

Expertenkommission zum Monitoring-Prozess „Energie der Zukunft“

# Klimaschutz vorantreiben, Wohlstand stärken – Kommentierung zentraler Handlungsfelder der deutschen Energiewende im europäischen Kontext

Berlin · Münster · Nürnberg · Stuttgart, Juni 2020

- Prof. Dr. Andreas Löschel (Vorsitzender)
- Prof.in Dr. Veronika Grimm
- Prof.in Dr. Barbara Lenz
- Prof. Dr. Frithjof Staiß

**Stand: 10.06.2020**

**ENERGIE DER ZUKUNFT**   
Kommission zum Monitoring-Prozess

Prof. Dr. Andreas Löschel  
(Vorsitzender)  
Prof.in Dr. Veronika Grimm  
Prof.in Barbara Lenz  
Prof. Dr. Frithjof Staiß

## **Expertenkommission:**

### **Prof. Dr. Andreas Löschel (Vorsitzender)**

Westfälische Wilhelms-Universität Münster  
Am Stadtgraben 9, 48143 Münster  
E-Mail: loeschel@uni-muenster.de  
Telefon: +49 251-83-25004

### **Prof.in Dr. Veronika Grimm**

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg  
Lange Gasse 20, 90403 Nürnberg  
E-Mail: veronika.grimm@fau.de  
Telefon: +49 911-5302-224  
Fax: +49 911-5302-168

### **Prof.in Dr. Barbara Lenz**

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)  
Institut für Verkehrsforschung  
Rudower Chaussee 7, 12489 Berlin  
E-Mail: barbara.lenz@dlr.de  
Telefon: +49 30 67055-206  
Fax: +49 30 67055-283

### **Prof. Dr. Frithjof Staiß**

Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung  
Baden-Württemberg (ZSW)  
Meitnerstr. 1, 70563 Stuttgart  
E-Mail: frithjof.staiss@zsw-bw.de  
Telefon: +49 711-7870-210  
Fax: +49 711-7870-100

Dieses Gutachten beruht auch auf der sachkundigen und engagierten Arbeit unserer wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter:

Westfälische Wilhelms-Universität Münster

**Gerald Zunker, Dr. Oliver Kaltenegger**

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

**Sandra Kretschmer, Dr. Christian Sölch**

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)

**Felix Steck**

Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW)

**Maike Schmidt, Andreas Püttner**

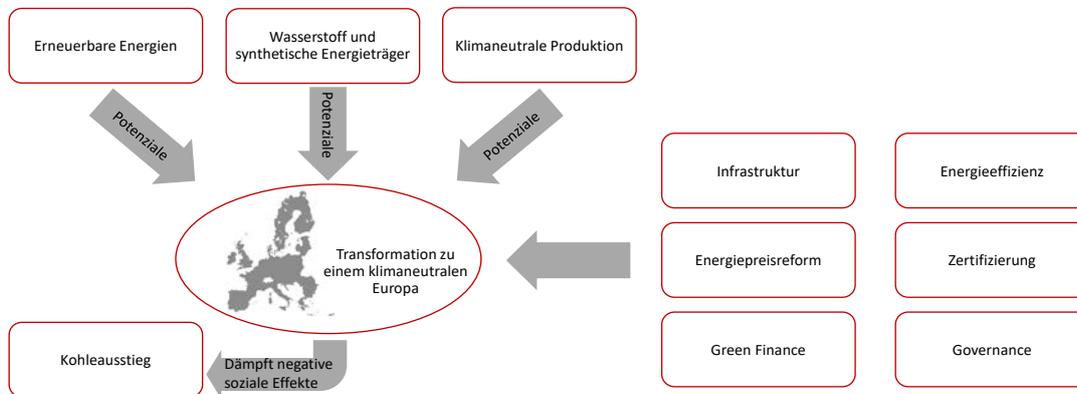
## **Klimaschutz vorantreiben, Wohlstand stärken – Kommentierung zentraler Handlungsfelder der deutschen Energiewende im europäischen Kontext**

Die unabhängige Expertenkommission begleitet den 2011 von der Bundesregierung ins Leben gerufenen Monitoring-Prozess „Energie der Zukunft“. Sie nimmt auf wissenschaftlicher Grundlage Stellung zu den Monitoring- und Fortschrittsberichten der Bundesregierung und unterstützt die Bundesregierung bei der Erarbeitung gemeinsamer Lösungen und Strategien für die zentralen Handlungsfelder der Energiewende. Um die anstehenden politischen Diskussionen zur effektiven und effizienten Weiterentwicklung der Energiewende und zur nachhaltigen Wirtschaftsentwicklung in Zeiten der Corona-Pandemie zu unterstützen, möchte die Expertenkommission in diesem Kommentar Empfehlungen zu zentralen Maßnahmen und Rahmenbedingungen geben. Dies geschieht vor dem Hintergrund eines Vorschlags des Koalitionsausschusses für ein umfangreiches Konjunktur- und Zukunftspaket, der anstehenden deutschen EU-Ratspräsidentschaft und der politischen Diskussionen zum europäischen Green Deal. Das Konjunktur- und Zukunftspaket der Bundesregierung adressiert insbesondere mit der Wasserstoffwirtschaft, dem Infrastrukturausbau und der nachhaltigen Mobilität wichtige Felder der deutschen Energiewende. Mit dem Zuschuss zur Senkung der EEG-Umlage erfolgt der Einstieg in eine Energiepreisreform. Nun gilt es, die Maßnahmen sinnvoll zu konkretisieren und weiterzuentwickeln. Die Expertenkommission wird darauf in der Stellungnahme zum anstehenden Monitoring-Bericht der Bundesregierung vertiefend eingehen. Im vorliegenden Kommentar liegt der Fokus vorrangig auf Empfehlungen zu zentralen Maßnahmen und Rahmenbedingungen und der Einpassung in den europäischen Kontext. Die Bundesregierung schreibt zurecht im zweiten Fortschrittsbericht zur Energiewende: „Die Energiewende ist kein deutscher Alleingang, sie ist eingebettet in die europäische Energiepolitik [...]. Eine erfolgreiche europäische Zusammenarbeit unterstützt den Erfolg der deutschen Energiewende“. Der europäische Green Deal zielt auf die Klimaneutralität der Europäischen Union bis zum Jahr 2050. Diese neue Strategie ist nur glaubhaft, wenn es gelingt, strategisch bedeutsame klimaneutrale Wertschöpfungsketten und europäische Märkte aufzubauen, internationale Kooperationen zu schließen und die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen zu sichern.

Im Mittelpunkt der Stellungnahme der Expertenkommission stehen der Ausbau erneuerbarer Energien, die industrielle Transformation hin zu emissionsneutralen Technologien und Produkten und die zukünftige Rolle von Wasserstoff und synthetischen Energieträgern bei der Defossilisierung des Wärme- und des Mobilitätssektors sowie der Industrie (vgl. Abbildung 1). Nach dem heutigen Stand sind Fördermechanismen bzw. Instrumente oft zu komplex, kleinteilig, kurzfristig und nicht ausreichend miteinander verzahnt. Ein wesentlicher Bestandteil der Empfehlungen ist daher eine CO<sub>2</sub>-basierte Energiepreisreform, die insbesondere eine umfassende Reduktion der Umlagen und Abgaben beim Strompreis und mittelfristig deren Refinanzierung aus den Einnahmen der CO<sub>2</sub>-Bepreisung vorsieht. Ambitionierte CO<sub>2</sub>-Preispfade bei gleichzeitig unverzerrten Energiepreisen schaffen in den europäischen Mitgliedsstaaten für alle Akteure einheitliche Anreize für klimafreundliches Verhalten. Diese Reform setzt unmittelbar wichtige Impulse für die Konjunktur, indem sie bei richtiger Ausgestaltung die Haushalte und viele mittelständische Unternehmen entlastet und die zukunftsweisende Transformation der Industrie vorantreibt. Zukunftschancen entstehen aber nur dann, wenn die angestrebte Koordination über die verschiedenen Dimensionen der Energieunion, Regionen, Sektoren und Technologien gelingt. Hierfür sind Maßnahmen notwendig, die ohne größere Hürden umzusetzen sind, die sowohl der Energiewende als auch der Wirtschaft zu Gute kommen und die weitgehend auf eine marktliche Koordination setzen. Die Stellungnahme zeigt ebenfalls auf, wie die internationale Einbettung klimapolitischer Instrumente besser gelingen kann und welche Chancen durch

die Anpassung von Rahmenbedingungen sowie einen zielgerichteten Aufbau von Infrastrukturen für die aktuell notwendige Wiederbelebung der Konjunktur und zukünftiges klimafreundliches Wachstum bestehen.

**Abbildung 1: Zentrale Handlungsfelder für die Transformation zu einem klimaneutralen Europa**



Quelle: Eigene Darstellung

Die Transformation hin zu einem nachhaltigen Wirtschaftssystem in Europa erfordert es, strategisch bedeutsame klimaneutrale **Wertschöpfungsketten** (Kapitel 1) aufzubauen, kritische Abhängigkeiten durch Diversifizierung zu vermeiden und europäische Märkte zu stärken. Die Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit europäischer Unternehmen erfordert es auch, vorausschauend und konsequent internationale Energie- und Handelskooperationen weiterzuentwickeln. Potenziale für die internationale Innovations- und Technologieführerschaft und die damit verbundene europäische Wertschöpfung bieten insbesondere die erneuerbaren Energien, die industrielle Transformation zur Klimaneutralität sowie grüner Wasserstoff und synthetische Energieträger.

**Regenerativer Wasserstoff und synthetische Energieträger** (Kapitel 6) spielen eine Schlüsselrolle, da sie vielfältig einsetzbar sind. Anwendungen liegen im Verkehrssektor, bei der Speicherung von Strom, in der Industrie (auch als Rohstoff) und im Wärmesektor. Im Verkehrssektor ergeben sich für synthetische Kraftstoffe insbesondere dort Einsatzgebiete, in denen weder Batterie- noch Brennstoffzellenantriebe zumindest mittelfristig technologisch in Frage kommen, z. B. im Luft- und internationalen Seeverkehr. Für die Defossilisierung wichtiger Bereiche der energieintensiven Industrie ist Wasserstoff die einzige sinnvolle Alternative. Auch für die saisonale Stromspeicherung kommen praktisch nur Wasserstoff oder synthetisches Methan infrage. Um Wasserstoff und synthetische Energieträger in großem Maßstab einsetzen zu können, ist die Transformation und Ergänzung bestehender Wertschöpfungsketten notwendig: von der Erzeugung über die Logistik bis zur Nutzung. Eine zentrale Voraussetzung dafür ist der schnelle Hochlauf der industriellen Produktion von Schlüsselkomponenten einer zukünftigen Wasserstoffwirtschaft in Deutschland und Europa.

Die beschleunigte **industrielle Transformation** (Kapitel 7) ist eine Voraussetzung für die erfolgreiche Umsetzung des Green Deal. Daraus ergeben sich zentrale Handlungsfelder sowohl im direkten Einflussbereich der Unternehmen, beim Einkauf von Energieträgern sowie entlang der gesamten Wertschöpfungskette der Produkte. Die industrielle Transformation bietet darüber hinaus die Chance auf eine internationale Technologieführerschaft in Schlüsselbranchen und sichert die industrielle Basis der Europäischen Union. Ein solcher Leitmarkt kann (Technologie-)Standards für die globale Entwicklung setzen und schafft zusätzliche Chancen für europäische Unternehmen im globalen Wettbewerb.

Weiterer Handlungsbedarf besteht bei den **erneuerbaren Energien** (Kapitel 5), da die Umsetzung der langfristigen Klimaziele und des Green Deal eine massive Erhöhung der Ausbauziele erfordern. Damit ergeben sich zugleich zusätzliche Wertschöpfungspotenziale. Gerade für den Ausbau erneuerbarer Energien sind in der Umsetzung europäische Lösungen zu stärken, um nationale Aktivitäten besser zu ergänzen. Nicht zuletzt ermöglicht der Aufbau klimaneutraler Wertschöpfungsketten den Verlust von Arbeitsplätzen zu kompensieren, die im Zuge des **Kohleausstiegs** (Kapitel 4) und des Strukturwandels wegfallen.

Um das volle Potenzial dieser Handlungsfelder auszuschöpfen, müssen angemessene Rahmenbedingungen auf nationaler und europäischer Ebene geschaffen und entsprechende Maßnahmen ergriffen werden. Als Leitinstrument empfiehlt die Expertenkommission eine **CO<sub>2</sub>-basierte Energiepreisreform** (Kapitel 2). Daneben sind Infrastrukturmaßnahmen, Anreize und verbesserte Rahmenbedingungen für nachhaltige Investitionen (Green Finance), einheitliche Standards für die Zertifizierung klimafreundlicher Wertschöpfung und Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz von Bedeutung. Eine CO<sub>2</sub>-basierte Energiepreisreform umfasst auf nationaler Ebene die Umsetzung eines ambitionierteren CO<sub>2</sub>-Preispfades, welche auch einen Mindestpreis für CO<sub>2</sub> umfasst, sowie eine umfassende Ausrichtung des derzeit existierenden komplexen Systems aus Entgelten, Steuern, Abgaben und Umlagen auf tatsächliche externe Effekte. Auf europäischer Ebene sind die Energiesteuerrichtlinie und das Europäische Emissionshandelssystem zu überarbeiten sowie ggf. Grenzausgleiche (Border Carbon Adjustments) einzuführen. Ziel ist ein europaweit einheitlicher Rahmen mit klimafreundlicher Lenkungswirkung, effizienten Preissignalen sowie einem Wettbewerb auf Augenhöhe zwischen Akteuren und Technologien. Bei den Reformen ist sowohl auf nationaler als auch auf europäischer Ebene auf die induzierten Verteilungswirkungen zu achten.

**Infrastrukturen** (Kapitel 8) müssen für den Transport, die Verteilung und die Speicherung von Wasserstoff und synthetischen Energieträgern angepasst und ausgebaut werden. Zudem werden Speicher mit verschiedenen Volumina benötigt, um eine zeitliche Unabhängigkeit von Erzeugung und Verbrauch insbesondere im Bereich der Stromversorgung zu ermöglichen. Auch ist ein schneller und auf europäischer Ebene langfristig koordinierter Ausbau der Stromnetze erforderlich, um diese an den Anforderungen des zukünftigen Energiesystems auszurichten und die Ausbauziele bei den erneuerbaren Energien erreichen zu können. Im Verkehr ist der europaweite Ausbau von Tankinfrastrukturen für neue erneuerbare Kraftstoffe und Ladeinfrastruktur entlang des transeuropäischen Verkehrsnetzes zu entwickeln.

Die Investitions- und Finanzmittel der öffentlichen Hand können und sollen lediglich die Grundlage für die Umsetzung des Green Deal schaffen. Um dafür auch das erforderliche Kapital privatwirtschaftlicher Investoren zu aktivieren, sind weitere Maßnahmen zur Stärkung von **Green Finance** (Kapitel 10) umzusetzen, etwa die Ausweitung von Berichtspflichten von Unternehmen und Finanzmarktakteuren im Sinne der EU-Taxonomie.

Verbesserte Rahmenbedingungen und einheitliche Standards für die **Zertifizierung** (Kapitel 3) können den Märkten wichtige Entscheidungsgrundlagen bieten und dies nicht nur für klimarelevante Aktivitäten von Unternehmen und Finanzmarktakteuren. Dazu ist eine sektorübergreifend einheitliche und zuverlässige Erfassung notwendig, damit der CO<sub>2</sub>-Ausstoß als maßgeblicher Bewertungsmaßstab dienen kann. Insbesondere die Umsetzung der Sektorkopplung mit dem Ziel der Defossilisierung von Verkehr, Gebäuden und Industrie erfordert die Erfassung der CO<sub>2</sub>-Emissionen, die durch Energieströme, Produkte und Dienstleistungen verursacht werden. Ein System glaubwürdiger und zuverlässiger Zertifizierung kann auch ohne weitere darauf aufbauende rechtliche Anforderungen bereits Wirkung entfalten. Darüber hinaus kann es Grundlage von ordnungspolitischen Maßnahmen sein, die auf die Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen abzielen.

Maßnahmen zur Steigerung der **Energieeffizienz** (Kapitel 9) sind eine wichtige Säule der Defossilisierung im Gebäude- und Verkehrssektor und können bei den betroffenen Endverbrauchern langfristig steigende Kostenbelastungen vermeiden. Investitionsentscheidungen von Endverbrauchern erfordern Vertrauen in die zukünftige Attraktivität von Anlagen und Produkten. Dies betrifft sowohl Erwartungen in die Preisentwicklung bei den CO<sub>2</sub>-Emissionen als auch bei der Infrastruktur. Förderprogramme und ein passender gesetzlicher Rahmen können darüber hinaus bei Kaufentscheidungen unterstützen. Nicht nur im Verkehrsbereich ist zu berücksichtigen, dass Kosteneinsparungen vielfach zu Rebound-Effekten führen, die Effizienzgewinne kompensieren oder sogar überkompensieren und die es durch flankierende Regulierung zu vermeiden gilt.

Entscheidend für den Erfolg einer umfassenden Transformation ist ein gutes Zusammenspiel der verschiedenen Governance-Strukturen auf den Ebenen von EU, Mitgliedstaaten, Regionen und Kommunen. Bei den **Governance-Strukturen** (Kapitel 11) empfehlen sich EU-weite, marktliche Mechanismen, um eine einfache Koordinierung über die Dimensionen der Energieunion, Regionen, Sektoren und Technologien zu erreichen. Zudem müssen Konflikte zwischen einzelnen Instrumenten aufgelöst und Pendanten von europäischen und nationalen Vorschriften aufeinander abgestimmt werden.

Bei allen von der Expertenkommission empfohlenen Maßnahmen ist zu beachten, dass das Krisenmanagement in der Corona-Pandemie Vorrang hat. Nichtsdestotrotz sind einige ohne größere Hürden umsetzbar und in Zeiten von Corona sogar umso dringlicher. Beispielhaft sei auf die Energiepreisreform und Maßnahmen zur klimaneutralen Transformation der Industrie verwiesen, welche die Konjunktur unterstützen, die Resilienz des Gesamtsystems erhöhen und zum Schutz vulnerabler Gruppen beitragen.

Klimaschutz vorantreiben, Wohlstand stärken –  
Kommentierung zentraler Handlungsfelder der deutschen  
Energiewende im europäischen Kontext

## Klimaschutz vorantreiben, Wohlstand stärken – Kommentierung zentraler Handlungsfelder der deutschen Energiewende im europäischen Kontext

### *Europäische Wertschöpfung stärken und internationale Einbettung sichern*

Die Transformation hin zu einem nachhaltigen Wirtschaftssystem erfordert es, strategisch bedeutsame klimaneutrale Wertschöpfungsketten aufzubauen, kritische Abhängigkeiten durch Diversifizierung zu vermeiden, europäische Märkte zu stärken, internationale Kooperationen zu schließen und die Wettbewerbsfähigkeit europäischer Unternehmen zu sichern.

### *CO<sub>2</sub>-basierte Energiepreisreform rasch angehen und richtig gestalten*

Eine CO<sub>2</sub>-basierte Energiepreisreform setzt Impulse für die Konjunktur, indem sie bei richtiger Ausgestaltung Haushalte und Unternehmen entlastet und die Transformation der Industrie vorantreibt. Auf nationaler Ebene sollte ein ambitionierter CO<sub>2</sub>-Preisfad angestrebt werden sowie eine umfassende Ausrichtung des derzeit existierenden komplexen Energiepreissystems auf tatsächliche externe Effekte in allen Sektoren. Durch den vorgeschlagenen Wegfall der Umlagen für erneuerbare Energien und Kraft-Wärme-Kopplung sowie die Reduzierung der Stromsteuer werden Strompreise in Deutschland – trotz höherer CO<sub>2</sub>-Preise – netto reduziert. Zusätzlich ist zu bedenken, dass die durch die Corona-Krise gesunkenen Strom-, Öl- und Gaspreise zusätzliche Handlungsspielräume eröffnen. Höhere Ambitionen im Klimaschutz auf europäischer Ebene erfordern neben einem Nachschärfen der CO<sub>2</sub>-Bepreisung im EU ETS eine Reform der EU-Energiesteuerrichtlinie sowie ggf. die Einführung von Grenzausgleichen.

### *Zertifizierung auf den Green Deal ausrichten*

Um wirksamen internationalen Klimaschutz zu ermöglichen, werden klare Zertifizierungsstandards benötigt, deren maßgeblicher Bewertungsmaßstab der CO<sub>2</sub>-Ausstoß ist. Sie ermöglichen erst die Umsetzung der Sektorkopplung mit dem Ziel der Defossilisierung von Verkehr, Gebäuden und Industrie, liefern Entscheidungsgrundlagen für Investitionen von Unternehmen sowie Finanzmarktakteuren und schaffen die Voraussetzungen für den Aufbau klimaneutraler internationaler Wertschöpfungsketten.

### *Effizient aus der Kohle aussteigen und marktliche Signale stärken*

Der in Deutschland beschlossene Kohleausstieg ist auf Basis der Beschlüsse zum europäischen Green Deal nachzubessern. Der Kohleausstieg müsste deutlich rascher und weitgehend durch marktliche CO<sub>2</sub>-Preissignale erfolgen. Auf Kompensationszahlungen an Unternehmen sollte möglichst verzichtet werden. Freiwerdende EU ETS-Zertifikate sind idealerweise vollständig aus dem Markt zu nehmen. Der Wandel hin zu einer kohlenstoffarmen Wirtschaft in Europa muss zudem sozialverträglich ausgestaltet werden.

### *Erneuerbare Energien beschleunigt ausbauen*

Die Umsetzung der langfristigen Klimaziele und des Green Deal erfordern eine deutliche Erhöhung der Ausbauziele für erneuerbare Energien. Da ausreichend Erzeugungspotenziale vorhanden wären, geht es vorrangig um Impulse für eine gesteigerte Ausbaudynamik. Gerade hierfür sind in der Umsetzung europäische Lösungen zu stärken, um nationale Aktivitäten besser zu ergänzen. Damit ergeben sich zugleich zusätzliche Wertschöpfungspotenziale, nicht nur durch den Ausbau, sondern auch durch die Nutzung der erneuerbaren Energien.

### *Globale Schlüsseltechnologien für Wasserstoff und synthetische Energieträger entwickeln*

Regenerativer Wasserstoff und synthetische Energieträger spielen eine Schlüsselrolle für das Erreichen der Klimaneutralität bis zum Jahr 2050. Anwendungen liegen im Verkehrssektor, bei der Speicherung von Strom, in der Industrie (gerade auch als Rohstoff) und im Wärmesektor. Um Wasserstoff und synthetische Energieträger in großem Maßstab einsetzen zu können, ist die Transformation und Ergänzung bestehender Infrastrukturen, Liefer- und Wertschöpfungsketten notwendig. Eine zentrale Voraussetzung ist der schnelle Hochlauf der industriellen Produktion von Schlüsselkomponenten. Auf internationaler Ebene ist auf bestehende aber auch auf neue Energiepartnerschaften zu setzen.

#### *Industrielle Transformation durch klimaneutrale Produktion beschleunigen*

Die klimaneutrale Produktion ist ein zentrales Handlungsfeld für die Umsetzung des Green Deal, sowohl im direkten Einflussbereich der Unternehmen, beim Einkauf von Energieträgern sowie entlang der gesamten produktbezogenen Wertschöpfung auf der Beschaffungsseite und der Absatzseite. Eigeninitiativen von Unternehmen sollten durch den entsprechenden regulatorischen Rahmen unterstützt und verstärkt werden. Z. B. beim Aufbau der Wertschöpfungsketten einer Wasserstoffwirtschaft bestehen sehr gute Chancen für die deutsche ebenso wie für die europäische Industrie, eine führende Position auf dem Weltmarkt einzunehmen.

#### *Infrastrukturen koordiniert ausbauen*

Infrastrukturen müssen für den Transport, die Verteilung und die Speicherung von Wasserstoff und synthetischen Energieträgern angepasst und ausgebaut werden. Zudem werden Speicher mit verschiedenen Volumina benötigt, um eine zeitliche Unabhängigkeit von Erzeugung und Verbrauch insbesondere im Bereich der Stromversorgung zu ermöglichen. Auch ist ein schneller und auf europäischer Ebene langfristig koordinierter Ausbau der Stromnetze erforderlich, um diese an den Anforderungen des zukünftigen Energiesystems auszurichten und die Ausbauziele bei den erneuerbaren Energien erreichen zu können. Im Verkehr ist der europaweite Ausbau von Tankinfrastrukturen für erneuerbare Kraftstoffe und Ladeinfrastruktur entlang des transeuropäischen Verkehrsnetzes zu entwickeln.

#### *Energieeffizienz systemisch denken*

Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz sind eine wichtige Säule zur Defossilisierung im Gebäude- und Verkehrssektor und können bei den betroffenen Endverbrauchern langfristig steigende Kostenbelastungen vermeiden. Im Gebäudesektor sind nationale und europäische Rahmenbedingungen hinsichtlich ihrer Preissignale im Wärmesektor weiterzuentwickeln, die zu einem europaweit klimaneutralen Gebäudebestand in 2050 führen. Im Straßenverkehr bedarf es über aktuelle Regelungen von Flottengrenzwerten hinaus einer Roadmap für einen klimaneutralen Verkehr, damit Unternehmen Planungssicherheit bei der Antriebswende erhalten. Darüber hinaus ergeben sich Energieeffizienzpotenziale durch Verlagerung und Vermeidung von Verkehr.

#### *Privates Kapital stärker für Green Finance aktivieren*

Der europäische Green Deal sieht ambitioniertere Energie- und Klimaziele vor, wodurch sich der jährliche Investitionsbedarf für Klimaschutzaktivitäten erhöhen wird. Die Investitions- und Finanzmittel der öffentlichen Hand können und sollen lediglich eine Grundlage schaffen. Um die Ziele erreichen zu können, ist deshalb das hierfür erforderliche Kapital privatwirtschaftlicher Investoren stärker zu aktivieren, etwa durch die Ausweitung der Berichtspflichten von Unternehmen und Finanzmarktakteuren im Sinne der EU-Taxonomie. Eine rasche und konsequente Umsetzung des europäischen Green Deal kann darüber hinaus ein starkes Signal an den Finanzmarkt senden und erforderliche, konsistente und langfristige Rahmenbedingungen schaffen.

#### *Governance der Energieunion kohärent ausgestalten*

Entscheidend für den Erfolg einer umfassenden Transformation ist ein gutes Zusammenspiel der verschiedenen Governance-Strukturen auf den Ebenen von EU, Mitgliedstaaten, Regionen und Kommunen. Es empfehlen sich EU-weite, marktliche Mechanismen, um eine einfache Koordinierung über die Dimensionen der Energieunion, Regionen, Sektoren und Technologien zu erreichen. Zudem müssen Konflikte zwischen einzelnen Instrumenten aufgelöst und Pendanten von europäischen und nationalen Vorschriften aufeinander abgestimmt werden.



## Inhalt

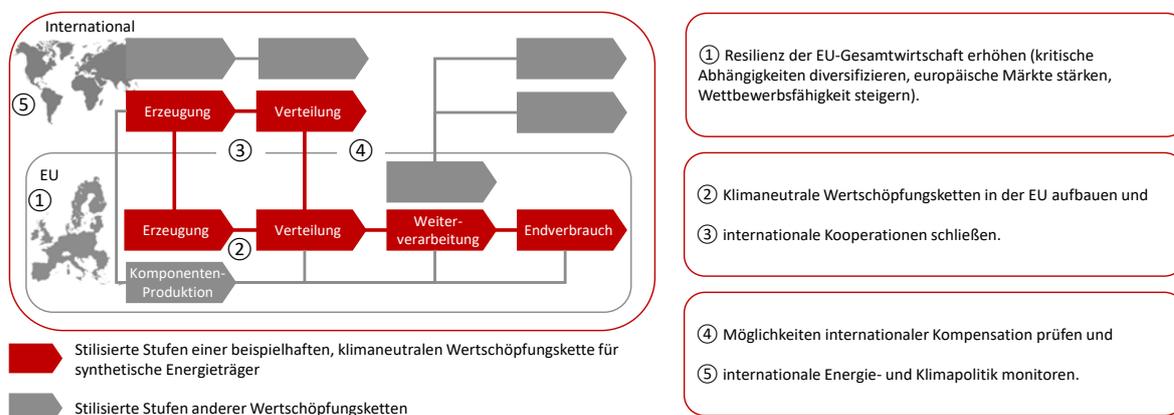
Klimaschutz vorantreiben, Wohlstand stärken – Kommentierung zentraler Handlungsfelder der deutschen Energiewende im europäischen Kontext.....	1
Inhalt .....	9
1 Europäische Wertschöpfung stärken und internationale Einbettung sichern.....	11
2 CO <sub>2</sub> -basierte Energiepreisreformen rasch angehen und richtig gestalten .....	15
3 Zertifizierung auf den Green Deal ausrichten .....	21
4 Effizient aus der Kohle aussteigen und marktliche Signale stärken.....	23
5 Erneuerbare Energien beschleunigt ausbauen .....	27
6 Globale Schlüsseltechnologien für Wasserstoff und synthetische Energieträger entwickeln .....	31
7 Industrielle Transformation durch klimaneutrale Produktion beschleunigen.....	35
8 Infrastrukturen koordiniert ausbauen .....	39
9 Energieeffizienz systemisch denken .....	43
10 Privates Kapital stärker für Green Finance aktivieren .....	49
11 Governance der Energieunion kohärent ausgestalten .....	53
Literaturverzeichnis.....	57
Abbildungen .....	i
Tabellen .....	i



## 1 Europäische Wertschöpfung stärken und internationale Einbettung sichern

Die Transformation hin zu einem nachhaltigen Wirtschaftssystem ist eine Priorität der europäischen Wirtschafts- und Umweltpolitik. Der Green Deal verspricht eine neue Wachstumsstrategie für die EU durch eine entsprechende Umgestaltung hin zu sauberen Wertschöpfungsketten (EU-KOM, 2019). Diese neue Strategie ist nur glaubhaft, wenn es gelingt, strategisch bedeutsame klimaneutrale Wertschöpfungsketten aufzubauen, kritische Abhängigkeiten durch Diversifizierung zu vermeiden, europäische Märkte zu stärken, internationale Kooperationen zu schließen und die Wettbewerbsfähigkeit europäischer Unternehmen zu sichern. Der durch die Corona-Krise induzierte Schock auf die globalen Wertschöpfungsketten verstärkt die Dringlichkeit, bietet zugleich aber auch die Chance, kurzfristig gewünschte Anreize zu setzen, damit Unternehmen sich jetzt optimal anpassen können. Die Expertenkommission empfiehlt folgende Schritte, die nicht nur der Energiewirtschaft, sondern der Zukunftsfähigkeit von Wirtschaft und Gesellschaft insgesamt dienen (vgl. Abbildung 2).

**Abbildung 2: Schritte zur Stärkung klimaneutraler europäischer Wertschöpfung am Beispiel synthetischer Energieträger**



Quelle: Eigene Darstellung

(1) Die Resilienz der EU-Gesamtwirtschaft einschließlich der Energiewirtschaft für verschiedene Krisenszenarien erhöhen. Dazu sind durch Diversifizierung kritische Abhängigkeiten zu vermeiden, europäische Märkte zu stärken und die Wettbewerbsfähigkeit europäischer Unternehmen zu sichern.

Die heimische Wertschöpfung ist eingebettet in globalen Wertschöpfungsketten. Große Unternehmen haben ca. 100.000 Zulieferer in mehr als 100 Ländern. Diese internationale Arbeitsteilung ist positiv zu beurteilen. Im Zuge der Corona-Krise vermeldeten jedoch viele Branchen, etwa die Stahl- oder Pharmaindustrie, Lieferengpässe aus China. Die Energiewirtschaft verzeichnete Preisrückgänge (insbesondere beim Rohöl) und eine verminderte Nachfrage. Die Kosten eines (allein) 2 %igen Rückgangs in der Produktion von Zwischenprodukten aus China kostet Europa 16 Mrd. USD (UNCTAD, 2020).

Die Stärkung von europäischen Märkten und strategisch bedeutsamer Wertschöpfungsketten für Europa erhöht die Resilienz des Gesamtsystems. Simulationsrechnungen und die Erfahrungen aus den derzeitigen Shutdowns von Volkswirtschaften können Hinweise auf kritische Abhängigkeiten in globalen Wertschöpfungsketten geben.

Eine wichtige Option zur Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit stellt eine Reformierung des Energiepreissystems dar. Entsprechend neu ausgestaltet profitieren nicht nur stromintensive Unternehmen von einer Reform, sondern der Durchschnitt aller Unternehmen oder auch sozial schwache Haushalte. Besonders negativ betroffene Unternehmen oder Haushalte können und sollen in den Blick genommen werden. Der Green Deal bietet die

Chance zu einer europäischen, effizienten Lösung bei der CO<sub>2</sub>-Bepreisung auch in den nicht vom Europäischen Emissionshandelssystem erfassten Sektoren (vgl. Kapitel 2 und Kapitel 11).

*(2) Den Aufbau klimaneutraler Wertschöpfungsketten priorisieren, insbesondere für grünen Wasserstoff und synthetische Energieträger. Entsprechende internationale Kooperationen schließen.*

Europa sollte sich im Markt für synthetische Kraftstoffe und Wasserstoff als Vorreiter bei Technologie und Innovation positionieren. Diese Energieträger spielen eine Schlüsselrolle in der europäischen Industriestrategie (vgl. Kapitel 7), insbesondere für den Stahlsektor (EU-KOM, 2020a), aber auch für die Energiewende im Flug-, Schiffs-, Schienen- und Straßenschwerlastverkehr. Weitere Wertschöpfungspotenziale liegen in der Speicherung, Distribution und Forschung sowie dem Technologieexport. Aus strategischer Sicht sollten auch die Ressourcenbasen für diese Wertschöpfungsketten frühzeitig besetzt werden. Dies umfasst Abkommen auf staatlicher sowie privatwirtschaftlicher Ebene. Investitionen in Forschungs- und Entwicklungsprojekte zur Erreichung der Klimaneutralität, etwa im Rahmen von Konjunkturpaketen, haben sowohl substantielle ökonomische Multiplikatoreffekte als auch positive Wirkungen für den Klimaschutz (Hepburn et al., 2020). Bei neuen Projekten könnten, wo sinnvoll, Betriebskosten- und Investitionsförderung zum Einsatz gebracht werden (vgl. Kapitel 10).

Die zu entwickelnde klimaneutrale Industrie kann im Zuge des Strukturwandels wegfallende Arbeitsplätze kompensieren. Auch wenn es regional zu negativen Effekten kommen kann, wie Abschätzungen zum deutschen Kohleausstieg zeigen, wirkt die Energiewende abfedernd (Oei et al., 2020; vgl. Kapitel 4 und Kapitel 5) und erzielt netto, d. h. über alle Regionen und Industrien betrachtet, positive Beschäftigungseffekte.

Der Import von synthetischen Energieträgern und Wasserstoff aus dem nicht-europäischen Ausland, d. h. von Standorten mit exzellenten Bedingungen für Photovoltaik und Windkraft, kann für heimische Verbraucher (trotz höherer Handels- und Distributionskosten) kostengünstiger ausfallen als die inländische Produktion. Zudem sind heimische Kapazitäten beschränkt. Um den heimischen Bedarf an synthetischen Kraftstoffen und Wasserstoff zu decken, werden somit neben einer inländischen Produktion auch Importe erforderlich sein. Daher sollten verlässliche und diversifizierte Energiepartnerschaften vorbereitet und Handelsabkommen geschlossen werden (vgl. Kapitel 6). Vielversprechende Standorte finden sich z. B. in Australien, Neuseeland, Patagonien, Chile, USA, Nordafrika, im Mittleren Osten und China. Langfristig könnte dadurch auch im globalen Energiehandel ein Wandel weg von fossilen hin zu regenerativen Energieträgern angestoßen werden.

*(3) International unterschiedliche Geschwindigkeiten bei der Klimapolitik ausgleichen. Alle Kooperationen zum Erreichen der Klimaneutralität auf Möglichkeiten internationaler Kompensation prüfen. Die internationale Klimapolitik einem Monitoring unterziehen.*

Die Europäische Union sollte darauf hinwirken, international substantiell unterschiedliche Ambitionsniveaus in der Klimapolitik auszugleichen. In Wertschöpfungsketten, die sich nicht lediglich auf EU-Mitgliedsstaaten beschränken, ist der Grenzsteuerausgleich eine naheliegende Maßnahme (vgl. Kapitel 2), die auch der Green Deal beschreibt. Vorzuziehen wäre jedoch, wenn die Europäische Union auf internationaler Ebene auf einen weitgehend einheitlichen CO<sub>2</sub>-Preis zumindest bei zentralen Partnern hinwirken könnte (sog. Climate Clubs), sodass kein Grenzsteuerausgleich benötigt würde.

Wertschöpfungsketten werden immer stärker auf eine klimaneutrale Produktion ausgerichtet (vgl. Kapitel 7). In diesem Zusammenhang sind die Möglichkeiten internationaler Kompensation zu prüfen. Das Pariser Klimaabkommen ermöglicht den Ländern im Sinne eines Flexibilitätsmechanismus gemeinsame Anstrengungen auf ihre Zielerreichung, d. h. auf ihre jeweiligen national festgelegten Beiträge, anzurechnen (Artikel 1, 6 und 8). Voraussetzung dafür ist, dass Staaten freiwillig kooperieren (Absatz 3) und die Reduktionen bei den Treibhausgasemissionen nur von einem der Kooperationspartner angerechnet werden (Absatz 5). Dies erfordert eine verlässliche Bilanzierung (Absatz 2) und klare Standards (vgl. Kapitel 3).

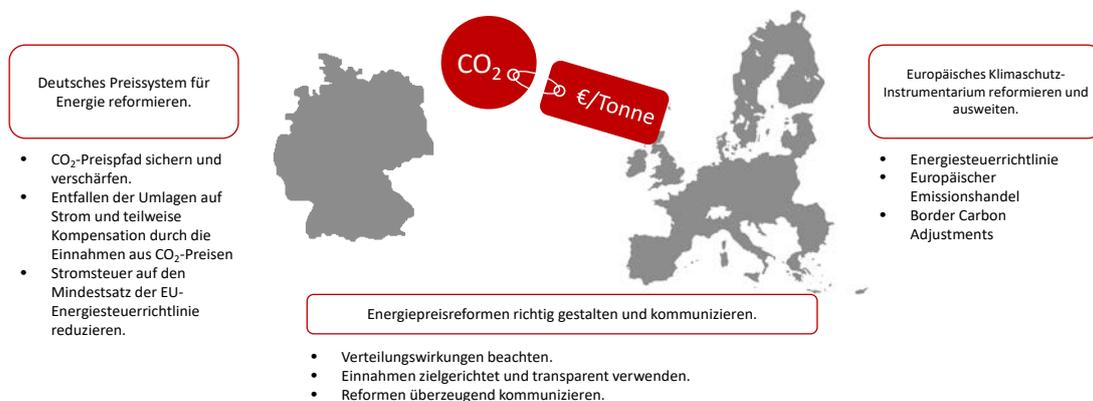
Im Sinne einer kontinuierlichen Berichterstattung sind die international unterschiedlichen Geschwindigkeiten bei der Klimapolitik und der damit im Zusammenhang stehende Umbau von Wertschöpfungsketten zu monitorieren (Löschel und Großkurth et al., 2018).



## 2 CO<sub>2</sub>-basierte Energiepreisreformen rasch angehen und richtig gestalten

Zum Erreichen der mittel- bis langfristigen Energiewendeziele werden in Deutschland seit etwa vier Jahren die Vorteile und verschiedenen Optionen einer CO<sub>2</sub>-basierten Energiepreisreform diskutiert. Nun soll der Green Deal auf europäischer Ebene den Weg für das Erreichen der EU-Klimaschutzziele für 2030 und 2050 ebnen und zugleich unmittelbar die industrielle Transformation hin zu klimafreundlichen Technologien und Produkten befördern. Daraus ergibt sich mit neuer Dringlichkeit eine Reformnotwendigkeit, um die „effektive CO<sub>2</sub>-Bepreisung in der gesamten Wirtschaft zu gewährleisten“. Gleichzeitig kann der Wegfall von Abgaben und Umlagen beim Strompreis im Rahmen eines ohnehin notwendigen Konjunkturpakets Haushalte sowie klein- und mittelständische Unternehmen zunächst in der Breite entlasten, bevor die entfallenden Einnahmen dann mittelfristig durch die Einnahmen aus der CO<sub>2</sub>-Bepreisung gegenfinanziert werden. Die Expertenkommission empfiehlt folgende Schwerpunkte (vgl. Abbildung 3):

**Abbildung 3: Schwerpunkte für eine CO<sub>2</sub>-basierte Energiepreisreform**



Quelle: Eigene Darstellung

*(1) Eine Energiepreisreform in Deutschland setzt wichtige Impulse für die Konjunktur und für eine zukunftsweisende Transformation der Industrie.*

Deutschland versucht seit Langem mit einer Vielzahl von komplexen Fördermechanismen bzw. Instrumenten die Klimaschutzziele zu erreichen. Diese sind häufig nicht an den Ursachen des Klimawandels (den Treibhausgasemissionen) ausgerichtet sowie zu kleinteilig, kurzfristig und nicht miteinander verzahnt ausgestaltet. Die Folge sind heterogene Preissignale für CO<sub>2</sub>, was einer kosteneffizienten Klimapolitik entgegensteht. Geht es ausschließlich um die kosteneffiziente Reduktion von Treibhausgasemissionen, so sollte ein möglichst alle Emittenten umfassender Emissionshandel oder eine umfassende CO<sub>2</sub>-Abgabe implementiert werden. In Ansätzen wird dies durch existierende europäischen Klimainstrumente wie dem EU ETS oder die Energiesteuerrichtlinie umgesetzt. Die Instrumente auf nationaler und europäischer Ebene sowie deren Zusammenspiel sind zu reformieren, um ein substantielleres, möglichst einheitliches CO<sub>2</sub>-Preissignal zu schaffen. Dies würde nicht nur dem Klima nützen, sondern auch die Marktchancen für Technologien zur Sektorenkopplung (vgl. Kapitel 6) und die Chancen eines marktgetriebenen Kohleausstiegs ohne neue staatliche Interventionen verbessern (vgl. Kapitel 4). Auch die Förderkosten erneuerbarer Energien (vgl. Kapitel 5) würden sich reduzieren.

Die Bundesregierung beschloss auf Basis des Klimaschutzprogrammes 2030, des Bundes-Klimaschutzgesetzes, sowie des Brennstoffemissionshandelsgesetzes (BEHG) einen Einstieg in eine CO<sub>2</sub>-Bepreisung für Verkehr und Gebäudewärme mit einem Fixpreis, mittelfristig ein nationales Emissionshandelssystem (nEHS) sowie langfristig das Bestreben der Integration in den EU-Emissionshandel mit einem Mindestpreis. Der CO<sub>2</sub>-Preisfad sieht vor,

mit einem Festpreis im Wärme- und Verkehrssektor von 25 Euro/t CO<sub>2</sub> im Jahr 2021 zu starten. Bis zum Jahr 2025 steigt der Preis auf 55 Euro/t CO<sub>2</sub>. Ab 2026 soll sich der Preis am Markt bilden, solange er sich zwischen einem festgelegten Mindest- und Höchstpreis von 55 bzw. 65 Euro bewegt. Im Jahr 2025 soll festgelegt werden, inwieweit Höchst- und Mindestpreise für die Zeit ab 2027 sinnvoll und erforderlich sind. Dennoch könnten die Ziele für 2030 verfehlt werden (Edenhofer et al., 2019a, 2019b). Neben der fraglichen Zielerreichung sind auch Fragen des sozialen Ausgleichs bisher noch nicht abschließend adressiert. Auch das grundsätzliche Problem des Nebeneinanders einer Vielzahl komplexer Fördermechanismen bzw. Instrumente besteht weiter.

Die Nichterreichung von Klimaschutzzielen könnte für Deutschland mit erheblichen Ausgleichszahlungen verbunden sein. Für Deutschland verlangt die EU-Klimaschutzverordnung (auch Zielverteilungsverordnung oder Effort-Sharing Regulation genannt) bis zum Jahr 2030 eine Reduktion der Emissionen in den Verkehrs-, Gebäude- und Landwirtschaftssektoren sowie in Teilen der Industrie- und Energiesektoren um 38 % gegenüber 2005. Auch aus dieser Perspektive bedarf es in Deutschland einer Reform der klimapolitischen Instrumente. Eine Übersetzung der Ambitionen des Green Deal in Reduktionsziele wird die Situation noch verschärfen.

Um im Rahmen des eingeschlagenen Weges die Emissionsziele doch zu erreichen, empfiehlt die Expertenkommission den schnellstmöglichen Wegfall von Umlagen und Steuern auf Elektrizität, der mittels eines CO<sub>2</sub>-bezogenen Zuschlags auf fossile Energieträger mittelfristig weitgehend refinanziert wird. Der Unterschiedsbetrag würde aus dem Haushalt finanziert und wäre ein gutes Substitut für Transfers wie Konsumgutscheine, die an anderer Stelle in politischen Diskussionen Erwähnung finden. Dieser Reformvorschlag stünde den Beschlüssen der Bundesregierung nicht entgegen, und wäre zudem politisch zügig umsetzbar.

Konkret sollten die EEG- und KWKG-Umlagen (ca. 23,9 und 0,9 Mrd. Euro in 2020) wegfallen sowie der Stromsteuersatz des deutschen Stromsteuergesetzes auf den erlaubten Mindestsatz entsprechend der EU-Energiesteuerrichtlinie reduziert werden (das entspricht einer Reduzierung des Steuersatzes von 2,05 ct/kWh auf 0,1 ct/kWh; Umfang der gegenwärtigen Stromsteuer bei 2,05 ct/kWh von ca. 6,7 Mrd. Euro in 2020). Ein Refinanzierungsvolumen von ca. 25 Mrd. Euro könnte bei einem CO<sub>2</sub>-Preis von ca. 50 Euro/t CO<sub>2</sub> in allen Sektoren sichergestellt werden. Dies würde auch einen nationalen CO<sub>2</sub>-Zuschlag im Rahmen des EU ETS beinhalten, um einen Mindestpreis für CO<sub>2</sub> auch in den Sektoren des EU ETS einzuführen. Die CO<sub>2</sub>-Preise nach aktuellen Planungen in den Sektoren Verkehr und Wärme dürften ohne einen Aufschlag im ETS-Sektor für die Refinanzierung nicht ausreichend sein, insbesondere da etliche andere Initiativen aus den Einnahmen finanziert werden sollen. Weitergehende Überlegungen zu einer Energiepreisreform sollten auch das Energiesteuergesetz umfassen. Die Energiesteuer gilt es – analog zu den Abgaben auf Strom – zu reduzieren und durch ein CO<sub>2</sub>-basiertes Instrument zu ersetzen. Aktuell werden Energiesteuern, entgegen einer sinnvollen Lenkungswirkung, auch auf grüne Energieträger, z. B. grünen Wasserstoff, erhoben

Im Zuge der Corona-Krise gewinnt der Vorschlag einer Energiepreisreform zusätzlich an Bedeutung. Der Wegfall der Abgaben und Umlagen beim Strompreis entlastet die Haushalte und viele Unternehmen, schafft Chancen für neue Geschäftsmodelle und macht nachhaltige Produkte (wie beispielsweise batterieelektrische Fahrzeuge oder Wärmepumpen) attraktiver. Somit sind von der Reform unmittelbar konjunkturbelebende Effekte zu erwarten, auch (oder gerade) wenn der Wegfall der Abgaben und Umlagen nicht unmittelbar bzw. vollständig durch die Einnahmen aus einer CO<sub>2</sub>-Bepreisung gegenfinanziert wird. Von der Energiepreisreform gehen im Mittel keine negativen, sondern im Gegenteil positive Verteilungswirkungen aus, insbesondere da der CO<sub>2</sub>-Fußabdruck positiv mit dem Einkommen korreliert ist. In Einzelfällen sind jedoch Maßnahmen zur Abfederung von sozialen Härten erforderlich. Dies steht der Reform jedoch nicht entgegen.

Der Reformbedarf bei den Strompreisen zeigt sich sehr anschaulich auch dadurch, dass die durch die Corona-Krise induzierte niedrige Stromnachfrage, bei gleichzeitig hohen Einspeisungen aus Erneuerbaren, zwangsläufig zu niedrigen Strompreisen und steigenden Erneuerbaren-Förderkosten führt. Im Ergebnis könnte die – in den letzten vier Jahren relativ stabile – EEG-Umlage 2021 um mehr als 20 % ansteigen. Gerade im Zuge einer Rezession bei gleichzeitig anstehender Transformation hin zu klimaneutraler Produktion wäre jedoch ein Anstieg bei den effektiven Strompreisen kontraproduktiv und würde die notwendigen Investitionsanreize konterkarieren. Würden die oben beschriebenen Empfehlungen der Expertenkommission umgesetzt, würden die Strompreise durch den Wegfall der EEG- und KWKG-Umlagen sowie die Reduzierung der Stromsteuer – trotz höherer CO<sub>2</sub>-Preise – netto reduziert.

*(2) Energiesteuerrichtlinie und das EU ETS auf europäischer Ebene reformieren sowie ggf. Border Carbon Adjustments (BCA) einführen, um einen europaweit einheitlichen Rahmen mit klimafreundlicher Lenkungswirkung, effizienten Preissignalen und ein „Level Playing Field“ beim Wettbewerb zu erreichen.*

Die Einbettung in einen europäischen Rahmen ist zwar nicht Voraussetzung für eine ambitionierte deutsche Klimapolitik, sie ist aber ein entscheidender Erfolgsfaktor. Denn so wird europäischer Klimaschutz nicht nur effizienter ausgestaltet, sondern es werden auch gleiche Wettbewerbsbedingungen geschaffen. Höhere Ambitionen im Klimaschutz auf europäischer Ebene erfordern neben einer Nachschärfen der CO<sub>2</sub>-Bepreisung im EU ETS eine Reform der EU-Energiesteuerrichtlinie (2003/96/EG). In ihrer derzeitigen Ausgestaltung gibt die Richtlinie zu heterogenen bzw. ineffizienten Preissignalen und besitzt kaum Lenkungswirkung, etwa hin zu klimafreundlicheren Verkehrsmitteln. Eine vorwiegend einheitliche CO<sub>2</sub>-basierte Abgabengestaltung für Strom und Kraftstoffe führt zu expliziten CO<sub>2</sub>-Preissignalen in der Nutzung von Verkehrsmitteln. Dies unterstützt die bereits impliziten CO<sub>2</sub>-bedingten Preissignale im Verkehr, die sich etwa durch die EU-Flottengrenzwerte für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge ergeben. Die neue Richtlinie sollte national unterschiedliche Steuersätze bzw. die zahlreichen Ausnahmen eliminieren und an der CO<sub>2</sub>-Bilanz der Energieträger ansetzen. Da die Richtlinie sowohl Emittenten innerhalb als auch außerhalb des Europäischen Emissionshandelssystems adressiert, ist die Reform kohärent auszugestalten mit der zu empfehlenden Erweiterung des EU ETS auf die Sektoren Wärme und Verkehr.

Substantiell höhere CO<sub>2</sub>-Preise können die Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Industrie belasten. Ein sinnvolles Instrument, um diese wettbewerblichen Verzerrungen für besonders betroffene Sektoren zu nivellieren, ist ein Grenzsteuerausgleich (Border Carbon Adjustment). Darunter ist ein Ausgleich einer örtlichen Belastung (die in der EU erhöhte CO<sub>2</sub>-Bepreisung) zu verstehen, die durch eine wegen der Grenzüberschreitung erhobene Abgabe (dem Grenzsteuerausgleich auf vom außereuropäischen Ausland importierte Produkte) ausgeglichen wird. Der Ausgleich führt dazu, dass im Ausland hergestellte Produkte an der europäischen Grenze entsprechend dem CO<sub>2</sub>-Gehalt verteuert werden. Die klimapolitisch induzierte wettbewerbliche Verzerrung wird somit nivelliert. Gleichzeitig werden auf diese Weise verstärkte Anstrengungen bei der CO<sub>2</sub>-Bepreisung bzw. ein Absenken der CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Produktion für die Handelspartner außerhalb der Europäischen Union relativ attraktiver, da dies die Zusatzbelastung an der europäischen Grenze reduziert. Darüber hinaus können BCAs auch die Gefahr von Carbon Leakage reduzieren, d. h. die Verlagerung von Produktion und folglich auch von CO<sub>2</sub>-Emissionen an Standorte mit einer weniger ambitionierten Klimapolitik (Schenker et al., 2018). Um handelspolitische Verwerfungen zu vermeiden, sind BCAs nur sehr zielgerichtet und mit Bedacht einzusetzen, d. h. wenn überhaupt nur sukzessive in wenigen Sektoren. Zudem ist die Konformität mit WTO- und EU-Recht zu beachten (Mehling et al., 2019). Unabhängig von der Ausgestaltung, bedarf es klarer Vorgaben und Standards zur Emissionsmessung

(vgl. Kapitel 3). Zudem ist vor einer Einführung zu prüfen, inwieweit Handelspartner CO<sub>2</sub> bereits explizit oder auch implizit bepreisen.<sup>1</sup>

*(3) Verteilungswirkungen ernst nehmen und Reformen richtig kommunizieren.*

Bei der Implementierung einer Energiepreisreform sind die Verteilungswirkungen zu analysieren. Insbesondere im Bereich niedriger Einkommen ist darauf zu achten, dass die Reformen nicht mit einem Rückgang des verfügbaren Einkommens einhergehen. Hierbei sind Zeitschienen, innerhalb derer zunächst keine Anpassungen stattfinden können, und auch der Handlungsspielraum der Akteure zu berücksichtigen. Haushalte mit niedrigem Einkommen, die aufgrund ihrer Charakteristika (z. B. Energieträgermix, Energieintensität, Haushaltsgröße oder Fahrleistung) zu den Reformverlierern gehören und wenig unmittelbaren Anpassungsspielraum haben, können und sollten kompensiert werden (Edenhofer et al., 2019b).

Von großer Bedeutung ist eine gute Kommunikation des Reformgedankens. Durch die Reduktion der Abgaben und Umlagen beim Strompreis und der Refinanzierung über die Einnahmen aus der CO<sub>2</sub>-Abgabe wird nicht nur ein Großteil der Haushalte und Unternehmen entlastet, es werden auch Anreize gesetzt, auf klimafreundliche Technologien und Produkte umzusteigen, was wiederum die Nachfrage beflügelt und die Transformation beschleunigt. Dies stellt einen entscheidenden Vorteil gegenüber anderen Vorschlägen zur Verwendung der Einnahmen aus der CO<sub>2</sub>-Bepreisung dar, die eine solche doppelte Hebelwirkung nicht aufweisen (z. B. Pro-Kopf-Pauschale an Haushalte, vgl. Hepburn et al., 2018, oder Unterstützung betroffener Regionen, vgl. Oei et al., 2019, 2020). Als nachteilig kann es sich erweisen, dass die Kommunikation des Nutzens für die Bevölkerung aufgrund der geringen Transparenz der Effekte eine größere Herausforderung darstellt. Dabei sind die Effekte erheblich. Ein Mehr-Personen-Haushalt mit einem Stromverbrauch von ca. 3.500 kWh pro Jahr würde ceteris paribus bei Wegfall der EEG- und KWKG-Umlagen sowie Reduktion des Stromsteuersatzes auf den erlaubten Mindestsatz im Jahr 2020 ca. 310 Euro (ohne Mehrwertsteuereffekt) bei seiner Stromrechnung sparen. Bei einem gegengerechneten höheren CO<sub>2</sub>-Preis von 50 Euro/t CO<sub>2</sub> verbleiben dem Haushalt als (angenommen) Wenigfahrer mit sparsamer Gasheizung immer noch etwa 30 Euro netto. Zusätzlich ist zu bedenken, dass die durch die Corona-Krise gesunkenen Strom-, Öl- und Gaspreise zusätzlich die Energiekosten weiter absenken werden.

Die Expertenkommission hat bereits in der Vergangenheit Vorschläge zu einer überzeugenden Kommunikation von Reformen gemacht. Dabei sollte u. a. auf erprobte Beispiele verwiesen und auf Nachvollziehbarkeit geachtet werden. Eine effektive Kommunikationsstrategie orientiert sich an akzeptierten Werten, kann auf erprobte Beispiele verweisen, ist konsistent, schlicht und kontextabhängig in der Ansprache, schafft Vertrauen und involviert Stakeholder. Entsprechende Spezialisten sind frühzeitig einzubinden. Bei komplexeren Mechanismen und Details sollte der Fokus darauf gelegt werden, „was das System bewirkt“ statt „wie das System funktioniert“. Vertrauen wird dadurch geschaffen, dass der Gesamtprozess der Energiepreisreform kontinuierlich evaluiert und bei Bedarf weiterentwickelt wird. Potenzielle Gewinner und Verlierer der Reform sollten benannt und ihre Anliegen wo geboten adressiert werden. Zu erwägen ist es auch, vertrauensvolle Personen ggf. extern in die Kommunikationsstrategie einbinden. Die Akzeptanz von Reformen kann außerdem durch die Einrichtung von Bürgerforen über die dort stattfindende Wissensvermittlung und Partizipation gestärkt werden (auf Ebene der EU geschah

---

<sup>1</sup> Als ökonomisch vergleichbarer Ansatz kommt eine Carbon Added Tax (CAT) in Frage. Diese könnte analog zum Mehrwertsteuer-Prinzip ausgestaltet werden, d. h. an jeder Produktionsstufe würde der hinzugefügte CO<sub>2</sub>-Gehalt von Produkten besteuert. Alternativ wird die Steuer lediglich beim finalen Konsumenten erhoben. In jedem Fall zahlen die finalen Konsumenten die Steuern auf den gesamten Produktionsprozess. Dieses Instrument erscheint wegen dem erhöhten administrativen Aufwand bzw. der expliziten Belastung beim Bürger schwerer implementierbar als BCAs.

## CO2-basierte Energiepreisreformen rasch angehen und richtig gestalten

dies z. B. in Form einer europäischen Bürgerversammlung „Citizens Assembly“, vgl. Ciaglia et al., 2018). Individuelle Kommunikationsangebote z. B. in Form von Hinweisen, speziell für negativ Betroffene (vgl. Stromsparchecks der Caritas), können die Wahrnehmung von Herausforderungen beschleunigen.



### 3 Zertifizierung auf den Green Deal ausrichten

Um wirksamen internationalen Klimaschutz zu ermöglichen, werden klare Zertifizierungsstandards benötigt, deren maßgeblicher Bewertungsmaßstab der CO<sub>2</sub>-Ausstoß ist. Damit der CO<sub>2</sub>-Ausstoß als maßgeblicher Bewertungsmaßstab dienen kann, müssen Emissionen sektorenübergreifend glaubwürdig und zuverlässig erfasst werden (Mehling et al., 2019). Dies ermöglicht erst die Umsetzung der Sektorkopplung mit dem Ziel der Defossilisierung von Verkehr, Gebäuden und Industrie. Gleichzeitig liefert dies die Entscheidungsgrundlage für Investitionen von Unternehmen sowie Finanzmarktakteuren und schafft die Voraussetzung für den Aufbau klimaneutraler internationaler Wertschöpfungsketten (vgl. Kapitel 1). Die Erfassung der CO<sub>2</sub>-Emissionen, die durch Energieströme, Produkte und Dienstleistungen verursacht werden, ist gerade für die Einführung und Handel von klimafreundlichen Technologien und Produkten erforderlich. Auch für eine verstärkte Nutzung emissionsneutraler Kraft-, Brenn- und Industrierohstoffe ist die einheitliche Zertifizierung eine wichtige Voraussetzung. Verbindliche Nachhaltigkeitsanforderungen sowohl für flüssige Biomassen als auch für Biokraftstoffe gibt es auf europäischer Ebene seit 2009 in der EU-Renewable Energies Directive (2018/2001/EU – Erneuerbare Energien-Richtlinie), die auch die Anrechenbarkeit für die THG-Einsparziele regelt. Ab 2021 gelten die Regelungen von RED II, die verschärfte Referenz- und Grenzwerte vorsieht. Darüber hinaus sieht RED II nunmehr auch explizite Unterziele für den bodengebundenen Verkehr vor.

Vor allem für internationale Kompensationsmechanismen eröffnen sich durch ein transparentes und international einheitliches System zur Erfassung des CO<sub>2</sub>-Gehalts von Produkten und Dienstleistungen neue Chancen (vgl. Kapitel 1 sowie Mehling et al., 2018).

*(1) Die einheitliche Ermittlung und Zertifizierung des CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks von nachhaltigen Finanzprodukten sowie (Import-)Gütern ist essentielle Voraussetzung für viele industriepolitische Maßnahmen.*

In der Industrie gibt es schon heute Bestrebungen, die Nachhaltigkeit von Produktionsprozessen zu belegen, insbesondere da dies einen signifikanten Einfluss auf die Bewertung von Unternehmen haben wird (vgl. Kapitel 7). Es ist zu erwarten, dass ein System glaubwürdiger und zuverlässiger Zertifizierung daher auch ohne weitere darauf aufbauende rechtliche Anforderungen bereits Wirkung entfalten kann. Darüber hinaus kann es Grundlage von ordnungspolitischen Maßnahmen sein, die auf die Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen abzielen. Eine einheitliche Zertifizierung nachhaltiger Finanzprodukte und die Ermittlung des CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks von (Import-)Produkten nach einem klaren europäischen Standard sind ebenso essentielle Voraussetzungen für Maßnahmen wie Grenzsteuerausgleiche auf Importe und Green Finance Produkte (vgl. Kapitel 1 bzw. 10).

*(2) Die Zertifizierung sollte sich an den durch die Produktion, Nutzung und Entsorgung von Gütern verursachten Emissionen orientieren und strategischem Verhalten vorbeugen.*

Die Zertifizierung sollte sich dabei an den durch die Produktion, Nutzung, und Entsorgung von Gütern verursachten Treibhausgasemissionen orientieren. Wo die Produktionsprozesse nicht unmittelbar nachverfolgt werden können, sollten geeignete Heuristiken verwendet werden, wie z. B. der CO<sub>2</sub>-Gehalt eines durchschnittlichen, europäischen Referenzprodukts im betreffenden Sektor oder dem entsprechenden Stand der Technik (Cosbey et al., 2019; Mehling et al., 2019). Unternehmen und Importeure sollten dann die Möglichkeit haben, nachzuweisen, dass ihre produktspezifische CO<sub>2</sub>-Bilanz besser als dieser Referenzwert ist. Dies erhöht den Anreiz für CO<sub>2</sub>-Minderung und reduziert die Wahrscheinlichkeit einer potenziell benachteiligenden Einordnung, während gleichzeitig der administrative Aufwand eines Nachweises beim jeweiligen Unternehmen liegt. Dabei ist darauf zu achten, dass bestehende Regeln nicht durch strategisches Verhalten ausgenutzt werden können.

Die Ermittlung und Anrechnung von Emissionen im Wertschöpfungsprozess ist jedoch alles andere als einfach. So erfordern beispielsweise aussagekräftige Lebenszyklusanalysen klare Regeln und Abgrenzungen. Bei CCS oder CCU ist die Langlebigkeit der CO<sub>2</sub>-Bindung oder die mögliche Freisetzung zu einem späteren Zeitpunkt mit einzu-beziehen (acatech, 2018; Freudendahl, 2016). Hier sind möglichst internationale Bewertungsstandards zu entwickeln.

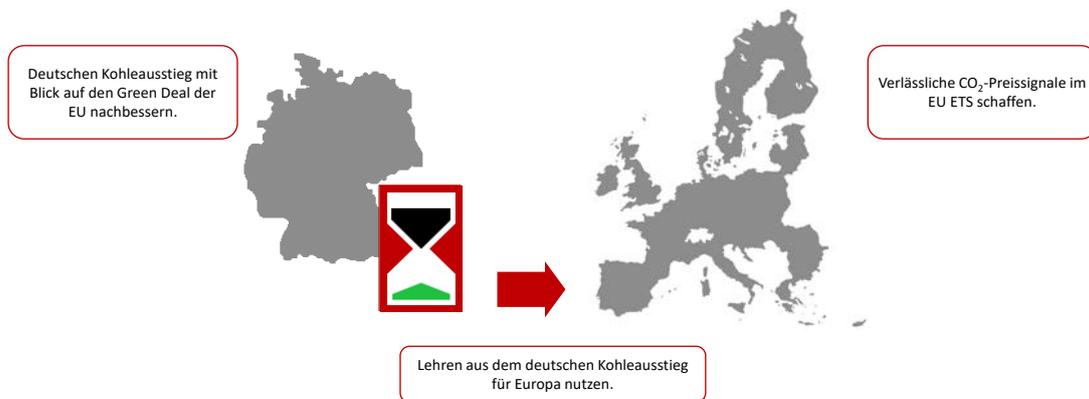
*(3) Eine intuitive, für Endkonsumenten leicht verständliche Kennzeichnung des CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks ist anzustreben.*

Über die verursachten CO<sub>2</sub>-Emissionen hinaus sind auch weitere Eigenschaften für das Konsumverhalten relevant. Dazu zählt im Bereich Wasserstoff/synthetische Kraftstoffe auch die Differenzierung, wodurch CO<sub>2</sub>-Ausstoß vermieden wurde (CCU, CCS, Nutzung von Atomstrom). Sofern Endkonsumenten die Zielgruppe sind, ist eine intuitive, leicht verständliche Kennzeichnung der Klimabilanz anzustreben. Ein mehrstufiges, farbliches Label ähnlich der Energiekennzeichnung bei Haushaltsgeräten nach einem Ampel-Schema ist eine Option. Damit könnte die Klimabilanz von Produkten auch im Handel und zu Werbezwecken eingesetzt werden.

## 4 Effizient aus der Kohle aussteigen und marktliche Signale stärken

Der europäische Grüne Deal fordert die Entwicklung eines europäischen Energiesektors, der sich weitgehend auf erneuerbare Energiequellen stützt bei einem gleichzeitigen „raschen Ausstieg aus der Kohle“ (S. 7; EU-KOM, 2019). In Deutschland beschloss das Kabinett bereits im Januar 2020 ein Kohleausstiegsgesetz mit einem Ausstiegspfad für Stein- und Braunkohlekraftwerke bis 2038 (Die Bundesregierung, 2020), welches jedoch noch nicht verabschiedet ist. Der deutsche Ausstieg aus der Kohleverstromung hat auch Implikationen für die europäische Gemeinschaft, insbesondere im Rahmen des Europäischen Emissionshandelssystems (EU ETS) und als ein mögliches Modell für sozialverträgliche Energiewende-Transformationen. Die gegenwärtige Corona-Krise verstärkt gerade die Bedeutsamkeit des letztgenannten Aspekts. Die Expertenkommission gibt drei Empfehlungen (vgl. Abbildung 4):

**Abbildung 4: Schwerpunkte für einen effektiven Kohleausstieg und zur Stärkung von Marktsignalen**



Quelle: Eigene Darstellung

*(1) Den in Deutschland beschlossenen Kohleausstieg auf Basis der Beschlüsse zum europäischen Green Deal nachbessern.*

Der beschlossene ordnungsrechtliche Ausstieg aus der Kohleverstromung in Deutschland ist aus Klima- und Effizienz­sicht kritisch zu beurteilen. Der Kohleausstieg müsste deutlich rascher erfolgen, um konform mit internationalen Klimaschutzzielen aus dem Pariser Klimaschutzabkommen bzw. dem Green Deal zu sein; eigentlich bereits bis zum Jahr 2030. Zudem müsste er weitgehend durch marktliche CO<sub>2</sub>-Preissignale erfolgen (vgl. Kapitel 2). Auf Kompensationszahlungen an Unternehmen sollte möglichst verzichtet werden. Der gegenwärtige Gesetzentwurf sieht allerdings einen weitgehend ordnungsrechtlichen Ausstieg aus der Verstromung von Kohle in Deutschland bis spätestens Ende 2038 vor (mit einer schrittweisen Absenkung auf jeweils 15 Gigawatt Stein- und Braunkohle in 2022 und auf 8 bzw. 9 Gigawatt in 2030). Dabei wäre es jedoch zu erwarten gewesen, dass ohne den gesetzlich geregelten Ausstiegspfad viele deutsche Kohlekraftwerke insbesondere aufgrund der Preisentwicklung im Europäischen Emissionshandelssystem und dem relativ starken Gaspreisverfall früher aus dem Markt ausscheiden würden. Aufgrund der im Gesetz angelegten hohen Kompensationszahlungen besteht sogar die Gefahr, dass Kraftwerke länger betrieben werden, als es ohne einen ordnungsrechtlichen Kohleausstieg der Fall wäre, mit entsprechend höheren Emissionen. Die Expertenkommission empfiehlt den gegenwärtigen Gesetzentwurf hinsichtlich der Modalitäten des Ausstiegs nachzubessern.

Gerade wenn es im Rahmen des Green Deal zu höheren CO<sub>2</sub>-Preisen kommt, kann der Fall eintreten, bei dem der ordnungsrechtliche Ausstiegspfad gegenüber einem marktgetriebenen Austritt zu langsam verläuft. Der deutsche Ausstieg ist daher auf Basis der Beschlüsse zum Green Deal dringend neu zu bewerten und gegebenenfalls nachzubessern.

*(2) Auf europäischer Ebene verlässliche CO<sub>2</sub>-Preissignale für Unternehmen schaffen.*

Der Kohleausstieg in Deutschland hat Implikationen für den Europäischen Emissionshandel. Durch den komplizierten mengenbasierten Lösungsmechanismus im Rahmen der Marktstabilitätsreserve (MSR) des EU ETS ergeben sich Unsicherheiten. Diese sind sowohl klimabezogen als auch preisbezogen. Zwar sorgt die MSR kurzfristig für eine Verknappung von Zertifikaten (und damit für eine Reduktion von Emissionen), zu einem späteren Zeitpunkt werden die Zertifikate in der MSR aber möglicherweise wieder frei (Perino, 2018). Die MSR kann in der aktuellen mengenbasierten Form auch keine klaren Preissignale für Investoren bieten. Daher sollte die MSR von einer Mengensteuerung auf eine Preissteuerung umgestellt werden. Gegebenenfalls sind auch hybride Systeme, die eine Preis- und Mengensteuerung kombinieren, oder Flexcap-Mechanismen<sup>2</sup> als Ausgestaltungsformen in Betracht zu ziehen.

Sofern der administrative Kohleausstieg umgesetzt wird, ist es wichtig, Sicherheit für Unternehmen zu schaffen. Es ist zeitnah die Frage zu beantworten, wie mit den durch den deutschen Kohleausstieg freiwerdenden EU ETS-Zertifikaten umgegangen werden soll. Um größtmögliche Sicherheit zu gewährleisten, sollten die Zertifikate idealerweise vollständig aus dem Markt genommen werden. Andernfalls könnten, unter den Regeln der gegenwärtigen MSR, die freiwerdenden EU ETS-Zertifikate dazu führen, dass europaweit Unternehmen weniger Zertifikate für die Zukunft ansparen und ihre kurzfristigen Emissionen erhöhen. Dadurch nimmt die MSR weniger Zertifikate aus dem System (weniger Zertifikate werden gelöscht) und der langfristige Emissions-Cap sinkt nur gering oder kann unter Umständen sogar ansteigen.

*(3) Den Wandel hin zu einer kohlenstoffarmen Wirtschaft in Europa sozialverträglich ausgestalten und Lehren aus den verschiedenen Anstrengungen der Mitgliedsstaaten, wie etwa aus dem Kohleausstieg in Deutschland, ziehen.*

Im Sinne einer „Just Transition“ sollte die angestrebte klimaneutrale Industrie-Transformation in Europa auf ihre sozialen Wirkungen untersucht und gewünschte Ziele angereizt werden. Dafür ist auch ein richtiges Verständnis bezüglich transnational organisierter Produktion und Verbrauch entlang von Wertschöpfungsketten wichtig (vgl. Kapitel 1). Im Kern geht es um den Schutz besonders vulnerabler Bevölkerungsgruppen. Dazu zählen grundsätzlich Personen, deren Einkommen von fossilen Energieträgern abhängen, die von Energiearmut betroffen sind oder die keinen Zugang zu gesicherter Energieversorgung haben (Newell und Mulvaney, 2013).

Die von der Bundesregierung eingesetzte Kommission „Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung“ (2019) und die Expertenkommission gaben zahlreiche Empfehlungen ab, um sozial unerwünschte Effekte der Energiewende in Deutschland abzufedern. Um Wertschöpfung, Beschäftigung und Zukunftsperspektiven in vom Ausstieg besonders betroffenen Regionen zu sichern, können regional zusätzliche Instrumente – etwa zielgerichtete Strukturhilfen im Bereich Erneuerbare, synthetische Kraftstoffe und Wasserstoff, Batterien und klimaneutrale Technologien – eingesetzt werden (Heinisch et al., 2019; vgl. Kapitel 1, Kapitel 5, Kapitel 6 und Kapitel 7). In Deutschland werden wichtige strukturpolitische Impulse für Kohleregionen durch das Strukturstärkungsgesetz umgesetzt. Ferner sind aus Sicht der Versorgungssicherheit am Strommarkt die oben

---

<sup>2</sup> Hierbei wird die Menge der zu auktionierenden Zertifikate in Abhängigkeit vom Preis bestimmt. Bei hohem Preis werden mehr Zertifikate versteigert, d. h. das Cap expandiert. Bei niedrigem Preis werden weniger Zertifikate versteigert, d. h. das Cap reduziert sich. Im Vergleich zu einem Emissionshandelssystem mit fixen Cap werden durch die beschriebenen Anpassungen die Zertifikatspreise stabilisiert.

angesprochenen verlässlichen Investitionssignale erforderlich (z. B. EU ETS-Preissignale und Genehmigungsverfahren für neue Gaskraftwerke). Außerdem sind auch auf europäischer Ebene die Möglichkeiten einer Energiepreisreform zu unterstützen (vgl. Kapitel 2). Die Dringlichkeit dieser Empfehlungen wird durch die Corona-Krise noch verstärkt, wenn in ihrer Folge die Arbeitslosigkeit und damit Armutsgefährdung in EU-Haushalten ansteigen sollte. Da die Ausgangsbedingungen in den EU-Mitgliedsstaaten unterschiedlich sind, ist die Übertragbarkeit entsprechend zu prüfen und Empfehlungen anzupassen. Auch sollte Deutschland die Erfahrungen in anderen Regionen Europas nutzen.



## 5 Erneuerbare Energien beschleunigt ausbauen

Die Umsetzung der langfristigen Klimaziele und des Green Deal erfordern eine deutliche Erhöhung der Ausbauziele für erneuerbare Energien. Der Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung in Deutschland weist aktuell nicht einmal die erforderliche Dynamik für das Erreichen des 65 %-Ziels bis 2030 auf. Die mit dem Green Deal erforderliche Zielerhöhung wird für Deutschland deshalb umso herausfordernder. Als einer der Hauptgründe ist der Einbruch beim Ausbau der Windenergie an Land zu nennen. Dieser wiederum ist auf mehrere Ursachen zurückzuführen. Eine davon ist sicherlich die geringe Zahl an genehmigten Standorten für die Windenergie. Die Problemkonstellation ist hinlänglich bekannt, analysiert und diskutiert, so dass die von vielen Seiten eingebrachten, sehr fundierten Vorschläge längst hätten systematisch geprüft und zu einem Maßnahmenbündel zur Beschleunigung des Ausbaus geschnürt werden können. Stattdessen war die politische Diskussion lange in einem Dilemma gefangen: gegen die seitens der Politik vorgeschlagene Einführung bundesweit einheitlicher Abstandsregelungen für die Windenergie mit dem Ziel der Akzeptanzsteigerung gab es intensiven Widerstand, auch weil es keinen wissenschaftlich nachgewiesenen Zusammenhang zwischen Abstandsregelungen und der Akzeptanz von Windenergieanlagen gibt. So führt die Einführung von verbindlichen Mindestabständen laut einer Studie des DIW nicht automatisch zu einer höheren Akzeptanz (DIW, 2019). Da die Einführung der Abstandsregelungen politisch an die Umsetzung der längst beschlossenen Abschaffung des 52 GW-Deckels für die Photovoltaik geknüpft war, bestand hier eine Patt-Situation. Diese konnte nunmehr durch eine Verlagerung der Verantwortung für die Umsetzung von Abstandsregelungen auf Ebene der Bundesländer gelöst werden. Die Expertenkommission begrüßt diese Entwicklung ausdrücklich und unterstreicht darüber hinaus die Notwendigkeit einer raschen umfassenden EEG-Novelle. Deutschland muss schleunigst nachbessern um im europäischen Kontext nicht ins Hintertreffen zu geraten. Die weiteren Ausführungen konzentrieren sich auf die Möglichkeiten der Unterstützung des forcierten Ausbaus der erneuerbaren Stromerzeugung auf europäischer Ebene, da die Expertenkommission hier den größten Handlungsbedarf sieht.

*(1) Der Green Deal erfordert europaweit den Ausbau der erneuerbaren Energien in einer neuen Dimension, was eine erhebliche Steigerung der Ausbaudynamik bedingt.*

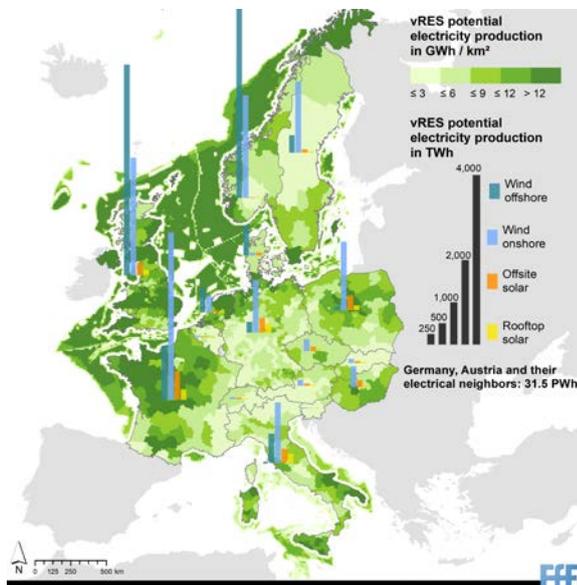
Die Umsetzung des europäischen Green Deal erfordert den Ausbau der erneuerbaren Energien in weit höherer Dynamik als bislang von den Mitgliedsstaaten in ihren Nationalen Energie- und Klimaplänen (NECP) vorgesehen. Dies betrifft insbesondere die erneuerbare Stromerzeugung, denn der Green Deal zielt nicht nur auf einen raschen Ausstieg aus der Kohleverstromung und eine Defossilisierung der Gasverstromung ab, sondern wird auch eine deutliche Steigerung der Stromnachfrage bedingen. Allein durch das Erfordernis der klimaneutralen Produktion wird die direkte Nachfrage nach erneuerbarem Strombezug stark steigen. Dies gilt auch für die Substitution fossiler Brennstoffe durch Stromanwendungen wie elektrische Prozesswärmebereitstellung oder Wärmepumpen und ebenso für die im Green Deal formulierten Strategien für die Klimaneutralität der Grundstoffindustrie und den avisierten Einsatz von grünem Wasserstoff als Ausgangsprodukt für die Chemieindustrie, Raffinerien und eine neue Art der Stahlproduktion. So weist eine Studie des VCI für die Chemieindustrie in Deutschland einen Transformationspfad zur Klimaneutralität bis 2050 aus, der eine Steigerung des Strombedarfs von 54 TWh im Jahr 2020 auf 685 TWh im Jahr 2050 impliziert (VCI, 2019). Neben der Industrie wird auch in den Sektoren Verkehr und Gebäude die Nachfrage nach erneuerbarem Strom steigen, denn ein Großteil der Klimaschutzanstrengungen im Verkehr kann überhaupt nur über den Ausbau der erneuerbaren Energien realisiert werden. Nicht zuletzt aus Gründen der Energieeffizienz wird der Einsatz von Elektrofahrzeugen ebenso wie von elektrischen Wärmepumpen durch die Maßnahmen des Green Deal weiter forciert.

Ohne einen deutlich ambitionierteren Ausbau der erneuerbaren Energien, der Hand in Hand mit verschärften Energieeffizienzanforderungen gehen muss, wird eine Anhebung der Treibhausgasminderungsziele auf -50 bis -55 % im Jahr 2030 nicht möglich sein. Szenarienanalysen, die im Auftrag der DG Energy im Jahr 2018 durchgeführt wurden, zeigen, dass mit einem Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttoendenergieverbrauch in Höhe von 45 % in Kombination mit einem Energieeffizienzziel von 40 % eine Treibhausgasminderung von 53 % ggü. 1990 im Jahr 2030 erreicht werden könnte.<sup>3</sup> Dies beinhaltet einen erneuerbaren Anteil an der Strombereitstellung in Höhe von 79 %, was dessen große Bedeutung unterstreicht (DG Energie, 2018).

*(2) Da ausreichend Erzeugungspotenziale für ein klimaneutrales Europa vorhanden wären, geht es vorrangig um Impulse für eine gesteigerte Ausbaudynamik. Gerade für den Ausbau erneuerbarer Energien sind in der Umsetzung europäische Lösungen zu stärken (z. B. durch eine EU-weit koordinierte Offshore-Wind-Strategie kurzfristig im Kontext der deutschen EU-Ratspräsidentschaft), um nationale Aktivitäten besser zu ergänzen.*

Wie Abbildung 5 zeigt, verfügt Europa über weitreichende Potenziale zur Stromerzeugung aus Wind und Sonne. Die zugrundeliegende Analyse geht von einem Erzeugungspotenzial von 31.500 TWh/a allein in Deutschland, Österreich und seinen elektrisch direkt verknüpften Nachbarländern aus. Demgegenüber steht bei einer Transformation zur Klimaneutralität ein Strombedarf von knapp 3.600 TWh/a für die betrachtete Region. Dies zeigt, dass die Klimaneutralität Europas nicht am erneuerbaren Erzeugungspotenzial scheitern wird, wenngleich die Mobilisierung des erforderlichen Ausbaus mitnichten ohne Hürden umsetzbar ist. Gerade die mit Blick auf 2030 erforderliche Dynamik der Umsetzung wird ebenso wie die Ungleichverteilung der Potenziale zwischen den europäischen Regionen eine Herausforderung darstellen. Während die Küstenanrainer von Nord-, Ostsee und Atlantik auf große Offshore-Potenziale zurückgreifen können, können die Binnenländer für ein zusätzliches Wachstum nur auf die Windenergie an Land – meist in komplexem Gelände – und die Photovoltaik setzen.

**Abbildung 5: Potenzielle erneuerbare Stromproduktion pro Land/NUTS-3 und Energieträger**



Quelle: FfE (2019)

<sup>3</sup> Die bisherigen Zielsetzungen enthalten einen Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttoendenergieverbrauch von 32 %, ein Energieeffizienzziel von 32,5 % und eine Treibhausgasminderung um mindestens 40 %, wobei die beiden erstgenannten Ziele bei konsequenter Umsetzung eine höhere Treibhausgasminderung auslösen würden.

Die Modellrechnungen der DG Energy identifizieren die größtmögliche Steigerung bei Offshore-Wind, dicht gefolgt von Windenergie an Land und der Photovoltaik. Um die für das obengenannte Klimaschutzziel für 2030 erforderliche Verdopplung des jährlichen Offshore-Zubaus von 3,6 GW in 2019 auf 7 GW jährlich ab 2020 erreichen zu können, ist eine EU-weit abgestimmte Offshore-Strategie erforderlich. Sie sollte eine Kooperation über Ländergrenzen hinweg anstoßen und benötigt einen stabilen Rechtsrahmen, zu dem gerade eine maritime Raumplanung gehört, die eine Mehrfachnutzung von Gewässern zuverlässig regelt und Anreize zur transnationalen Raumplanung gibt. Erforderlich ist auch die Klärung der Verteilung der Kostenübernahme und die Zuständigkeit der nationalen Netzbetreiber bei gemeinsam entwickelten und über Netzanschlüsse in mehreren Ländern angeschlossenen Offshore-Windparks. Die deutsche Ratspräsidentschaft bietet die Chance, die Weichen für den für Europa und auch Deutschland so wichtigen Offshore-Ausbau zu stellen, denn dieser kann perspektivisch auch mit dem Ausbau von Elektrolysekapazität für grünen Wasserstoff (siehe Kapitel 6) verknüpft werden, was wiederum eine europäische Wasserstoffwirtschaft unterstützt.

*(3) Der zentralisierte Ausbau von erneuerbaren Energien muss mit dezentralen Konzepten Hand in Hand gehen, um europaweit einen Zubau-adäquaten Netzausbau und somit eine optimale Netzintegration zu gewährleisten. Darüber hinaus sollten Anreize für jene Mitgliedsstaaten geschaffen werden, die über besonders hohe Potenziale und günstige Ausgangsbedingungen verfügen, diese beschleunigt auszubauen.*

Neben der Offshore-Windenergie, die aufgrund der in den Windparks realisierten großen Leistungen eher als „zentrale“ Erzeugung betrachtet werden kann, ist eine Beschleunigung des Ausbaus der „dezentralen“ Erzeugung aus Windenergie an Land und Photovoltaik mindestens ebenso bedeutsam. Ziel muss es sein, beide Prinzipien klug miteinander zu kombinieren: Zentrale Kapazitäten sind an Vorzugsstandorten auszubauen, so dass der Strom Großverbrauchern günstig zur Verfügung gestellt werden kann. Der dezentrale, netzdienliche Ausbau trägt hingegen dazu bei, die Netzausbau- und -bewirtschaftungskosten zu optimieren. Eine intelligente regionale Verteilung der Anlagen kann somit die Gesamtkosten der Energiewende reduzieren (Grimm et al., 2017). Wichtig ist es Impulse für eine verstärkte europäische Zusammenarbeit bei der Netzausbauplanung und -umsetzung zu geben (vgl. Kapitel 8), insbesondere auch die Etablierung einer Interaktion zwischen Netzausbau und Speicherausbau mit dem Ziel einer optimalen Balance zwischen Kosten und Versorgungssicherheit (Grimm et al., 2020).

Darüber hinaus gilt es, neben den laufenden Aktivitäten auf den nationalen Ebenen verstärkt Optionen zu schaffen, die es Regionen mit besonders günstigen Bedingungen und/oder vergleichsweise wenig Vorbehalten gegenüber Windenergie- und Photovoltaikfreiflächenanlagen ermöglichen, von einem wesentlich stärkeren Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung zu profitieren. Hierfür bedarf es jedoch einer Weiterentwicklung des bestehenden Regelwerks: Finanzierungsmechanismen, Fördermechanismen und insbesondere die Anrechenbarkeit in den jeweiligen Mitgliedsstaaten sind zu klären. So sind beispielsweise grenzüberschreitende Ausschreibungen für die Förderung von erneuerbarem Strom bislang nur mit Ländern möglich, mit deren Stromnetz eine unmittelbare Verknüpfung besteht. Dies wirkt kontraproduktiv, auch weil keine Anrechnung auf den erneuerbaren Stromanteil desjenigen Landes erfolgt, das die Kosten der Förderung trägt.

*(4) Die Entwicklung von Fördermechanismen wie kombinatorischen Auktionsmechanismen oder Contracts for Difference können den Ausbau der erneuerbaren Energien gemäß des Green Deal beschleunigen helfen.*

Die Vielzahl der unterschiedlichen Förderinstrumente trägt zwar der Diversität der Mitgliedsstaaten Rechnung, erscheint aber für die avisierte hohe Ausbaudynamik in ganz Europa eher hinderlich. Daher sollten, zumindest für den durch den Green Deal erforderlichen zusätzlichen Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung, gemeinsame Fördermechanismen in Betracht gezogen werden, die die europaweiten Erfahrungen beispielsweise mit

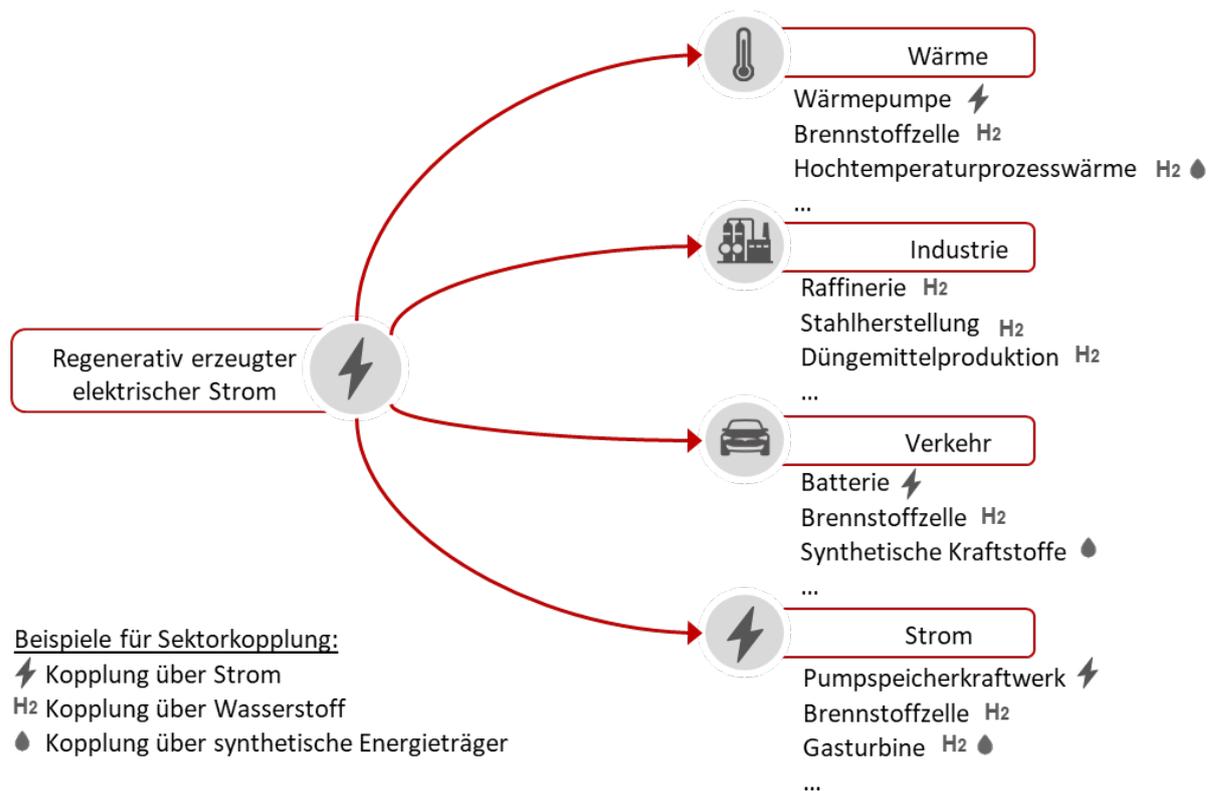
Contracts for Difference sowie grenzüberschreitenden und technologieneutralen Ausschreibungen berücksichtigen. Kombinatorische Auktionsmechanismen könnten eine attraktive Möglichkeit sein, verschiedene regionale Ausbauziele und Rahmenbedingungen bei gleichzeitigem Wettbewerb zwischen Regionen zu erreichen. Wichtig sind in diesem Kontext auch die Transparenz der Regelungen, möglichst einheitliche Regelungen bezüglich der Flächenkulissen, mögliche (finanzielle) Teilhabemöglichkeiten für die betroffene Bevölkerung vor Ort und die Aktivierung gemeinsamer gesellschaftlicher Werte für den Green Deal.

Durch den Ausbau und die Nutzung erneuerbarer Energien ergeben sich zugleich zusätzliche Wertschöpfungspotenziale (vgl. Kapitel 1). Gerade im Zuge der Corona-Krise erscheint ein beschleunigter Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung als „No-Regret“-Strategie. Sowohl Anlagenhersteller als auch deren Zulieferer erhalten eine planbare Zukunftsperspektive, Lieferketten innerhalb Europas können gefestigt oder neu etabliert werden, so dass auch eine stärkere Absicherung gegen zukünftige Krisen erfolgt. Die Errichtung und der Betrieb von Anlagen schaffen regionale Wertschöpfung und zukunftssichere Beschäftigung. Gerade Teilhabeoptionen können in Krisenzeiten eine wichtige Rolle zur Stabilisierung der Gesellschaft darstellen. Deshalb sollten die Weichen für den zusätzlichen Ausbau der erneuerbaren Energien gemäß den Green-Deal-Zielsetzungen gestellt und die zur Bewältigung der Corona-Krise angestrebten Konjunkturprogramme explizit hierfür genutzt werden.

## 6 Globale Schlüsseltechnologien für Wasserstoff und synthetische Energieträger entwickeln

Regenerativer Wasserstoff, darauf basierende Industrierohstoffe und synthetischen Energieträger (synFuels) spielen eine Schlüsselrolle für das Erreichen der Klimaneutralität bis zum Jahr 2050. Sie sind vielfältig einsetzbar. Anwendungen liegen im Verkehrssektor, bei der Speicherung von Strom, in der Industrie und im Wärmesektor (vgl. Abbildung 6). Im Verkehrssektor ergeben sich für synthetische Kraftstoffe insbesondere dort Einsatzgebiete, in denen weder Batterie- noch Brennstoffzellenantriebe zumindest mittelfristig technologisch in Frage kommen, z. B. im Luft- und internationalen Seeverkehr (NPM, 2019). Für die Defossilisierung wichtiger Bereiche der energieintensiven Industrie, etwa der Stahlindustrie oder der chemischen Industrie, ist Wasserstoff die einzige sinnvolle Alternative. Auch für die saisonale Stromspeicherung kommen praktisch nur Wasserstoff oder synthetisches Methan infrage. Zahlreiche europäische Staaten und auch einzelne Bundesländer entwickeln zurzeit Wasserstoffstrategien und Roadmaps. Ein gutes Zusammenspiel der dort vorgesehenen Roadmaps, Förderprogramme und Koordinationsmechanismen ist zentral für den Erfolg einer europäischen Perspektive und daher unbedingt anzustreben.

**Abbildung 6: Wasserstoff und synthetische Energieträger als entscheidendes Bindeglied bei der Defossilisierung vieler Sektoren über den Stromsektor**



Quelle: Eigene Darstellung basierend auf H2.B (2020)

*(1) Zur Erreichung der Klimaneutralität und aus industriepolitischer Sicht ist die Transformation und Ergänzung bestehender Wertschöpfungsketten notwendig. Auf internationaler Ebene ist auf bestehende aber auch auf neue Energiepartnerschaften zu setzen.*

Um Wasserstoff und synthetische Energieträger in großem Maßstab einsetzen zu können ist die Transformation und Ergänzung bestehender Infrastrukturen, Liefer- und Wertschöpfungsketten notwendig. Eine zentrale Voraussetzung ist der schnelle Hochlauf der industriellen Produktion von Schlüsselkomponenten einer zukünftigen Wasserstoffwirtschaft in Deutschland und Europa. Dies ist auch aus industriepolitischen Gründen unbedingt anzustreben (vgl. Kapitel 1 und Kapitel 7). Mit dem Ausbau und der Planung sollte möglichst frühzeitig begonnen werden, um Verzögerungen durch Genehmigungs- und mögliche Gerichtsverfahren abzufedern und auch die ambitionierten Klimaschutzziele des Green Deal zu erreichen.

In Deutschland wird mittel- und langfristig nur ein Teil der Nachfrage aus dem Inland bedient werden können. Große Mengen werden daher aus europäischen und außereuropäischen Staaten importiert werden. Ein Teil der deutschen Importe wird aus europäischen Staaten kommen, in denen günstige Bedingungen für erneuerbare Energien herrschen. Importe können auch aus Ländern außerhalb Europas stammen, mit denen schon heute Energiepartnerschaften bestehen. Es gibt aber auch zahlreiche Regionen weltweit, in denen Wasserstoff zu günstigen Bedingungen produziert werden kann und mit denen neue Energiepartnerschaften denkbar sind (vgl. Fraunhofer, 2017). Teilweise existieren gerade in diesem Zusammenhang interessante Ko-Benefits.

Elektrolyseanlagen und weitere Anlagen zur Herstellung von synthetischen Energieträgern wie Syntheseanlagen etc. sollten an Standorten und in Regionen mit günstigen Bedingungen zur Erzeugung erneuerbaren Stroms errichtet werden. In Deutschland verhindern aktuell hohe staatlich induzierte Preisbestandteile und deutschlandweit einheitliche Strompreise einen wirtschaftlichen Betrieb von Elektrolyseanlagen (Runge et al., 2019). Hier sind Anpassungen in Form einer Energiepreisreform dringen geboten. Power Purchase Agreements (PPAs) können unter Umständen ebenfalls zu einer besseren Nutzung von Vorzugsstandorten beitragen.

Die Entwicklung einer umfassenden Logistik für Wasserstoff und darauf basierenden synthetischen Energieträgern ist eine zentrale Voraussetzung für deren großskaligen Einsatz (vgl. Kapitel 8). Hierzu zählt die Ertüchtigung und Anpassung von Hafenanlagen (für Importe), eine Infrastruktur zum Transport in die Verbrauchszentren sowie eine Verteillogistik. Wo immer möglich, sollten bestehende Infrastrukturen genutzt werden, um die Kosten des Umstiegs gering zu halten. Dies kann möglicherweise technologische Innovationen erforderlich machen. Die Verteilung von Wasserstoff und der darauf basierenden synthetischen Energieträger kann aufgrund verschiedenster Logistik-Optionen möglicherweise in großen Teilen wettbewerblich organisiert werden. An verschiedenen Stellen sind jedoch Technologie- und Standardisierungsentscheidungen notwendig, um notwendige privatwirtschaftliche Investitionen auszulösen. Dies betrifft beispielsweise die Tankstelleninfrastruktur für Wasserstoff.

Ohne den Realeinsatz von Technologien können perspektivisch keine wettbewerbsfähigen Produkte auf den Märkten etabliert werden. Daher ist ein Hochlauf der Aktivitäten im Inland entlang der gesamten Wertschöpfungskette unbedingt anzustreben. Die energiepolitischen Rahmenbedingungen sind hier ganz entscheidend: Je ambitionierter die CO<sub>2</sub>-Bepreisung und je niedriger die staatlich induzierten Preisbestandteile, desto geringer der Umfang der notwendigen Fördermaßnahmen. Energiepolitische Rahmenbedingungen sind aber nicht nur wichtig, um die Kosten der notwendigen Förderung möglichst gering zu halten. Eine Etablierung der richtigen Anreize über Preissignale führt auch zur notwendigen Koordination der Akteure. Denn: für die Wirtschaftlichkeit einzelner Geschäftsmodelle ist die Entwicklung der gesamten Wertschöpfungskette essentiell. Zur Vorbereitung einer eigenständigen Marktentwicklung ist europaweit eine Koordination über die IPCEI („Important Project of Common European Interest“)-Programme sinnvoll und zielführend. Hierüber können auch Betriebskosten anteilig

gefördert werden. Die nationalstaatlichen Förderprogramme sollten sich mit dieser Maßnahme gut verschränken.

*(2) Um die Klimaziele im Verkehrssektor erreichen zu können, ist es zentral sich frühzeitig mit der Akzeptanz für alternativer Antriebe auseinander zu setzen und akzeptanzfördernde Maßnahmen zu entwickeln.*

Im Bereich der Mobilität sind grüner Wasserstoff und synthetische Kraftstoffe heute noch nicht wettbewerbsfähig im Vergleich zu Wasserstoff auf der Basis fossiler Energieträger und konventionellen Kraftstoffen. Dies kann mittelfristig aber durch die Zertifizierung der verursachten CO<sub>2</sub>-Emissionen in Kombination mit einer angemessenen Bepreisung von CO<sub>2</sub>-Emissionen erreicht werden. Neben den in ihrem weiteren Potenzial eng begrenzten Biokraftstoffen bieten strombasierte Kraftstoffe bereits mittelfristig eine Möglichkeit, um zur Defossilisierung des Verkehrssektors beizutragen. Während diese Kraftstoffe kompatibel zu vorhandenen Antrieben sind, erfordert die Nutzung von Wasserstoff neue Antriebsformen. Angesichts der Tatsache, dass sowohl national als auch international größere Kapazitäten für die Herstellung von Wasserstoff/Brennstoffzellenfahrzeugen erst aufgebaut werden, ist derzeit offen, wie sich die Verfügbarkeit von Brennstoffzellenfahrzeugen in den kommenden Jahren entwickelt. Bis 2030 werden bis zu 100.000 Nutzfahrzeuge (von ca. 680.000 Fahrzeugen) für Deutschland erwartet, bei den Pkw dagegen maximal 350.000 Fahrzeuge (von ca. 46 Mio. Fahrzeugen) als Teil der nationalen Fahrzeugflotte (vgl. NPM, in Vorbereitung). Die mittelfristig notwendigen Infrastrukturen müssen bereits jetzt mitbedacht werden (vgl. Kapitel 8).

Wenngleich der Anteil von Fahrzeugen mit einem H<sub>2</sub>/Brennstoffzellen-Antrieb vorläufig – vor allem im Personenverkehr – einen eher geringen Anteil ausmachen wird, sollten bereits jetzt Fragen der Akzeptanz durch die Endkunden/Endnutzer Berücksichtigung finden, da neben der grundsätzlichen Verfügbarkeit die Akzeptanz neuer Kraftstoffe und Fahrzeugantriebe eine wesentliche Rolle für die Einführung und Nutzung dieser Technologie spielen wird. Das gilt auch für gewerbliche Verkehre, wo allerdings ökonomische Kriterien absolut im Vordergrund stehen werden. Im [individuellen] Personenverkehr hat sich in der Vergangenheit mehrfach gezeigt (Einführung E10, LNG-/CNG-Antriebe, Elektrofahrzeuge), dass der Preis allein keine ausreichende Incentivierung bietet, sofern mit dem Wechsel auf andere Kraftstoffe oder Antriebe Unsicherheiten bzgl. deren Einsatzfähigkeit verbunden sind oder eine Veränderung von Routinen und Nutzungsgewohnheiten notwendig ist. Akzeptanzfördernde Maßnahmen umfassen ein breites Spektrum, das sich zwischen Kommunikation, Infrastrukturausbau und Regulierung bewegt. Für den Infrastrukturausbau sind anbieterseitig die Investitions- und Betriebskosten für die Kraftstoffbereitstellung und nutzerseitig das Handling bei der Betankung relevant. Der Forschungsbedarf in diesem Bereich ist erheblich.

*(3) Eine Anpassung der Renewable Energy Directive (REDII) im Verkehrssektor soll angestrebt und von Deutschland vorangetrieben werden, um die ambitionierteren Ziele des Green Deal erreichen zu können.*

Im Rahmen des Green Deal ist eine entsprechende Anpassung der Renewable Energy Directive (REDII) im Verkehrssektor anzustreben. Nach der aktuellen Fassung 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 (einschließlich Mehrfachanrechnungen). Werden im Zuge des Green Deal ambitioniertere Klimaziele formuliert, so ist aller Voraussicht nach ein deutlich höherer regenerativer Kraftstoffanteil notwendig. Es sollte vor diesem Hintergrund eine einheitliche Anhebung der Untergrenze erfolgen, z. B. auf 20 % oder höher (ohne Mehrfachanrechnung). Aus Aspekten der direkten und indirekten Landnutzungsänderung sollte jedoch auf höhere Quoten von Kraftstoffen aus Anbaubiomasse weitgehend verzichtet werden. Den anzupassenden Mindestanteil an regenerativen Kraftstoffen gilt es dementsprechend durch Einsatz von Kraftstoffen aus Abfall- und Reststoffen, Altölen und Strom zu erreichen. Darüber hinaus gibt es in der aktuellen Fassung der REDII die

Möglichkeit der Mehrfachanrechnung des Energiegehalts bestimmter regenerativer Kraftstoffe. So kann beispielsweise der Anteil erneuerbarer Elektrizität mit dem Vierfachen ihres Energiegehalts veranschlagt werden, wenn sie für Straßenfahrzeuge bereitgestellt wird. Im Vergleich hierzu kann der Energiegehalt von Wasserstoff und anderen synthetischen Kraftstoffen nicht biogenen Ursprungs nur mit dem Einfachen angerechnet werden. Darüber hinaus ist die Anerkennung von den aus dem außereuropäischen Ausland importierten synthetischen Kraftstoffen immer noch offen. Diese ungleichen Anrechnungsmöglichkeiten von erneuerbaren Energien können u. a. zu falschen Anreizen im Nutzfahrzeugbereich führen. Hierbei sollte eine differenziertere Berücksichtigung erfolgen, die eine effizientere Wahl der nachhaltigen Antriebsform je nach Verkehrsbereich (z. B. Individualverkehr, Güterverkehr oder Luft- und internationale Schifffahrt) anreizt. Eine Pönale bei Nichterreichen des Zielwertes könnte sich bspw. an den bereits existierenden Pönalen orientieren, die explizit für Zielverfehlungen im Bereich der Biokraftstoffe (470 €/CO<sub>2</sub>Äq, § 37c des Bundesimmissionsschutzgesetz) und implizit für die CO<sub>2</sub>-Flottengrenzwerten bei Pkw (EU-Verordnung 2019/631) gelten.

*(4) Auch für die Zeit der Übergangsphase mit Brückentechnologien muss das langfristige Ziel der Klimaneutralität im Auge behalten werden.*

In naher Zukunft werden grüner Wasserstoff und synthetische Kraftstoffe noch nicht in ausreichender Menge kostengünstig verfügbar sein. Um einen schnellen Hochlauf der Nutzung dieser Kraftstoffe in allen Sektoren zu ermöglichen, ist in einer Übergangsphase der Einsatz von emissionsneutralem Wasserstoff zu erwägen, der nicht mittels Elektrolyse oder aus Biomasse hergestellt wurde (CCS, CCU, Atomstrom). Wichtig ist in diesem Zusammenhang ein klares Bekenntnis, schnellstmöglich die Nutzung grünen Wasserstoffs anzustreben, um für die Sektoren Verkehr und Industrie ausreichend regenerative Energieträger bereitstellen zu können. Außerdem ist darauf zu achten, dass dabei nur Infrastrukturen aufgebaut werden, die am Ende auch für grünen Wasserstoff und synthetische Kraftstoffe in vollem Umfang genutzt werden können.

## 7 Industrielle Transformation durch klimaneutrale Produktion beschleunigen

Auf den Industriesektor entfallen annähernd 20 % der gesamten Treibhausgasemissionen in der Europäischen Union (2017), was in derselben Größenordnung liegt wie der Verkehr (EEA, 2020). Die Realisierung einer klimaneutralen Produktion ist deshalb ein zentrales Aktionsfeld für die Umsetzung des europäischen Green Deal. Im Wesentlichen handelt es sich um drei Ebenen (vgl. Abbildung 7): die direkt im Einflussbereich der Unternehmen liegenden Emissionen wie eigene Produktionsstätten, Prozesse, Fahrzeuge usw. (scope 1), die zugekauften Energieträger wie Strom, Energieträger für Gebäude- und Prozesswärme/-kälte oder Kraftstoffe (scope 2) sowie sämtliche Emissionen, die mit der gesamten produktbezogenen Wertschöpfung auf der Beschaffungsseite (upstream activities) und der Absatzseite bis zum Recycling bzw. der Entsorgung von Produkten (downstream activities) verbunden sind (scope 3; GGP, 2011). Die Bedeutung der Ebenen ist je nach Unternehmen und Wertschöpfungstiefe sehr unterschiedlich. Während in Branchen wie der Stahl- oder Zementherstellung die prozessbedingten Emissionen im Fokus stehen, können bei den OEMs in der Automobilindustrie durchaus 90 % auf den scope 3 entfallen (Roland Berger, 2019).

*(1) Markteinführungsinstrumente wie carbon contracts for difference sollen Ersatzinvestitionen in sprunghinnowative Produktionsverfahren ermöglichen, weil die inkrementelle Weiterentwicklung von Technologien für das Erreichen der Klimaneutralität in wichtigen Bereichen nicht ausreicht.*

Das scope 1-level ist vor allem für die energieintensive Grundstoffindustrie von Bedeutung, die durch besonders kapitalintensive Anlagen und lange Investitionszyklen charakterisiert ist. Deshalb müssen Ersatzinvestitionen bereits heute so ausgerichtet werden, dass sie den Anforderungen der Klimaneutralität entsprechen. Inkrementelle Verbesserungen von Produktionsverfahren reichen dafür allein nicht aus, vielmehr muss jetzt die Implementierung von Sprunginnovationen angestoßen werden. Zu den Schlüsseltechnologien zählen beispielsweise die Direktreduktion von Eisenerz mit Wasserstoff in der Stahlindustrie (vgl. Kapitel 6), die CO<sub>2</sub>-Abtrennung bei der Zementherstellung oder das chemische Recycling von Plastikmüll als Feedstock für die chemische Industrie (Agora, 2019). Die bereits laufenden und vielfach mit öffentlichen Mitteln geförderten Demonstrationsprojekte liefern wichtige praxisrelevante Erkenntnisse, sie laufen jedoch ins Leere, wenn keine Marktperspektive geschaffen wird. Denn nur bei einem langfristigen business case werden Unternehmen strategische Entscheidungen treffen und in klimaneutrale Technologien investieren. Bei vielen Verfahren, wenn auch nicht bei allen, liegen die THG-Vermeidungskosten allerdings deutlich über dem aktuellen und erwarteten CO<sub>2</sub>-Preis im europäischen Emissionshandelssystem, von dem die weitaus überwiegende Zahl der relevanten Unternehmen erfasst ist. Um entsprechende Investitionsanreize zu setzen, sollte eine Ausweitung des Instrumentariums geprüft werden, das upstream, midstream und downstream ansetzen kann. Eine interessante midstream-Option stellen sog. carbon contracts for difference dar, die an den Produktionsverfahren ansetzen und bei denen über Betriebskostenzuschüsse in einem festgelegten Zeitraum Differenzkosten ausgeglichen werden; dies aber nur dann, wenn die Differenzkosten höher sind als die Zertifikatspreise im Emissionshandelssystem.

Für die Industrie sollten langfristig belastbare Rahmenbedingungen angestoßen werden. Denn zurzeit ist das Risiko von stranded assets sowohl bei Investitionen in konventionelle wie auch grüne Technologien sehr hoch. Hierfür kann die Umsetzung von carbon contracts for difference in Pilotprojekten für ausgewählte Bereiche der energieintensiven Industrie einen Einstieg bieten, um lock in-Effekte durch Investitionen in fossilbasierte Technologien zu vermeiden. Eine jetzt engagiert einzuleitende grüne industrielle Transformation bietet darüber hinaus die Chance auf eine internationale Technologieführerschaft in Schlüsselbranchen und sichert die industrielle Basis der Europäischen Union. Ein solcher Leitmarkt kann (Technologie-)Standards für die globale Entwicklung setzen und schafft zusätzliche Chancen für europäische Unternehmen im globalen Wettbewerb. So

bestehen z. B. beim Aufbau der Wertschöpfungsketten einer Wasserstoffwirtschaft sehr gute Chancen für die deutsche ebenso wie für die europäische Industrie, eine führende Position auf dem Weltmarkt einzunehmen (vgl. Kapitel 6).

*(2) Eigeninitiativen von Unternehmen sind positiv zu werten und sollten durch den entsprechenden regulatorischen Rahmen unterstützt und verstärkt werden.*

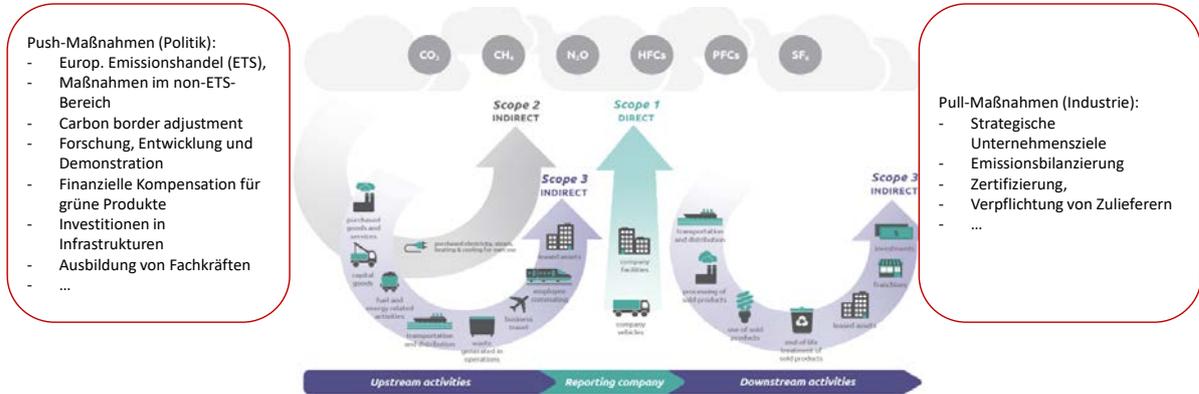
Zahlreiche Unternehmen haben inzwischen auch Eigeninitiativen zu einer klimaneutralen Produktion ergriffen (pull-Maßnahmen). Hier geht es nicht nur um die Emissionsminderung in der Produktion sowie die Versorgung mit erneuerbaren Energien oder perspektivisch auch mit grünem Wasserstoff oder sog. eFuels (vgl. Kapitel 6). Zum Teil werden auch CO<sub>2</sub>-Kompensationsmaßnahmen genutzt. Mit dieser Kombination will sich beispielsweise das Unternehmen Bosch bereits ab diesem Jahr weltweit CO<sub>2</sub>-neutral stellen (scope 1 und 2; Bosch, 2019).

Die Motivation der Unternehmen ist dabei vielfältig und reicht von der Anpassung an den aktuellen bzw. einen vorweggenommenen möglichen regulativen Rahmen zur Emissionsminderung (push-Maßnahmen der Politik z. B. im und außerhalb des europäischen Emissionshandelssystems) über Kostensenkungen und eine Reduktion von Preisrisiken auf der Beschaffungs- (z. B. Energiekosten) und Absatzseite sowie einer Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit gegenüber Konkurrenten (z. B. bei der Kapitalbeschaffung) bis hin zu öffentlichem Druck und Imagepflege.

*(3) Für die langfristige Etablierung klimaneutraler Lieferketten bedarf es der Entwicklung und Umsetzung einer transparenten und praktikablen CO<sub>2</sub>-Zertifizierung ebenso wie der Unterstützung kleiner und mittlerer Unternehmen.*

Die überwiegenden Maßnahmen in den Unternehmen adressieren kurz- und mittelfristig die scopes 1 und 2, auf der längeren Zeitachse allerdings auch scope 3. So strebt Mercedes-Benz Cars bis 2039 eine CO<sub>2</sub>-neutrale Neuwagenflotte entlang der gesamten Wertschöpfungskette an (Daimler, 2019). Scope 3 ist von besonderer Bedeutung, weil erst durch die Einbeziehung international verflochtener Lieferketten dem Ziel einer globalen Klimaneutralität entsprochen werden kann. Im Kontext des Europäischen Green Deal gilt es deshalb nicht nur, durch geeignete Maßnahmen die Produktion in Europa klimaneutral zu stellen (vor allem scope 1 und 2), sondern dem auch bei der Ausgestaltung der sog. border carbon adjustment mechanisms Rechnung zu tragen. Hierzu sollten die vielfältigen Unternehmensinitiativen genutzt und im gemeinsamen Interesse von Politik und Wirtschaft liegende Ansätze unterstützt und aktiv vorangetrieben werden. Exemplarisch seien geeignete Zertifizierungssysteme benannt (vgl. Kapitel 3), die auf einschlägigen Normen aufsetzen können, etwa der ISO 14067 (Greenhouse gases — Carbon footprint of products — Requirements and guidelines for quantification). Ebenso ist die umfassende Überarbeitung der bestehenden europäischen Norm (EN16258) zur CO<sub>2</sub>-Zertifizierung von Transportketten im Güterverkehr hin zu einer global anwendbaren ISO-Norm unter der Wiener Vereinbarung zu unterstützen. Aufgrund dauerhafter Veränderungen von Liefer- und Wertschöpfungsketten auf internationalisierten Märkten sind Zertifizierungssysteme aufzubauen, die global anwendbar sind, den Status Quo bestmöglich abbilden und gleichzeitig eine dauerhafte Flexibilität gewährleisten. Zur Emissionsbilanzierung auf Unternehmensebene stehen bereits diverse praktikable Methoden zur Verfügung, diese dürften aber insbesondere bei komplexen Produkten und Lieferketten (Fahrzeuge, smart phones etc.) schnell an ihre Grenzen stoßen. Es sollte deshalb geprüft werden, ob längerfristig erweiterte Verfahren wie Blockchain-Technologien zum Einsatz kommen können, die Unternehmen bereits für die Abbildung ihrer Lieferketten erproben. Ein weiteres Handlungsfeld betrifft die Unterstützung kleinerer und mittlerer Unternehmen, die aufgrund ihrer eigenen Ressourcen nicht ohne Weiteres in der Lage sein werden, entsprechende Nachweise zu führen, um daraus einen Wettbewerbsvorteil zu generieren. Dies gilt vor allem für Zulieferbetriebe von Großunternehmen.

**Abbildung 7: Klimaneutrale Produktion in der Industrie – Emissionen entlang der Wertschöpfungskette sowie push- und pull-Maßnahmen**



Quelle: Eigene Darstellung. Graphik: Greenhouse Gas Protocol: Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard -Supplement to the GHG Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard. World Resources Institute and World Business Council for Sustainable Development, September 2011. <https://ghgprotocol.org/standards/scope-3-standard>.



## 8 Infrastrukturen koordiniert ausbauen

Um die Klimaneutralität der europäischen Wirtschaft und Gesellschaft zu erreichen ist ein umfangreicher Umbau der Transport, Verteil- und Speicherinfrastruktur für Energie notwendig. Neben den bestehenden Strom- und Gasnetzen müssen Infrastrukturen für den Transport, die Verteilung und die Speicherung von Wasserstoff und synthetischen Energieträgern angepasst und ausgebaut werden. Dabei ist eine langfristige und vor allem integrierte Planung zwischen den verschiedenen Energieträgern zentral. Zudem werden Speicher mit verschiedenen Volumina benötigt, um eine zeitliche Unabhängigkeit von Erzeugung und Verbrauch insbesondere im Bereich der Stromversorgung zu ermöglichen. Die Transportinfrastruktur stofflicher Energieträger, wie Pipelines, Schiffe, Züge oder Lkw, hat dabei schon eine inhärente Speicherfunktion. Auch ist ein schneller und auf europäischer Ebene langfristig koordinierter Ausbau der Stromnetze erforderlich, um diese an den Anforderungen des zukünftigen Energiesystems auszurichten und die Ausbauziele bei den erneuerbaren Energien erreichen zu können. Im Verkehrssektor ist der europaweite Ausbau von Tankinfrastrukturen für erneuerbare Kraftstoffe und Ladeinfrastruktur entlang des transeuropäischen Verkehrsnetzes zu entwickeln. Eine wichtige Frage ist dabei auch, welche Teile der Infrastruktur zu regulieren sind und welche dem Wettbewerb überlassen werden können.

*(1) Umfangreiche Investitionen in Infrastrukturen (Versorgungsnetze von Strom, Gas und Wasserstoff sowie elektrische Ladeinfrastruktur und Tankstellen für Fahrzeuge) sind notwendig, um die Klimaneutralität bis 2050 zu erreichen. Dabei ist eine stärkere Koordination auf europäischer Ebene anzustreben.*

Bei der Umsetzung der Ausbaupläne für das Stromnetz kommt es in Deutschland zu starken Verzögerungen. Gründe sind dabei Akzeptanzfragen sowie Unsicherheiten der Unternehmen bezüglich der Energiepolitik, die Investitionsentscheidungen bremsen. Mögliche Optionen zur Beschleunigung des Infrastrukturausbaus sind (a) gesetzliche Maßnahmen zur Beschleunigung der Umsetzung, (b) klare energiepolitische Entscheidungen mit Blick auf die Umsetzung der im Green Deal formulierten Ziele sowie (c) möglicherweise ein Dialogprozess, der Hemmnisse überwindet.

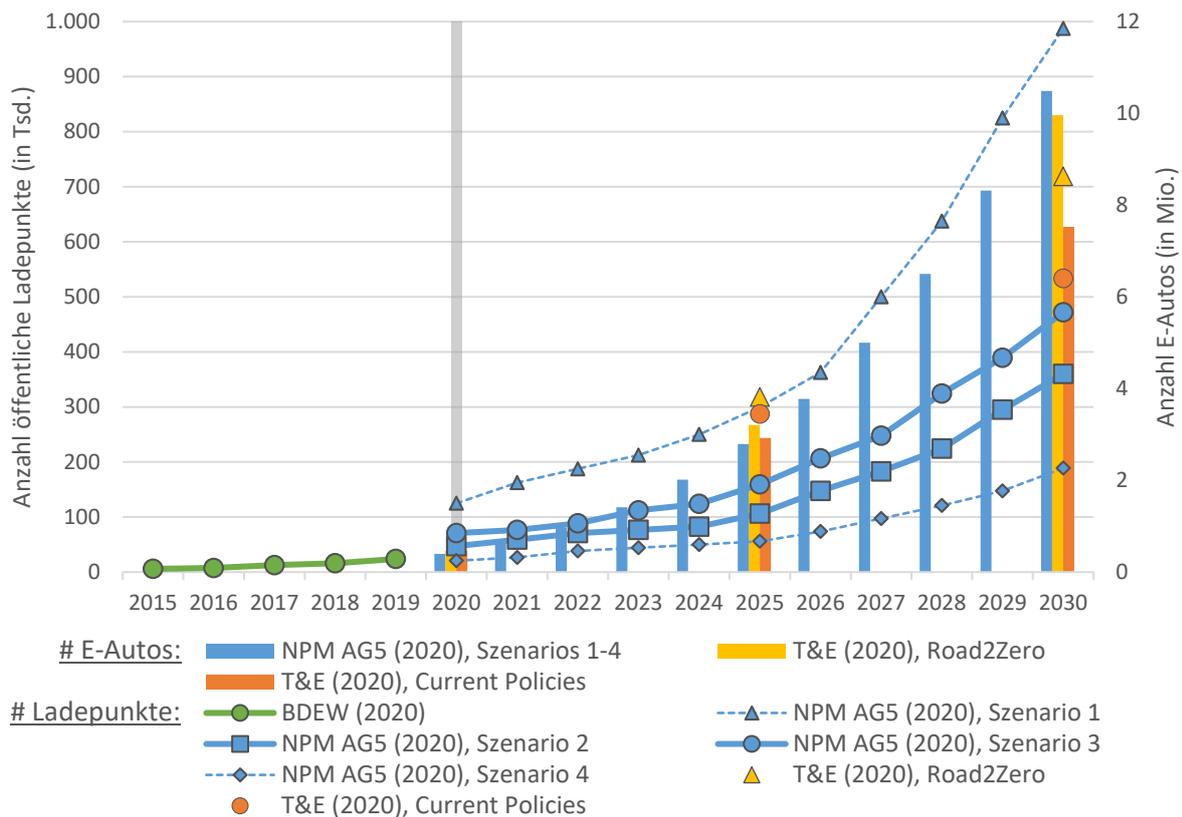
Im Verkehrssektor ist durch die Umstellung auf alternative Antriebe und Kraftstoffe eine schrittweise Umstellung und/oder Erweiterung der Lade- und Tankstelleninfrastruktur notwendig. Dabei ist es unerlässlich, flächendeckend und bedarfsgerecht sowohl die Ladeinfrastruktur für batterieelektrische Fahrzeuge auszubauen als auch den Bestand an Wasserstofftankstellen zu erhöhen. Die Nutzung CO<sub>2</sub>-neutraler synthetischer Kraftstoffe hat den Vorteil, dass eine flächendeckende Infrastruktur schon vorhanden ist. Nachteil sind allerdings die im Vergleich zu Wasserstoff niedrigere Energieeffizienz und die vergleichsweise hohen Herstellungskosten des Kraftstoffs selbst.

Auf europäischer Ebene fordert die Richtlinie zum Aufbau von Infrastrukturen alternativer Kraftstoffe (AFID; Alternative Fuels Infrastructure Directive) aus dem Jahr 2014 eine angemessene Ausstattung mit Infrastruktur für die alternativen Kraftstoffe Strom, Wasserstoff und Erdgas in allen EU-Staaten (Europäisches Parlament, 2014). Eine Überarbeitung der Richtlinie ist hinsichtlich der klimapolitischen Ziele des europäischen Green Deal erforderlich, um den Markthochlauf von Pkw mit alternativen Antrieben zu ermöglichen. Der aktuell in der AFID angestrebte Aufbau einer umfassenden Erdgas-Infrastruktur steht jedoch langfristig im Widerspruch zu einer klimaneutralen Mobilität, sofern nicht gleichzeitig Sorge dafür getragen wird, die Erdgasnetze auf klimaneutrale Gase umzustellen. Generell ist bei der technologischen Förderung von Übergangstechnologien auf die Weitzernutzungsmöglichkeiten der aufgebauten Infrastrukturen zu achten.

Für den initialen Markthochlauf von batterieelektrischen Fahrzeugen sind für jeden Mitgliedsstaat verbindliche Quoten an öffentlicher Ladeinfrastruktur im Verhältnis zur Anzahl an batterieelektrischen Fahrzeugen förderlich, insbesondere beim Aufbau der Schnellladeinfrastruktur (vgl. Transport & Environment, 2020). Die benötigte Anzahl an öffentlicher Normalladeinfrastruktur kann hingegen regional differenziert werden und ist in Abhängigkeit

von Verfügbarkeit privater Ladeinfrastruktur zu gestalten (vgl. Abbildung 8). Zur Attraktivitätssteigerung der batterieelektrischen Mobilität sollte europaweit ein kundenfreundliches Laden möglich sein, d. h. einfach, immer und überall möglich, transparent und sicher (vgl. NPM, 2020b). Das betrifft Handlungsfelder wie Standardisierung, Bedienbarkeit, Bezahlung, Interoperabilität, Echtzeitinformationen zum Ladevorgang, Fehlerbehebung und Datenschutz.

**Abbildung 8: Historische und prognostizierte Entwicklung der öffentlichen Ladepunkte und des Elektrofahrzeugbestands (BEV und PHEV) in Deutschland**



Quelle: Eigene Darstellung. Historische Werte der öffentlichen Ladepunkte aus BDEW (2020) in grün. Prognosen der öffentlichen Ladepunkte und des Elektrofahrzeugbestands aus NPM (2020c) in blau<sup>4</sup> und Transport & Environment (2020)<sup>5</sup> in gelb und orange.

<sup>4</sup> Die AG5 der „Nationalen Plattform Zukunft der Mobilität“ (NPM) gibt unter der Annahme von 10,5 Mio. Elektrofahrzeugen in 2030 mit vier unterschiedlichen Szenarien die mögliche Bandbreite für den Bedarf an öffentlichen Ladepunkten in Deutschland an. Im Szenario 1 ergibt sich der höchste Ladeinfrastrukturbedarf im öffentlichen Raum. Annahmen sind, dass 40 % des Ladens im öffentlichen Raum stattfindet und dies zu 90 % an Ladepunkten mit geringer Ladeleistung (AC-Ladepunkte). Ein mittlerer Bedarf an öffentlichen Ladepunkten wird für die Szenarien 2 (Anteil öffentliches Laden 15 % und Anteil AC-Ladepunkte 90 %) und 3 (Anteil öffentliches Laden 40 % und Anteil AC-Ladepunkte 67 %) prognostiziert. Aus Szenario 4 resultiert der geringste Bedarf an öffentlichen Ladepunkte durch einen hohen Anteil an privatem Laden (85 %) und dem vermehrten Aufbau von Ladeinfrastruktur mit hoher Ladeleistung (33 % DC-Ladepunkte). In Anbetracht von Attraktivität des Ladeinfrastrukturnetzes und Wirtschaftlichkeit ist ein Ladeinfrastrukturausbau in der Größenordnung von Szenario 2 oder 3 anzustreben.

<sup>5</sup> Die Studie Transport & Environment (2020) prognostiziert für alle Länder der EU einen Ladeinfrastrukturbedarf für die Jahre 2025 und 2030. Die Ladeinfrastrukturbedarfsprognosen unterscheiden sich durch einen progressiveren Markthochlauf von Elektrofahrzeugen im Szenario „Road2Zero“ gegenüber „Current Policies“. Im Szenario „Current Policies“ wird von einem EU-weiten Bedarf von 1,2 Mio. Ladepunkte bis 2025 und 2,2 Mio. Ladepunkte bis 2030 ausgegangen.

Der Ausbau von Wasserstofftankinfrastruktur ist ebenso europäisch anzugehen. Hierbei ist besonders auf die Kompatibilität der Wasserstofftankinfrastruktur für Pkw und Lkw zu achten. Aktuell ist Deutschland mit 84 Wasserstofftankstellen führend beim Ausbau (gegenüber 50 im Rest von Europa), wobei bis Ende 2020 ein weiterer Ausbau auf 100 und bis Ende 2023 sogar auf 400 Wasserstofftankstellen geplant ist (vgl. H2 MOBILITY, 2020). Jedoch können die Marktpotenziale von Brennstoffzellenfahrzeugen im Schwerlastverkehr erst geschöpft werden, wenn an den europäischen Hauptverkehrsadern eine flächendeckende Wasserstofftankinfrastruktur zur Verfügung steht.

Eine Insellösung in Deutschland ist bei dem hohen Transitverkehrsaufkommen und mit Deutschland als zentrales wirtschaftliches Drehkreuz in Mitteleuropa nicht zielführend. Deutschland sollte sich für eine verbindliche Infrastrukturausstattung alternativer Kraftstoffe entlang Europas Verkehrsmagistralen einsetzen.

*(2) Der effiziente Ausbau der Infrastruktur erfordert eine langfristig angelegte und integrierte Planung von Infrastruktur für Strom, Gas und Wasserstoff. Wo möglich sind bestehende Infrastrukturen zu nutzen und zu erweitern.*

Im Bereich der Stromnetze leistet der Ten Year Network Development Plan (TYNDP) auf europäischer Ebene schon heute effektiv die Koordination beim Netzausbau (vgl. <https://tyndp.entsoe.eu/>). Das von der Europäischen Kommission beauftragte Studienprojekt E-Highway2050 (durchgeführt von 2012 bis 2015) zeigt detaillierte Langfristperspektiven auf, sodass auch ein Zielbild existiert, vor dessen Hintergrund die mittelfristigen Pläne erstellt werden (vgl. e-Highway2050, 2015). Auf europäischer Ebene ist die Koordination beim Ausbau der Stromnetze somit schon weit fortgeschritten und gut verankert. Eine Verschränkung mit den Planungen zum Ausbau der Gas- und Wasserstoffinfrastruktur fehlt jedoch bisher weitgehend. Vor dem Hintergrund der ambitionierteren Klimaziele im Rahmen des Green Deal sollten (a) die Planungen für Strom-, Gas- und Wasserstoffinfrastruktur verschränkt werden, um die Schnittstellen zwischen den Energienetzen in der Planung frühzeitig berücksichtigen zu können und (b) die Planungen, insbesondere auch die Langfristperspektive 2050, angepasst werden, um eine Orientierung für die Erstellung der mittelfristigen Ausbaupfade vorzuhalten.

Beim Aufbau der umfangreichen neuen Infrastrukturen sollte wo immer möglich angestrebt werden, bestehende Infrastruktur zu nutzen. Dies kann z. B. im Gasnetz durch die Umwidmung aktuell nicht benötigter Leitungen zum Transport von Wasserstoff geschehen. In der aktuellen Fassung des Netzentwicklungsplan Gas wird ein Wasserstoffnetz mit 1294 km Länge für Deutschland vorgeschlagen, wovon alleine 88 % durch Umstellung von bestehenden Gas-Leitungen erreicht werden sollen (vgl. FNB Gas, 2020).<sup>6</sup> Die Nutzung bestehender Kapazitäten ist aus Kostengründen geboten, erhöht aber auch die Akzeptanz des Aus- und Umbaus der Infrastruktur.

*(3) Mittelfristig ist zu entscheiden, welche Teile der neuen Infrastrukturen zu regulieren sind und welche wettbewerblich betrieben werden sollen.*

Für die Wasserstofflogistik stehen verschiedene Technologien zur Verfügung, die sich nicht gegenseitig ausschließen, sondern auch in Kombination zum Einsatz kommen können. Für den Transport eignen sich generell alle gängigen straßen-, schienen- oder wasserbasierten Transportmittel. Für Druckwasserstoff und tiefkalt verflüssigten (d. h. kryogenen) Wasserstoff ist bisher jedoch nur der Straßentransport gängig. Für komprimierten Wasserstoff oder chemisch in einer Flüssigkeit gebundenen Wasserstoff ist darüber hinaus auch der Transport

---

<sup>6</sup> Die Umsetzung dieser Maßnahmen steht allerdings unter Vorbehalt der Übertragung der bestehenden gesetzlichen Regelungen für (Erd-)Gasversorgungsnetze auf Wasserstoffnetze. Außerdem wurde von den Fernleitungsnetzbetreibern eine Vision für eine erste deutschlandweite Wasserstoffinfrastruktur erstellt, die auf Basis neuer Erkenntnisse stetig weiterentwickelt werden soll, siehe [https://www.fnb-gas.de/media/erlaeuterungen\\_zur\\_visionaeren\\_h2-karte.pdf](https://www.fnb-gas.de/media/erlaeuterungen_zur_visionaeren_h2-karte.pdf).

über ein Pipelinenetz attraktiv. Die Umsetzung eines flächendeckenden europäischen oder deutschen Rohrleitungsnetzes ist aus Gründen der Akzeptanz und der hohen Investitionskosten vermutlich mit großen Herausforderungen verbunden. Alternativ ist es denkbar, dass Wasserstoff, der beispielsweise an den Seehäfen Europas als kryogene Flüssigkeit oder in chemisch gebundener Form ankommt, über europäische Backbone-Leitungen zu den großen Verbrauchszentren transportiert wird. Dort könnte die regionale Weiterverteilung anschließend alternativ über Rohrleitungen oder mittels schienen- oder straßengebundenen Verkehrs erfolgen. Offen ist in dem Zusammenhang, ob alle Logistikebenen standardisiert und reguliert werden müssen oder ob insbesondere im Bereich der Verteil-Logistik ein wettbewerbliches Nebeneinander verschiedener Anbieter und Logistikvarianten bestehen kann. Bei der Regulierung neuer Infrastrukturen ist eine Integration in den bestehenden Regulierungs- und Planungsrahmen anzustreben.

## 9 Energieeffizienz systemisch denken

Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz sind neben der wachsenden Nutzung von Strom aus erneuerbaren Energiequellen eine zweite wichtige Säule zur Defossilisierung im Gebäude- und Verkehrssektor in Deutschland ebenso wie in Europa. Dabei betreffen beide Bereiche ganz unmittelbar den Endverbraucher: Die durchschnittliche Quote des Wohneigentums in Europa liegt bei annähernd 70 % (Bode und Wiest, 2017); rund 13 % der verfügbaren Haushaltseinkommen werden in der EU für Mobilität und Verkehr ausgegeben, davon fast 860 Mrd. Euro für die Anschaffung und den Betrieb von Fahrzeugen (EU-KOM, 2019). Dementsprechend unterliegen Maßnahmen mit direkten Auswirkungen auf die Endverbraucherpreise einer hohen öffentlichen Aufmerksamkeit im Spannungsfeld zwischen dem auf gesamtgesellschaftlicher Ebene als notwendig anerkannten Klimaschutz und der Kostenbelastung auf der Ebene der einzelnen Privathaushalte. Dies macht sie hinsichtlich ihrer Durchsetzung politisch besonders anspruchsvoll. Gerade Energieeffizienzmaßnahmen können die unmittelbar betroffenen Endverbraucher langfristig vor weiter steigenden Kostenbelastungen durch die Energie- und CO<sub>2</sub>-Preisentwicklung schützen. Die entsprechenden Investitionsentscheidungen von Endverbrauchern sollten durch die Maßnahmen und den gesetzlichen Rahmen des Green Deal unterstützt werden. Die notwendigen Rahmenbedingungen der Transformation werden durch Zertifizierung und effiziente Governance-Strukturen sowie – insbesondere im Verkehr – durch europaweit harmonisierte flankierende Anreiz- und Steuerungsmaßnahmen geschaffen. Nicht nur im Verkehrsbereich ist zu berücksichtigen, dass Kosteneinsparungen vielfach zu Rebound-Effekten führen, die Effizienzgewinne kompensieren oder sogar überkompensieren und die es durch flankierende Regulierung zu vermeiden gilt. Dabei muss das Thema „Energieeffizienz“ systemisch gedacht werden: Effizienz wird nicht nur durch mehr Leistung pro eingesetzter Energie erzeugt, sondern auch durch Vermeidungs- oder Verlagerungsstrategien bei gleichzeitiger Befriedigung vorhandener Bedürfnisse nach Wärme oder Kühlung und Mobilität.

Gebäude:

*(1) Die zeitnahe Weiterentwicklung der europäischen Rahmenseetzungen ist zwingende Voraussetzung für die Umsetzung der Zielsetzung eines europaweit klimaneutralen Gebäudebestands für 2050.*

Energie- und ressourcenschonendes Bauen und Renovieren stehen von jeher im Fokus der europäischen Zielsetzungen, auch wenn die jährlichen Renovierungsquoten der Mitgliedstaaten, die zwischen 0,4 % und 1,2 % liegen, zeigen, dass das in diesem Sektor vorhandene Potenzial für den Klima- und Ressourcenschutz bislang nur unzureichend aktiviert wird. Die große Anzahl der Akteure mit ihren unterschiedlichen Interessen sowie landesspezifische Besonderheiten mögen dafür ausschlaggebend sein. Für die Sanierungstiefe, die für die Umsetzung eines klimaneutralen Gebäudebestands eine mindestens ebenso wichtige Bedeutung wie die Anzahl der energetischen Sanierungen hat, sind hingegen die Regelungen der EU-Gebäudeeffizienz-Richtlinie und deren jeweilige Umsetzung in nationales Recht ausschlaggebend. Hier besteht dringender Handlungsbedarf, wie das Beispiel des Gesetzes zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz – GEG) in Deutschland zeigt. Im GEG-Entwurf ist formuliert: „Die aktuellen energetischen Anforderungen für den Neubau und den Gebäudebestand gelten fort“. Als wesentliche Grundlage hierfür wird das Wirtschaftlichkeitsgebot im Sinne einer sog. Kostenoptimalität angeführt, bei der zwar CO<sub>2</sub>-Preise anzusetzen sind, die sich jedoch an der Preisprojektion des Emissionshandelssystems orientieren und damit im Wärmemarkt nicht die erforderlichen Impulse setzen. Es wird daher empfohlen, zu prüfen, ob die geltenden Kostenoptimalitätskriterien dem langfristigen Ziel des klimaneutralen Gebäudebestands entsprechen. Dies gilt insbesondere auch mit Blick auf die zeitliche Dynamik der CO<sub>2</sub>-Preisentwicklung, um aufgrund der langen Bauteilnutzungsdauern in Gebäuden Lock-in-Effekte zu vermeiden.

Angesichts der drohenden Auswirkungen der Corona-Pandemie auf die ökonomische Entwicklung der Mitgliedsstaaten ist dies umso wichtiger, da ohnehin zu befürchten ist, dass gerade für die notwendigen Investitionen in einen klimaneutralen Gebäudebestand nicht die erforderlichen Mittel aktiviert werden können. Entsprechend sollte bei der Ausgestaltung von Konjunkturprogrammen, darauf geachtet werden, die Transformation des Gebäudesektors hin zur Klimaneutralität europaweit zielgerichtet zu unterstützen. Dies wird auch durch ein aktuelles Paper des SSEE bestätigt (Hepburn et.al., 2020), in dem die Gebäudesanierung („building efficiency retrofits“) als eine von fünf Politiken identifiziert wird, die gleichzeitig ein hohes Potenzial als ökonomischer Multiplikator und als wirksame Klimaschutzmaßnahme aufweisen.

Verkehr:

Die besondere Herausforderung im Verkehrssektor liegt darin, dass das vorrangige Ziel in der Reduzierung der absoluten Menge an energieintensivem Verkehr, d. h. insbesondere Straßenverkehr, bestehen muss. Die alleinige Steigerung der Fahrzeugeffizienz kann sich dazu kontraproduktiv erweisen bis hin zur Erzeugung von Rebound-Effekten angesichts von effizienzbedingten Einsparungen<sup>7</sup>. Eine vor dem Hintergrund der Auswirkungen der Corona-Pandemie diskutierte Förderung im Pkw-Bereich sollte deshalb vorrangig an der bestehenden Förderung von Elektrofahrzeugen ansetzen, um den notwendigen Beitrag des Individualverkehrs zur Umsetzung der CO<sub>2</sub>-Reduzierungsziele nicht in Frage zu stellen.

*(2) Die Zukunftsfähigkeit einer rein technisch-ökonomischen Betrachtungsweise von Energieeffizienz im Verkehr sollte überdacht werden. Vor allem im Personenverkehr definiert sich Mobilität nicht ausschließlich über den Umfang an zurückgelegten Kilometern, sondern auch über die Anzahl an zurückgelegten Wegen, unabhängig von deren Länge.*

Menschen legen Wege nicht um ihrer selbst willen zurück, sondern zur Erreichung eines Zielortes, an dem eine Aktivität ausgeführt werden kann. Im Personenverkehr liegt somit ein erhebliches Potenzial zur Steigerung der Effizienz des Gesamtsystems und der darin verwendeten Energie im Verkehrsmittelwahlverhalten, d. h. in der Auswahl aus vorhandenen Mobilitätsoptionen. Mit dem massiven Ausbau des sog. Umweltverbundes (Öffentlicher Verkehr, Fahrradverkehr, Fußverkehr) können attraktive Alternativen bei der Durchführung von Wegen geschaffen werden, die einen positiven Anreiz zur Verlagerung von motorisiertem Individualverkehr auf Verkehrsmittel mit geringem (bis hin zu keinem) Pro-Kopf-Energieeinsatz setzen. Im europäischen Kontext ist vor allem die Erweiterung des Schienenverkehrsangebotes im grenzüberschreitenden Fernverkehr notwendig. Die auf europäischer Ebene vorhandenen und in Entwicklung befindlichen, vorwiegend auf Städte abzielenden Initiativen zur Substitution des motorisierten (Individual-)Verkehrs<sup>8</sup> sollten als expliziten Teil der CO<sub>2</sub>-Reduktionsziele verkehrsträgerübergreifende Energieeffizienzziele aufgreifen. Der notwendige Rückhalt hierfür findet sich in Kapitel 2.1.5 des European Green Deal, wo explizit festgestellt wird: „Multimodal transport needs a strong boost. This will increase the efficiency of the transport system“. Darüber hinaus lassen sich aus einer solchen Vorgehensweise Innovationsimpulse ableiten (vgl. Einführung von Fahrzeugen mit alternativen Antrieben/Kraftstoffen

---

<sup>7</sup> Vgl. dazu bereits 2016: Expertenkommission zum Monitoring-Prozess „Energie der Zukunft“ (2016): Stellungnahme zum fünften Monitoring-Bericht der Bundesregierung für das Berichtsjahr 2015, S. Z-3

<sup>8</sup> U. a. seit 2019 das EU Mission Board on Climate Neutral and Smart Cities“

im öffentlichen Verkehr). Damit würde auch den Rebound-Effekten entgegengewirkt, die sich aus den Effizienzgewinnen und damit Betriebskosteneinsparungen beim Pkw ergeben<sup>9,10</sup>, wenn der Pkw-Anteil am Modal Split unverändert hoch bleibt und die Pro-Kopf zurückgelegten Kilometer steigen. Ergänzende Effizienzgewinne, die sich durch Verkehrsvermeidung erzielen lassen, unterliegen im Wesentlichen der lokalen und regionalen integrierten Stadt- und Verkehrsplanung im jeweiligen nationalen Rahmen. Durch die aktive Unterstützung entsprechender Gremien und Initiativen auf europäischer Ebene, wie bspw. das Mission Board for climate neutral and smart cities oder des EU Aktionsplans Radverkehr (Europäischer Ausschuss der Regionen, 2017) kann die Bundesregierung hier wichtige strategische Anstöße liefern.

*(3) Um die Energieeffizienz des Straßenverkehrs zu erhöhen, bedarf es auf europäischer Ebene einer Roadmap zur gemeinsamen Zielerreichung über die aktuelle Regelung von Flottengrenzwerten hinaus. In diesem Rahmen muss der Ausbau der Elektromobilität insbesondere bei Pkw und leichten Nutzfahrzeugen weiter vorangetrieben werden.*

Die Treibhausgasemissionen aus dem Straßenverkehr sind in Europa seit 1990 kontinuierlich gewachsen. Ursachen dieses Wachstums sind der zunehmende Fahrzeugbestand sowie die steigenden Verkehrsleistungen sowohl im Personen- als auch im Güterverkehr<sup>11</sup>. Um den Verbrauch fossiler Energie zu reduzieren und die Energieeffizienz des Straßenverkehrs insgesamt zu erhöhen, gilt durch Verordnung der EU ab 2021 der durchschnittliche Grenzwert von 95 g CO<sub>2</sub>/km bei Pkw und 147 g CO<sub>2</sub>/km bei leichten Nutzfahrzeugen bis 3,5 t. Hersteller, die die Zielwerte nicht erreichen, müssen ab 2021 mit erheblichen Strafzahlungen rechnen (PA Consulting, 2020). Der Zielwert für 2030 wurde im vergangenen Jahr durch das Europäische Parlament gegenüber der ursprünglichen Planung weiter verschärft (THG-Minderung um 37,5 % gegenüber 2021). Gleichzeitig bestehen Planungen seitens einer Reihe von EU-Ländern zum vollständigen Verbot der Neuzulassung von Fahrzeugen mit Verbrennungsantrieb (Wissenschaftlicher Dienst des Deutschen Bundestages, 2019; vgl. Tabelle 1).

Um Planungssicherheit sowohl für die Fahrzeughersteller als auch die Verbraucher herzustellen, sollten die nationalen Ziele Teil eines EU-weiten integrierten Zielsystems werden<sup>12</sup>. Dies gilt auch hinsichtlich der künftigen Anrechnung von Plug-in Hybriden. Die derzeit verwendete Berechnungsgrundlage für den Kraftstoffverbrauch und damit den CO<sub>2</sub>-Ausstoß liegt bei schweren Fahrzeugen deutlich über den von den Herstellern angegebenen Werten, so dass der erwartete Beitrag zur Senkung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes der Flotte ausbleibt oder sogar ins Gegenteil verkehrt wird (van Gijlswijk und Ligterink, 2018; Seibt et al., 2020). Derzeit fehlen Anreize zur Förderung des Fahrens von PHEV im E-Modus. Die Ausgabe von Tankkarten bei Dienstwagenfahrzeugen wirkt dem sogar entgegen. Vor diesem Hintergrund sollte die Entwicklung eines integrierten Zielsystems angestoßen und die aufgezeigten Anrechnungsproblematiken gelöst werden.

<sup>9</sup> Effizienzgewinne auf Ebene des einzelnen Fahrzeugs verzeichnen alle Pkw-Klassen außer SUV, Sport- und Geländewagen.

<sup>10</sup> Deutschland bspw. verzeichnet seit Jahren ein Wachstum des Pkw-Bestandes um jährlich rund 500.000 Fahrzeuge. Besonders stark nehmen SUVs zu. Alleine von 2018 auf 2019 stiegen die Neuzulassungen um 19,9 % sowie zusätzlich bei Geländewagen um 8,6 % (zusammen sind das rund 12 % der Gesamtflotte (ohne Wohnmobile)), während die Neuzulassungszahlen in allen anderen Fahrzeugsegmenten stagnierten oder nur gering zunahmten (Quelle: KBA [https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/Segmente/segmente\\_node.html](https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/Segmente/segmente_node.html)).

<sup>11</sup> Eurostat nennt folgende jährliche Wachstumsraten: (1) Personenverkehr (einschließlich innereuropäischer Luftverkehr): 1995-2017 1,2 % mit 2,4 % von 2016-2017; (2) Güterverkehr 1995-2017 1,2 % mit 2,0 % von 2016-2017 (Quelle: Statistical Pocketbook EU Transport 2019, S. 21).

<sup>12</sup> Generell ist bis zum Jahr 2030 durch die nationalen Zielvorgaben mit einem hohen Anteil an Nullemissionsfahrzeugen an den europäischen Neuzulassungen zu rechnen, sodass es mitunter keine Einsparungen der CO<sub>2</sub>-Emissionen bei Verbrennerfahrzeugen zur Erreichung der CO<sub>2</sub>-Flottengrenzwerte bedarf. In diesem Fall ist nicht auszuschließen, dass die derzeitige Ausgestaltung der CO<sub>2</sub>-Flottengrenzwerte nicht zu Emissionseinsparungen bei Verbrennerfahrzeugen beiträgt.

**Tabelle 1: Geplante Zulassungsverbote und Verbotsabsichten für Pkw mit Verbrennertechnik in EU-Staaten**

Land	Zeitpunkt	Gegenstand des Verbots
Dänemark	2030 / 2035	neue Benziner und Diesel / neue Hybrid-Pkw
Finnland	2035	neue Benziner und Diesel
Frankreich	2040	neue Benziner und Diesel
Irland	2030 /2045	neue Benziner, Diesel und neue Hybrid-Pkw / alle Verbrenner
Niederlande	2030	neue Benziner und Diesel
Norwegen	2025	neue Benziner und Diesel sowie Leichte Nutzfahrzeuge
Lettland	2040	neue Benziner und Diesel
Schottland	2032	neue Benziner und Diesel
Schweden	2030	neue Benziner und Diesel
Slowenien	2030	Neuwagen > 50g CO <sub>2</sub> /km
Spanien	2040 / 2050	neue Benziner und Diesel / alle Verbrenner
Vereinigtes Königreich	2035	neue Benziner, Diesel und neue Hybrid-Pkw sowie Lkw

Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Wissenschaftlicher Dienst des Deutschen Bundestages (2019) und Auto-Motor- und-Sport (2020)

*(4) Die Effizienzsteigerungen neu zugelassener schwerer Nutzfahrzeuge, die angesichts der 2019 durch die Europäische Kommission eingeführten CO<sub>2</sub>-Emissionsnormen zu erwarten sind, sollten durch eine auch nach Emissionsklassen gespreizte Lkw-Maut ergänzt werden.*

Bei schweren Nutzfahrzeugen lässt sich etwa ein Drittel der CO<sub>2</sub>-Reduktionspotenziale über den Fahrzeugantrieb realisieren; die übrigen zwei Drittel ergeben sich aus Maßnahmen wie Verbesserung der Aerodynamik, technische Hilfen durch Fahrerassistenz, energieoptimales Fahren oder Platooning. Da die Fahrzeuge in vielfältigen Varianten mit funktionalen Ausstattungen für unterschiedliche Einsatzgebiete – so bspw. Müllfahrzeug, Straßenreinigungsfahrzeug, Gliederzug mit Ladungen von unterschiedlichem Gewicht – vorhanden sind, stellen bereits die Messung und der Vergleich fahrzeugspezifischer Verbräuche und CO<sub>2</sub>-Emissionen eine große Herausforderung dar. Zwar existiert für die Messung eine von der EU-Kommission per Verordnung zugelassene Software<sup>13</sup>, jedoch ist deren Einsatz sehr aufwendig und komplex. Aus diesem Grund werden auch einfachere Verfahren der Differenzierung aufbauend auf dem Verfahren zur EURO-Norm erwogen. Eine EU-weite Harmonisierung von Anreizsystemen könnte die Effizienzsteigerung der Fahrzeuge unterstützen und dabei nicht nur Neufahrzeuge, sondern auch die Bestandsflotte erfassen. Angesichts der limitierten Möglichkeiten zur Verlagerung von Güterverkehren auf die Bahn – die Erwartungen liegen bei max. ein Drittel des Aufkommens – ist eine Verbesserung der Energieeffizienz im Straßengüterverkehr unabdingbar. Die notwendigen Impulse hierfür könnten insbesondere durch die Einführung einer nach Emissionsklassen gespreizten Lkw-Maut gegeben werden<sup>14</sup>.

<sup>13</sup> Die EU-Kommission hat das Simulationstool VECTO (Vehicle Energy Consumption Tool) zur einheitlichen Berechnung von CO<sub>2</sub>-Emissionen schwerer Nutzfahrzeuge entwickeln lassen (EC/JRC 2014). Mit Hilfe von VECTO können für beliebig konfigurierte Nutzfahrzeuge und definierte Einsatzbereiche spezifischer Kraftstoffverbräuche und CO<sub>2</sub>-Emissionen berechnet werden; mit der Verordnung 2017/2400 der EU-Kommission erfolgte die Einführung von VECTO als Berechnungsinstrument.

<sup>14</sup> Die Lkw-Maut ist eine streckenbezogene Straßenbenutzungsgebühr – gültig auf Bundesstraßen und Autobahnen in Deutschland – für Lkw ab 7,5 t Gesamtgewicht im gewerblichen Güterverkehr. Damit werden finanzielle Mittel generiert, die insbesondere dem Erhalt und Ausbau von bundeseigener Straßeninfrastruktur dienen; gleichzeitig setzt die Maut Anreize zur Reduzierung von Emissionen durch Steigerung der Energieeffizienz der Fahrzeuge (vgl. auch Bundesamt für Güterverkehr (BAG) [https://www.bag.bund.de/DE/Navigation/Verkehrsaufgaben/Lkw-Maut/lkw-maut\\_node.html](https://www.bag.bund.de/DE/Navigation/Verkehrsaufgaben/Lkw-Maut/lkw-maut_node.html)). Rechtlich ist sie auf europäischer Ebene eingebettet in die Eurovignette Directive (1999/62/EC), die

*(5) Die notwendige Reduzierung von CO<sub>2</sub>-Emissionen im Güterverkehr macht die europaweit einheitlich geregelte Nutzung effizienzverbessernder Transportsysteme unentbehrlich. Im Straßengüterfernverkehr könnte der Lang-Lkw (High Capacity Truck) hierzu einen wichtigen Beitrag bereits in den kommenden Jahren leisten.*

Ungeachtet der Dringlichkeit, Maßnahmen zur Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit des Schienengüterverkehrs zügig und umfangreich voranzubringen, wird die Straße weiterhin in Bezug auf die Verkehrsleistung die wichtigste Rolle für den Güterverkehr übernehmen müssen. Effizienzsteigerungen im Güterverkehrssystem müssen deshalb auch den Straßengüterverkehr selbst adressieren. Ein wichtiges Instrument könnte dabei der Lang-Lkw<sup>15</sup> sein, dessen Einsatz in Deutschland von 2012 bis 2016 mit Blick auf die technisch-infrastrukturelle Machbarkeit und die intermodalen Verlagerungseffekte getestet wurde und in die Erlaubnis von Lang-Lkw auf einem sog. Positiv-Netzwerk geführt hat. Ebenfalls bestehen in anderen EU Mitgliedsstaaten (u. a. Schweden, Finnland und den Niederlanden) bereits langjährige Erfahrungen. Die in älteren Studien geäußerten Erwartungen, wonach ein kostengünstigerer Straßentransport die Nachfrage nach Güterverkehren anfachen und gleichzeitig zur Verlagerung von Fracht von der Schiene auf die Straße führen könne, wurden bislang nicht bestätigt. Auch die Annahmen bzgl. erheblicher zusätzlicher Infrastrukturkosten hatten sich nicht bestätigen lassen. Neuere Studien – auch im Rahmen von EU-geförderten Projekten (vgl. <https://aeroflex-project.eu/>) – kommen zu dem Ergebnis, dass fahrzeugtechnische Entwicklungen (insbesondere zur Verbesserung der generellen Straßentauglichkeit und einer flexibleren Manövrierbarkeit (durch den Einsatz von Dollys mit einem elektrischen Antrieb) und die immer besseren Steuerungsmöglichkeiten durch Digitalisierung (insbesondere zur effizienten Beladung, aber auch zur Steuerung des Infrastrukturzugangs und der Infrastrukturnutzung) den Lang-Lkw zu einem Instrument eines effizienteren Gütertransportsystems machen könnten. Vor diesem Hintergrund ist zu prüfen, welche europaweit einheitlichen Regelungen notwendig sind, die den Einsatz des Lang-Lkw als High Capacity Vehicle für den Straßengüterfernverkehr grundsätzlich ermöglichen und dafür gleichzeitig einen Rahmen vorsehen, der das Potenzial an Effizienzsteigerungen optimal umsetzt.

---

die Rahmenbedingungen benennt, unter denen in Europa Straßenbenutzungsgebühren erhoben werden dürfen (vgl. dazu auch <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=LEGISSUM%3AI24045b>).

<sup>15</sup> Der sog. Lang-Lkw hat eine Länge von bis zu 25,25 m. Herkömmliche Gespanne dürfen maximal 18,75 m lang sein, herkömmliche Sattelzüge 16,50 m.



## 10 Privates Kapital stärker für Green Finance aktivieren

Das Erreichen der Klima- und Energieziele der EU erfordert erhebliche Investitionen in Klimaschutzaktivitäten: Die EU-Kommission rechnet für den Zeitraum 2021 bis 2030 mit einem zusätzlichen Investitionsbedarf von rund 2,6 Bill. Euro.<sup>16</sup> Der europäische Green Deal sieht eine weitere Verschärfung der Ziele vor, wodurch sich der Investitionsbedarf nochmals erhöhen wird.<sup>17</sup> Dies verdeutlicht, dass die Investitions- und Finanzmittel der öffentlichen Hand lediglich eine Grundlage schaffen können und sollen. Es ist daher geboten, das erforderliche Kapital privatwirtschaftlicher Investoren stärker zu aktivieren.

Während institutionelle Anleger und börsennotierte Unternehmen mit der Orientierung an kurzfristigen Erfolgen in Verbindung gebracht werden, gibt es positive Anzeichen für eine grundsätzliche Bereitschaft institutioneller Kapitalgeber, verstärkt in die europäische Energiewende zu investieren. Im Dezember 2019 unterstützte bspw. die IIGCC, eine Gruppe von institutionellen Investoren, die Vermögenswerte von über 28 Bill. Euro verwalten, in einem offenen Brief an die europäischen Regierungen das EU-Ziel einer Klimaneutralität bis spätestens 2050 (IIGCC, 2019). Im Mai 2020 veröffentlichte eine weitere, in etwa gleich große institutionelle Investorengruppe einen weltweiten Aufruf an Staatsregierungen, Konjunkturprogramme zur Bewältigung der wirtschaftlichen Folgen der Corona-Krise unbedingt nachhaltig auszugestalten und an das Ziel einer Klimaneutralität auszurichten (The Investor Agenda, 2020). Des Weiteren existieren in den USA zunehmend Anzeichen für eine Berücksichtigung der CO<sub>2</sub>-Intensität von kapitalmarktorientierten Unternehmen im Marktwert in Höhe von 79 bis 212 USD/t CO<sub>2</sub>. Auch für Europa zeigen sich entsprechende Hinweise (. Zudem werden klimaneutrale Technologien und Produkte in den kommenden Jahren ein großes Potenzial für privatwirtschaftliche Investitionen und Geschäftsmodelle eröffnen. Das Wachstum nachhaltiger Finanzprodukte sendet ebenfalls positive Signale. So stiegen die Emissionen von Green Bonds und Green Loans in den Jahren 2015 bis 2019 von 45 auf 255 Mrd. USD (Climate Bonds Initiative, 2020). Daneben gibt es eine Vielzahl weiterer nachhaltiger Finanzinstrumente. Auf dem Finanzmarkt spielen diese Produkte insgesamt allerdings eine noch vergleichsweise kleine Rolle. So besaßen bspw. Green Bonds Anfang 2019 einen Anteil von lediglich 2,5 % an allen Bondemissionen weltweit (Finance, 2019). Dies ist u. a. darauf zurückzuführen, dass nachhaltige Unternehmensanleihen bisher nur eine sehr geringe sektorale Abdeckung haben, da entsprechende Standards v. a. für erneuerbare Energien, aber noch nicht für emissionsintensive Industrien verfügbar sind.

Die Gründe für die Zurückhaltung von Investoren hinsichtlich nachhaltiger Finanzinstrumente (Green Finance) sind vielfältig. Um das für die Transformation notwendige Kapital zu mobilisieren, empfiehlt die Expertenkommission folgende Maßnahmen:

*(1) Die EU-Taxonomie zügig umsetzen und einer möglichen Aufweichung von Kriterien entschieden begegnen.*

Wesentliche Hemmnisse für die erforderliche Verbreitung nachhaltiger Finanzprodukte stellen fehlende einheitliche Kriterien für nachhaltige Investitionen (vgl. auch SFSG, 2018; Bioy und Stuart, 2020) sowie eine erhebliche Informationsasymmetrie zwischen den unterschiedlichen Marktakteuren bezüglich der Klimawirkungen der durch diese Produkte finanzierten Projekte und Unternehmen dar. Zwar gibt es auf internationaler Ebene einige

<sup>16</sup> Szenario EUCO32-32.5 ggü. EU-Referenzszenario 2016. EUCO32-32.5 geht von den aktuellen Zielsetzungen 32 % Anteil Erneuerbarer Energien (EE) am Bruttoendenergieverbrauch und Steigerung der Energieeffizienz um 32,5 % aus. Damit wird eine Reduktion der Treibhausgasemissionen um 45,6 % ggü. 1990 erreicht. Im Referenzszenario ergeben sich für das Jahr 2030 ein EE-Anteil am Bruttoendenergieverbrauch von 24 %, eine Steigerung der Energieeffizienz um 24 % und eine Treibhausgasminderung von 35 % ggü. 1990.

<sup>17</sup> Über die klimabezogenen Maßnahmen hinaus hat sich die EU ökologische Ziele gesetzt, die weitere Investitionen von 100 bis 150 Mrd. Euro pro Jahr erfordern.

Standards für nachhaltige Finanzprodukte (z. B. Climate Bonds Initiative, Green Bond Principles), deren Anwendung allerdings nicht verpflichtend ist. Dem begegnet die EU-Kommission mit dem Entwurf eines einheitlichen und verpflichtenden Rahmenwerks („EU-Taxonomie“), durch eine Taxonomie-Verordnung und einen detaillierten Expertenvorschlag für eine „Sustainable Finance“-Taxonomie. In der Verordnung werden Veröffentlichungspflichten für Finanzmarktakteure sowie große kapitalmarktorientierte Unternehmen hinsichtlich ihrer Aktivitäten im Bereich Klima- und Umweltschutz festgelegt, d. h. diese müssen berichten, in welchem Ausmaß ihr wirtschaftliches Handeln EU-taxoniekonform ist (TEG, 2020; Europäische Kommission, 2020c).<sup>18</sup> Der Bericht liefert den detaillierten Definitionsrahmen dafür, unter welchen Bedingungen wirtschaftliche Aktivitäten als taxoniekonform gelten. Dieser Rahmen dient zugleich als Grundlage für eine verpflichtende Berichterstattung, die in der anstehenden Überarbeitung der „non-financial reporting directive“ (NFRD) umgesetzt werden sollte.

Durch die erhöhte Transparenz werden die erheblichen Informationsasymmetrien abgebaut, um für eine effizientere Kapitalallokation zu sorgen. Finanzmarktakteure erhalten verlässliche Informationen über die „Klimaperformance“ (und v. a. im Rahmen der Weiterentwicklung der Taxonomie auch über weitere wichtige Nachhaltigkeitsrisiken) insbesondere von Unternehmen, was die Bildung nachhaltiger Finanzprodukte anregen soll. Die zusätzlichen Informationen sollen gleichzeitig das Vertrauen der Investoren erhöhen und somit auch den Unternehmen die Erschließung weiterer Finanzierungsquellen für nachhaltige Investitionen erleichtern. Darüber hinaus verstärken die Veröffentlichungspflichten gemäß der EU-Taxonomie den Druck auf die Unternehmen, nachhaltiger zu wirtschaften (vgl. auch Kapitel 7). Dies kann bereits zu einer signifikant höheren Emissionsminderung der betroffenen Unternehmen führen. Schließlich ermöglicht die einheitliche EU-Taxonomie die Bildung und Weiterentwicklung von Zertifizierungssystemen (vgl. Kapitel 3). Konkret wird derzeit eine Anwendung der Taxonomie auf Finanzprodukte im Rahmen des EU-Ecolabel getestet.

Im weiteren Verfahren sind technische Bewertungskriterien zur Einordnung von Technologien und Aktivitäten hinsichtlich ihres Beitrags zu den Umwelt- und Klimaschutzziele über delegierte Rechtsakte festzulegen. Diesbezüglich sollte eine aktive Rolle bei der Umsetzung eingenommen werden und konkret für eine Überarbeitung der NFRD unter Berücksichtigung der Taxonomie gesprochen werden. Hierbei ist insbesondere vor dem Hintergrund der Corona-Krise Forderungen nach einer Lockerung von Umwelt- und Klimaanforderungen im Rahmen eines Wiederaufbaus der Wirtschaft entgegenzuwirken.

*(2) Die vorgesehenen Berichtspflichten für Unternehmen kontinuierlich auf kleinere kapitalmarktorientierte sowie nicht-kapitalmarktorientierte Unternehmen ausweiten.*

Dadurch werden die o.g. Anreize auf eine breitere Gruppe von Unternehmen erweitert. Mit der Ausweitung der Veröffentlichungspflichten unter Anwendung der Taxonomie sollte auch eine Standardisierung der Berichterstattung einhergehen (Sustainable Finance, 2020). Diese könnte einerseits die Transparenz für Finanzmarktakteure noch stärker erhöhen und gleichzeitig den Aufwand zur Erfüllung, insbesondere im Sinne kleinerer Unternehmen, begrenzen. Angesichts der wichtigen Rolle nicht-börsennotierter Unternehmen (z. B. in Deutschland oder Italien) ist eine sofortige Einführung insbesondere für größere nicht-börsennotierte Unternehmen (im Sinne der NFRD) sinnvoll.

---

<sup>18</sup> Die Taxonomie-Verordnung sieht die Einführung von Maßnahmen und Sanktionen durch die Mitgliedsstaaten für Verstöße gegen die Berichtspflichten vor. Diese müssen „wirksam, verhältnismäßig und abschreckend sein“ (Europäische Kommission, 2020c).

*(3) Das Risikomanagement von Finanzakteuren um eine Pflicht zur Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsrisiken erweitern.*

Eine umfassendere Berücksichtigung von (finanziellen) Risiken des Klimawandels innerhalb von Risikomanagementprozessen könnte die Aktivierung privatwirtschaftlichen Kapitals für die europäische Energiewende befördern. In manchen Fällen fokussiert das Risikomanagement derzeit lediglich auf die Einhaltung von umwelt- und nachhaltigkeitsbezogenen Anforderungen mit dem Schwerpunkt auf der Vermeidung von Imagerisiken (Hafner et al, 2020). Die EU-Taxonomie kann zwar eine Ausweitung der Risikomanagementprozesse unterstützen, dennoch bietet es sich ergänzend an, Ansätze – wie im „Merkblatt zum Umgang mit Nachhaltigkeitsrisiken“ der BaFin beschrieben – aufzugreifen und europaweit auszuweiten.

*(4) Die Vorbildfunktion durch die Mitgliedsstaaten ist konsequent wahrzunehmen.*

Die EU-Staaten sollten als Nachfrager von Investitions- und Konsumgütern, als Finanzierer von Projekten und als Finanzmarktakteure konsistent im Sinne der von ihnen gesetzten klimapolitischen Ziele handeln. Dazu zählen u. a. die Berücksichtigung von Nachhaltigkeitskriterien bei Kapitalanlagen (z. B. Pensionsfonds) sowie bei Investitions- und Beschaffungsmaßnahmen. Die Taxonomie kann dafür den notwendigen Referenzrahmen darstellen.

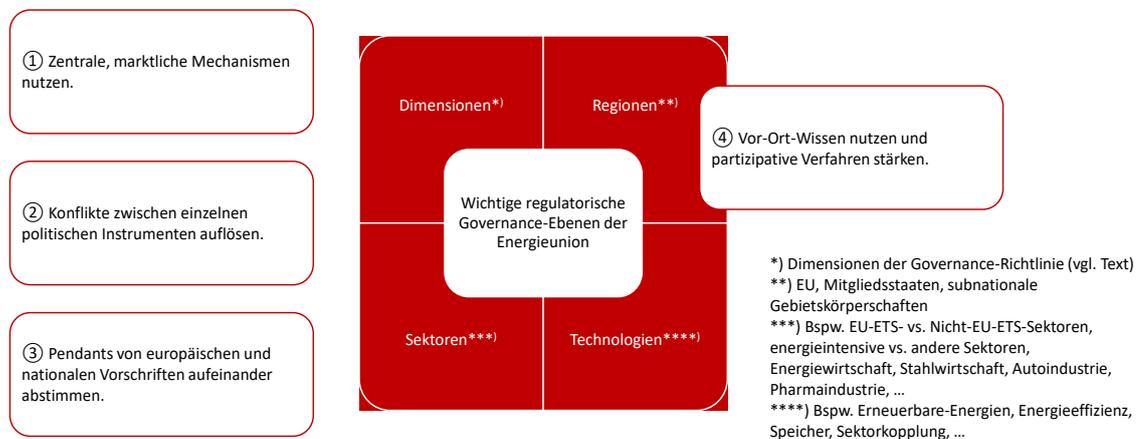
Zusammenfassend wird daher empfohlen, bisherige Bestrebungen für die Aktivierung privatwirtschaftlichen Kapitals fortzuführen und kontinuierlich auszuweiten. Eine rasche und konsequente Umsetzung des europäischen Green Deal kann darüber hinaus ein starkes Signal an den Finanzmarkt senden und erforderliche konsistente und langfristige Rahmenbedingungen schaffen.



## 11 Governance der Energieunion kohärent ausgestalten

Das Governance-System für die Energieunion und den Klimaschutz wird maßgeblich durch die gleichnamige EU-Verordnung festgelegt, die Ende 2018 als Teil des weiterreichenden Politik-Pakets „Saubere Energie für alle Europäer“ verabschiedet wurde. Auf Basis dieser Rechtsgrundlage sollen mit Hilfe von komplementären und kohärenten politischen Maßnahmen der Europäischen Union und ihrer Mitgliedsstaaten die Ziele der Energieunion im Einklang mit dem Pariser Klimaabkommen erreicht werden. Dies umfasst insbesondere die mittelfristigen Energie- und Klimaziele bis 2030, gilt aber auch für die langfristigen Ziele. Damit die EU-Governance-Verordnung sowie weitere für die Governance bedeutsame Rechtsvorschriften im Energie- und Klimabereich der Mitgliedsstaaten gut ineinandergreifen, empfiehlt die Expertenkommission den Fokus auf folgende vier Gestaltungsoptionen zu legen (vgl. Abbildung 9):

**Abbildung 9: Gestaltungsoptionen für eine kohärenter ausgestaltete Governance der Energieunion**



Quelle: Eigene Darstellung

*(1) Gutes Zusammenspiel der verschiedenen Governance-Strukturen auf den Ebenen von EU, Mitgliedstaaten, Regionen und Kommunen sichern. EU-weite, marktliche Mechanismen implementieren, um eine einfache Koordination über die Dimensionen der Energieunion, Regionen, Sektoren und Technologien zu erreichen.*

Derzeit besteht ein hoher Koordinierungsbedarf, um alle regulatorischen Ebenen kohärent auszugestalten. Die Governance-Richtlinie definiert fünf Dimensionen der Energieunion: Sicherheit der Energieversorgung, Energiebinnenmarkt, Energieeffizienz, Dekarbonisierung sowie Forschung, Innovation und Wettbewerbsfähigkeit. Je nach Vorschrift tangieren diese unterschiedliche Regionen, Sektoren und Technologien. Damit der hohe Koordinierungsbedarf die Transformation nicht bremst, empfehlen sich EU-weite, marktliche Mechanismen, vor allem eine einheitliche und umfassende CO<sub>2</sub>-Bepreisung als Leitinstrument der Energiewende, die Klimaziele kosteneffizient erreicht und alle regulatorischen Ebenen adressiert (vgl. Kapitel 2). So berührt etwa eine Vereinheitlichung der europäischen Energiesteuern oder eine Ausweitung des EU ETS alle Regionen (EU-Länder) und einen Großteil der Emittenten in der EU (vor allem in Wärme- und Verkehrssektoren), reizt klimaneutrale Technologien an und hat Effekte auf alle Dimensionen der Energieunion (z. B. einheitlichere Gestaltung des Energiebinnenmarkts, Anreize für energieeffiziente Technologien und Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit durch ggf. niedrigere Energiepreise). Die Corona-Krise verstärkt die Dringlichkeit einer flexiblen Koordination: marktliche Instrumente bieten den Vorteil sich ohne zusätzliche Gesetzgebungsverfahren (bzw. ohne detaillierte Festlegungen im Vorfeld) auf neue Situationen anpassen zu können.

Zentrale, preisliche Mechanismen bzw. eine allgemeine einheitliche CO<sub>2</sub>-Bepreisung sind allerdings allein nicht ausreichend. Es bedarf komplementärer Instrumente, um neben den Treibhausgasemissionen andere Marktunvollkommenheiten zu adressieren. Dazu zählen u. a. Marktunvollkommenheiten im Rahmen des Ausbaus von energiewenderelevanter Infrastruktur (vgl. Kapitel 8) und der Förderung von Zukunftstechnologien (vgl. Kapitel 5) (Löschel et al., 2017).

Die im Rahmen der Governance-Richtlinie zu erstellenden Nationalen Energie- und Klimapläne sind für die Erreichung der nationalen und europäischen Ziele durchaus ein sinnvolles Instrument; diese sind jedoch per se für eine Koordinierung auf Ebene der Mitgliedsstaaten nicht ausreichend. Beispielsweise hat sich in einigen Fällen die Erreichung nationaler Ziele als komplexer herausgestellt als ursprünglich erwartet (etwa bei der Tankstelleninfrastruktur). Zur Bewältigung der Komplexität bedarf es der zunehmenden Nutzung preislicher Mechanismen. Zudem sollte gerade auch bei der geplanten Verschärfung der europäischen Minderungsziele die Koordination durch zusätzliche europäische Maßnahmen ergänzt werden.

### *(2) Konflikte zwischen einzelnen (energie- und klima-)politischen Instrumenten auflösen.*

Die Schaffung geeigneter Rahmenbedingungen für marktliche Instrumente anstelle vieler kleiner Maßnahmen ist sinnvoll, um Konflikte beim Erreichen politischer Ziele zu vermeiden. Daher auch der obige Vorschlag eines schlanken, marktlichen Instrumentariums mit komplementären Instrumenten (lediglich) wo nötig, um die Energie- und Klimaziele zu erreichen. Wenn allerdings mehrere Instrumente, welche die gleichen Ziele adressieren, existieren (dies kann z. B. auch durch historische Entwicklungen oder aufgrund politischer Machbarkeit bedingt sein), so sollten Inkonsistenzen bzw. Zielkonflikte weitgehend reduziert werden.

Ein Beispiel für Zielkonflikte und Möglichkeiten komplementärer Maßnahmen soll für den Verkehrssektor beschrieben werden: Einerseits dürften Flottengrenzwerte bisher noch die wirksamste Maßnahme zur Emissionsminderung im Verkehr gewesen sein. Andererseits dürfte eine allgemeine CO<sub>2</sub>-Bepreisung u. a. mehr Optionen zur Emissionsreduktion im Verkehr aktivieren, Rebound-Effekte reduzieren und Kostenersparnisse bei der Emissionsreduktion erzielen (Paltsev et al., 2018). Bei der Weiterentwicklung der CO<sub>2</sub>-Grenzwerte, die einen Beitrag zum technischen Fortschritt liefern, ist daher die Einführung einer komplementär wirkenden CO<sub>2</sub>-Bepreisung zu berücksichtigen. Eine weitere komplementäre Politik betrifft die aufzubauende Verkehrsinfrastruktur (vgl. Kapitel 8). Denn bei langfristigen Emissionsreduktions-Strategien kann es optimal sein, Optionen „nach vorne zu ziehen“, die entsprechend den CO<sub>2</sub>-Grenzvermeidungskosten weiter hinten zu finden wären (Voigt-Schilb et al., 2018). Auch eine europaweite Ausgestaltung des Förderrahmens für erneuerbare Energien ist besser geeignet, um technologisches Lernen und Skaleneffekte anzureizen und so die CO<sub>2</sub>-Bepreisung im EU-Emissionshandel zu ergänzen. Trotz der Wichtigkeit von komplementären Instrumenten bedürfen insbesondere die Nicht-ETS-Sektoren grundsätzlich einer viel stärkeren marktlichen Koordinierung als bisher. Auch die Koordinierung durch die Nationalen Energie- und Klimapläne im Rahmen der Governance-Richtlinie kann diese nicht ersetzen.

Es ist davon auszugehen, dass gerade von den Gestaltungsoptionen (1) und (2) starke Impulse für die Transformation der Industrie ausgehen werden (vgl. Kapitel 7).

### *(3) Pendants von europäischen und nationalen Vorschriften aufeinander abstimmen.*

Zahlreiche Instrumente auf nationaler und europäischer Ebene besitzen zwar die gleiche Zielrichtung, sind in diesem Sinne als Pendants zu betrachten, sind aber in ihrer Ausgestaltung derzeit inkonsistent. Eine verbesserte Integration der nationalen und europäischen Instrumente und Maßnahmen gilt es auch bei den weiteren wichtigen Energiewende-Themen zu erreichen, etwa bei dem nationalen Emissionshandel (Bundes-Klimaschutzgesetz) und der EU ETS-Ausweitung, dem nationalen Energiesteuergesetz und der (zu novellierenden) EU-Energiesteuerrichtlinie, dem nationalen Kohleausstiegsgesetz und den Ambitionen des Green Deal (vgl. Kapitel 4) usw.

*(4) Energiepolitische Maßnahmen auf regionaler Ebene besser mit den nationalen Ansätzen verzahnen, um die höheren Anforderungen aus dem Green Deal erfolgreich umsetzen zu können. Besonderheiten vor Ort durch partizipative Maßnahmen einbeziehen.*

Im EU-Governance-System sowie im deutschen Kontext (etwa durch das Bundes-Klimaschutzgesetz) spielen subnationale Einheiten wie Bundesländer, Gemeinden oder Städte nur eine untergeordnete Rolle. Dies ist zwar durch den Föderalismus in Deutschland leicht zu erklären, ist aber dennoch kritisch zu beurteilen, da Akteure in subnationalen Gebietskörperschaften für eine erfolgreiche Umsetzung der Energiewende-Maßnahmen essentiell sind. Diese kennen die konkreten lokalen Bedingungen besser und weisen zudem Alleinstellungsmerkmale auf, so dass sie unterschiedliche Schwerpunkte der industriellen Transformation bedienen können (vgl. Kapitel 7). Deshalb sind die bestehenden Abstimmungsmechanismen zwischen den föderalen Ebenen kohärenter auszugestalten und akzeptanzfördernd zu nutzen (acatech et al., 2019; Oppermann und Renn, 2019).



## Literaturverzeichnis

### Kapitel 1: Europäische Wertschöpfung stärken und internationale Einbettung sichern

- EU-KOM (2019). Der europäische Grüne Deal. COM(2019) 640 final. Abgerufen am 08. April 2020 von [https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/european-green-deal-communication\\_de.pdf](https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/european-green-deal-communication_de.pdf).
- EU-KOM (2020a). A New Industrial Strategy for Europe. COM(2020) 102 final. Abgerufen am 08. April 2020 von [https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/communication-eu-industrial-strategy-march-2020\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/communication-eu-industrial-strategy-march-2020_en.pdf).
- Hepburn, C., O’Callaghan, B., Stern, N., Stiglitz, J., Zenghelis, D. (2020). Will COVID-19 fiscal recovery packages accelerate or retard progress on climate change? Oxford Review of Economic Policy, <https://doi.org/10.1093/oxrep/graa015>.
- Löschel, A., Großkurth, P., Colombier, M., Criqui, P., Xiangwan, D., Frei, C., Gethmann, C., Gummer, J., King, J., Lecocq, F., Parikh, J., Sauer, D., Schlögl, R., Schmidt, C., Staiß, F., Stephanos, C., Tanaka, K., Zhiyu, T., Umbach, E., Wenham, M., Yamada, K., & Cong, Y. (2018). Establishing an Expert Advisory Commission to Assist the G20’s Energy Transformation Processes. Economics E-Journal, 12, 1-12.
- Oei, P.-Y., Hermann, H., Herpich, P., Holtemöller, O., Lünenbürger, B., Schult, C. (2020). Coal Phase-Out in Germany – Implications and Policies for Affected Regions. Energy, 196, 117004.
- UNCTAD (2020). Global Trade Impact of the Coronavirus (COVID-19) Epidemic. Trade and Development Report. Update. Abgerufen am 08. April 2020 von <https://unctad.org/en/PublicationsLibrary/ditcinf2020d1.pdf>.
- Weiterführende Literatur zu Kapitel 1:*
- Burdon, R., Hughes, L., Lord, M., Madeddu, S., Ueckerdt, F., Wang, C. (2019). Innovation and Export Opportunities of the Energy Transition. Abgerufen am 08. April 2020 von [https://www.energy-transition-hub.org/files/resource/attachment/innovation\\_and\\_export\\_opportunities\\_of\\_et\\_final\\_0.pdf](https://www.energy-transition-hub.org/files/resource/attachment/innovation_and_export_opportunities_of_et_final_0.pdf).
- EU-KOM (2020b). A Von der Leyen und Timmermans: Green Deal muss unser Kompass aus der Coronakrise sein. Abgerufen am 05. Mai 2020 von [https://ec.europa.eu/germany/news/20200428-green-deal-kompass-aus-der-coronakrise\\_de](https://ec.europa.eu/germany/news/20200428-green-deal-kompass-aus-der-coronakrise_de).
- EWK (2018). Expertenkommission zum Monitoring-Prozess „Energie der Zukunft“: Stellungnahme zum sechsten Monitoring-Bericht der Bundesregierung für das Berichtsjahr 2016, Berlin, Münster, Stuttgart. Abgerufen am 08. April 2020 von <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/monitoring-prozess.html>.
- EWK (2016). Expertenkommission zum Monitoring-Prozess „Energie der Zukunft“: Stellungnahme zum fünften Monitoring-Bericht der Bundesregierung für das Berichtsjahr 2015, Berlin, Münster, Stuttgart. Abgerufen am 08. April 2020 von <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/monitoring-prozess.html>.
- IEA (2019). The Future of Hydrogen. Abgerufen am 08. April 2020 von [https://www.capenergies.fr/wp-content/uploads/2019/07/the\\_future\\_of\\_hydrogen.pdf](https://www.capenergies.fr/wp-content/uploads/2019/07/the_future_of_hydrogen.pdf).
- Oei, P.-Y., Lorenz, C., Schmalz, S., Brauers, H., Herpich, P., von Hirschhausen, C., Kemfert, C., Dröschel, B., Hildebrand, J., Horst, J., Klann, U., Matschoss, P., Porzig, M., Rau, I., Wern, B., Brautzsch, H.-U., Heimpold, G., Heinisch, K., Holtemöller, O., Schult, C., Hermann, H., Heyen, D., Schumacher, K., Ziehm, C. (2019). Klimaschutz und Kohleausstieg: Politische Strategien und Maßnahmen bis 2030 und darüber hinaus. Abgerufen

am 08. April 2020 von <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/klimaschutz-kohleausstieg-politische-strategien>.

Ueckerdt, F., Dargaville, R., Gils, H.-C., McConnell, D., Meinshausen, M., Scholz, Y., Schreyer, F., Wang, C. (2019). Australia's Power Advantage Energy Transition and Hydrogen Export Scenarios. Abgerufen am 08. April 2020 von [https://www.energy-transition-hub.org/files/resource/attachment/australia\\_power\\_advantage\\_0.pdf](https://www.energy-transition-hub.org/files/resource/attachment/australia_power_advantage_0.pdf).

UN (2015). Paris Agreement. Abgerufen am 08. April 2020 von [https://unfccc.int/sites/default/files/english\\_paris\\_agreement.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf).

## **Kapitel 2: CO<sub>2</sub>-basierte Energiepreisreformen rasch angehen und richtig gestalten**

Ciaglia, S., Fuest, C. und Heinemann, F. (2018). What a feeling? How to promote „European Identity“. European Network for Economic and Fiscal Policy Research. Abgerufen am 01. Mai 2020 von [http://www.econ-pol.eu/publications/policy\\_report\\_9](http://www.econ-pol.eu/publications/policy_report_9).

Edenhofer, O., Flachslan, C., Kalkuhl, M., Knopf, B., Pahle, M. (2019a). Bewertung des Klimapakets und nächste Schritte. CO<sub>2</sub>-Preis, sozialer Ausgleich, Europa, Monitoring. Abgerufen am 01. Mai 2020 von [https://www.mcc-berlin.net/fileadmin/data/B2.3\\_Publications/Working%20Paper/2019\\_MCC\\_Bewertung\\_des\\_Klimapakets\\_final.pdf](https://www.mcc-berlin.net/fileadmin/data/B2.3_Publications/Working%20Paper/2019_MCC_Bewertung_des_Klimapakets_final.pdf).

Edenhofer, O., Flachslan, C., Kalkuhl, M., Knopf, B., Pahle, M. (2019b). Optionen für eine CO<sub>2</sub>-Preisreform. MCC-PIK-Expertise für den Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung. Abgerufen am 01. Mai 2020 von [https://www.mcc-berlin.net/fileadmin/data/B2.3\\_Publications/Working%20Paper/2019\\_MCC Optionen\\_für\\_eine\\_CO2-Preisreform\\_final.pdf](https://www.mcc-berlin.net/fileadmin/data/B2.3_Publications/Working%20Paper/2019_MCC Optionen_für_eine_CO2-Preisreform_final.pdf).

Mehling, M.A., van Asselt, H., Das, K., Droege, S., Verkuijl, C. (2019). Designing Border Carbon Adjustments for Enhanced Climate Action. The American Journal of International Law, 113(3), 433-481.

Schenker, O., Koesler, S., Löschel, A. (2018). On the Effects of Unilateral Environmental Policy on Offshoring in Multi-Stage Production Processes. Canadian Journal of Economics, 51(4), 1221-1256.

### *Weiterführende Literatur zu Kapitel 2:*

Alexeeva-Talebi, V., Böhringer, C., Löschel, A., Voigt, S. (2012). The Value-Added of Sectoral Disaggregation: Implications on Competitive Consequences of Climate Change Policies. Energy Economics, 34(Supplement 2), 127-142.

Bach, S., Isaak, N., Kemfert, C., Kunert, U., Schill, W.-P., Wäger, N., Zaklan, A. (2019). Für eine sozialverträgliche CO<sub>2</sub>-Bepreisung. Abgerufen am 01. Mai 2020 von [https://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw\\_01.c.635193.de/diwkompakt\\_2019-138.pdf](https://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw_01.c.635193.de/diwkompakt_2019-138.pdf).

BMU (2019). Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung zur Umsetzung des Klimaschutzplans 2050. Abgerufen am 01. Mai 2020 von <https://www.bundesregierung.de/resource/blob/975226/1679914/e01d6bd855f09bf05cf7498e06d0a3ff/2019-10-09-klima-massnahmen-data.pdf?download=1>.

- Deutscher Bundestag (2018). WTO-Konformität eines Grenzsteuerausgleichs bei nationalen Umwelt- und Klimaschutzmaßnahmen. WD 5 - 3000 - 035/18. Abgerufen am 01. Mai 2020 von <https://www.bundestag.de/resource/blob/550298/73381c7f00dc8c3e70bdbbb68a8e7673/wd-5-035-18-pdf-data.pdf>.
- Energate (2020). Coronakrise lässt EEG-Umlage steigen. Abgerufen am 01. Mai 2020 von <https://www.energate-messenger.de/news/201901/coronakrise-laesst-eeg-umlage-steigen>.
- EU-KOM (2019a). Der europäische Grüne Deal. COM(2019) 640 final. Abgerufen am 01. Mai 2020 von [https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/european-green-deal-communication\\_de.pdf](https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/european-green-deal-communication_de.pdf).
- EU-KOM (2019b). Evaluation of the Council Directive 2003/96/EC of 27 October 2003 restructuring the Community framework for the taxation of energy products and electricity. Abgerufen am 01. Mai 2020 von [https://ec.europa.eu/taxation\\_customs/sites/taxation/files/energy-tax-report-2019.pdf](https://ec.europa.eu/taxation_customs/sites/taxation/files/energy-tax-report-2019.pdf).
- EWK (2019). Stellungnahme zum zweiten Fortschrittsbericht der Bundesregierung für das Berichtsjahr 2017, Berlin, Münster, Stuttgart. Abgerufen am 01. Mai 2020 von <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/monitoring-prozess.html>.
- Hepburn, C., Mattauch, L., Combet, E., Edenhofer, O., Klenert, D., Rafaty, R. und Stern, N. (2018). Making carbon pricing work for citizens, Nature Climate Change, (8), S. 669-677.
- Löschel, A., Hepburn, C., Kaltenecker, O. und Mattauch, L. (2017): Schriftliche Stellungnahme zur öffentlichen Anhörung zu dem Gesetzesentwurf der Bundesregierung „Entwurf eines Zweiten Gesetzes zur Änderung des Energie- und des Stromsteuergesetzes“. BT-Drucksache 18/11493. Abgerufen am 01. Mai 2020 von <https://www.bundestag.de/resource/blob/506524/80c6bfe49e29b364a1fa28cbc76303b0/07-data.pdf>.
- Oei, P.-Y., Hermann, H., Herpich, P., Holtemöller, O., Lünenbürger, B., Schult, C. (2020). Coal Phase-Out in Germany - Implications and Policies for Affected Regions. Energy, 196, 117004.
- Oei, P.-Y., Lorenz, C., Schmalz, S., Brauers, H., Herpich, P., von Hirschhausen, C., Kemfert, C., Dröschel, B., Hildebrand, J., Horst, J., Klann, U., Matschoss, P., Porzig, M., Rau, I., Wern, B., Brautzsch, H.-U., Heimpold, G., Heinisch, K., Holtemöller, O., Schult, C., Hermann, H., Heyen, D., Schumacher, K., Ziehm, C. (2019). Klimaschutz und Kohleausstieg: Politische Strategien und Maßnahmen bis 2030 und darüber hinaus. Abgerufen am 01. Mai 2020 von <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/klimaschutz-kohleausstieg-politische-strategien>.

### Kapitel 3: Zertifizierung auf den Green Deal ausrichten

- acatech (2018). CCU und CCS - Bausteine für den Klimaschutz in der Industrie (acatech POSITION). Herbert Utz Verlag, München. Abgerufen am 28.05.2020 von <https://www.acatech.de/publikation/ccu-und-ccs-bausteine-fuer-den-klimaschutz-in-der-industrie-analyse-handlungsoptionen-und-empfehlungen/>.
- Cosbey, A., Droege, S., Fischer, C., Munnings, C. (2019). Developing Guidance for Implementing Border Carbon Adjustments: Lessons, Cautions, and Research Needs from the Literature. Review of Environmental Economics and Policy 13, 3–22. <https://doi.org/10.1093/reep/rev020>.
- Freundendahl, D. (2016). Carbon capture and usage. Europäische Sicherheit & Technik, 65, 123.

- Mehling, M.A., van Asselt, H., Das, K., Droege, S. (2018). Beat protectionism and emissions at a stroke. *Nature*, 559, 321–324. <https://doi.org/10.1038/d41586-018-05708-7>.
- Mehling, M.A., van Asselt, H., Das, K., Droege, S., Verkuil, C. (2019). Designing Border Carbon Adjustments for Enhanced Climate Action. *The American Journal of International Law*, 113(3), 433-481.
- Weiterführende Literatur zu Kapitel 3:*
- EU Technical Expert Group on Sustainable Finance (2020a). Taxonomy: Final report of the Technical Expert Group on Sustainable Finance. Abgerufen am 28.05.2020 von [https://ec.europa.eu/knowledge4policy/node/38192\\_de](https://ec.europa.eu/knowledge4policy/node/38192_de).
- EU Technical Expert Group on Sustainable Finance (2020b). Usability Guide - TEG Proposal for an EU Green Bond Standard. Abgerufen am 28.05.2020 von [https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/business\\_economy\\_euro/banking\\_and\\_finance/documents/200309-sustainable-finance-teg-green-bond-standard-usability-guide\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/business_economy_euro/banking_and_finance/documents/200309-sustainable-finance-teg-green-bond-standard-usability-guide_en.pdf).
- EU-KOM (2018a). Vorschlag für eine Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates über die Einrichtung eines Rahmens zur Erleichterung nachhaltiger Investitionen. COM/2018/353 final. Abgerufen am 28.05.20 von <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX%3A52018PC0353>.
- EU-KOM (2018b). Aktionsplan: Finanzierung nachhaltigen Wachstums. COM/2018/97 final. Abgerufen am 28.05.2020 von <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/de/TXT/?uri=CELEX:52018DC0097>.
- Europäisches Parlament (2018). Richtlinie (EU) 2018/2001 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Dezember 2018 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen. Abgerufen am 28.05.2020 von <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/de/TXT/?uri=CELEX:32018L2001>.
- Europäisches Parlament (2019). Verordnung (EU) 2019/631 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. April 2019 zur Festsetzung von CO<sub>2</sub>-Emissionsnormen für neue Personenkraftwagen und für neue leichte Nutzfahrzeuge und zur Aufhebung der Verordnungen (EG) Nr. 443/2009 und (EU) Nr. 510/2011. Abgerufen am 28.05.2020 von <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/de/TXT/?uri=CELEX:32019R0631>.
- Gössling, S., Buckley, R. (2016). Carbon labels in tourism: persuasive communication? *Journal of Cleaner Production*, 111, 358–369. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2014.08.067>.
- Li, Q., Long, R., Chen, H. (2017). Empirical study of the willingness of consumers to purchase low-carbon products by considering carbon labels: A case study. *Journal of Cleaner Production*, 161, 1237–1250. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2017.04.154>.
- Shewmake, S., Cohen, M.A., Stern, P.C., Vandenbergh, M.P. (2015). Carbon triage: a strategy for developing a viable carbon labelling system, in: *Handbook of Research on Sustainable Consumption*. Edward Elgar Publishing, 285–299. <https://doi.org/10.4337/9781783471270.00030>.
- Thøgersen, J., Nielsen, K.S. (2016). A better carbon footprint label. *Journal of Cleaner Production*, 125, 86–94. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2016.03.098>.
- Vanclay, J.K., Shortiss, J., Aulsebrook, S., Gillespie, A.M., Howell, B.C., Johanni, R., Maher, M.J., Mitchell, K.M., Stewart, M.D., Yates, J. (2011). Customer Response to Carbon Labelling of Groceries. *Journal of Consumer Policy*, 34, 153–160. <https://doi.org/10.1007/s10603-010-9140-7>.

**Kapitel 4: Effizient aus der Kohle aussteigen und marktliche Signale stärken**

- Die Bundesregierung (2020). Kabinett beschließt Kohleausstiegsgesetz. Pressemitteilung am 29.01.2020. Abgerufen am 23. April 2020 von <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2020/20200129-kabinett-beschliesst-kohleausstiegsgesetz.html>.
- Heinisch, K., Holtemöller, O., Schult, C. (2019). Power Generation and Structural Change: Quantifying Economic Effects of the Coal Phase-Out in Germany. IWH Discussion Papers, No. 16/2019. Abgerufen am 23. April von 2020 <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/201807/1/1671531043.pdf>.
- Kommission „Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung“ (2019). Abschlussbericht. Abgerufen am 23. April 2020 von [https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/A/abschlussbericht-kommission-wachstum-strukturwandel-und-beschaeftigung.pdf? blob=publicationFile](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/A/abschlussbericht-kommission-wachstum-strukturwandel-und-beschaeftigung.pdf?blob=publicationFile).
- Newell, P., Mulvaney, D. (2013). The Political Economy of the ‘Just Transition’. The Geographical Journal, 179(2), 132-140.
- Perino, G (2018). New EU ETS Phase 4 Rules Temporarily Puncture Waterbed. Nature Climate Change, 8, 262-264.
- Weiterführende Literatur zu Kapitel 4:*
- EU-KOM (2019). Der europäische Grüne Deal. COM(2019) 640 final. Abgerufen am 23. April 2020 von [https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/european-green-deal-communication\\_de.pdf](https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/european-green-deal-communication_de.pdf).
- EWK (2019). Expertenkommission zum Monitoring-Prozess „Energie der Zukunft“: Stellungnahme zum zweiten Fortschrittsbericht der Bundesregierung für das Berichtsjahr 2017, Berlin, Münster, Stuttgart. Abgerufen am 23. April 2020 von <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/monitoring-prozess.html>.
- Iles, A. (2004). Mapping Environmental Justice in Technology Flows: Computer Waste Impacts in Asia. Global Environmental Politics, 4(4), 76-106.
- Oei, P.-Y., Hermann, H., Herpich, P., Holtemöller, O., Lünenbürger, B., Schult, C. (2020a). Coal Phase-Out in Germany - Implications and Policies for Affected Regions. Energy, 196, 117004.
- Oei, P.-Y., Kendzioriski, M., Herpich, P., Kempfert, C., von Hirschhausen, C. (2020b). Klimaschutz statt Kohle-schutz: Woran es beim Kohleausstieg hakt und was zu tun ist. Abgerufen am 23. April 2020 von [https://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw\\_01.c.725608.de/diwkompakt\\_2020-148.pdf](https://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw_01.c.725608.de/diwkompakt_2020-148.pdf).
- Oei, P.-Y., Lorenz, C., Schmalz, S., Brauers, H., Herpich, P., von Hirschhausen, C., Kempfert, C., Dröschel, B., Hildebrand, J., Horst, J., Klann, U., Matschoss, P., Porzig, M., Rau, I., Wern, B., Brautzsch, H.-U., Heimpold, G., Heinisch, K., Holtemöller, O., Schult, C., Hermann, H., Heyen, D., Schumacher, K., Ziehm, C. (2019). Klimaschutz und Kohleausstieg: Politische Strategien und Maßnahmen bis 2030 und darüber hinaus. Abgerufen am 23. April 2020 von <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/klimaschutz-kohleausstieg-politische-strategien>.
- Osorio, S., Pietzcker, R.C., Pahle, M., Edenhofer, O. (2020). How to Deal With the Risks of Phasing out Coal in Germany. Energy Economics, 87, 104730.
- Pahle, M., Edenhofer, O., Pietzcker, R., Tietjen, O., Osorio, S., Flachsland, C. (2019). Die unterschätzten Risiken des Kohleausstiegs. Energiewirtschaftliche Tagesfragen, 69(6), 1-4.

Traeger, C., Perino, G., Pittel, K., Requate, T., Schmitt, A. (2019): Das Flexcap – eine innovative CO<sub>2</sub>-Bepreisung für Deutschland. Abgerufen am 23. April 2020 von <https://www.ifo.de/DocDL/sd-2019-18-traeger-perino-pittel-et-al-co2-bespreisung-2019-09-26.pdf>.

## **Kapitel 5: Erneuerbare Energien beschleunigt ausbauen**

DG Energy (2018). Non paper on complementary economic modelling undertaken by DG ENER regarding different energy policy scenarios including updated renewable energy technology costs in the context of Council and Parliament discussions of the recast of the renewable energy directive and the revision of the energy efficiency directive. Abgerufen am 17. Mai 2020 von <https://elperiodicodelaenergia.com/wp-content/uploads/2018/03/Complementary-economic-modelling-non-paper.pdf>.

DIW (2019). Strikte Mindestabstände bremsen den Ausbau der Windenergie. DIW Wochenbericht 48/2019, DIW Berlin.

FfE (2019). Regionalized Potential Assessment of Variable Renewable Energy Sources in Europe; IEEE, Ljubljana, November 2019; DOI: 10.1109/EEM.2019.8916317.

Grimm, V., Grübel, J., Rückel, B., Sölch, C., Zöttl, G. (2019). Storage investment and network expansion in distribution networks: The impact of regulatory frameworks in Applied Energy (262), 15. März 2020. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.114017>.

Grimm, V., Zöttl, G., Sölch, C. (2017). Regionalkomponenten bei der EE-Vergütung im Auftrag der Monopolkommission. Nürnberg, 17. Juli 2017. Abgerufen am 28. Mai 2020 von [http://www.wirtschaftstheorie.wiso.uni-erlangen.de/wp-content/uploads/2017/10/20170810\\_Studie\\_RegionalkomponentenEE\\_mitAnhang.pdf](http://www.wirtschaftstheorie.wiso.uni-erlangen.de/wp-content/uploads/2017/10/20170810_Studie_RegionalkomponentenEE_mitAnhang.pdf).

VCI (2019). Roadmap Chemie 2050 - Auf dem Weg zu einer treibhausgasneutralen chemischen Industrie in Deutschland im Auftrag des VCI; München/Frankfurt, 2019.

### *Weiterführende Literatur zu Kapitel 5:*

Bichler, M., Grimm, V., Kretschmer, S., Sutterer, P. (2019). Market Design for Renewable Energy Auctions: An Analysis of Alternative Auction Formats. Abgerufen am 28. Mai 2020 von <https://ssrn.com/abstract=3417550> oder <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3417550>.

## **Kapitel 6: Globale Schlüsseltechnologien für Wasserstoff und synthetische Energieträger entwickeln**

Fraunhofer (2017). Mittel- und langfristige Potenziale von PtL- und H<sub>2</sub>-Importen aus internationalen EE-Vorzugsregionen. Teilbericht im Auftrag des BMU, August 2017. Abgerufen am 28. Mai 2020 von [http://www.energieversorgung-elektromobilitaet.de/includes/reports/Teilbericht\\_Potenzi-ale\\_PtL\\_H2\\_Importe\\_FraunhoferIWES.pdf](http://www.energieversorgung-elektromobilitaet.de/includes/reports/Teilbericht_Potenzi-ale_PtL_H2_Importe_FraunhoferIWES.pdf).

H2.B (2020). Positionspapier des Wasserstoffbündnis Bayern zur bayerischen Wasserstoffwirtschaft. Nürnberg, Mai 2020. Abgerufen am 28. Mai 2020 von [https://h2.bayern/wp-content/uploads/2020/05/Positionspapier\\_Wasserstoffbueundnis\\_Bayern\\_052020\\_web.pdf](https://h2.bayern/wp-content/uploads/2020/05/Positionspapier_Wasserstoffbueundnis_Bayern_052020_web.pdf).

NPM (in Vorbereitung). Einsatzmöglichkeiten unter realen Rahmenbedingungen. 2. Kurzbericht der AG 2. In Vorbereitung.

NPM (2019). Elektromobilität. Brennstoffzelle. Alternative Kraftstoffe – Einsatzmöglichkeiten aus technologischer Sicht. 1. Kurzbericht der AG 2, Berlin, November 2019. Abgerufen am 28. Mai 2020 von <https://www.plattform-zukunft-mobilitaet.de/wp-content/uploads/2019/11/NPM-AG-2-Elektromobilit%C3%A4t-Brennstoffzelle-Alternative-Kraftstoffe-Einsatzm%C3%B6glichkeiten-aus-technologischer-Sicht.pdf>.

Runge, P., Sölch, C., Albert, J., Wasserscheid, P., Zöttl, G., Grimm, V. (2019). Economic comparison of different electric fuels for energy scenarios in 2035. Applied Energy, 233-234, 1078 - 1093. <https://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.10.023>.

*Weiterführende Literatur zu Kapitel 6:*

Metzner-Dinse, G. (2005). Wasserstoff, ein neuer und ungewohnter Kraftstoff. In: Rammler, S. (ed) Wasserstoffauto: zwischen Markt und Mythos. LIT Verlag, Münster.

Schmidt, A., Canzler, W., Epp, J. (2019). Welche Rolle kann Wasserstoff in der Energie- und Verkehrswende spielen?. In: Fraune, C., Knodt, M., Götz, S., Langer, K. (eds) Akzeptanz und politische Partizipation in der Energietransformation. Energietransformation. Springer VS, Wiesbaden.

Stadelmann-Steffen, I., Ingold, K., Rieder, S., Dermont, C., Kammermann, L., Strotz, C. (2018). Akzeptanz erneuerbarer Energie. Interface Politikstudien – Forschung – Beratung. Bern.

**Kapitel 7: Industrielle Transformation durch klimaneutrale Produktion beschleunigen**

Agora (2019). Klimaneutrale Industrie - Schlüsseltechnologien und Politikoptionen für Stahl, Chemie und Zement. Agora Energiewende. Abgerufen am 28. Mai 2020 von [https://www.agora-energiewende.de/fileadmin2/Projekte/2018/Dekarbonisierung\\_Industrie/164\\_A-EW\\_Klimaneutrale-Industrie\\_Studie\\_WEB.pdf](https://www.agora-energiewende.de/fileadmin2/Projekte/2018/Dekarbonisierung_Industrie/164_A-EW_Klimaneutrale-Industrie_Studie_WEB.pdf).

Bosch (2019). Klimaschutz: Bosch ab 2020 weltweit CO<sub>2</sub>-neutral. Pressemitteilung vom 09.05.2019. Bosch. Abgerufen am 28. Mai 2020 von <https://www.bosch-presse.de/pressportal/de/de/klimaschutz-bosch-ab-2020-weltweit-co2-neutral-188800.html>.

Daimler (2019). „Ambition2039“: Unser Weg zu nachhaltiger Mobilität. Pressemitteilung vom 13.5.2019. Daimler. Abgerufen am 28. Mai 2020 von <https://www.daimler.com/investoren/berichte-news/finanznachrichten/20190513-ambition-2039.html>.

EEA (2020). Total greenhouse gas emission trends and projections in Europe. European Environment Agency. Abgerufen am 28. Mai 2020 von <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/greenhouse-gas-emission-trends-6/assessment-3>.

GGP (2011). Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard - Supplement to the GHG Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard. World Resources Institute and World Business Council for Sustainable Development, Greenhouse Gas Protocol, September 2011. Abgerufen am 28. Mai 2020 von <https://ghgprotocol.org/standards/scope-3-standard>.

Roland Berger (2019). Wie der klimaneutrale Umbau des Industriestandorts Deutschland gelingen kann. Abgerufen am 28. Mai 2020 von <https://www.rolandberger.com/de/Point-of-View/Klimaschutz-in-der-deutschen-Industrie-Herausforderungen-und-L%C3%B6sungsans%C3%A4tze.html>.

## Kapitel 8: Infrastrukturen koordiniert ausbauen

- BDEW (2020). Elektromobilität – Ausbau der Ladeinfrastruktur. Abgerufen am 28. Mai 2020 von [https://www.bdew.de/media/documents/PI\\_20191211\\_ZdW\\_Ausbau-Ladeinfrastruktur-ab-2015.pdf](https://www.bdew.de/media/documents/PI_20191211_ZdW_Ausbau-Ladeinfrastruktur-ab-2015.pdf).
- Europäisches Parlament (2014). Richtlinie 2014/94/EU des europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Oktober 2014 über den Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe. Abgerufen am 28. Mai 2020 von <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0094&from=de>.
- e-Highway2050 (2015). Europe's future secure and sustainable electricity infrastructure. e-Highway2050 project results, November 2015. Abgerufen am 28. Mai 2020 von [https://docs.entsoe.eu/baltic-conf/bites/www.e-highway2050.eu/fileadmin/documents/e\\_highway2050\\_booklet.pdf](https://docs.entsoe.eu/baltic-conf/bites/www.e-highway2050.eu/fileadmin/documents/e_highway2050_booklet.pdf).
- FNB Gas (2020). Netzentwicklungsplan Gas 2020–2030. Konsultation, 4. Mai 2020. Abgerufen am 28. Mai 2020 von [https://www.fnb-gas.de/media/2020\\_04\\_30\\_fnb\\_gas\\_2020\\_nep\\_konsultation\\_de.pdf](https://www.fnb-gas.de/media/2020_04_30_fnb_gas_2020_nep_konsultation_de.pdf).
- H2 MOBILITY (2020). H2 tanken. Abgerufen am 28. Mai 2020 von <https://h2.live/>.
- NPM (2020b). Kundenfreundliches Laden – Fokus öffentliche Ladeinfrastruktur. Themenpapier der AG 5, April 2020. Abgerufen am 28. Mai 2020 von <https://www.plattform-zukunft-mobilitaet.de/wp-content/uploads/2020/04/NPM-AG-5-Kundenfreundliches-Laden-Fokus-%C3%B6ffentliche-Ladeinfrastruktur.pdf>.
- NPM (2020c). Bedarfsgerechte und wirtschaftliche öffentliche Ladeinfrastruktur – Plädoyer für ein dynamisches NPM-Modell. Bericht der AG 5, April 2020. Abgerufen am 28. Mai 2020 von <https://www.plattform-zukunft-mobilitaet.de/wp-content/uploads/2020/04/NPM-AG-5-Bedarfsgerechte-und-wirtschaftliche-%C3%B6ffentliche-Ladeinfrastruktur.pdf>.
- Transport & Environment (2020). Recharge EU: How many charge points will Europe and its Member states need in the 2020s. January 2020. Abgerufen am 28. Mai 2020 von <https://www.transportenvironment.org/sites/te/files/publications/01%202020%20Draft%20TE%20Infrastructure%20Report%20Final.pdf>.

## Kapitel 9: Energieeffizienz systemisch denken

- Bode, V., Wiest, K. (2017). Selbstgenutztes Wohneigentum: regionale Unterschiede in Deutschland und Europa. N aktuell 11 (11.2017) 9, Leibnitz-Institut für Länderkunde. Leipzig. Abgerufen am 07. Mai 2020 von [http://aktuell.nationalatlas.de/wp-content/uploads/17\\_09\\_selbstgenutztes\\_Wohneigentum.pdf](http://aktuell.nationalatlas.de/wp-content/uploads/17_09_selbstgenutztes_Wohneigentum.pdf).
- Europäischer Ausschuss der Regionen (2017). Stellungnahme des Europäischen Ausschusses der Regionen – Ein EU-Aktionsplan für den Radverkehr. (2017/C 088/10). Amtsblatt der Europäischen Union C88/49. Brüssel. Abgerufen am 06. Mai 2020 von <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52016IR1813&from=DE>.
- EU-KOM (2019). Statistical Pocketbook 2019 – EU Transport in figures. Europäische Kommission. Luxemburg. Abgerufen am 15. Mai 2020 von [https://ec.europa.eu/transport/facts-fundings/statistics/pocketbook-2019\\_en](https://ec.europa.eu/transport/facts-fundings/statistics/pocketbook-2019_en).
- Europäisches Parlament (2019). Neue CO<sub>2</sub>-Emissionsgrenzwerte für Pkw und Transporter gefordert. Pressemitteilung Europäisches Parlament. Brüssel. Abgerufen von 01. Mai 2020 von

<https://www.europarl.europa.eu/news/de/press-room/20190321PR32112/neue-co2-emissionsgrenzwerte-fur-pkw-und-transporter-gefordert>.

- Hepburn, C., O’Callaghan, B., Stern, N., Stiglitz, J., Zenghelis, D. (2020). Will COVID-19 fiscal recovery packages accelerate or retard progress on climate change?, Accepted in *Oxford Review of Economic Policy*.
- PA Consulting (2020). CO2 EMISSIONS ARE INCREASING. CAR MAKERS MUST ACT. PA Consulting. London. Abgerufen am 01. Mai 2020 von [https://www2.paconsulting.com/rs/526-HZE-833/images/PA-CO2-Report-2019\\_2020.pdf](https://www2.paconsulting.com/rs/526-HZE-833/images/PA-CO2-Report-2019_2020.pdf).
- van Gijlswijk, R., Ligterink, N. E. (2018). Real-world fuel consumption of passenger cars based on monitoring of Dutch fuel pass data 2017. TNO. Den Haag. Abgerufen am 01. Mai 2020 von <http://publications.tno.nl/publication/34626700/cEr4Yt/TNO-2018-R10371.pdf>.

*Weiterführende Literatur zu Kapitel 9:*

- BAST (Bundesanstalt für Straßenwesen) (2017). Feldversuch mit Lang-Lkw in Deutschland 01.01.2012 bis 31.12.2016. Vortrags- und Diskussionsveranstaltung der DVWG. Wuppertal. Abgerufen am 15. Mai 2020 von [https://www.bast.de/BAST\\_2017/DE/Verkehrstechnik/Fachthemen/v1-lang-lkw/Praesentation-06072017.pdf;jsessionid=2C6D25C9B867845D0AD63E197DBCD4B4.live11294?\\_blob=publication-File&v=1](https://www.bast.de/BAST_2017/DE/Verkehrstechnik/Fachthemen/v1-lang-lkw/Praesentation-06072017.pdf;jsessionid=2C6D25C9B867845D0AD63E197DBCD4B4.live11294?_blob=publication-File&v=1).
- Doll, C., Fiorello, D., Pastori, E., Reynaud, C., Klaus, P., Lückmann, P., Hesse, K., Kochsiek, J. (2009). Long-Term Climate Impacts of the Introduction of Mega-Trucks. Study for the Community of European Railway and Infrastructure Companies (CER). Karlsruhe. Abgerufen am 15. Mai 2020 von [http://www.cer.be/sites/default/files/publication/090512\\_cer\\_study\\_megatrucks.pdf](http://www.cer.be/sites/default/files/publication/090512_cer_study_megatrucks.pdf).
- EU-KOM (2017). Verordnung (EU) 2017/2400 der Kommission vom 12. Dezember 2017 zur Durchführung der Verordnung (EG) Nr. 595/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich der Bestimmung der CO<sub>2</sub>-Emissionen und des Kraftstoffverbrauchs von schweren Nutzfahrzeugen sowie zur Änderung der Richtlinie 2007/46/EG des Europäischen Parlaments und des Rates sowie der Verordnung (EU) Nr. 582/2011 der Kommission.
- ITF (International Transport Forum) (2019). High Capacity Transport. Towards Efficient, Safe and Sustainable Road Freight. International Transport Forum Policy Papers, No. 69, OECD Publishing.
- Liedtke, G. (2016). Verkehrsverlagerungspotenzial auf den Schienengüterverkehr in Deutschland. Berlin (nicht veröffentlicht).
- Löschel, A., Erdmann, G., Staiß, F., Ziesing, H. (2016). Expertenkommission zum Monitoring-Prozess „Energie der Zukunft“: Stellungnahme zum fünften Monitoring-Bericht der Bundesregierung für das Berichtsjahr 2015. Berlin, Münster, Stuttgart. Abgerufen am 01. Mai 2020 von [https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/V/fuenfter-monitoring-bericht-energie-der-zukunft-stellungnahme.pdf?\\_blob=publicationFile&v=7](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/V/fuenfter-monitoring-bericht-energie-der-zukunft-stellungnahme.pdf?_blob=publicationFile&v=7).
- Plötz, P., Gnann, T., Wietschel, M., Kluschke, P., Doll, C., Hacker, F., Blanck, R., Kühnel, S., Jöhrens, J., Helms, H., Lambrecht, U., Dünnebeil, F. (2018). Alternative Antriebe und Kraftstoffe im Straßengüterverkehr – Handlungsempfehlungen für Deutschland. Fraunhofer ISI, Öko-Institut, ifeu. Karlsruhe, Berlin, Heidelberg. Abgerufen am 01. Mai 2020 von <https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/Thesen-Zukunft-StrGueterverkehr.pdf>.

- Seibt, T.; Harloff, T.; Baumann, U. (2020). Verbot von Verbrenner-Fahrzeugen – Das sind die Fahrpläne der Länder. Auto, Motor und Sport, 05.02.2020. Abgerufen am 1. Mai 2020 von <https://www.auto-motor-und-sport.de/verkehr/verbrenner-aus-immer-mehr-verbote-zukunft-elektroauto/>.
- Sonntag, H.; Liedtke, G. (2015). Studie zu Wirkungen ausgewählter Maßnahmen der Verkehrspolitik auf den Schienengüterverkehr in Deutschland - Modal Split der Transportleistungen und Beschäftigung. Im Auftrag von Allianz pro Schiene e.V. Berlin. Abgerufen am 01. Mai 2020 von [https://www.allianz-pro-schiene.de/wp-content/uploads/2015/10/studie\\_verlagerung\\_riesen\\_lkw.pdf](https://www.allianz-pro-schiene.de/wp-content/uploads/2015/10/studie_verlagerung_riesen_lkw.pdf).
- UBA (Umweltbundesamt) (2019). Entwicklung und Bewertung von Maßnahmen zur Verminderung von CO<sub>2</sub>-Emissionen von schweren Nutzfahrzeugen. Abschlussbericht. Texte 12/2019. Abgerufen am 01. Mai 2020 von [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-02-19\\_texte\\_12-2019\\_co2-minderung-schwere-nutzfahrzeuge.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-02-19_texte_12-2019_co2-minderung-schwere-nutzfahrzeuge.pdf).
- Wissenschaftliche Dienste des Deutschen Bundestages (2019). Verbot von Verbrennungsmotoren in Europa. WD 8 - 3000 - 048/19. Wissenschaftliche Dienste des Deutschen Bundestages. Berlin. Abgerufen am 01. Mai 2020 von <https://www.bundestag.de/resource/blob/651454/e949b6b43bd9b5ac738510e556e611e6/WD-8-048-19-pdf-data.pdf>.

## **Kapitel 10: Privates Kapital stärker für Green Finance aktivieren**

- Bioy, H. und Stuart, E. (2020). Investing in Times of Climate Change. An Expanding Array of Choices for Climate-Aware Investors. Morningstar Manager Research, Chicago.
- Climate Bonds Initiative (2020). Green Bonds Reach Record \$255bn for CY 2019 - New Milestone. \$350-400bn Climate Bonds initial forecast for 2020. \$1trillion in annual green investment in sight for early 2020s. Pressemitteilung. Climate Bonds Initiative. Abgerufen am 03. Februar 2020 von [https://www.climate-bonds.net/files/releases/media\\_release-green\\_bonds\\_255bn\\_in\\_2019-new\\_global\\_record-latest\\_cbi\\_figures\\_-16012020.pdf](https://www.climate-bonds.net/files/releases/media_release-green_bonds_255bn_in_2019-new_global_record-latest_cbi_figures_-16012020.pdf).
- Europäische Kommission (2020c). Standpunkt des Rates in erster Lesung im Hinblick auf den Erlass einer VERORDNUNG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES über die Einrichtung eines Rahmens zur Erleichterung nachhaltiger Investitionen und zur Änderung der Verordnung (EU) 2019/2088. Europäische Kommission. Abgerufen am 20. April 2020 von [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CONSIL:ST\\_5639\\_2020\\_INIT](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CONSIL:ST_5639_2020_INIT).
- Finance (2019). Neuer Rekord am Green-Bond-Markt. Finance Magazin. Abgerufen am 20. April 2020 von <https://www.finance-magazin.de/finanzierungen/alternative-finanzierungen/neuer-rekord-am-green-bond-markt-2039811/>.
- Hafner, C., Häßler, R. D., Shahyari, P. (2020). Kurswechsel bei deutschen Banken. WWF-Rating zur Integration von Nachhaltigkeit in Kerngeschäftsfeldern der 14 größten Banken Deutschlands. Abgerufen am 15. April 2020 von <https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/WWF-Bankenrating.pdf>.
- IIGCC (2019). Open letter to EU leaders. The Institutional Investors Group on Climate Change (IIGCC), London. Abgerufen am 29. Januar 2020 von <https://www.iigcc.org/resource/iigcc-investor-letter-eu-net-zero-target/>.
- SFSG (2018). G20 Argentina 2018. Sustainable Finance Study Group. Synthesis Report. Abgerufen am 19. März 2020 von [http://www.g20.utoronto.ca/2018/g20\\_sustainable\\_finance\\_synthesis\\_report.pdf](http://www.g20.utoronto.ca/2018/g20_sustainable_finance_synthesis_report.pdf).

- Sustainable Finance (2020). Zwischenbericht. Die Bedeutung einer nachhaltigen Finanzwirtschaft für die große Transformation. Sustainable Finance-Beirat der Bundesregierung. Abgerufen am 19. März 2020 von [https://sustainable-finance-beirat.de/wp-content/uploads/2020/03/200306\\_SFB-Zwischenbericht\\_DE.pdf](https://sustainable-finance-beirat.de/wp-content/uploads/2020/03/200306_SFB-Zwischenbericht_DE.pdf).
- TEG (2020). Taxonomy: Final report of the Technical Expert Group on Sustainable Finance. EU Technical Expert Group on Sustainable Finance. Abgerufen am 17. März 2020 von [https://ec.europa.eu/knowledge4policy/publication/sustainable-finance-teg-final-report-eu-taxonomy\\_en](https://ec.europa.eu/knowledge4policy/publication/sustainable-finance-teg-final-report-eu-taxonomy_en).
- The Investor Agenda (2020). The Investor Agenda: A sustainable recovery from the Covid-19 pandemic. Abgerufen am 13. Mai 2020 von [http://theinvestoragenda.org/wp-content/uploads/2020/05/THE\\_INVESTOR\\_AGENDA\\_A\\_SUSTAINABLE\\_RECOVERY\\_FROM\\_COVID-19.pdf](http://theinvestoragenda.org/wp-content/uploads/2020/05/THE_INVESTOR_AGENDA_A_SUSTAINABLE_RECOVERY_FROM_COVID-19.pdf).
- Weiterführende Literatur zu Kapitel 10:*
- BaFin (2020). Merkblatt zum Umgang mit Nachhaltigkeitsrisiken. Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht. Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht. Abgerufen am 22. April 2020 von [https://www.bafin.de/SharedDocs/Downloads/DE/Merkblatt/dl\\_mb\\_Nachhaltigkeitsrisiken.html](https://www.bafin.de/SharedDocs/Downloads/DE/Merkblatt/dl_mb_Nachhaltigkeitsrisiken.html).
- Clarkson, P. M., Li, Y., Pinnuck, M., Richardson, G. D. (2015). The Valuation Relevance of Greenhouse Gas Emissions under the European Union Carbon Emissions Trading Scheme. *European Accounting Review*, 24 (3), 551-580.
- Downar, B., Ernstberger, J., Rettenbacher, H., Schwenen, S., Zaklan, A. (2019). Fighting Climate Change with Disclosure? The Real Effects of Mandatory Greenhouse Gas Emission Disclosure. Discussion Paper DIW. Abgerufen am 13. Mai 2020 von [https://www.diw.de/de/diw\\_01.c.616045.de/publikationen/diskussionspapiere/2019\\_1795/fighting\\_climate\\_change\\_with\\_disclosure\\_the\\_real\\_effects\\_of\\_mandatory\\_greenhouse\\_gas\\_emission\\_....html](https://www.diw.de/de/diw_01.c.616045.de/publikationen/diskussionspapiere/2019_1795/fighting_climate_change_with_disclosure_the_real_effects_of_mandatory_greenhouse_gas_emission_....html).
- Europäische Kommission (2019). Vereint für Energieunion und Klimaschutz – die Grundlage für eine erfolgreiche Energiewende schaffen. COM(2019) 285 final. Europäische Kommission. Abgerufen am 20. April 2020 von <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2019/DE/COM-2019-285-F1-DE-MAIN-PART-1.PDF>.
- Europäische Kommission (2020a). EUCO scenarios. Europäische Kommission. Abgerufen am 23. April 2020 von [https://ec.europa.eu/energy/data-analysis/energy-modelling/euco-scenarios\\_en?redir=1](https://ec.europa.eu/energy/data-analysis/energy-modelling/euco-scenarios_en?redir=1).
- Europäische Kommission (2020b). Investitionsplan für ein zukunftsfähiges Europa. Investitionsplan für den europäischen Green Deal. COM(2020) 21 final. Europäische Kommission. Abgerufen am 02. April 2020 von <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0021&from=DE>.
- Griffin, P. A., Lont, D. H., Sun, E. Y. (2017). The relevance to investors of greenhouse gas emission disclosures. *Contemporary Accounting Research*, 34(2), 1265-1297.
- Haldane, A. G. (2016). The cost of short-termism. Michael Jacobs and Mariana Mazzucato (Herausgeber): *Rethinking Capitalism: Economics and Policy for Sustainable and Inclusive Growth* (Political Quarterly Special Issues) 5. August 2016.
- Holtermann, F. und Maisch, M. (2019). Klimaschäden sind ein unbewertetes Risiko bei Banken. Handelsblatt, 17.09.2019. Abgerufen am 24. April 2020 von <https://www.handelsblatt.com/finanzen/banken-versicherungen/bilanzen-klimaschaeden-sind-ein-unbewertetes-risiko-fuer-die-banken/25020332.html?ticket=ST-659110-p62wLjFEVV3mvutShuDr-ap6>.

Jürgens, I. und Hessenius, M. (2019). How relevant is corporate GHG information about firms in and outside the EU-Emissions Trading Scheme? An econometric analysis of information asymmetry and firm value. Paper presented at EAERE 2019, Manchester, 29 June 2019.

Matsumura, E. M., Prakash, R., Vera-Muñoz, S. C. (2014). Firm-value effects of carbon emissions and carbon disclosures. *The Accounting Review*, 89(2), 695-724.

Schiemann, F., Busch, T., Bassen, A., Klein, C., Jürgens, I., Moslener, U., Wilkens, M. (2019). Verpflichtende klimabezogene Unternehmensberichterstattung als Mittel zur Reduzierung von CO<sub>2</sub>-Emissionen - Policy Brief (Policy Brief – 2/2019). Wissenschaftsplattform Sustainable Finance in Kooperation mit BMBF-Projekt „Klimaberichterstattung als Instrument zur CO<sub>2</sub>-Reduktion (CRed)“. Abgerufen am 13. Mai 2020 von [https://www.diw.de/documents/dokumentenarchiv/17/diw\\_01.c.680026.de/sfrp\\_policybrief2\\_disclosure\\_de.pdf](https://www.diw.de/documents/dokumentenarchiv/17/diw_01.c.680026.de/sfrp_policybrief2_disclosure_de.pdf).

Schiemann, F. und Sakhel, A. (2019). Carbon Disclosure, Contextual Factors, and Information Asymmetry: The Case of Physical Risk Reporting. *European Accounting Review*, 28(4), 791-818.

## Kapitel 11: Governance der Energieunion kohärent ausgestalten

acatech, Leopoldina und Akademienunion (2018). Governance für die Europäische Energieunion. Gestaltungsoptionen für die Steuerung der EU-Klima und Energiepolitik bis 2030. Abgerufen am 08. Mai 2020 von <https://www.acatech.de/publikation/governance-fuer-die-europaeische-energieunion/>.

Löschel, A., Hepburn, C., Kaltenegger, O., Mattauch, L. (2017). Schriftliche Stellungnahme zur öffentlichen Anhörung zu dem Gesetzesentwurf der Bundesregierung "Entwurf eines Zweiten Gesetzes zur Änderung des Energie- und des Stromsteuergesetzes". BT-Drucksache 18/11493. Abgerufen am 08. Mai 2020 von <https://www.bundestag.de/resource/blob/506524/80c6bfe49e29b364a1fa28cbc76303b0/07-data.pdf>.

Oppermann, B., Renn, O. (2019). Partizipation und Kommunikation in der Energiewende. Schriftenreihe Energiesysteme der Zukunft. Abgerufen am 08. Mai 2020 von [https://energiesysteme-zukunft.de/fileadmin/user\\_upload/Publikationen/PDFs/ESYS\\_Analyse\\_Partizipation\\_Kommunikation.pdf](https://energiesysteme-zukunft.de/fileadmin/user_upload/Publikationen/PDFs/ESYS_Analyse_Partizipation_Kommunikation.pdf).

Paltsev, S., Chen, Y.-H. H., Karplus, V., Kishimoto, P., Reilly, J., Löschel, A., Koesler, S. (2018). Reducing CO<sub>2</sub> from Cars in the European Union. *Transportation*, 45, 573-595.

Vogt-Schilb, A., Meunier, G., Hallegatte, S. (2018). When starting with the most expensive option makes sense: Optimal timing, cost and sectoral allocation of abatement investment. *Journal of Environmental Economics and Management*, 88, 210-233.

### Weiterführende Literatur zu Kapitel 11:

EU-KOM (2019). Saubere Energie für alle Europäer: Kommission begrüßt Annahme neuer Vorschläge für die Gestaltung des Strommarkts durch das Europäische Parlament. Abgerufen am 08. Mai 2020 von [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/IP\\_19\\_1836](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/IP_19_1836).

EWK (2018). Stellungnahme zum sechsten Monitoring-Bericht der Bundesregierung für das Berichtsjahr 2016, Berlin, Münster, Stuttgart. Abgerufen am 08. Mai 2020 von <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/monitoring-prozess.html>.

EWK (2016). Stellungnahme zum fünften Monitoring-Bericht der Bundesregierung für das Berichtsjahr 2015, Berlin, Münster, Stuttgart. Abgerufen am 08. Mai 2020 von <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/monitoring-prozess.html>.



## Abbildungen

Abbildung 1:	Zentrale Handlungsfelder für die Transformation zu einem klimaneutralen Europa .....	2
Abbildung 2:	Schritte zur Stärkung klimaneutraler europäischer Wertschöpfung am Beispiel synthetischer Energieträger .....	11
Abbildung 3:	Schwerpunkte für eine CO <sub>2</sub> -basierte Energiepreisreform .....	15
Abbildung 4:	Schwerpunkte für einen effektiven Kohleausstieg und zur Stärkung von Marktsignalen .....	23
Abbildung 5:	Potenzielle erneuerbare Stromproduktion pro Land/NUTS-3 und Energieträger .....	28
Abbildung 6:	Wasserstoff und synthetische Energieträger als entscheidendes Bindeglied bei der Defossilisierung vieler Sektoren über den Stromsektor .....	31
Abbildung 7:	Klimaneutrale Produktion in der Industrie – Emissionen entlang der Wertschöpfungskette sowie push- und pull-Maßnahmen .....	37
Abbildung 8:	Historische und prognostizierte Entwicklung der öffentlichen Ladepunkte und des Elektrofahrzeugbestands (BEV und PHEV) in Deutschland.....	40
Abbildung 9:	Gestaltungsoptionen für eine kohärenter ausgestaltete Governance der Energieunion .....	53

## Tabellen

Tabelle 1:	Geplante Zulassungsverbote und Verbotsabsichten für Pkw mit Verbrennertechnik in EU-Staaten.....	46
------------	--	----