialstudie-H2-Baden-Wuerttemberg-bf.pdf [Zugriff am: 1. Juni 2021]
- Wind, Joerg: Brennstoffzelle In: Helmut Tschöke; Peter Gutzmer; Thomas Pfund (Hrsg.): Elektrifizierung des Antriebsstrangs. Grundlagen - vom Mikro-Hybrid zum vollelektrischen Antrieb.** 1. Auflage Berlin Springer Berlin Heidelberg Imprint: Springer Vieweg 2019, ISBN 9783662603567, S. 99-116, verfügbar unter: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-662-60356-7_7 [Zugriff am: 2. Juni 2021]

- Wolf**, Winfried: *Mit dem Elektroauto in die Sackgasse. Warum E-Mobilität den Klimawandel beschleunigt*. 3., aktualisierte und erweiterte Auflage Wien Promedia 2020, ISBN 9783853714720
- Wurster**, Reinhold; Schmidtchen, Ulrich: *DWV Wasserstoff-Sicherheits-Kompendium*. Berlin 2011, verfügbar unter: https://www.dwv-info.de/wp-content/uploads/2015/06/Wasserstoff_kompendium.pdf [Zugriff am: 7. Juni 2021]
- Zelt**, Ole; Scholz, Alexander; Viebahn, Peter: *Auswahl der zu bewertenden synthetischen Kraftstoffe und ihrer Bereitstellungstechnologien. Bericht aus dem Teilprojekt A.I – SYN-Pfade*. Wuppertal 2021, verfügbar unter: https://wupperinst.org/fa/redaktion/downloads/projects/MENA-Fuels_Teilbericht1_D1-1_Technologieauswahl.pdf [Zugriff am: 8. Juni 2021]

Rechtsprechungsverzeichnis

Bundesverfassungsgericht, Urteil v. 24.03.2021 - 1 BvR 2656/18, 1 BvR
78/20, 1 BvR 96/20, 1 BvR 288/20 -, juris

Rechtsquellenverzeichnis

- Bundshaushaltsordnung (BHO)** i. d. F. der Bekanntmachung vom 19. August 1969 (BGBl. I S. 1284), zuletzt geändert durch Artikel 212 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328)
- Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG)** i. d. F. der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274; 2021 I S. 123) zuletzt geändert durch Art. 2 Abs. 1 des Gesetzes vom 09. Dezember 2020 (BGBl. I S. 2873)
- Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG)** i. d. F. der Bekanntmachung vom 12. Dezember 2019 (BGBl. I S. 2513)
- Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz - EEG)** i. d. F. der Bekanntmachung vom 21. Juli 2014 (BGBl. I S. 1066), zuletzt geändert durch Art. 1 des Gesetzes vom 21. Dezember 2020 (BGBl. I S. 3138)
- Gesetz gegen Wettbewerbsbeschränkungen (GWB)** i. d. F. der Bekanntmachung vom 26. Juni 2013 (BGBl. I S. 1750, 3245), zuletzt geändert durch Art. 5 Abs. 3 des Gesetzes vom 09. März 2021 (BGBl. I S. 327)
- Gesetz über die Beschaffung sauberer Straßenfahrzeuge (SaubFahrzeug-BeschG)** i. d. F. der Bekanntmachung vom 09. Juni 2021 (BGBl. I S. 1691)
- Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland (GG)** i. d. F. der Bekanntmachung vom 23. Mai 1949 (BGBl. S. 1), zuletzt geändert durch Art. 1 u. 2 S. 2 des Gesetzes vom 29. September 2020 (BGBl. I S. 2048)
- Raumordnungsgesetz (ROG)** i. d. F. der Bekanntmachung vom 22. Dezember 2008 (BGBl. I S. 2986), zuletzt geändert durch Art. 5 des Gesetzes vom 03. Dezember 2020 (BGBl. I S. 2694)
- Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen (UN-Rahmenübereinkommen)** vom 9. Mai 1992, New York
- Richtlinie (EU) 2018/2001 (RED II)** des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Dezember 2018 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen (ABl. L 328 vom 21. Dezember 2018, S. 82), zuletzt geändert durch eine Berichtigung (ABl. L 311 vom 25. September 2020, S. 11)
- Richtlinie (EU) 2019/1161 (CVD-RL)** des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Juni 2019 zur Änderung der Richtlinie 2009/33/EG über die Förderung sauberer und energieeffizienter Straßenfahrzeuge (ABl. L 188 vom 12. Juli 2019, S. 116)

Richtlinie 2009/33/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 über die Förderung sauberer und energieeffizienter Straßenfahrzeuge (ABl. L 120 vom 15. Mai 2009, S. 5), zuletzt geändert durch die Richtlinie (EU) 2019/1161 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Juni 2019 (ABl. L 188 vom 12. Juli 2019, S. 116)

Richtlinie 2014/25/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 26. Februar 2014 über die Vergabe von Aufträgen durch Auftraggeber im Bereich der Wasser-, Energie- und Verkehrsversorgung sowie der Postdienste und zur Aufhebung der Richtlinie 2004/17/EG (ABl. L 94 vom 28. März 2014, S. 243), zuletzt geändert durch die Delegierte Verordnung (EU) 2019/1829 der Kommission vom 30. Oktober 2019 (ABl. L 279 vom 31. Oktober 2019, S. 27)

Richtlinie 2014/94/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22.10.2014 über den Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe (ABl. L 307 vom 28. Oktober 2014, S. 1), zuletzt geändert durch die Delegierte Verordnung (EU) 2018/674 der Kommission vom 17. November 2017 (ABl. L 114 vom 04. Mai 2018, S. 1)

Sechsendreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (36. BImSchV) (Verordnung zur Durchführung der Regelungen der Biokraftstoffquote) i. d. F. der Bekanntmachung vom 29. Januar 2007 (BGBl. I S. 60), zuletzt geändert durch Art. 1 der Verordnung vom 04. April 2016 (BGBl. I S. 590, 1318)

Sektorenverordnung (SektVO) vom 12. April 2016 (BGBl. I S. 624, 657), zuletzt geändert durch Art. 3 des Gesetzes vom 09. Juni 2021 (BGBl. I S. 1691)

Übereinkommen von Paris (PA) vom 12. Dezember 2015, Paris

Vergabeverordnung (VgV) vom 12. April 2016 (BGBl. I S. 624), zuletzt geändert durch Art. 2 des Gesetzes vom 09. Juni 2021 (BGBl. I S. 1691)

Verordnung (EU) 2018/842 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 30. Mai 2018 zur Festlegung verbindlicher nationaler Jahresziele für die Reduzierung der Treibhausgasemissionen im Zeitraum 2021 bis 2030 als Beitrag zu Klimaschutzmaßnahmen zwecks Erfüllung der Verpflichtungen aus dem Übereinkommen von Paris sowie zur Änderung der Verordnung (EU) Nr. 525/2013 (ABl. L 156 vom 19. Juni 2018, S. 26)

**Verordnung zur Festlegung weiterer Bestimmungen zur Treibhausgasmin-
derung bei Kraftstoffen (38. BImSchV)** i. d. F. der Bekanntmachung vom 08. Dezember 2017 (BGBl. I S. 3892), zuletzt geändert durch Art. 1 der Verordnung vom 21. Mai 2019 (BGBl. I S. 742)

Vertrag über die Arbeitsweise der Europäischen Union (AEUV) in der konsolidierten Fassung des Vertrags von Lissabon vom 13. Dezember 2007 (ABl. C 202 vom 07. Juni 2016, S. 47, zuletzt geändert durch eine Berichtigung (ABl. C 400 vom 28. Oktober 2016, S. 1)

Windenergie-auf-See-Gesetz (WindSeeG) i. d. F. der Bekanntmachung vom
13. Oktober 2016 (BGBl. I S. 2258, 2310), zuletzt geändert durch
Art. 19 des Gesetzes vom 21. Dezember 2020 (BGBl. I S. 3138)

Eidesstattliche Versicherung

Ich versichere hiermit an Eides Statt, dass ich die vorgelegte Bachelorarbeit selbstständig verfasst, nur die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt sowie alle Stellen der Arbeit, die wörtlich oder sinngemäß aus anderen Quellen übernommen wurden, als solche kenntlich gemacht habe und die Bachelorarbeit in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner Prüfungsbehörde vorgelegt wurde.

Die gedruckte und digitalisierte Version der Bachelorarbeit sind identisch.

Meißen, 1. Juli 2021

Unterschrift
Nik Demuth

