

BCG

Gutachten für den



KLIMAPFADE 2.0

Ein Wirtschaftsprogramm
für Klima und Zukunft

Oktober 2021

Die Boston Consulting Group (BCG) unterstützt führende Akteure aus Wirtschaft und Gesellschaft in partnerschaftlicher Zusammenarbeit dabei, Herausforderungen zu meistern und Chancen zu nutzen. Seit der Gründung 1963 leistet BCG Pionierarbeit im Bereich Unternehmensstrategie. Die Boston Consulting Group hilft Kunden, umfassende Transformationen zu gestalten: Die Beratung ermöglicht komplexe Veränderungen, eröffnet Wachstumschancen, schafft Wettbewerbsvorteile, verbessert die Kunden- und Mitarbeiterzufriedenheit und bewirkt so dauerhafte Verbesserungen des Geschäftsergebnisses. Nachhaltiger Erfolg erfordert die Kombination aus menschlichen und digitalen Fähigkeiten.

Die vielfältigen, internationalen Teams von BCG bringen tiefgreifende Expertise in unterschiedlichen Branchen und Funktionen mit, um Veränderungen anzustoßen. BCG verzahnt führende Management-Beratung mit Expertise in Technologie, Digital und Analytics, neuen Geschäftsmodellen und der übergeordneten Sinnfrage für Unternehmen. Sowohl intern als auch bei Kunden setzt BCG auf Gemeinschaft und schafft dadurch Ergebnisse, die Kunden nach vorne bringen.

Gender-Hinweis:

Wenn in dieser Studie aus Gründen der besseren Lesbarkeit die männliche Form (generisches Maskulinum) verwendet wird, sind damit stets wertfrei alle Geschlechter (w/m/d) gemeint.

KLIMAPFADE 2.0

Ein Wirtschaftsprogramm für Klima und Zukunft

Kernaussagen

Mit dem Klimaschutzgesetz 2021 hat die Bundesregierung ihre bisher gesetzlich vereinbarten Klimaschutzziele noch einmal deutlich verschärft und damit einen ehrgeizigen deutschen Beitrag zur Begrenzung der Auswirkungen des Klimawandels angekündigt. Die Studie „Klimapfade 2.0“ legt einen Vorschlag für ein Programm vor, das in allen Sektoren die Erreichung der gesetzlich vereinbarten Klimaschutzziele für 2030 (insgesamt 65 Prozent Emissionssenkung im Vergleich zu 1990) ermöglicht und die wichtigsten Weichen in Richtung Treibhausgasneutralität im Jahr 2045 stellt. Gleichzeitig sollen der Erhalt von Deutschlands Wettbewerbsfähigkeit und Industriestruktur sowie eine sozial möglichst ausgewogene Kostenverteilung sichergestellt werden. Die Ergebnisse wurden in einem umfangreichen und intensiven „Bottom-up“-Prozess mit der deutschen Industrie erarbeitet und validiert. Mehr als 150 Experten von BCG, dem Bundesverband der Deutschen Industrie (BDI) sowie aus rund 80 Unternehmen und Verbänden waren von März bis September 2021 darin eingebunden.

Naturgemäß bestehen große Unsicherheiten bezüglich technologischer Fortschritte, Kosten und gesellschaftlicher Akzeptanz für einzelne Klimaschutzmaßnahmen. Die Studie „Klimapfade 2.0“ beschreibt einen aus heutiger Sicht kosteneffizienten Zielpfad auf Basis einer vorrangig nationalen Perspektive.¹ Natürlich ist effektiver Klimaschutz eine globale Aufgabe, die sowohl langfristig international vergleichbarere Ziele als auch eine stärkere internationale, mindestens gesamteuropäische Steuerung erfordert. Außerdem können zukünftige technologische Entwicklungen – zum Beispiel beeinflusst durch weltweite Investitionsoffensiven in Technologien wie Wasserstoff –, gesellschaftliche Präferenzen oder eine erstrebenswerte stärkere internationale Abstimmung als bisher vorhanden zu anderen langfristigen Technologiepfaden führen.

Die Kernergebnisse der Studie „Klimapfade 2.0“ werden in diesem Dokument zusammengefasst.

Klimapfade 2.0 auf einen Blick

1

Deutschland steht vor der größten Transformation seiner Nachkriegsgeschichte. Die gesetzlich verankerte Erreichung der **Treibhausgasneutralität bis 2045** erfordert einen fundamentalen Umbau unseres Energiesystems, unserer internationalen Energieversorgung, unseres Gebäude- und Fahrzeugbestands, unserer Infrastruktur sowie großer Teile unserer produzierenden Wirtschaft.

2

Bereits die in diesem Jahrzehnt erforderlichen Veränderungen sind drastisch. Zur Erreichung der gesetzlich vereinbarten **Klimaschutzziele 2030** braucht Deutschland innerhalb der nächsten neun Jahre einen weitgehenden Verzicht auf Reinvestitionen in fossile Technologien – in manchen Sektoren sofort. Zudem muss die Kohleverstromung deutlich schneller zurückgehen als bisher geplant.

3

Die Umsetzung der Klimaschutzmaßnahmen erfordert bis 2030 **Mehrinvestitionen** in Höhe von rund 860 Mrd. Euro, etwa 100 Mrd. Euro pro Jahr. Das entspricht jährlich knapp 2,5 Prozent des deutschen Bruttoinlandsprodukts (BIP).

4

Die Erreichung der gesetzlich vereinbarten Klimaschutzziele im Jahr 2030 erfordert beinahe eine Halbierung der Emissionen gegenüber 2019. Die **aktuelle Klimapolitik** reicht dafür in keinem Sektor aus. Ohne Umsteuerungen würde Deutschland bis 2030 etwa 184 Mt CO₂ an jährlichen Emissionen einsparen – nur knapp halb so viel wie nötig. Bereits in der im Herbst 2021 beginnenden Legislaturperiode sind kritische Entscheidungen und Steuerungsimpulse erforderlich. Verzögern sich diese, wären die gesetzlich vereinbarten Klimaschutzziele nicht mehr oder nur noch unter Einsatz von deutlich höheren Investitionen zu erreichen.

5

Die Umsetzung der benötigten Klimaschutzmaßnahmen ist politisch und regulatorisch komplex. Einfache Antworten greifen zu kurz. Es braucht einen breiten **Instrumentenmix** mit übergreifenden und sektorspezifischen Maßnahmen, der zügigen Infrastrukturaufbau durchsetzt, die Nutzung fossiler Brennstoffe effektiv verteuert, erneuerbare Technologien günstiger macht, den erheblichen Investitionsbedarf für Bürger und Unternehmen tragbar macht und entscheidende Weichen für die Treibhausgasneutralität im Jahr 2045 stellt.

6

„Klimapfade 2.0“ schlägt ein **Wirtschaftsprogramm für Klima und Zukunft** aus rund 20 Instrumenten vor, welches den Aufbau zukunftsfähiger Infrastruktur vorantreibt, die Energie-, Verkehrs- und Wärmewenden deutlich beschleunigt sowie den treibhausgasneutralen Umbau von Deutschlands industrieller Basis einleitet.

Durch steigende CO₂-, Energie- und Materialkosten entstehen Unternehmen im Jahr 2030 dabei etwa 15 bis 23 Mrd. Euro Mehrbelastungen.² Zum **Erhalt industrieller Wettbewerbsfähigkeit** sind daher verlässliche Ausgleichsinstrumente für besonders betroffene Branchen erforderlich.

7

8

Die Umsetzung dieses Programms wird im Jahr 2030 zu 20 bis 30 Mrd. Euro Mehrbelastungen für private Haushalte führen, die nicht auf emissionsarme Technologien wechseln (können). Um eine faire Lastenverteilung sicherzustellen, sind daher **soziale Ausgleichsmaßnahmen** nötig.

9

Die staatliche Unterstützung der Transformation und der Ausgleich entstehender Belastungen für private Haushalte und Unternehmen werden im Jahr 2030 47 bis 50 Mrd. Euro zusätzliche **Ausgaben der öffentlichen Hand** erfordern, zwischen 2021 und 2030 insgesamt 230 bis 280 Mrd. Euro. Diese müssen mit Einsparungen im Bundeshaushalt, Abgaben, Steuern oder Schulden finanziert werden.

10

Diese nationale Anstrengung wird nur dann einen wesentlichen Einfluss auf das Weltklima haben, wenn sie international Nachahmer und Partner findet. Umso mehr sollte sich Deutschland stärker für eine europäisch und **international abgestimmte Klimapolitik** einsetzen. Zudem sollte Deutschland auf eine deutlich offenere Ausgestaltung des EU-Beihilferechts hinwirken, die die öffentliche Unterstützung der Transformation ermöglicht.

11

Um Deutschland auf den schmalen Pfad in Richtung Treibhausgasneutralität zu navigieren, muss die nächste Bundesregierung sehr schnell sehr viele Weichen stellen. Dafür benötigt Deutschland sowohl eine effektivere und politisch besser koordinierte **politische Steuerung** auf Bundes- und Landesebene als auch eine erhebliche Beschleunigung von Planungs- und Genehmigungsverfahren.

12

Die Erreichung der gesetzlich vereinbarten Klimaschutzziele ist eine gesamtgesellschaftliche Mammutaufgabe. Sie erfordert bereits in den ersten Monaten der neuen Legislaturperiode sofortige Umsteuerungen. Gleichzeitig bietet eine erfolgreiche Umsetzung des hier beschriebenen umfassenden Modernisierungsprogramms eine **historische Chance**, Deutschland zu einem klimaneutralen Industrieland zu transformieren, einen ambitionierten Beitrag zur Begrenzung der Auswirkungen des Klimawandels zu leisten und damit den Wohlstand dieser und kommender Generationen zu sichern.

AUSBLICK: Klimaneutrales Deutschland im Jahr 2045

CCS-Infrastruktur
für Transport und Speicherung
von CO₂ an Land und auf See

~ 305 TWh PtL-Nachfrage
für Netto-Nullemissionen im Luft- und
Seeverkehr, in der Chemie sowie in
den auf der Straße verbleibenden Ver-
brennern, davon ~ 295 TWh Importe

> 480 GW Wind und PV
Ausbau von 2021 rund
110 GW bis an Potenzial-
grenzen, um ~ 990 TWh
Stromnachfrage zu bedienen

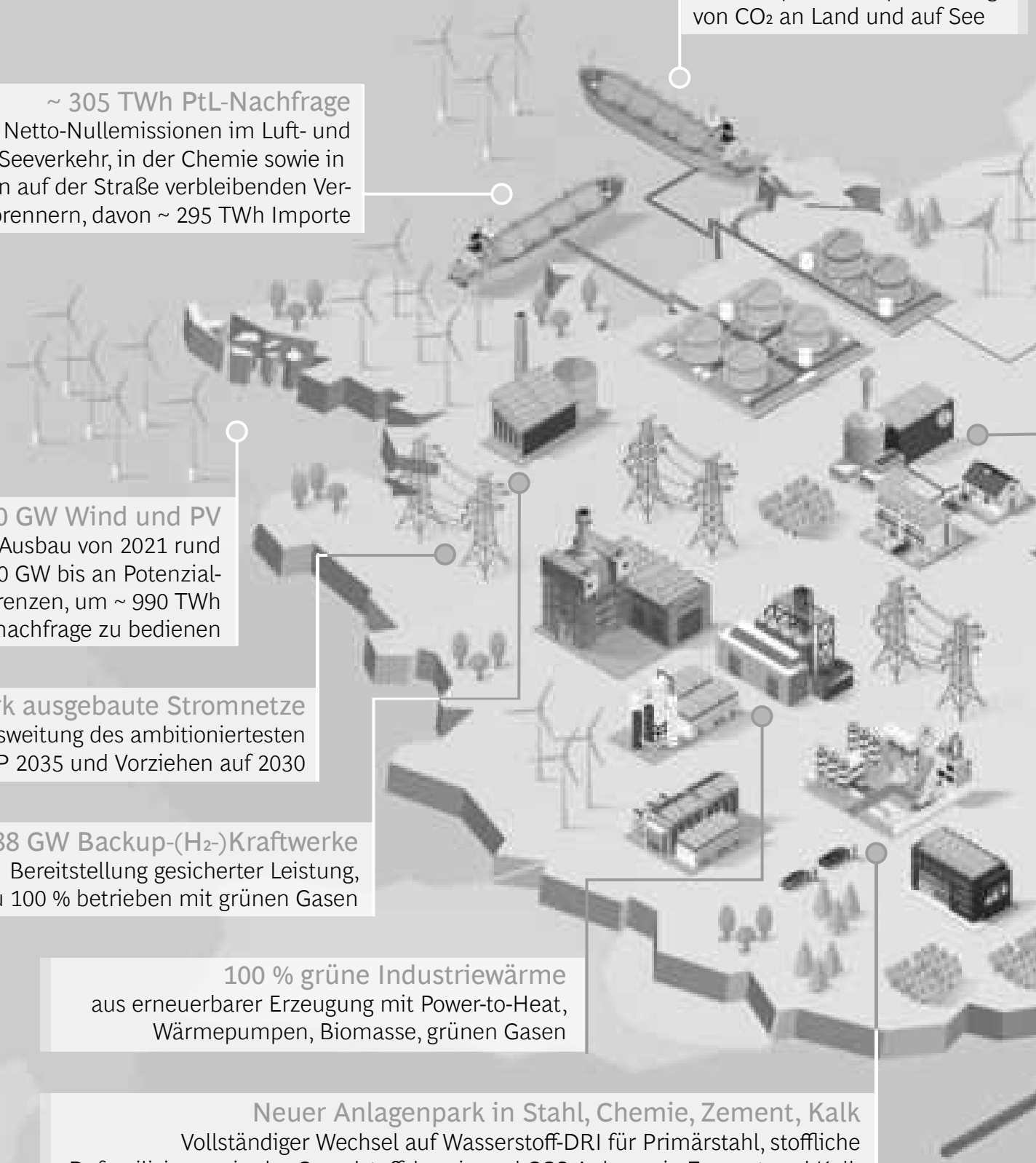
Stark ausgebaute Stromnetze
u. a. Ausweitung des ambitioniertesten
NEP 2035 und Vorziehen auf 2030


> 88 GW Backup-(H₂-)Kraftwerke
Bereitstellung gesicherter Leistung,
zu 100 % betrieben mit grünen Gasen

100 % grüne Industriewärme
aus erneuerbarer Erzeugung mit Power-to-Heat,
Wärmepumpen, Biomasse, grünen Gasen

Neuer Anlagenpark in Stahl, Chemie, Zement, Kalk
Vollständiger Wechsel auf Wasserstoff-DRI für Primärstahl, stoffliche
Defossilisierung in der Grundstoffchemie und CCS-Anlagen in Zement und Kalk

~ 240 TWh H₂-Nachfrage
davon ~ 130 TWh über Importe aus europäischem Wasserstoffnetz;
Aufbau einer nationalen Infrastruktur





100 % treibhausgasneutraler Luftverkehr
Umstellung auf 100 % grüne Kraftstoffe
sowie alternative Antriebe

59 Mt negative Emissionen
durch Biomasse-CCUS und Direct Air Capture, zusätzlich 11 Mt CCUS
bei fossilen Prozessemissionen in Baustoffen

100 % grüne Fernwärme und Quartierslösungen
4 Mio. angeschlossene Gebäude

Starker Verkehrsmittelwechsel
Schienenverkehrsleistung wächst um 50 % für
Personen und 70 % für Güter gegenüber 2019

Dekarbonisierung im Straßenverkehr
39 Mio. batterieelektrische Pkw, damit > 85 %
des Fahrzeugbestands; 480 Tsd. batterie-
elektrische und 115 Tsd. H₂-betriebene Lkw

Flächendeckende Lade- und H₂-Infrastruktur
Zur Ermöglichung des Hochlaufs vor allem früh-
zeitiger Ausbau auf bereits 9 Mio. private und
6 Mio. öffentliche Ladepunkte bis 2030

Nachhaltige Land- und Forstwirtschaft
Effizientere Landnutzung und Düngereinsatz,
Schaffen von CO₂-Senken durch LULUCF

2,1 % energetische Gebäudesanierungsrate
Gebäudesanierungen auf durchschnittlich
~ 70 kWh/(m² a)

100 % grüne Gebäudewärme
u. a. 15 Mio. Wärmepumpen

1

Deutschland steht vor der größten Transformation seiner Nachkriegsgeschichte. Die gesetzlich verankerte Erreichung der Treibhausgasneutralität bis 2045 erfordert einen fundamentalen Umbau unseres Energiesystems, unserer internationalen Energieversorgung, unseres Gebäude- und Fahrzeugbestands, unserer Infrastruktur sowie großer Teile unserer produzierenden Wirtschaft.

Das neue Klimaschutzgesetz sieht vor, dass Deutschland bis 2045 Treibhausgasneutralität erreicht. Bis dahin muss Deutschland einen wesentlichen Teil seiner fossilen Anlagenbasis ersetzen, erneuerbare Stromerzeugung bis an die Grenze des Erzeugungspotenzials ausbauen und komplett neue Infrastrukturen aufbauen. Dieser Umbau muss innerhalb von nur 24 Jahren geschehen, also einer einzigen Anlagengeneration. Das ist ein nationales Transformationsprojekt von historischer Tragweite.

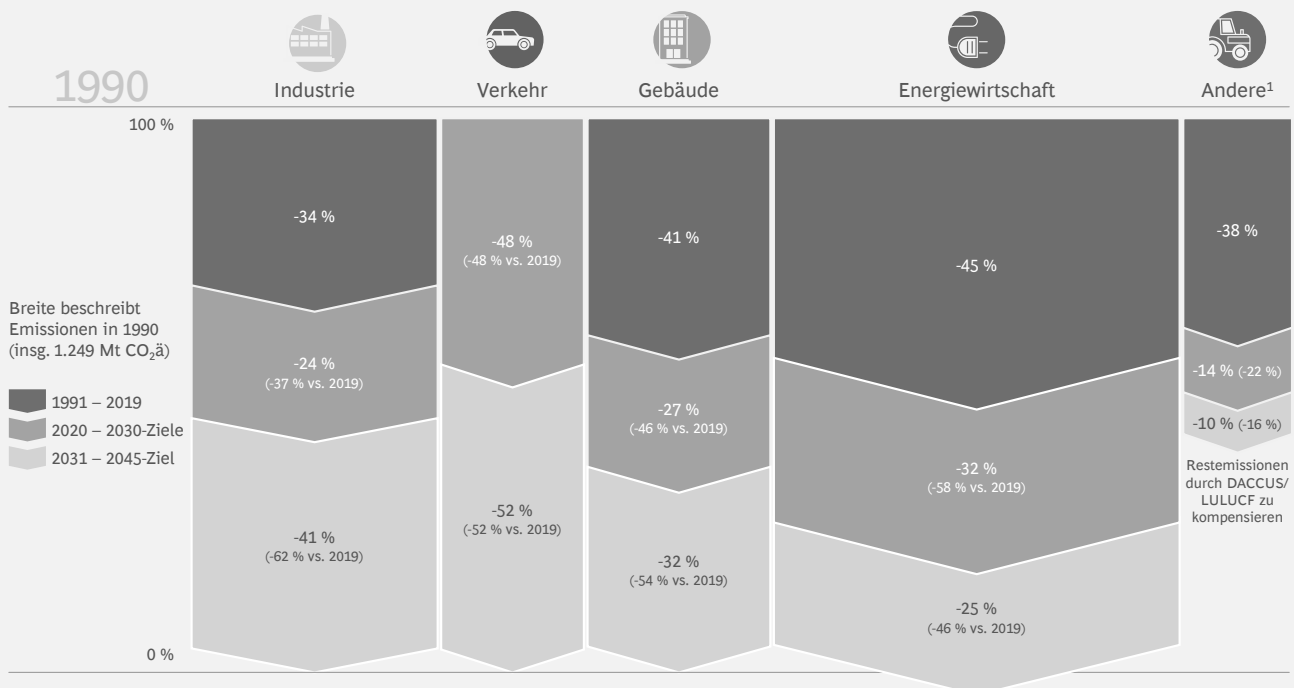
Das Ziel der Treibhausgasneutralität setzt einen sehr engen Rahmen für zulässige Maßnahmen, da es einen vollständigen Verzicht auf fossile Brennstoffe und Rohstoffe erfordert – bis hin zur stofflichen Nutzung in der Chemie. Für einen überraschend großen Teil des Zielpfades ist ein Lösungsweg ersichtlich, und die meisten Technologien dafür sind bekannt.

In der Industrie muss zur Zielerreichung innerhalb von nur einer Anlagengeneration die Wärmeerzeugung vollständig erneuerbar werden. Industrielle Wärme- und Stromproduktion – 2019 noch fast vollständig durch fossiles Gas erzeugt – muss zukünftig in allen Branchen auf Strom, Biomasse und „grüne“ Gase umgestellt werden. Gleichzeitig müssen die Stahl-, Chemie-, Kalk- und Zementindustrien, die derzeit für über die Hälfte der deutschen Industrieemissionen verantwortlich sind, einen großen Teil ihres Anlagenparks komplett austauschen. In der Stahlherstellung dürfen nur noch wasserstoffbetriebene Direktreduktionsanlagen anstelle von Hochöfen eingesetzt werden. Die chemische Industrie muss jeden Steamcracker elektrifizieren oder ersetzen und Kernprozesse wie die Synthese von Ammoniak und Methanol auf treibhausgasneutralen Wasserstoff umstellen. Außerdem müssen alle fossilen Brennstoffe in der stofflichen Nutzung durch recycelte

Klimaschutzgesetz: Sektorziele für 2030, Treibhausgasneutralität in 2045

ABBILDUNG 1 | Relative Emissionsentwicklung in Deutschland nach Sektoren 1990 – 2045

% der Emissionen von 1990

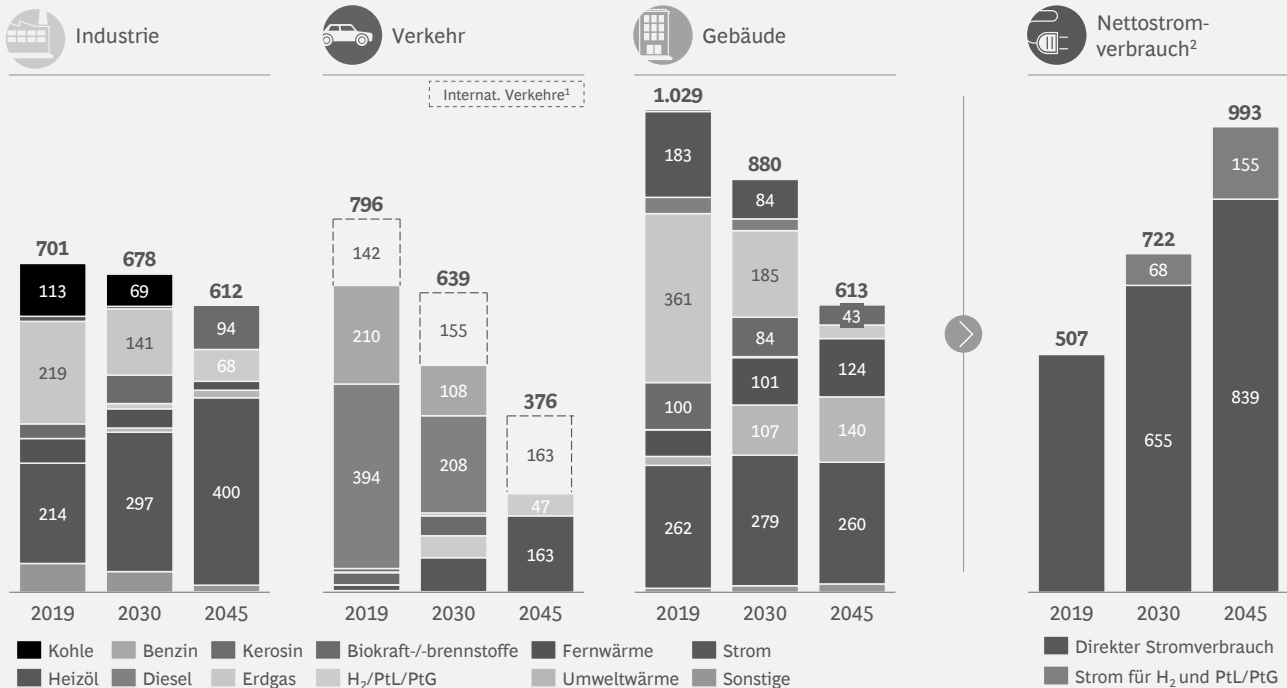


Anmerkung: Verkehr 2019 ungefähr konstant ggü. 1990; Bioenergy with Carbon Capture, Utilization and Storage (BECCUS) sind als negative Emissionen in Industrie und Energiewirtschaft enthalten; DACCUS = Direct Air Carbon Capture, Utilization and Storage; LULUCF = Land Use, Land-Use Change and Forestry
Quelle: UBA (2021) *Emissionsübersichten in den Sektoren des Bundesklimaschutzgesetzes*; BCG-Analyse

Strom ist zentraler Energieträger der Transformation

ABBILDUNG 2 | Endenergieverbräuche und Nettostromverbrauch

TWh



1. Annahme: Internationale Verkehre von Deutschland ausgehend sollen bis 2045 ebenfalls auf treibhausgasneutrale Kraftstoffe umgestellt werden
 2. Summierter Stromverbrauch aus allen Sektoranwendungen exkl. Kraftwerkseigenverbrauch oder Import/Export; inkludiert inländische H₂-Produktion
 Anmerkung: Exkl. stofflicher Verbräuche H₂/PtL/PtG für Naphtha und Bitumen
 Quelle: BCG-Analyse

oder synthetische Kohlenwasserstoffe ersetzt werden. In der Zement- und Kalkindustrie müssen Carbon-Capture-Anlagen errichtet und die eingefangenen Emissionen dauerhaft gespeichert oder stofflich gebunden werden (Carbon Capture, Utilization and Storage, CCUS). Nicht zuletzt müssen Potenziale der Kreislaufwirtschaft weiter ausgeschöpft werden, was insbesondere bei Kunststoffen und Metallen nicht nur erhebliche Primärressourcen, sondern auch Emissionen einspart. In manchen energieintensiven Industriezweigen sind zur Erzielung von Nullemissionen noch technische Fragen zu lösen, zum Beispiel bei der Verwendung inerter Anoden in der Aluminiumproduktion.

Im Verkehrssektor ist bis 2045 ein fast vollständiger Austausch der Fahrzeugflotte auf alternative Antriebe nötig – vor allem auf Batterie-Pkw im Personenverkehr sowie einen Mix aus Batterie- und Wasserstoff-Lkw im Güterverkehr. Dafür ist der Aufbau einer flächendeckenden Infrastruktur an Ladestationen und Wasserstofftankstellen erforderlich. Außerdem müssen alle verbleibenden Verbrennermotoren im Straßen-, Schienen-, Luft- und Seeverkehr vollständig auf grüne, vor allem synthetische Kraftstoffe umgestellt sein – im Zielszenario für 2045 noch mehr als ein Sechstel des gesamten heutigen Kraftstoffverbrauchs aller Verkehre.

Zur Erreichung eines treibhausgasneutralen Gebäudesektors muss der Energiebedarf im Bestand deutlich

sinken – und vollständig auf erneuerbare Energien umgestellt werden. Dafür muss sich die Geschwindigkeit energetischer Gebäudesanierung annähernd verdoppeln (von 2019 durchschnittlich 1,1 auf 2,1 Prozent vollsanierte Gebäudeflächen pro Jahr bis 2045). Zudem muss der Gebäudebestand für den Einsatz erneuerbarer Wärme ertüchtigt und fast jedes Gebäude in Deutschland mit einer neuen Wärmelösung versorgt werden – Wärmepumpen in weniger dicht besiedelten Gebieten sowie Fern-/Quartierswärme in städtischen Gebieten bieten sich besonders an.

Strom wird zum zentralen Energieträger der anstehenden Transformation. Neue Verbraucher wie batterieelektrische Fahrzeuge, Wärmepumpen, industrielle Power-to-Heat-Anlagen oder Carbon-Capture, neu entstehende Industriezweige wie die Batterieproduktion sowie die inländische Produktion von grünem Wasserstoff führen bis 2045 zu einer Verdoppelung des Nettostromverbrauchs – von 507 TWh im Jahr 2019 auf 993 TWh im Jahr 2045 im Zielpfad. Um diesen Verbrauch zu bedienen, muss sich die deutsche Stromproduktion in weniger als 24 Jahren annähernd verdoppeln und gleichzeitig bis 2045 komplett treibhausgasneutralgestellt werden. Dafür müssen erneuerbare Energien bis an ihre Potenzialgrenzen aus- und zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit zusätzliche flexible Kraftwerke aufgebaut werden, die bis 2045 aus-

schließlich mit grünen Gasen betrieben werden müssen. Zusammen mit einer stark ausgebauten und digitalisierten Netzinfrastruktur stellt dies das bisher größte Auf- und Umbauprojekt des deutschen Stromsystems dar.

Landwirtschaftliche Emissionen müssen durch effizientere Landnutzung, neue Prozesse in der Düngerausbringung, aber auch durch eine Reduktion der Emissionen des Tierbestands deutlich sinken – zum Beispiel durch weniger fleisch- und milchbasierte Ernährung oder den Einsatz methanausstoßhemmender Futtermittelzusätze.

Zudem muss Deutschland zukünftig enorme Mengen erneuerbarer Energieträger importieren. Im Zielpfad benötigt Deutschland im Jahr 2045 insgesamt 237 TWh treibhausgasneutralen Wasserstoff, wovon mehr als die Hälfte aus Regionen wie Südeuropa und Nordafrika, die über eine eigene Pipeline-Infrastruktur angeschlossen werden können, importiert werden muss. Außerdem braucht Deutschland 305 TWh synthetische Kohlenwasserstoffe für den Einsatz in Verkehr und Grundstoffchemie („E-Fuels“). Auch diese werden überwiegend importiert.

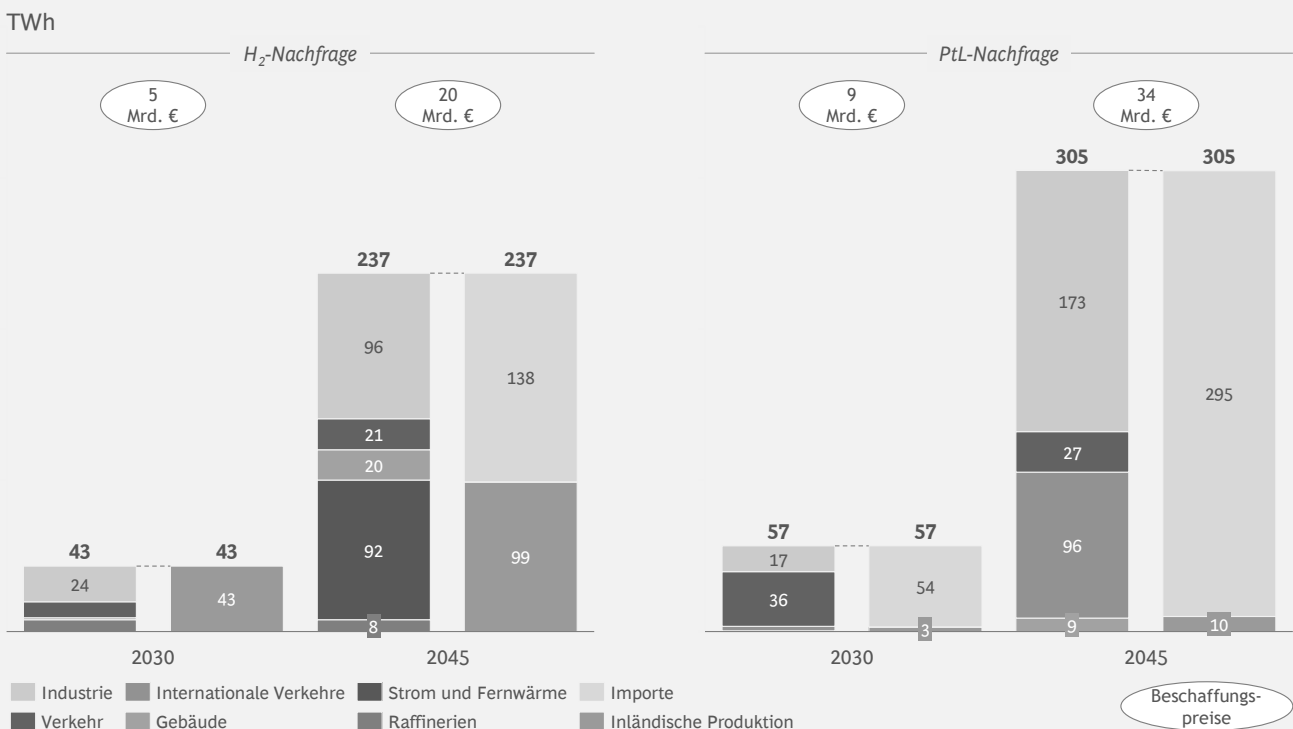
Dazu muss eine erhebliche Produktionsinfrastruktur in Ländern mit guten Bedingungen für erneuerbare Energien aufgebaut werden – mit einem Strombedarf jenseits der Größe des heutigen deutschen Stromsystems.

Vor allem in der Land- und Abfallwirtschaft wie auch einzelnen Industrieprozessen werden im Jahr 2045 nicht vermeidbare Restemissionen verbleiben (59 Mt CO₂ä im Zielpfad). Um diese auszugleichen, sind zukünftig auch „negative“ Emissionen nötig, besonders aus dem Aufbau natürlicher Senken (Land Use, Land-Use Change and Forestry, LULUCF) sowie der Abscheidung und Speicherung von CO₂ aus Biomasseverbrennung (Bioenergy with Carbon Capture, Utilization and Storage, BECCUS) und aus der Luft (Direct Air Carbon Capture, Utilization and Storage, DACCUS).

Die dargestellten Entwicklungen beschreiben einen aus heutiger Sicht kosteneffizienten Zielpfad in Richtung Treibhausgasneutralität im Jahr 2045. Vor allem für die Zeit nach 2030 bestehen hinsichtlich der Entwicklung internationaler Klimaambitionen, Energieträgerpreise und zukünftiger Technologielernkurven naturgemäß hohe Unsicherheiten. Zusätzlich machen Umsetzungsgeschwindigkeit und Veränderungsdruck die Maßnahmen für jeden Menschen in Deutschland spürbarer. Um flexibel auf technologische Unsicherheiten sowie mögliche Umsetzungs- und Akzeptanzhürden reagieren zu können, sollte Deutschland den Technologie- und Maßnahmenraum auch für abweichende Entwicklungen offenhalten – zum Beispiel für eine erheblich umfangreichere Verfügbarkeit von günstigem treibhausgasneutralen Wasserstoff.

Industrie, Verkehr und Energiewirtschaft treiben H₂-/PtL-Nachfrage

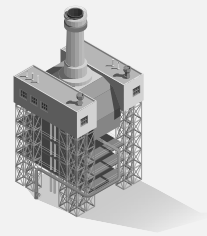
ABBILDUNG 3 | H₂- und PtL-Nachfrage nach Sektoren und Anwendungen 2030 – 2045



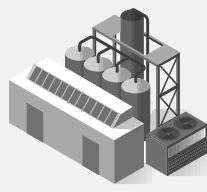
Anmerkung: H₂ = Wasserstoff aus der Elektrolyse von erneuerbaren Energien (übergangsweise – vor 2040 – auch Bezug von blauem Wasserstoff denkbar); PtL = erneuerbare synthetische Brenn- und Kraftstoffe aus grünem Wasserstoff (v. a. Syncrude, Methanol); internationale Verkehre = von Deutschland abgehender See- und Luftverkehr; im Jahr 2019 betrug der Wert fossiler Energieträgerimporte 91 Mrd. €
 Quelle: BCG-Analyse



Industrie



Ersatz von Hochöfen mit 10 Mt Produktionskapazität durch Direktreduktionsanlagen (~ 30 % der Primärstahlproduktion)

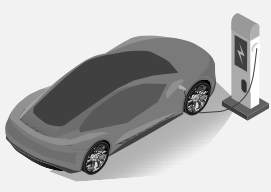


100 % fossilfreie Wärme bei fast jeder Reinvestition
Vermeidung von Erdgas, Öl, Kohle, wo möglich

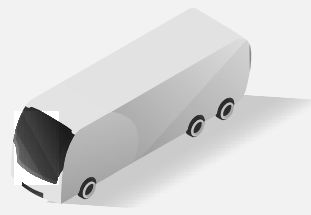


Emissionsenkung 6-mal schneller als letzte 20 Jahre
Jährliche Reduktion 2020 – 2030 gegenüber 2000 – 2019

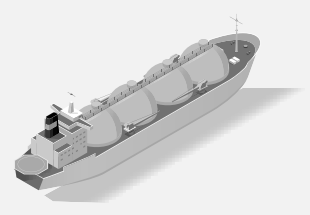
Verkehr



Weitgehende Elektrifizierung neuer Pkw bis 2030
~ 90 % vollelektrische Neuzulassungen



~ 70 % THG-neutrale-LKW-Neuzulassungen
Heute: de facto null

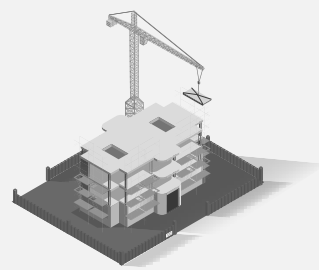


> 3 Mt Importe synthetischer Kraftstoffe in 2030
Heute: de facto null

Gebäude



~ 70 % mehr energetische Sanierungen ab 2023
Beschleunigung von jährlich 1,1 % auf 1,9 % in 2030

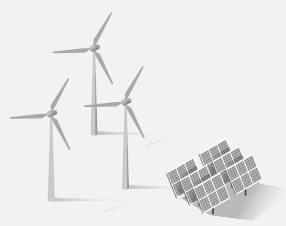


Sanierung auf halben Energieverbrauch
70 kWh/(m² a) in vollsanierten Gebäuden (~ 50 % akt. Durchschnitt)

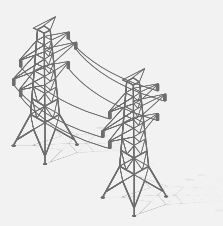


Ab 2023: Keine neuen Öl- und Gaskessel, wo immer möglich
Einbau Wärmepumpen, Fernwärme o. Ä. bei möglichst jeder Reinvestition

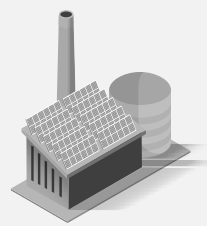
Energiewirtschaft



Verdoppelung Wind- und PV-Zubau
+ 65 GW Wind gesamt (auf See und Land) bis 2030



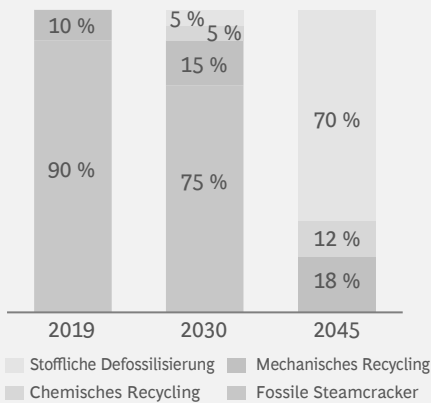
Beschleunigung Netzausbau und Flexibilisierung
NEP 2035 auf 2030, Digitalisierung im Verteilnetz, Flexibilisierung Verbrauch



+ 43 GW Gas bis 2030, nötig für Auslaufen Kohle
Für Versorgungssicherheit (Gas 2019: 31 GW)

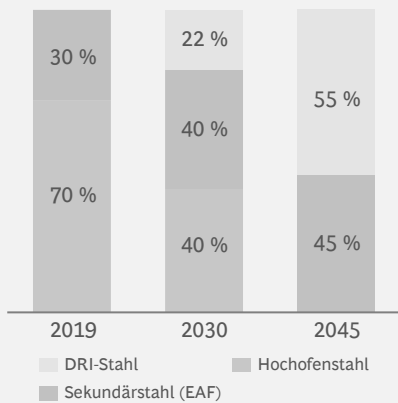
Petrochemie

Anteil Produktion



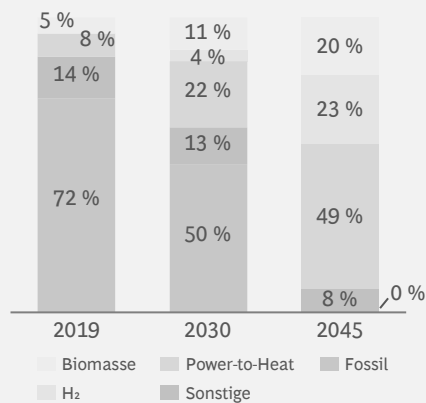
Stahl

Anteil Produktion



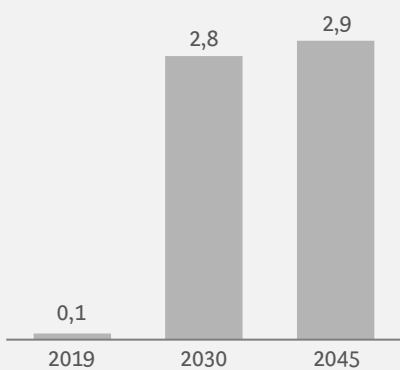
Prozesswärmemix

Anteil Wärmeverbrauch



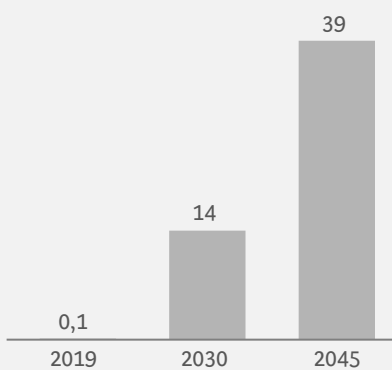
Neuzulassungen E-Pkw

Mio. vollelektrische Pkw



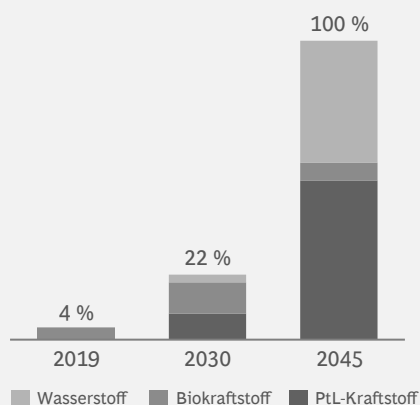
Bestand E-Pkw

Mio. vollelektrische Pkw



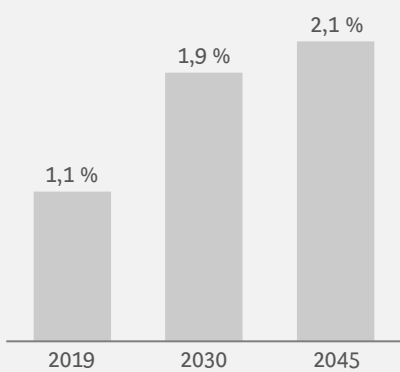
Grüne Kraftstoffe

Anteil verbliebener Kraftstoffe



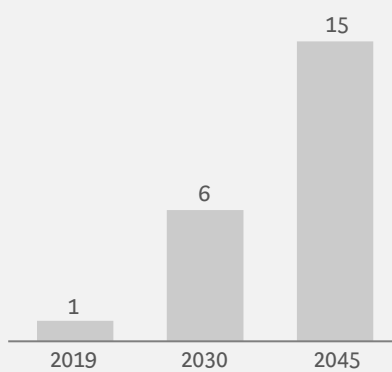
Gebäudeeffizienz

Energetische Sanierungsrate p. a.



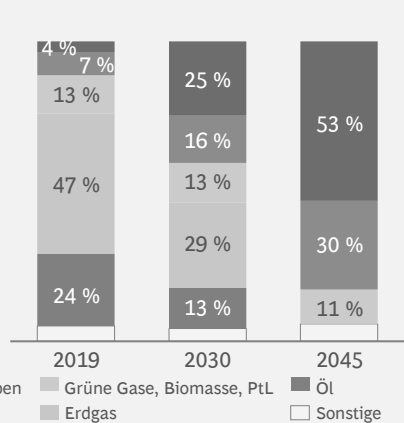
Wärmepumpen

Mio.



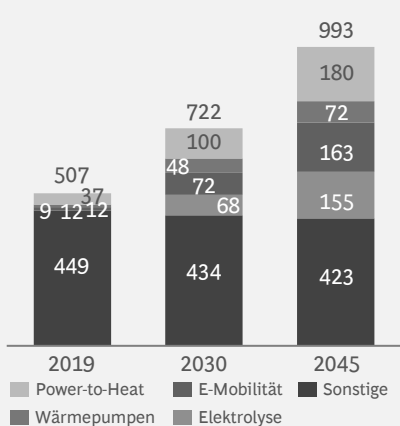
Wärmemix Gebäude

Raumwärme- und Warmwasserverbrauch



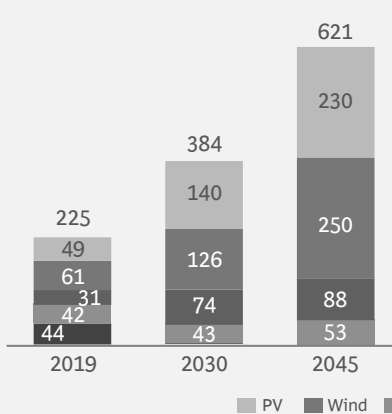
Stromverbrauch

TWh



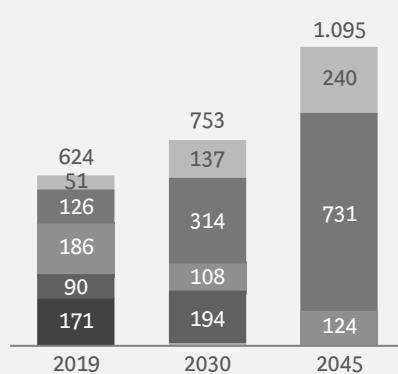
Installierte Leistung

GW



Nettostromerzeugung

TWh



Was zur Klimaschutz-Zielerreichung bis 2030 passieren muss

2

Bereits die in diesem Jahrzehnt erforderlichen Veränderungen sind drastisch. Zur Erreichung der gesetzlich vereinbarten Klimaschutzziele 2030 braucht Deutschland innerhalb der nächsten neun Jahre einen weitgehenden Verzicht auf Reinvestitionen in fossile Technologien – in manchen Sektoren sofort. Zudem muss die Kohleverstromung deutlich schneller zurückgehen als bisher geplant.

Der technologische Pfad zur Erreichung der gesetzlich vereinbarten Klimaschutzziele im Jahr 2030 ist klarer als der langfristige Pfad bis 2045, aber unglaublich schmal. Deutschland muss innerhalb von weniger als zehn Jahren seine Emissionen fast halbieren. Das muss im Wesentlichen mit Technologien geschehen, die bereits am Markt verfügbar sind. Gleichzeitig ist dieses Ziel in den meisten Sektoren so ambitioniert, dass ein sehr großer Teil aller Reinvestitionen für einen Technologiewechsel genutzt werden muss.

Deutschland steht vor einem entscheidenden Jahrzehnt, in dem die Klimawende endgültig „beim Bürger“ ankommt. In den kommenden neun Jahren müssen Millionen Menschen andere Entscheidungen treffen als bisher – was beispielsweise die Nutzung von Elektrofahrzeugen und erneuerbarer Wärme angeht. Gleichzeitig muss Deutschland Milliarden in den Aufbau neuer Infrastrukturen investieren und bereits entscheidende Weichen für die Erreichung von Nullemissionen bis 2045 stellen.

In der Industrie erfordert das gesetzlich vereinbarte Klimaschutzziel 2030, dass ab sofort wo immer möglich bei neuen Reinvestitionsvorhaben von fossilen Technologien abgesehen wird. Das bedeutet zum Beispiel, dass bei fast jeder Investition in einen Wärmeerzeuger von derzeit vor allem Erdgas auf Power-to-Heat, Biomasse oder grüne Gase umgestellt werden muss. Dies gilt nicht für solche Fälle, in denen entweder Infrastruktur oder Technologien noch nicht verfügbar sind, beispielsweise für einige Hochtemperaturprozesse. Die Stahlindustrie muss bis 2030 bereits ein Drittel ihrer Hochöfen durch Direktreduktionsanlagen ersetzen, die Chemie einen Teil ihrer Prozesse auf treibhausgasneutralen Wasserstoff umstellen und erste Steamcracker elektrifizieren. In Zement und Kalk sind bereits erste Demonstrationsprojekte für die Abscheidung und Speicherung von CO₂ erforderlich. Mehrere dieser Technologien sind zum Zeitpunkt der

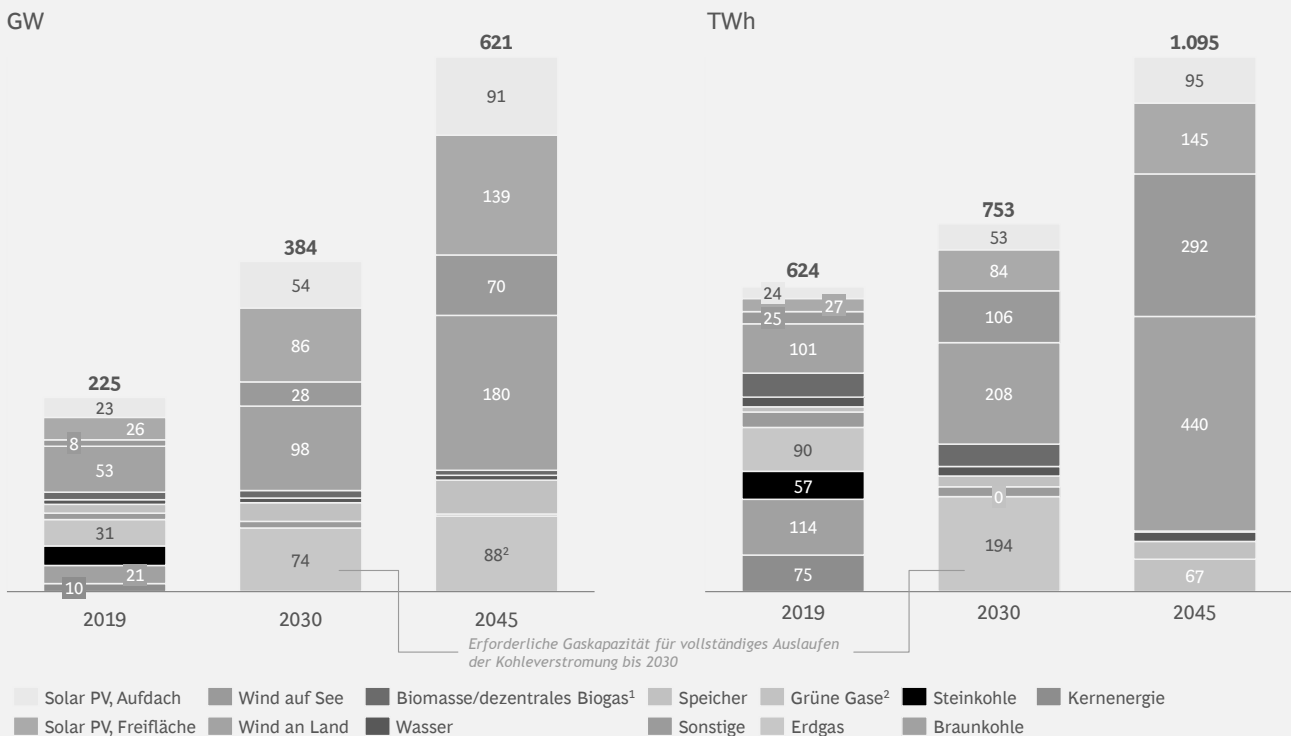
Studienerstellung noch nicht im großindustriellen Maßstab zuverlässig verfügbar oder werden in Deutschland noch nicht angewendet.

Im Verkehr müssen Neufahrzeugflotten bis zum Jahr 2030 bereits weitgehend auf alternative Antriebe umgestellt sein: Im Zielpfad sind 9 von 10 neu zugelassenen Pkw im Jahr 2030 vollelektrisch (2,8 Mio. von insgesamt 3,1 Mio. Neuzulassungen, 14 Mio. im Bestand), mehr als 7 von 10 Lkw-Neuzulassungen haben einen Batterie- oder Brennstoffzellenantrieb (63.000 von 83.000 Neuzulassungen, mehr als 200.000 im Bestand). Dafür muss schon innerhalb der nächsten neun Jahre eine massive koordinierte Investition in flächendeckende Ladeinfrastruktur und Wasserstofftankstellen entlang aller großen Verkehrsstrassen erfolgen. Darüber hinaus sind auch im Fahrzeugbestand umfangreiche Treibhausgasreduktionen erforderlich. Dafür werden im Zielpfad bereits mehr als 3 Mt synthetischer Kraftstoffe importiert. Die Quote grüner Kraftstoffe steigt damit auf mehr als 20 Prozent.³

Im Gebäudesektor muss sich das Investitionsverhalten der Akteure sogar noch schneller verändern. De facto ab sofort sollte jeder Neubau nur noch mit vollständig lokal emissionsfreien Wärmelösungen ausgestattet werden. Die jährliche Sanierungsrate muss bereits kurzfristig erheblich steigen – um mindestens 70 Prozent bis 2030 (gradueller Anstieg auf 1,9 Prozent in 2030 gegenüber 1,1 Prozent in 2019) – bei gleichzeitig steigender Sanierungstiefe (im Durchschnitt ~ 70 kWh pro Quadratmeter und Jahr bei Wohngebäuden in 2030). Außerdem sollte, wo immer möglich, auch in Bestandsgebäuden bei jedem Heizungstausch eine Umstellung auf Wärmepumpen, Fernwärme oder mindestens eine hybride Wärmelösung mit hohem erneuerbaren Anteil erfolgen. Im Zielpfad für 2030 gibt es im Gebäudebestand bereits 6 Mio. Wärmepumpen und mehr als 2 Mio. Fernwärme- und Quartiersanschlüsse.

Starke Zunahme von Erzeugung erneuerbaren Stromes bereits vor 2030

ABBILDUNG 4 | Nettoerzeugungsleistung und Nettostromerzeugung im Zielpfad



1. Feste Biomasse und dezentrale Verstromung von Biomethan in heute EEG-geförderten Anlagen 2. Grüner Wasserstoff, PtX, Biomethan in Gaskraftwerken
 Anmerkung: Nettostromerzeugung beschreibt die gesamte inländische Stromerzeugung mit Ausnahme der Kraftwerkseigenverbräuche
 Quelle: BCG-Analyse

Zur Durchführung der vorgenannten Maßnahmen ist in allen Sektoren sowohl ein erheblicher Aufbau und Anschluss neuer Infrastruktur als auch die Bereitstellung signifikanter Mengen erneuerbarer Energieträger nötig.

Das deutsche Stromsystem steht in dieser Dekade daher vor einer beispiellosen Zäsur. Der Sektor muss bis 2030 eine mehr als 40 Prozent höhere Stromnachfrage bedienen, während er gleichzeitig seine absoluten Emissionen um fast 60 Prozent senken muss. Dafür ist der jährliche Zubau erneuerbarer Energien zu verdoppeln. Zur Erreichung des gesetzlich vereinbarten Klimaschutzziels läuft im Zielpfad parallel zum Ausstieg aus der Kernenergie unter den getroffenen Annahmen bereits 2030 die Kohleverstromung aus, neun Jahre vor dem gerade vereinbarten Kohleausstieg. Um diese Kapazitäten bei Aufrechterhaltung einer gesicherten Stromversorgung vom Netz nehmen zu können, ist der Zubau von mehr als 40 GW neuer („H₂-ready“) Gaskraftwerke nötig – dies wäre der größte Zubau thermischer Stromerzeugungsleistung, den es in Deutschland bis dahin je gegeben haben wird. Der Ausbau der Netzinfrastruktur muss radikal beschleunigt werden, unter anderem durch eine Aufstockung und ein Vorziehen des aktuell ambitioniertesten Ausbaupfades im Netzentwicklungsplan (NEP) der Bundes-

netzagentur um fünf Jahre (von 2035 auf 2030). Außerdem sind auf Ebene der Stromverteilnetze zur Systemintegration der zahlreichen neuen Stromverbraucher aus der Industrie, dem Verkehrs- und dem Gebäudesektor umfangreiche Investitionen in Flexibilisierung und Digitalisierung erforderlich.

In dieser Dekade muss auch die Wasserstoffwirtschaft extrem wachsen. Aus der Umsetzung der beschriebenen Maßnahmen entsteht im Zielpfad im Jahr 2030 bereits eine Nachfrage nach 43 TWh treibhausgasneutralem Wasserstoff, erheblich mehr als in der aktuellen nationalen Wasserstoffstrategie vorgesehen. Um diesen von der Nordseeküste zu großen Industriezentren zu transportieren, muss Deutschland mit dem Bau einer eigenen Wasserstoff-Netzinfrastruktur beginnen. Gleichzeitig muss an Standorten ohne Infrastrukturanbindung für die ersten (Pilot-)Projekte eine dezentrale Wasserstoffproduktion aufgebaut werden.

3

Die Umsetzung der Klimaschutzmaßnahmen erfordert bis 2030 Mehrinvestitionen in Höhe von rund 860 Mrd. Euro, etwa 100 Mrd. Euro pro Jahr. Das entspricht jährlich knapp 2,5 Prozent des deutschen Bruttoinlandsprodukts (BIP).

Die Umsetzung der Klimaschutzmaßnahmen erfordert zwischen 2021 und 2030 Mehrinvestitionen in Höhe von 860 Mrd. Euro. Davon entfällt rund die Hälfte auf den Energiesektor, vor allem für den Zubau von erneuerbaren Energien und Stromnetzen. Auf den Verkehr entfällt mit rund 220 Mrd. Euro der zweitgrößte Anteil, vorwiegend für Infrastruktur und Fahrzeuge mit alternativen Antrieben. Außerdem sind rund 175 Mrd. Euro im Gebäudesektor und rund 50 Mrd. Euro in der Industrie erforderlich. Die Industrie hat im Vergleich zu anderen Sektoren das geringste Investitionsaufkommen, muss jedoch für die Wechsel auf erneuerbare Energieträger und neue Prozesse die höchsten Nettomehrkosten tragen.

Der Umfang dieses Investitionsvorhabens hat historische Dimension. Im Schnitt betragen die zur Zielerreichung erforderlichen jährlichen Mehrinvestitionen knapp 100 Mrd. Euro beziehungsweise rund 2,5 Prozent des BIP Deutschlands.

Durch die Umsetzung der Klimaschutzmaßnahmen entstehen den Akteuren im Jahr 2030 Nettomehrkosten in Höhe von 16 Mrd. Euro. Die tatsächlichen finanziellen Betroffenheiten sind allerdings höher: Maßnahmen mit Mehrkosten (zum Beispiel die Dekarbonisierung der Industrie, die Nutzung grüner Kraftstoffe oder der Aufbau einer flächendeckenden Ladeinfrastruktur) summieren sich im Jahr 2030 auf 41 Mrd. Euro. Parallel führt vor allem die Elektromobilität aus Sicht der Fahrzeughalter zu Einsparungen von insgesamt 25 Mrd. Euro.

Einordnung verschiedener Kostenperspektiven

Mehrinvestitionen umfassen alle Investitionsausgaben, die über den Erhalt der bestehenden Anlagenbasis hinaus zur Umsetzung technischer Klimaschutzmaßnahmen getätigt werden müssen. Das beinhaltet sowohl direkte Mehrinvestitionen in teurere Geräte, Fahrzeuge oder Anlagen (zum Beispiel die Kostendifferenz zwischen einem Elektroauto und einem gleichwertigen Verbrenner) als auch dadurch ausgelöste Investitionen in Infrastruktur (zum Beispiel zusätzliche Lade- und Verteilnetzinfrastuktur). Gezeigte Werte sind reale 2019er-Preise; sie sind weder annualisiert noch diskontiert.

Mehrkosten bilden die erforderlichen jährlichen Mehrausgaben zur Umsetzung der technischen Klimaschutzmaßnahmen aus Sicht der jeweiligen betriebswirtschaftlichen Entscheider ab. Sie beinhalten alle Investitionen, annualisiert über die Lebenszeit der jeweiligen Anlagen, Finanzierungskosten mit akteurspezifischen Realzinssätzen sowie eingesparte und zusätzliche Energieträger- und Betriebskosten inklusive der zum Zeitpunkt der Erstellung der Studie gültigen akteurspezifischen Steuern, Abgaben und Umlagen.

Die **Regulierungslücke** beschreibt die nach der Fortschreibung der bestehenden politischen Instrumente verbleibende Mehrinvestitions- und Mehrkostenlücke

zwischen Referenzpfad (bestehende Regulierung) und Zielpfad (Zielerreichung der gesetzlich vereinbarten Klimaschutzziele), welche durch zusätzliche politische Instrumente adressiert werden muss.

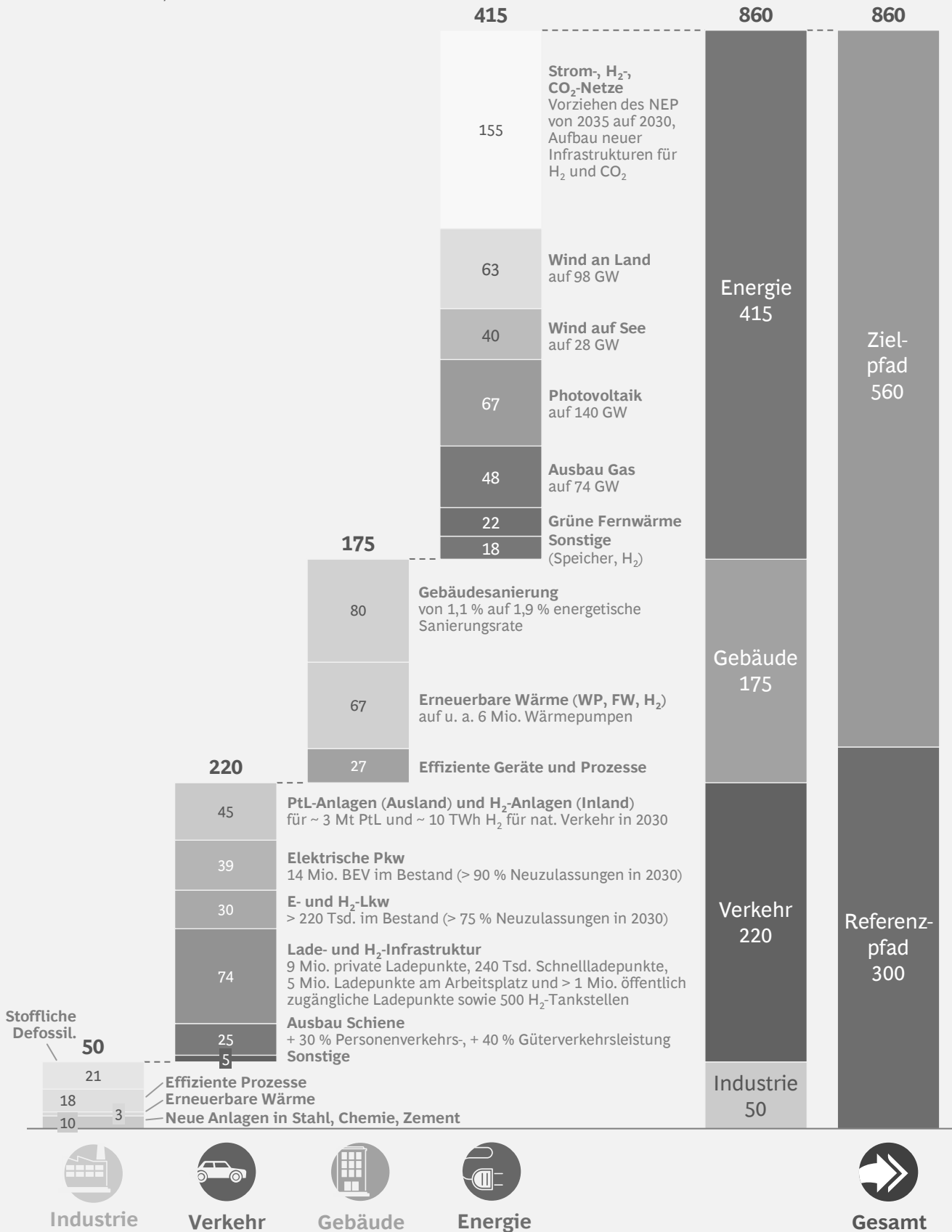
Mehrbelastungen beschreiben die nach Einführung aller politischen Instrumente entstehenden tatsächlichen jährlichen Mehrausgaben privater Haushalte und Unternehmen gegenüber dem Jahr 2019. Diese entstehen durch nicht von der öffentlichen Hand getragene Mehrkosten bei der regulatorisch induzierten Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen (zum Beispiel Mehrausgaben für grüne Kraftstoffe bei Einführung einer Quote) oder aus politischen Instrumenten selbst (zum Beispiel CO₂-Bepreisung fossiler Brennstoffe).

Die **fiskalische Belastung** beschreibt den Saldo aus durch die Umsetzung der Klimaschutzmaßnahmen entstehenden zusätzlichen Einnahmen (zum Beispiel aus CO₂-Bepreisung), Ausgaben (zum Beispiel Förderungen und Zuschüsse) und Einnahmeverlusten (zum Beispiel aus Steuern für fossile Energieträger) der öffentlichen Hand gegenüber dem Jahr 2019. Sie enthält alle wesentlichen Auswirkungen der in „Klimapfade 2.0“ vorgeschlagenen Instrumente für Klimaschutz, die Entlastung von Unternehmen und sozialen Ausgleich.

860 Mrd. Euro Mehrinvestitionen für Klimaschutz bis 2030

ABBILDUNG 5 | Kumulierte Mehrinvestitionen 2021 bis 2030

Mrd. € kumuliert, real 2019



Anmerkung: Bei erneuerbarer Wärme sowie alternativen Antrieben im Verkehr beschreiben die Mehrinvestitionen die Anschaffungskosten ggü. konventionellen Technologien; kumulierte Mehrinvestitionen beinhalten keine Investitionen in Projekte im Bauzustand, welche vor 2030 angestoßen, aber erst nach 2030 in Betrieb gehen werden
 Quelle: BCG-Analyse

4

Die Erreichung der gesetzlich vereinbarten Klimaschutzziele im Jahr 2030 erfordert beinahe eine Halbierung der Emissionen gegenüber 2019. Die aktuelle Klimapolitik reicht dafür in keinem Sektor aus. Ohne Umsteuerungen würde Deutschland bis 2030 etwa 184 Mt CO₂ä an jährlichen Emissionen einsparen – nur knapp halb so viel wie nötig. Bereits in der im Herbst 2021 beginnenden Legislaturperiode sind kritische Entscheidungen und Steuerungsimpulse erforderlich. Verzögern sich diese, wären die gesetzlich vereinbarten Klimaschutzziele nicht mehr oder nur noch unter Einsatz von deutlich höheren Investitionen zu erreichen.

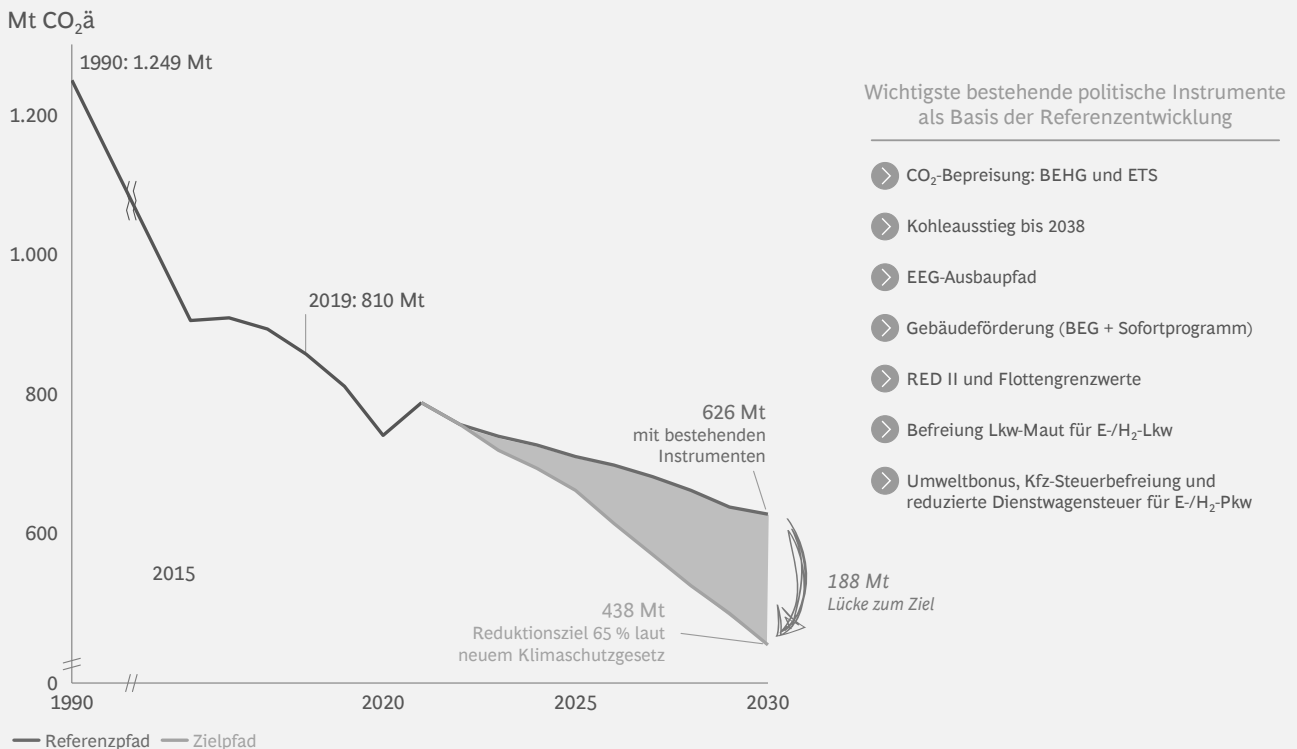
Deutschland unterliegt in mehreren Sektoren durch Instrumente wie dem Emissionshandelssystem der Europäischen Union (EU Emissions Trading System, EU-ETS, kurz ETS), den EU-Flottengrenzwerten oder der Erneuerbare-Energien-Richtlinie zunehmend ambitionierter europäischer Regulierung für den Klimaschutz. Im Juli 2021 hat die EU-Kommission mit dem „Fit for 55“-Paket ein umfangreiches Bündel an Regulierungsvorschlägen entwickelt. Würde dieses umgesetzt, hätte Europa damit die wohl ambitionierteste CO₂-Regulierung der Welt. Trotzdem wäre sie nicht

ausreichend, um Deutschlands gesetzlich vereinbarte Klimaschutzziele zu erreichen; auch die nationale Regulierung reicht derzeit dafür nicht aus.

Im Industriesektor sind Investitionsanreize in CO₂-arme Technologien zum Stand der Studiererstellung auf allen Ebenen unzureichend. Investitionen in die meisten Dekarbonisierungstechnologien – wie neue Prozesse, grünen Wasserstoff und erneuerbare Wärme – sind in der Industrie oft teurer als Investitionen in konventionelle Technologien und daher ohne zusätz-

188 Mt CO₂ä Emissionslücke in 2030 mit heutigen Instrumenten

ABBILDUNG 6 | Treibhausgasemissionen in Deutschland 1990 – 2030

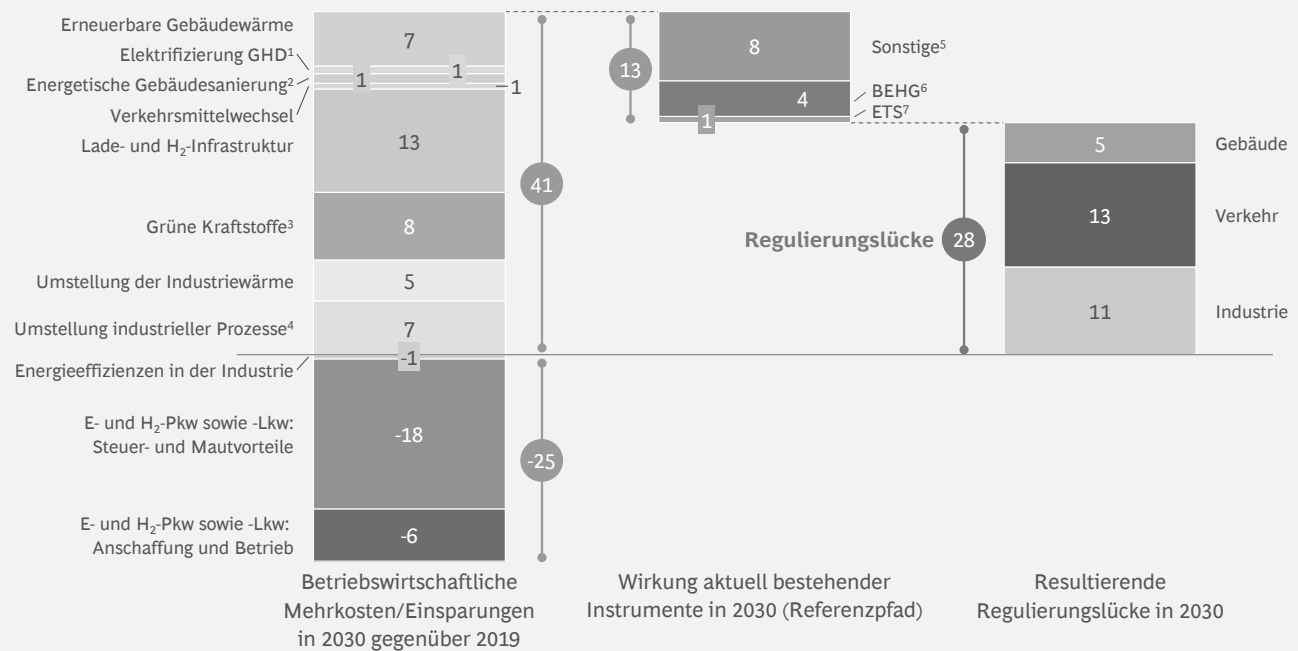


Anmerkung: Emissionen 2021 basierend auf Agora-Energiewende-Analyse
 Quelle: UBA (2021) Emissionsübersichten in den Sektoren des Bundesklimaschutzgesetzes; Agora Energiewende (2021) Abschätzung der Klimabilanz Deutschlands für das Jahr 2021; BCG-Analyse

Regulierungslücke von 28 Mrd. Euro in 2030

ABBILDUNG 7 | Akteursperspektive: Betriebswirtschaftliche Mehrkosten der Klimaschutzmaßnahmen in 2030

Mrd. €, real 2019



1. Elektrifizierung von Geräten und Prozessen in Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) 2. Inkl. Gebäudeautomation und effizientem Neubau
 3. Biokraftstoffe, treibhausgasneutrale synthetische Kraftstoffe, grüner Wasserstoff 4. In Stahl, Chemie, Zement 5. Im Verkehr: RED II, Umweltbonus, CO₂-Flottengrenzwerte, bestehende Fördermittel für alternative Antriebe und Ladeinfrastruktur; in Gebäuden: v. a. BEG-Fördermittel 6. BEHG-Preis von 80 €/t CO₂ä in 2030 7. ETS-Preis von 90 €/t CO₂ä in 2030 (für über kostenlose Zuteilungen hinausgehende Emissionen)
 Quelle: BCG-Analyse

liche Anreize unwirtschaftlich. Der Industriesektor senkt seine Emissionen im Referenzpfad bis 2030 um 17 Mt CO₂ä. Zur Zielerreichung verbleibt eine Lücke von 52 Mt CO₂ä, die relativ größte aller Sektoren.

Im Gebäudesektor wird umfangreichere Förderung die Sanierung des Bestands beschleunigen, allerdings nicht genug für eine Zielerreichung. Gleichzeitig verteuern CO₂-Preise im deutschen Emissionshandel (Brennstoffemissionshandelsgesetz, BEHG) zwar die Nutzung von Öl- und Gaskesseln, sind aber zu gering, um im Bestand den Wechsel auf andere Energieträger anzureizen. Im Referenzpfad gehen Emissionen bis 2030 um 17 Mt CO₂ä zurück. Es verbleibt eine Lücke von 39 Mt CO₂ä zum Ziel im Jahr 2030.

Die Verkehrswende hat durch Instrumente wie Kaufprämien und CO₂-Preise auf Benzin und Diesel spürbaren Aufwind bekommen. Das aktuelle Fördervolumen reicht jedoch nicht aus, um den erforderlichen Markthochlauf anzureizen. Zudem wird der Ausbau von Ladeinfrastruktur – die derzeit größte Hürde für Autokäufer – nicht ausreichend beschleunigt. Für grüne Kraftstoffe gelten in Deutschland bereits doppelt so hohe Quoten wie in der europäischen Renewable Energy Directive (RED) II. Diese reichen allerdings immer noch nicht aus, um Investitionen in zukunftsfähige Power-to-X-(PtX)-Kraftstoffe anzureizen. Im Refe-

renzpfad sinken Verkehrsemissionen bis 2030 um 47 Mt CO₂ä. Dieser Rückgang verfehlt das deutsche Sektorziel um 32 Mt CO₂ä.

Die Energiewirtschaft hat die größte absolute Ziellücke aller Sektoren. Mit dem ETS, dem Kohleausstiegsgesetz und dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) sind die wichtigsten Instrumente bereits angelegt. Jedoch reicht das aktuelle Ambitionsniveau der Instrumente für das neue gesetzlich vereinbarte Klimaschutzziel nicht aus. Außerdem scheitert schneller Klimaschutz in der deutschen Energiewirtschaft an mangelnder Umsetzungsgeschwindigkeit. Insbesondere der Zubau CO₂-ärmerer Erzeugungskapazitäten – erneuerbarer Energien und Gaskraftwerke zur Absicherung – und von Stromnetzen erfolgt nicht ausreichend ambitioniert. Obwohl Emissionen im Referenzpfad bis 2030 bereits um 93 Mt CO₂ä sinken, verbleibt eine Lücke von 57 Mt CO₂ä.

Insgesamt sinken die deutschen Gesamtemissionen im Referenzpfad, also bei angenommener Fortschreibung aktueller politischer Rahmenbedingungen, von 2019 bis 2030 um 184 Mt CO₂ä. Ohne Umsteuerungen verfehlt Deutschland sein 2030-Ziel damit um 188 Mt CO₂ä.⁴

Viele der technischen Maßnahmen zur Schließung dieser Emissionslücke führen bei den Akteuren – also handelnden Unternehmen und privaten Haushalten – zu einer betriebswirtschaftlichen Kostenlücke, die durch neue politische Instrumente geschlossen werden muss.⁵

Insgesamt belaufen sich die Mehrkosten der Klimaschutzmaßnahmen auf 41 Mrd. Euro im Jahr 2030. Zusätzlich ist für Maßnahmen, die betriebswirtschaftlichen Entscheidern bereits Nettoeinsparungen bringen, trotzdem öffentliche Steuerung erforderlich, um andere Umsetzungshürden zu überwinden – zum Beispiel einen Mangel an Infrastruktur oder hohe Anfangsinvestitionen.

Die bestehende Regulierung – zum Beispiel die CO₂-Bepreisung im BEHG, Fördermaßnahmen wie die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) sowie Kaufprämien für Fahrzeuge mit alternativen Antrieben oder ordnungsrechtliche Vorgaben wie die RED II und EU-Flottengrenzwerte – deckt von diesen 41 Mrd. Euro im Jahr 2030 lediglich 13 Mrd. Es verbleibt daher eine Regulierungslücke in Höhe von 28 Mrd. Euro, die durch neue oder ambitionierter ausgestaltete Klimaschutzinstrumente geschlossen werden muss.

Die Industrie hat eine Regulierungslücke von bis zu 11 Mrd. Euro im Jahr 2030, da sich bis auf Energieeffizienz die wenigsten Klimaschutzmaßnahmen unter bestehender Regulierung betriebswirtschaftlich rechnen. Über alle Industriezweige hinweg muss vor allem die teils erhebliche Mehrkostenlücke zwischen fossilen und erneuerbaren Technologien geschlossen werden. Darüber hinaus stehen vor allem die Grundstoffindustrien wie Stahl, Chemie und Baustoffe vor einer enormen Investitionsherausforderung. Um in diesen Industrien „Investment-Leakage“ – die Abwanderung von Neuinvestitionen ins Ausland – zu vermeiden, benötigen sie Unterstützung bei frühzeitigen Investitionsvorhaben in neue Technologien.

Im Verkehr entstehen über alle Klimaschutzmaßnahmen hinweg sogar Nettoeinsparungen von 3 Mrd. Euro im Jahr 2030. Fahrzeuge mit alternativen Antrieben werden 2030 bereits unter gegebener Regulierung Vollkostenvorteile in Höhe von 24 Mrd. Euro haben.

Hier bremsen jedoch vor allem der höhere Kaufpreis von E-Fahrzeugen und Mehrkosten im Infrastrukturaufbau einen schnelleren Umstieg bei den Antriebswechseln. Grüne Kraftstoffe verursachen insgesamt 8 Mrd. Euro Mehrkosten gegenüber fossilem Benzin und Diesel. Hier muss für Produzenten synthetischer Kraftstoffe langfristige Nachfrage- und Investitionssicherheit geschaffen werden. Nach Abzug der Wirkung bestehender Instrumente verbleibt eine Regulierungslücke im Verkehr von 13 Mrd. Euro in 2030.

Im Gebäudesektor besteht eine Regulierungslücke von 5 Mrd. Euro im Jahr 2030, vor allem durch den oft unwirtschaftlichen Wechsel zu erneuerbarer Wärme. Gebäudesanierung löst relativ geringe Mehrkosten aus, da diese annuisiert über einen Zeithorizont von rund 30 Jahren betrachtet wird. Jedoch erfordert sie erhebliche Anfangsinvestitionen, für die die bestehende Förderung noch nicht ausreicht. Darüber hinaus muss eine erhebliche Systemträgheit überwunden werden, die aus einer Mischung aus Intransparenz, hohen Investitionskosten und langen Amortisationszeiten sowie mangelndem Handlungsdruck bei vielen Eigentümern rührt. Zudem gibt es Kapazitätsbeschränkungen bei Handwerkern.

In der Energiewirtschaft müssen neben einem erheblich höheren Ambitionsniveau bei erneuerbaren Energien und Netzen vor allem beträchtliche operative Umsetzungshindernisse überwunden werden (Flächenausweisungen, Straffung von Genehmigungsverfahren, Bündelung von Kompetenzen). Außerdem sind für den Zubau neuer Gaskraftwerke und die Flexibilisierung von Stromverbrauchern neue Anreize nötig.

All das erfordert entschlossene politische Weichenstellungen in der kommenden Legislaturperiode. Übergeordnete Zielsetzung muss die volkswirtschaftlich effiziente Erreichung der gesetzlich vereinbarten Klimaschutzziele für 2030 beziehungsweise 2045 sein. Dafür müssen Maßnahmen so weit wie möglich im Einklang mit üblichen Lebensdauern und Reinvestitionszyklen angereizt werden. Verpasste Weichenstellungen in den nächsten Jahren können später nur noch zu höheren Kosten nachgeholt werden.

5

Die Umsetzung der benötigten Klimaschutzmaßnahmen ist politisch und regulatorisch komplex. Einfache Antworten greifen zu kurz. Es braucht einen breiten Instrumentenmix mit übergreifenden und sektorspezifischen Maßnahmen, der zügigen Infrastrukturaufbau durchsetzt, die Nutzung fossiler Brennstoffe effektiv verteuert, erneuerbare Technologien günstiger macht, den erheblichen Investitionsbedarf für Bürger und Unternehmen tragbar macht und entscheidende Weichen für die Treibhausgasneutralität im Jahr 2045 stellt.

Grundsätzlich stehen dem Staat mit (CO₂-)Bepreisung, Förderung und Ordnungsrecht verschiedene regulatorische Ansätze zur Verfügung. Keiner der drei ist allein sinnvoll in der Lage, die Erreichung der gesetzlich vereinbarten Klimaschutzziele volkswirtschaftlich kosteneffizient und ohne finanzielle Verwerfungen zu gewährleisten.

Es erfordert einen balancierten Mix aus verschiedenen regulatorischen Ansätzen, um die gesetzlich vereinbarten Klimaschutzziele effizient, fair und mit möglichst geringen unerwünschten Folgeeffekten für Bürger und Unternehmen zu erreichen. Dieser Mix sollte sich an tatsächlich beobachteten Hürden orientieren, die in den einzelnen Sektoren überwunden werden müssen.

Das bedeutet auch, dass eine Steuerung allein mit sektorübergreifenden Instrumenten unrealistisch ist. Die zu überwindenden Umsetzungshürden sind in jedem Sektor sehr spezifisch, und grüne Technologien sind in unterschiedlichem Reifegrad und zu sehr unterschiedlichen Vermeidungskosten verfügbar. Angesichts des bereits kurzfristig sehr hohen gesetzlich vereinbarten Klimaschutzziels müssen trotzdem sehr ambitionierte Maßnahmen in allen Sektoren gleichzeitig umgesetzt werden. Deswegen ist für eine effiziente und effektive Erreichung der gesetzlich vereinbarten Klimaschutzziele eine stark sektorspezifische politische Steuerung nötig.



Wirtschaftsprogramm für Klima und Zukunft

Zusätzliche Instrumente zu bestehender Regulierung



Industrie



Verkehr

Fossile Energieträger unattraktiver machen

EU-ETS, höhere CO₂-Bepreisung in Nicht-ETS-Sektoren (wo durchsetzbar), Ausrichtung der Energiebesteuerung an Energiegehalt und Nachhaltigkeitsgrad

Wechsel zu Strom anreizen

Entlastung der Strompreise für erneuerbare Wärmeanwendungen in Industrie und Gebäuden

Nationales Infrastrukturprogramm

Ausbau Stromnetze, Fernwärme und Schiene, Aufbau nationaler Infrastrukturen für E-Mobilität, Wasserstoff und CO₂

Nationale Biomassestrategie

Umverteilung in großtechnische Industrie- und Fernwärmanlagen (perspektivisch BECCUS), Auslauf Förderung des Einsatzes in Gebäuden und dezentraler Verstromung

Klimaschutzverträge (CCfDs)

Förderung grüner Produkte und Wärme

Förderung Lade- u. H₂-Infrastruktur

Investitionszuschüsse für Hochlauf

Investitionsförderung

für erneuerbare Industrierwärme

Kaufanreize für E-Pkw

zur Angleichung der Anschaffungskosten

Effizienzstandards und Förderung

Erhöhung und Sonderabschreibungen

CO₂-basierte Lkw-Maut

zusätzlich zu Mautbefreiung für E/H₂

Grüne Leitmärkte

zum Beispiel durch Quoten

PtX-Quoten und -Auktionen

Invest.-/Planungssicherheit im Hochlauf

Forschungs- und Innovationsagenda

Grundlagen-Klimaforschung, gezielte Investitionen in Game-Changer (Batterien, Quantencomputing ...), beschleunigte Skalierung (Hochtemperatur-Power-to-Heat, CCUS ...)

Carbon-Leakage-Schutz Zuteilungen, CBAM, Ausnahmen, Härtefallfonds, SPK

Sozialer Ausgleich

Grundsicherung, Härtefallfonds, (teilweise) Abschaffung EEG-Umlage ...

Gegenfinanzierung

Kombination aus Einsparungen, Abgaben, Steuern, Schulden – zur Finanzierung fiskalischer Belastung von bis zu 50 Mrd. Euro pro Jahr in 2030

Klima-Governance

Stärkere Bündelung und zentralere Koordination politischer Verantwortung, Monitoring von Frühindikatoren, Beschleunigung Verfahren, Kapazitäten für Länder/Kommunen ...

Gesellschaftsvertrag

Legislaturperioden überdauernder Konsens für Infrastrukturausbau, faire Verteilung der Belastungen ...

Übergreifende
Instrumente

Sektor-
spezifische
Instrumente

Forschung

Ausgleich,
Finanzierung

Politischer
Prozess



Gebäude



Energiewirtschaft

Infrastrukturplanung Kommunen
für Planungssicherheit auf allen Ebenen

Pflicht für Sanierungsfahrpläne
Gebäudespezifischer Nullemissionspfad

Modulare Gebädeförderung
für Sanierung und Energieträgerwechsel

EE-Gebot im Neubau
100 % THG-neutrale Wärme ab Einbau

Erneuerbaren-Ausbau-Offensive
Flächenquoten, schnellere Verfahren ...

Beschleunigter Netzausbau
Schnellere Verfahren auf allen Ebenen

Flexibilisierung Stromverbrauch
Digitalisierung, Marktanreize ...

Zentraler Kapazitätsmarkt
Gewährleistung Versorgungssicherheit

6

„Klimapfade 2.0“ schlägt ein Wirtschaftsprogramm für Klima und Zukunft aus rund 20 Instrumenten vor, welches den Aufbau zukunftsfähiger Infrastruktur vorantreibt, die Energie-, Verkehrs- und Wärmenetzen deutlich beschleunigt sowie den treibhausgasneutralen Umbau von Deutschlands industrieller Basis einleitet.

Ein umfassendes Klimaprogramm muss in der Lage sein, die neuen gesetzlich vereinbarten Klimaschutzziele in dieser Dekade zu erreichen und die erforderlichen Weichen für Treibhausgasneutralität in spätestens 24 Jahren zu stellen. Es muss gleichzeitig Wohlstand, Wachstum und Beschäftigung erhalten sowie größtmögliche volkswirtschaftliche Effizienz, den Schutz der Industrie und ihrer Wirtschaftsstärke sowie eine ausgewogene soziale Lastenverteilung sicherstellen – ohne dabei den Staatshaushalt übermäßig zu belasten.

Der nachfolgende Instrumentenmix versucht, diese Zielstellungen in Kombination bestmöglich zu erreichen, und stellt im Ergebnis einen balancierten Mix aus (CO₂-)Bepreisung, Förderung und Ordnungsrecht dar.

Die Nutzung fossiler Energieträger muss in allen Sektoren unattraktiver werden. Dafür sollte das ETS reformiert⁶ und ein robuster CO₂-Preis für alle Nicht-ETS-Sektoren (Verkehr, Gebäude, kleine Industrieanlagen) sichergestellt werden – idealerweise EU-weit über das „New ETS“. Zugleich sollte in Anlehnung an den jüngsten europäischen „Fit for 55“-Vorschlag von Juli 2021 eine Reform der Energiesteuer erfolgen, die nach Energiegehalt harmonisiert wird und eine Differenzierung zwischen nachhaltigen Energieträgern wie Strom, E-Fuels und Biokraftstoffen auf der einen und fossilen Energieträgern auf der anderen Seite ermöglicht.⁷

Erneuerbarer Strom ist der wichtigste Energieträger der Klimawende. In Anwendungen, die zukünftig elektrifiziert werden sollten, muss er dafür von Umlagen entlastet werden. Dies gilt für alle Wärmeanwendungen, die zukünftig direkt oder indirekt elektrifiziert werden sollen.

Die Klimawende erfordert in dieser Dekade ein historisches Infrastrukturprogramm. Es stehen massive Investitionen in Stromnetze, Schiene und Fernwärme an; außerdem müssen vollständig neue Infrastrukturen für E-Mobilität, Wasserstoff und CO₂ geschaffen werden.

Nachhaltige Biomasse ist eine begrenzte Ressource. Aus diesem Grund ist eine Strategie erforderlich, die sie in denjenigen Sektoren priorisiert, in denen sie am effizientesten genutzt werden und langfristig zur Erzeugung der nach 2045 erforderlichen negativen Emissionen beitragen kann – vor allem in großtechnischen Anlagen der Industrie und Fernwärme.

In der Industrie ist vor allem viel mehr öffentliche Anschubförderung erforderlich. Adäquate Förderprogramme und Klimaschutzverträge (Carbon Contracts for Difference, CCfDs) sollten Unternehmen beim Bau und Betrieb treibhausgasneutraler Anlagen unterstützen. Mittelfristig kann ein Teil davon durch die Schaffung grüner Leitmärkte abgelöst werden, zum Beispiel durch Quoten für zunehmend grünen Stahl und Zement. Darüber hinaus macht eine Umlagenbefreiung beim Strompreis den Umstieg auf Power-to-Heat im Betrieb für die Mehrheit der Unternehmen in den meisten Szenarien wirtschaftlich.

Im Verkehr sollte der Staat den nötigen Infrastrukturaufbau umfangreich fördern und mit einer Weiterführung bestehender Kaufanreize für Batterie-Pkw deren Anschaffungskostennachteil überwinden. Im Güterverkehr würde die Einführung einer antriebsorientierten CO₂-basierten Lkw-Maut in Kombination mit deutlich teureren Dieselmotoren⁸ den Antriebswechsel erheblich beschleunigen. Um Produzenten von PtX-Kraftstoffen Investitionssicherheit zu geben, ist einerseits die Schaffung eines verlässlichen Marktes über technologiespezifische Quoten und flankierend ein öffentlicher Doppelauktionsmechanismus nötig.

Die Schwerfälligkeit im Gebäudesektor zu überwinden, wird vor allem viel öffentliche Förderung, aber auch erheblich mehr Transparenz und Druck erfordern. Die verpflichtende Erstellung von Sanierungsfahrplänen würde Gebäudebesitzern Transparenz über nötige Maßnahmen und bereitstehende Fördermittel schaffen. Ein großzügiges modulares Förderprogramm würde ihnen helfen, den Investitionsberg zu überwinden. In der Gebäudewärme machen eine Belastung

fossiler Energieträger und eine Entlastung von Strom erneuerbare Wärmeträger attraktiver. Trotzdem sollte in Neubauten zeitnah ein Gebot zum Einbau vollständig erneuerbarer Wärmelösungen gelten, die dort bereits wirtschaftlich sind. Ähnliche „Backstop“-Lösungen könnten später als letztes Mittel auch im Bestand erforderlich sein, wenn Akteure nicht ausreichend auf Preissignale und Förderangebote reagieren.

Die Zielerreichung in der Energiewirtschaft erfordert auf mehreren Ebenen einen Paradigmenwechsel. Zunächst benötigt Deutschland eine nationale Erneuerbare-Energien-Offensive – mit bundesweit verpflichtenden Flächenquoten für Wind und Photovoltaik (PV), erheblich höheren EEG-Ausschreibungsvolumina sowie einer deutlich beschleunigten Planungs-, Genehmigungs- und Einspruchspraxis. Auch Verfahren zur Planung und Genehmigung für Stromübertragungsnetze müssen erheblich beschleunigt werden und sollten am langfristigen Bedarf ausgerichtet sein.⁹ Um den Zubau neuer „H₂-ready“ Gaskraftwerke anzureizen, ist die Schaffung eines zentralen Kapazitätsmechanismus erforderlich. Außerdem müssen ein regulatorischer

Rahmen für die Digitalisierung der Verteilnetze sowie marktwirtschaftliche Anreize für die Flexibilisierung von Verbrauchern geschaffen werden. Unabhängig davon wird das vorzeitige Auslaufen der Kohleverstromung den Transformationsdruck der betroffenen Regionen deutlich erhöhen. Daher sollte sich die Politik um eine soziale Abfederung bemühen.

Des Weiteren kann die Erreichung von Nullemissionen bis 2045 noch durch schnellere Entwicklung und Skalierung der nächsten Generation grüner Technologien erleichtert werden. Zusätzlich zu einer technologie-offenen Grundlagenforschung sollte Deutschland dafür seine nationale Innovationsagenda auf den Hochlauf der vielversprechendsten grünen Technologien fokussieren sowie gezielt potenzielle „Game-Changer“ erforschen.



7

Durch steigende CO₂-, Energie- und Materialkosten entstehen Unternehmen im Jahr 2030 dabei etwa 15 bis 23 Mrd. Euro Mehrbelastungen.² Zum Erhalt industrieller Wettbewerbsfähigkeit sind daher verlässliche Ausgleichsinstrumente für besonders betroffene Branchen erforderlich.

Eine ganzheitliche Klima- und Industriepolitik muss nicht nur Emissionen reduzieren, sondern gleichzeitig unfaire Wettbewerbsnachteile für die eigene Industrie vermeiden, die zu einer Abwanderung von Produktion (Carbon-Leakage) oder Investitionsaktivität (Investment-Leakage) ins Ausland führen. Beides würde im Ausland im Vergleich eher höhere Emissionen erzeugen und wäre damit schädlich für das Klima. Um dies zu verhindern, müssen einerseits grüne Neuanlagen international wettbewerbsfähig werden, andererseits müssen emittierende Altanlagen auf dem Weg zur Treibhausgasneutralität vor wettbewerbskritischen Belastungen geschützt werden.

Um grüne Investitionen zu schützen, sollte der Staat die Transformation der Industrie wie schon zuvor beschrieben aktiv regulatorisch unterstützen. Dabei kommen auf Unternehmen mit Bestandsanlagen durch steigende ETS-, BEHG-, Strom- und Materialpreise Mehrbelastungen von 15 bis 23 Mrd. Euro im Jahr 2030 zu, abhängig vom CO₂-Preis. Diese sind besonders für emissions- und stromintensive Industrien wettbewerbskritisch. Zur Begrenzung von Wettbewerbsnachteilen für die deutsche Industrie und um Unternehmen nicht das für die Transformation benötigte Kapital zu entziehen, sollten daher gezielte Ausgleichsinstrumente auf den Weg gebracht werden.

Zum Schutz der ETS-Industrien sollte das System der kostenlosen Zuteilungen von Zertifikaten fortgeführt und weiterentwickelt werden, bis eine wirksame Alternative verfügbar ist. Solch eine Alternative könnte perspektivisch ein wirksam ausgestalteter, EU-weit geltender CO₂-Grenzausgleich (Carbon Border Adjustment Mechanism, CBAM) sein. Hierzu ist eine Erprobung und Weiterentwicklung des gegenwärtig diskutierten Vorschlags notwendig. Es sollte außerdem ein Ausgleich für Exporte geschaffen, Wettbewerbsnachteile insbesondere bei Weiterverarbeitern CO₂-intensiver Materialien durch eine Ausweitung auf weitere Sektoren und Zwischenprodukte vorgebeugt sowie das Risiko von Missbrauch durch eine zuverlässige Nachweisführung des CO₂-Fußabdrucks von Industriegütern reduziert werden.

Unternehmen in Nicht-ETS-Industrien können durch CO₂-Preise im BEHG innereuropäische Wettbewerbsnachteile erleiden, daher ist ein wirksamer Carbon-Leakage-Schutz zum Erhalt der Wettbewerbsfähigkeit von BEHG-Industrien erforderlich. Die Bundesregierung sollte aus diesem Grund auf eine Ausweitung des europäischen „New ETS“ auf Nicht-ETS-Industrien hinwirken oder einzelnen Sektoren die Möglichkeit zum freiwilligen Wechsel in das ETS eröffnen. Alternativ wäre dauerhaft ein robuster Carbon-Leakage-Schutz im nationalen Emissionshandel nötig.¹⁰ Zur Vermeidung unverhältnismäßiger Belastungen ist außerdem ein CO₂-Kostenlimit als Anteil der Bruttowertschöpfung über einen Härtefallfonds denkbar, außerdem ließen sich Unternehmen durch staatliche Zuschüsse zu Übertragungsnetzentgelten entlasten.

Stromintensive Unternehmen in Industrien wie Aluminium, Zink, Kupfer und Elektro Stahl sehen sich durch steigende Stromkosten infolge des Auslaufens der Kernenergie und Kohleverstromung dem Risiko eines Produktionskostenanstiegs im bis zu zweistelligen Prozentbereich gegenüber. Insbesondere sehr stromintensive Industrien wie Aluminium und Zink gehören potenziell zu den am schwersten von der Transformation getroffenen Unternehmen. Teilweise Abhilfe schaffen könnte sowohl eine Erhöhung der Planungssicherheit durch die Zusammenfassung bestehender Ausnahmebestände in ein einziges Instrument („Supercap“) als auch die Übertragung der Strompreiskompensation auf direkte Strombezugsverträge für erneuerbare Energien (Power Purchase Agreements, PPAs). Es verbleibt dennoch ein signifikantes Strompreisrisiko, das durch EU-beihilferechtskonforme Instrumente derzeit nicht adressierbar ist.

Auch das Materialkostenrisiko für Weiterverarbeiter (zum Beispiel Gießereien) ist schwierig bei den betroffenen Unternehmen selbst zu adressieren. Zumindest bis ein wirksamer CBAM auch für solche Produkte besteht, sollten Materialkostenrisiken in der Vorkette adressiert werden (zum Beispiel durch Förderinstrumente bei Stahlproduzenten).

8

Die Umsetzung dieses Programms wird im Jahr 2030 zu 20 bis 30 Mrd. Euro Mehrbelastungen für private Haushalte führen, die nicht auf emissionsarme Technologien wechseln (können). Um eine faire Lastenverteilung sicherzustellen, sind daher soziale Ausgleichsmaßnahmen nötig.

Effektive Regulierung für den Klimaschutz wird auch bei privaten Haushalten zu spürbaren Mehrbelastungen führen. Betroffen sind vor allem diejenigen, die nicht zu grünen Technologien wechseln (können), da sie nicht von öffentlichen Fördermaßnahmen profitieren – aber von steigenden CO₂- und Strompreisen betroffen sind. Im Jahr 2030 hätten private Haushalte, die nicht zu grünen Technologien wechseln, Mehrbelastungen von 20 bis 30 Mrd. Euro zu tragen. Private Haushalte, die wechseln, stünden finanziell besser da.

Von diesen Mehrbelastungen wären besonders private Haushalte mit geringem Einkommen betroffen, da sie einen höheren Einkommensanteil für Strom und Heizung aufwenden müssen (gleichzeitig jedoch einen

geringeren Einkommensanteil für Mobilität). Sie werden durch die Maßnahmen mit 1,5 bis 2,3 Prozent ihres Haushaltseinkommens zusätzlich belastet, das „obere Drittel“ lediglich mit 1,1 bis 1,7 Prozent.

Mehrbelastungen sollten im Sinne einer fairen Lastenverteilung durch soziale Ausgleichsmaßnahmen abgedeckt werden – Beispiele sind eine staatliche Kofinanzierung des Netzausbaus, die Abschaffung der EEG-Umlage oder eine Erhöhung niedriger Einkommen innerhalb und außerhalb der Grundsicherung.

Bereits gesetzlich angelegt ist eine staatliche Kofinanzierung des Übertragungsnetzausbaus, analog § 24a Absatz 2 des Energiewirtschaftsgesetzes (EnWG).

Klimaprogramm belastet vor allem Nutzer nicht grüner Technologien

ABBILDUNG 9 | Mehrbelastungen durch Klimaprogramm für Unternehmen und private Haushalte in 2030

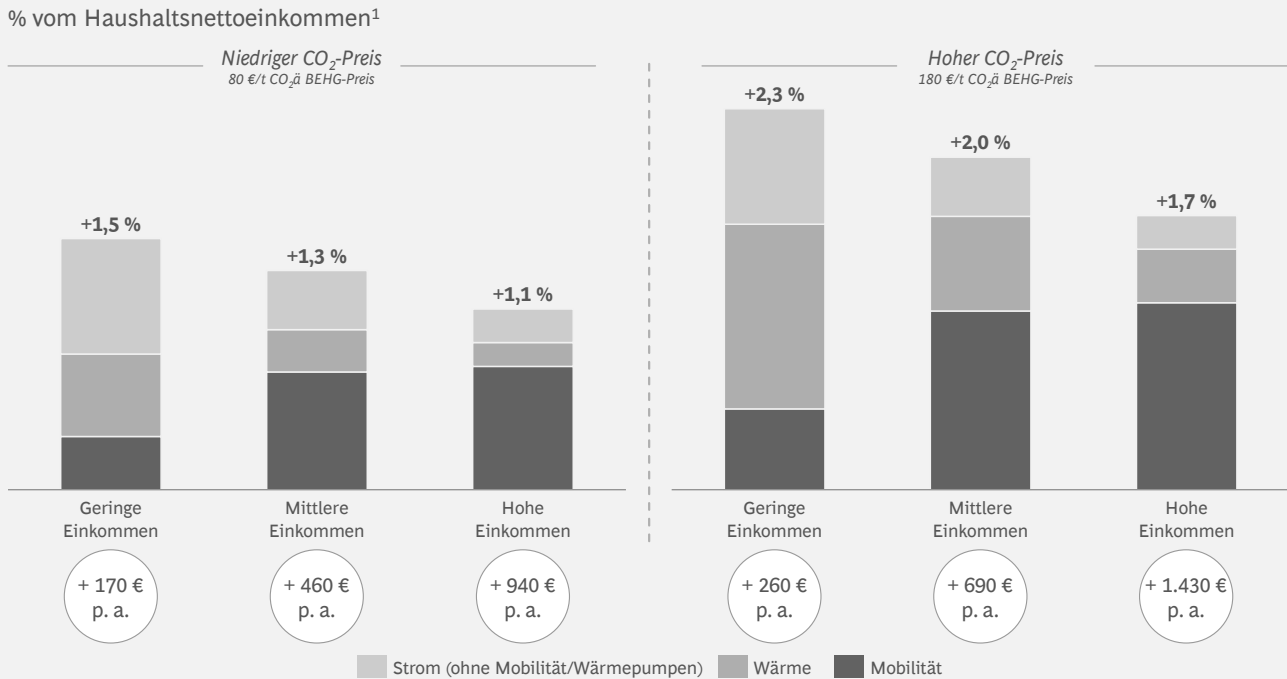
Mrd. €, real 2019



Anmerkung: Unternehmen beinhalten insbesondere Industrie, GHD sowie Güterverkehr; Nettomehrbelastungen für „wechselnde“ Unternehmen hier dargestellt nach Verrechnung von 3 Mrd. € Einsparungen im Güterverkehr
Quelle: BCG-Analyse

Mehrbelastungen von privaten Haushalten in Höhe von bis zu 2,3 Prozent

ABBILDUNG 10 | Mehrbelastungen von privaten Haushalten, die „nicht wechseln“, 2030



1. Mehrbelastungen „nicht wechselnder“ privater Haushalte (20 Mrd. € bei niedrigem CO₂-Preis, 30 Mrd. € bei hohem CO₂-Preis) in jeder Kategorie (Strom/Wärme/Mobilität) anteilig an heutigen Belastungen über alle Einkommensgruppen verteilt
 Anmerkung: Haushaltsnettoeinkommen klassifiziert als gering (unter 1.300 €/Monat), mittel (1.300 – 5.000 €/Monat) und hoch (über 5.000 €/Monat); jährliche Mehrbelastungen real 2019
 Quelle: Destatis (2020) *Wirtschaftsrechnungen*; BCG-Analyse

Diese Regelung würde Industrie und private Haushalte um jeweils etwa 1 Mrd. Euro entlasten.

Die Abschaffung der EEG-Umlage – auch über die in „Klimapfade 2.0“ vorgeschlagenen Ausnahmetatbestände für Dekarbonisierungstechnologien hinaus – würde alle Einkommensgruppen entsprechend dem Stromverbrauch um insgesamt 6 Mrd. Euro im Jahr 2030 entlasten. Dazu kämen breite Entlastungen für Gewerbe- und Industrieunternehmen in Höhe von 14 Mrd. Euro. Neben der Entlastungswirkung würde eine pauschale Abschaffung bei Unternehmen mit Ausnahmetatbeständen erhebliche regulatorische Risiken reduzieren, durch den Entfall zahlreicher Melde- und Mitteilungspflichten zum Bürokratieabbau beitragen sowie bei der Bevölkerung höhere gesellschaftliche Akzeptanz für die Energiewende schaffen. Allerdings bestünde das Risiko geringerer Anreize für Effizienzinvestitionen.¹¹

Die Erhöhung der Bezüge für Empfänger von Arbeitslosengeld oder gesetzlichem Sozialgeld sowie Rentenbeziehern stellt eine gezielte Entlastung für die am meisten belasteten privaten Haushalte dar. Zusätzlich könnten Menschen mit niedrigem Einkommen außerhalb der Grundsicherung durch einen Härtefallfonds oder durch eine entsprechende Erhöhung des gesetz-

lichen Mindestlohns entlastet werden. Eine Entlastung dieser Gruppen um jährlich etwa 225 Euro pro Kopf würde private Haushalte in Summe absolut um den gleichen Betrag entlasten wie die Abschaffung der EEG-Umlage (6 Mrd. Euro).

Im Falle höherer CO₂-Preise (Beispiel der referenzierten Studie: 180 Euro pro Tonne in 2030) entstehen für private Haushalte und Unternehmen Mehrbelastungen, die eine Kombination der zuvor beschriebenen Entlastungshebel erforderlich machen.¹²

Bei niedrigen CO₂-Preisen hingegen (Beispiel in der referenzierten Studie: 80 Euro pro Tonne in 2030) erscheint ein gezielter Ausgleich für private Haushalte mit niedrigem Einkommen als ausreichend. Entstehende Belastungen in Unternehmen könnten bei niedrigen CO₂-Preisen neben den im vorigen Abschnitt genannten Maßnahmen zum Erhalt der industriellen Wettbewerbsfähigkeit über die staatliche Übertragungsnetz-Kofinanzierung und einen Härtefallfonds adressiert werden.

In jedem Fall sollte sozialer Ausgleich möglichst graduell in relativem Gleichschritt mit der Entwicklung tatsächlich durch eine CO₂-Bepreisung entstehender Belastungen erfolgen.

9

Die staatliche Unterstützung der Transformation und der Ausgleich entstehender Belastungen für private Haushalte und Unternehmen werden im Jahr 2030 47 bis 50 Mrd. Euro zusätzliche Ausgaben der öffentlichen Hand erfordern, zwischen 2021 und 2030 insgesamt 230 bis 280 Mrd. Euro. Diese müssen mit Einsparungen im Bundeshaushalt, Abgaben, Steuern oder Schulden finanziert werden.

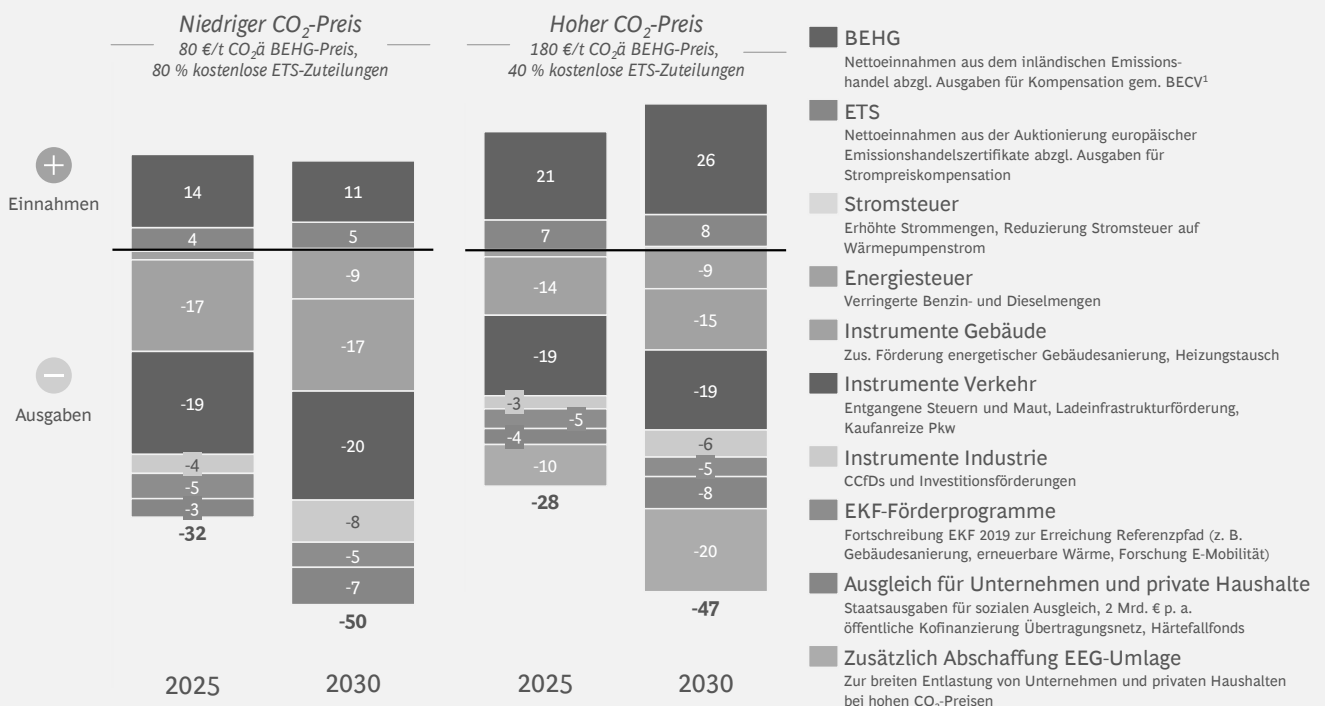
Durch die Umsetzung des skizzierten Klimaprogramms entsteht der öffentlichen Hand im Jahr 2030 ein Finanzierungsbedarf von rund 47 bis 50 Mrd. Euro. Die Anreizschaffung der Verkehrswende schlägt dabei mit etwa 20 Mrd. Euro zu Buche¹³; für Fördermaßnahmen in Gebäuden sind 15 bis 17 Mrd. Euro nötig und für die Industrie 6 bis 8 Mrd. Euro. Außerdem gehen Energiesteuereinnahmen um etwa 9 Mrd. Euro zurück. Diesen Belastungen stehen neue Einnahmen aus der CO₂-Bepreisung von 16 bis 34 Mrd. Euro gegenüber, abhängig vom CO₂-Preis. Umgekehrt entsteht ein unterschiedlich hoher Entlastungsbedarf.

Die absolute Höhe der fiskalischen Belastungen ist vom CO₂-Preis vergleichsweise unabhängig. Zwar erzielt die öffentliche Hand bei höheren CO₂-Preisen mehr Einnahmen und muss einen niedrigeren Förderbedarf bedienen, gleichzeitig muss sie jedoch höhere Mehrkosten durch Entlastungsmaßnahmen tragen. Tendenziell entlasten höhere CO₂-Preise den fiskalischen Finanzierungsbedarf allerdings.

47 bis 50 Mrd. Euro fiskalische Belastung in 2030

ABBILDUNG 11 | Fiskalische Bilanz für Klimaschutz 2025 und 2030

Mrd. €, real 2019



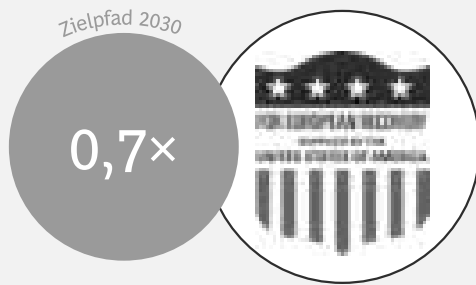
1. BEHG-Carbon-Leakage-Verordnung

Anmerkung: CO₂-Preise nominal dargestellt, Rechnung erfolgt auf realer Basis, Mehrwertsteuereffekte sind berücksichtigt

Quelle: BMF (2020) *EKF-Bericht*; BCG-Analyse

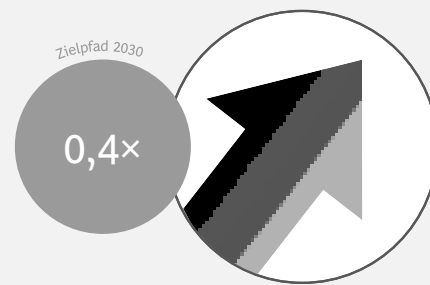
Ausgaben für Klimaschutz historisch, aber nicht ohne Beispiel

ABBILDUNG 12 | Größenordnung jährlicher Staatsausgaben für Klimaschutz



Marshall-Plan 1948 – 1951

- Zielpfad benötigt 2021 – 2030 kumuliert ~ 330 Mrd. € staatliche Förderungen, jährlich ~ 0,9 % des BIP
- Marshall-Plan stellte 1948 – 1951 kumuliert ~ 1,9 Mrd. € Investitionshilfen bereit, jährlich ~ 1,3 % des damaligen BIP¹



Aufschwung Ost 1990 – 2003

- Zielpfad umfasst 2021 – 2030 kumuliert ~ 470 Mrd. € staatliche Förderungen und Ausgleich für private Haushalte und Unternehmen², jährlich ~ 1,3 % des BIP
- Aufschwung Ost umfasste 1990 – 2003 kumuliert ~ 950 Mrd. € Nettotransferleistungen, jährlich ~ 3,6 % des damaligen BIP³

1. Der Marshall-Plan zahlte an Deutschland von 1948 bis 1951 umgerechnet 1,9 Mrd. € bei einem durchschnittlichen damaligen deutschen BIP von umgerechnet 50 Mrd. € aus 2. Gleitende Abschaffung der EEG-Umlage bis 2030 entsprechend CO₂-Preis-Hochlauf auf 180 €/t CO₂ä 3. Aufschwung Ost = 250 Mrd. € Aufbauhilfen, 950 Mrd. € gesamte Nettotransferleistungen zwischen 1990 und 2003 bei einem durchschnittlichen damaligen deutschen BIP von 1.900 Mrd. € Anmerkung: Zielpfad 2030 bei 180 €/t CO₂ä (nominal) BEHG-Preis dargestellt (bei 80 €/t CO₂ä [nominal]): 370 Mrd. € staatliche Förderungen, 410 Mrd. € staatliche Förderungen und Ausgleich), Rechnung erfolgt auf realer 2019-Basis inkl. Energie- und Klimafonds, BIP Deutschland 2021 bis 2030 durchschnittlich 3.700 Mrd. € Quelle: Destatis (2021) *Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen*; IWH (2004) *Transferleistungen für die neuen Länder – eine Begriffsbestimmung*; KfW (2017) *70 Jahre Marshallplan – Startkapital für die KfW*; BCG-Analyse

Zwischen 2021 und 2030 betragen die fiskalischen Nettobelastungen durch das Klimaprogramm kumuliert 230 bis 280 Mrd. Euro – je nach CO₂-Preis. Diese setzen sich aus kumulierten Ausgaben zur Förderung der CO₂-Maßnahmen in Höhe von 330 bis 370 Mrd. Euro sowie Ausgleichsmaßnahmen für private Haushalte und Unternehmen in Höhe von 40 bis 140 Mrd. Euro zusammen, denen Einnahmen aus einer CO₂-Bepreisung von 130 bis 240 Mrd. Euro gegenüberstehen.

Ein öffentliches Ausgabenprogramm in dieser Größenordnung wäre historisch, aber nicht ohne Beispiel. Das öffentliche Fördervolumen für Klimaschutz in Höhe von etwa 0,9 Prozent des deutschen BIP liegt beispielsweise in der Größenordnung der Aufbauhilfen des Marshall-Planes (1,9 Mrd. Euro Investitionshilfen zwischen 1948 und 1951, jährlich rund 1,3 Prozent des damaligen deutschen BIP). Die gesamten Ausgaben für Förderung und Ausgleich in Höhe von etwa 1,3 Prozent des deutschen BIP bleiben allerdings hinter denen des Aufbau Ost zurück (950 Mrd. Euro Nettotransferleistungen zwischen 1990 und 2003, jährlich etwa 3,6 Prozent des damaligen deutschen BIP).

Diese Ausgaben für Klimaschutz müssen im Haushalt gegenfinanziert werden. Das kann grundsätzlich in Form einer Umschichtung im bestehenden Haushaltsrahmen, neuer oder höherer Besteuerung (Beispiel: Mehrwertsteuer), neuer oder höherer Abgaben (Beispiel: Konsumabgabe für stahl- oder kunststoffintensive Produkte) oder neuer Schuldenaufnahme (Beispiel: Generationenfonds) erfolgen. Nur teilweise ist eine Gegenfinanzierung von Klimaschutzmaßnahmen innerhalb der einzelnen Sektoren möglich.

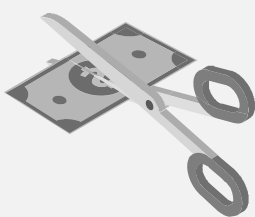
Das mögliche Aufkommen einer Auswahl unterschiedlicher denkbarer Finanzierungshebel ist in der folgenden Abbildung beispielhaft dargestellt. Insgesamt gibt es keinen Lösungsansatz, der frei von Kontroversen wäre. Daher ist eine gesellschaftliche Debatte um eine gerechte, tragbare und akzeptable Lastenverteilung unabdingbar.



Vier mögliche Hebel zur Finanzierung des Klimaprogramms

ABBILDUNG 13 | Beispielhafter Optionenraum der Finanzierung fiskalischer Belastungen in 2030

Illustrative Betrachtung der Größenordnung; Beispiele stellen keine Empfehlung dar



Einsparungen

Beispiel: Teilumwidmung des Staatshaushalts i. H. v. ~ 2 % des Haushalts exklusive Arbeit und Soziales¹ kann ~ 5 Mrd. € Finanzierung freistellen



Abgaben

Beispiel: Klimaabgabe auf den Endverbrauch von Stahl, Zement und kunststoffintensiven Produkten i. H. v. ~ 20 % auf 2019-Grundstoffpreise² kann zu ~ 6 Mrd. € Finanzierung führen



Steuern

Beispiel: Erhöhung der Mehrwertsteuer um 1 Prozentpunkt auf 20 % Regelsatz und 8 % ermäßigten Steuersatz mit Potenzial³ für ~ 12 Mrd. € zusätzliche Finanzierung



Schulden

Beispiel: Generationenfonds durch eine jährliche Neuverschuldung i. H. v. ~ 0,5 % des BIP⁴ kann zur Finanzierung von ~ 20 Mrd. € dienen

1. Bundeshaushaltsplan 2021 i. H. v. 323 Mrd. € exkl. Arbeit und Soziales sowie Bundesschuld 2. Zum Beispiel ~ 90 €/t Stahl auf ~ 44 Mt Stahl in 2030, ~ 30 €/t Zement auf ~ 33 Mt Zement in 2030 und ~ 180 €/t Plastikverpackungen auf ~ 5 Mt Plastikverpackungen in 2030 3. Basierend auf 183 Mrd. € Mehrwertsteuereinnahmen in 2019 4. Auf Grundlage von ~ 3.900 Mrd. € BIP in 2030. Zum Vergleich: Die Neuverschuldung Deutschlands im Jahr 2020 betrug 92 Mrd. € unter der Schuldenbremse zzgl. 184 Mrd. € Corona-bedingter Neuverschuldung

Anmerkung: Angabe in € real 2019

Quelle: Bundesregierung (2020) *Bundeshaushalt 2021*; Destatis (2021) *Umsatzsteuerstatistik*; IWD (2021) *Corona-Verschuldung ist tragbar*; BCG-Analyse

10

Diese nationale Anstrengung wird nur dann einen wesentlichen Einfluss auf das Weltklima haben, wenn sie international Nachahmer und Partner findet. Umso mehr sollte Deutschland sich stärker für eine europäisch und international abgestimmte Klimapolitik einsetzen. Zudem sollte Deutschland auf eine deutlich offenere Ausgestaltung des EU-Beihilferechts hinwirken, die die öffentliche Unterstützung der Transformation ermöglicht.

Erfolgreicher Klimaschutz erfordert erhebliche Anstrengungen auf globaler Ebene. Deutschland kann durch eine wirtschaftlich erfolgreiche Transformation zu einem klimaneutralen Industrieland eine positive Multiplikatorwirkung entfalten. Andererseits würden negative wirtschaftliche Auswirkungen nicht nur Akzeptanz und Umsetzbarkeit in Deutschland gefährden, sondern könnten auch in anderen Ländern abschreckend wirken.

Je größer der internationale Konsens und die Vergleichbarkeit politischer Klimaschutzinstrumente in anderen Ländern – insbesondere in den G20 –, desto geringer die Risiken negativer wirtschaftlicher Auswirkungen eines ambitionierten Handelns für Deutschland. Gleichzeitig würde ein globaler Klimaschutzkonsens auch die Exportchancen deutscher Unternehmen für effiziente und treibhausgasneutrale Technologien erhöhen und die Notwendigkeit für fiskalisch belastende Ausgleichsmaßnahmen verringern.

Um die wirtschaftlichen Risiken einer ambitionierten deutschen Klimapolitik zu reduzieren, sollte eine deutsche „Klima-Außenpolitik“ daher noch wesentlich stärker auf global koordinierte Anstrengungen hinwirken, um international mehr Nachahmer zu finden. Das von der Bundesregierung skizzierte Konzept eines „Klimacubs“ mit hohen, freiwilligen Mindestambitionsniveaus und abgestimmter Regulierung sollte daher konsequent und möglichst breit vorangetrieben werden – mit dem mittelfristigen Ziel vergleichbarer Ambitionen und CO₂-Preissignale zumindest der größten Emittenten unter den G20. Dies würde gleichzeitig deutschen Unternehmen größere Exportchancen in grünen Technologien eröffnen.

Parallel sollte eine europäische Klima-Governance – die Integration und Koordination aller relevanten Akteure – weiter gestärkt werden. Mit den neuen europäischen Klimaschutzzielen ist auch außerhalb Deutschlands eine erhebliche Erhöhung der Klimaschutzambitionen erforderlich.

Dafür müssen sich einerseits Ziele im europäischen „Effort-Sharing“-Mechanismus tendenziell einander angleichen, andererseits erfordert es einen Ausbau europäischer Koordination. Um eine dauerhaft vor allem nationale Steuerung und das damit verbundene Risiko von Verzerrungen im EU-Binnenmarkt zu vermeiden, sollten daher, wo möglich, Instrumente auf europäischer Ebene gestärkt werden. Zum Beispiel birgt die unilaterale Belastung von Nicht-ETS-Unternehmen im BEHG das Risiko innereuropäischer Wettbewerbsverzerrungen. Um das zu vermeiden, sollte entweder das „New ETS“ auf bisherige Nicht-ETS-Industrien ausgeweitet oder weitere Sektoren sollten in das ETS überführt werden. Auch Verzerrungen durch einen nationalen CO₂-Preis in anderen Sektoren sind idealerweise gering zu halten. Der CO₂-Preis im „New ETS“ sollte daher möglichst ambitioniert ausgestaltet werden – idealerweise analog zum avisierten deutschen BEHG-Preisfad.

Voraussetzung für viele der im Programm definierten Maßnahmen ist die Sicherstellung der Vereinbarkeit des EU-Beihilferechts mit zentralen nationalen Klimaschutzinstrumenten – zum Beispiel der sofortigen EEG-Umlagen-Befreiung für strombasierte Anwendungen zur Wärmeerzeugung, Ausgleichsmaßnahmen zum Erhalt industrieller Wettbewerbsfähigkeit oder Klimaschutzverträgen für Prozessindustrien. Aus diesem Grund sollte sich Deutschland auf europäischer Ebene für eine Ausgestaltung des EU-Beihilferechts einsetzen, die während der Transformation öffentliche Unterstützung für Investitionen und den Betrieb von Klimaschutztechnologien ermöglicht sowie notwendige Entlastungen von klimaschutzbedingten Mehrkosten absichert.

11

Um Deutschland auf den schmalen Pfad in Richtung Treibhausgasneutralität zu navigieren, muss die nächste Bundesregierung sehr schnell sehr viele Weichen stellen. Dafür benötigt Deutschland sowohl eine effektivere und besser koordinierte politische Steuerung auf Bundes- und Landesebene als auch eine erhebliche Beschleunigung von Planungs- und Genehmigungsverfahren.

Die Erreichung der gesetzlich vereinbarten Klimaschutzziele erfordert ab sofort zahlreiche und koordinierte Maßnahmen, die alle Bereiche unserer Gesellschaft und Wirtschaft berühren werden. Dafür müssen politische und administrative Strukturen auf Bundes- und Landesebene handlungsfähiger gestaltet sowie effizienter mit den europäischen Prozessen und Institutionen verzahnt werden.

Die zügige Umsetzung der Vielzahl von anstehenden Gesetzgebungsvorhaben setzt effiziente Entscheidungsstrukturen innerhalb der Bundesregierung voraus. Derzeit erfolgt die Koordinierung über das mit sieben beteiligten Ministern fragmentierte Klimakabinett. Eine deutlich stärkere Koordinierung wichtiger Zuständigkeiten ist anzustreben. Klimaschutz sollte „Chefsache“ werden – zum Beispiel über verbindliche Vorgaben im Rahmen der zentralen Richtlinienkompetenz des Bundeskanzleramtes.

Ein permanentes Monitoring von Frühindikatoren wie der Sanierungsrate oder dem Ausbau erneuerbarer Energien würde bei Fehlentwicklungen erheblich früheres Gegensteuern erlauben als die derzeitige Ex-post-Bewertung der Emissionen des Vorjahres.

Des Weiteren ist eine fundamentale Umsetzungsbeschleunigung vieler Maßnahmen erforderlich. In dieser Dekade müssen erhebliche Investitionen unter anderem in Energieinfrastrukturen, erneuerbare Stromerzeugung, Gaskraftwerke, Schienennetze und Industrieanlagen erfolgen. Dazu bedarf es einer sehr tiefgreifenden regulativen Entschlackung, Verkürzung und Beschleunigung der Planungs- und Genehmigungsverfahren einschließlich der Rechtsschutzverfahren. Auch auf administrativer Ebene sollten Kompetenzen erheblich stärker gebündelt und eine stärkere Zentralisierung von Verantwortlichkeiten angestrebt werden. Zudem sind für entscheidende Themen stärker standardisierte und digitale Prozesse sowie eine bessere personelle Ausstattung von Behörden in Ländern und Kommunen nötig.



12

Die Erreichung der gesetzlich vereinbarten Klimaschutzziele ist eine gesamtgesellschaftliche Mammutaufgabe. Sie erfordert bereits in den ersten Monaten der neuen Legislaturperiode sofortige Umsteuerungen. Gleichzeitig bietet eine erfolgreiche Umsetzung des hier beschriebenen umfassenden Modernisierungsprogramms eine historische Chance, Deutschland zu einem klimaneutralen Industrieland zu transformieren, einen ambitionierten Beitrag zur Begrenzung der Auswirkungen des Klimawandels zu leisten und damit den Wohlstand dieser und kommender Generationen zu sichern.

Deutschland steht vor einem der größten Transformationsprojekte seiner Nachkriegsgeschichte. Dafür müssen politische Entscheidungsträger in den kommenden vier Jahren die entscheidenden Weichen stellen.

Bis 2030 sind weniger als neun Jahre Zeit – viele Maßnahmen müssen deswegen extrem schnell entwickelt und umgesetzt werden. Aus diesem Grund sollte die nächste Bundesregierung bereits in den ersten Monaten ein umfassendes Klimaprogramm mit den wichtigsten Regulierungsmaßnahmen auf den Weg bringen, das in allen Sektoren erheblich stärkere Anreize für klimaneutrale Investitionen setzt.

Der anstehende Veränderungsprozess wird mehr als zwei Dekaden umfassen. Umfang, Dauer und Geschwindigkeit sowie die faire Verteilung der Kosten und Lasten dieser Transformation erfordern eine breite und dauerhafte gesellschaftliche Legitimierung – diese muss über Legislaturperioden und wechselnde Mehrheitsverhältnisse in Bundestag und Bundesrat hinweg geschaffen werden. Für zentrale gesellschaftliche Güterabwägungen wie die Lastenverteilung zwischen heutigen Gesellschaftsgruppen und zukünftigen Generationen oder die Beschleunigung des erforderlichen Infrastrukturaufbaus sollte daher ein breiter und legislaturperiodenübergreifender Konsens angestrebt werden.

Gleichzeitig eröffnet die Transformation Deutschland neue Quellen für zukünftiges wirtschaftliches Wachstum. Sie erfordert ein historisches Modernisierungs- und Infrastrukturprogramm. Die Abhängigkeit von Energieimporten nimmt deutlich ab, außerdem können deutsche Exporteure Chancen in rasant wachsenden globalen Märkten für Klimaschutztechnologien erschließen.

Mehr als alles andere braucht Deutschland daher eine positive Zukunftsvision. Insgesamt ist eine erfolgreich umgesetzte Klimawende für Deutschland trotz aller Anstrengungen eine historische Chance. Sie bietet die Gelegenheit zur Erneuerung unserer Volkswirtschaft, Infrastruktur und industriellen Basis – und somit die Grundlage für ein erfolgreiches, klimaneutrales Industrieland im 21. Jahrhundert. Damit leistet Deutschland einen ambitionierten Beitrag zum globalen Klimaschutz – und legt gleichzeitig die Grundlage für zukünftigen Wohlstand der aktuellen und kommenden Generationen.

Fußnoten

1. Der Referenzpfad weist die Entwicklung der Treibhausgasemissionen unter derzeitigen Rahmenbedingungen und bestehenden Anstrengungen aus. Darauf aufbauend beschreibt der Zielpfad die technischen Maßnahmen, mit welchen nach heutigem Stand eine kosteneffiziente und technologisch abbildbare Erreichung der gesetzlich vereinbarten Klimaschutzziele möglich wäre.
2. Die Studie „Klimapfade 2.0 – ein Wirtschaftsprogramm für Klima und Zukunft“ definiert Mehrbelastungen und Mehrkosten als jährlich wiederkehrende Größen. Diese entstehen folglich prinzipiell in jedem einzelnen Jahr – aufgrund des Fokus der Studie „Klimapfade 2.0“ wird das Jahr 2030 in den vorliegenden Kernaussagen explizit hervorgehoben. Siehe „Einordnung verschiedener Kostenperspektiven“.
3. Neben dem hier beschriebenen Technologiepfad ist die Erreichung des Sektorziels auch mit anderen Technologiekombinationen möglich. Bei einer grünen Kraftstoffquote von 30 Prozent würde im Jahr 2030 ein Bestand von etwa 11 Mio. batterieelektrischen Fahrzeugen zur Zielerreichung genügen. Ein vollständiger Verzicht auf zusätzliche grüne Kraftstoffe würde entweder einen vorzeitigen, zusätzlichen Austausch des Verbrennerbestands im Umfang von etwa 2 Mio. Fahrzeugen oder Einschränkungen in Höhe von über 5 Prozent der gesamten deutschen Verbrennerverkehrsleistung erfordern.
4. Der in der Studie „Klimapfade 2.0“ modellierte Referenzpfad enthält keine Auswirkungen von Maßnahmen aus dem „Fit for 55“-Paket, das sich zum Zeitpunkt der Studieneerstellung (Oktober 2021) noch in der Verhandlungsphase zwischen EU-Kommission, EU-Parlament und EU-Rat befand.
5. Mehrkosten im Energiesektor werden über die Strompreise umgelegt und sind in den hier beschriebenen Mehrkosten der nachfragenden Sektoren enthalten.
6. Das System der kostenlosen Zuteilungen sollte so reformiert werden, dass Unternehmen im Falle von Prozessumstellungen auf grüne Lösungen wie DRI-Stahl oder grünen Wasserstoff ihre Zertifikate behalten. Dies würde vor allem in der Grundstoffindustrie größere Anreize zum Technologiewechsel setzen, ohne gleichzeitig wirtschaftliche Risiken zu erhöhen.
7. In den Sektoren Gebäude und Industrie sollten Strom für Wärmepumpen und Power-to-Heat-Anwendungen sowie grüne Brennstoffe auf die EU-Mindeststeuersätze reduziert werden, während fossile Brennstoffe gemäß den bestehenden Regelungen zu besteuern sind. Im Verkehr sollten fossile Kraftstoffe auf den heutigen Energiesteuersatz für Benzin harmonisiert werden, Strom und grüne Kraftstoffe auf den heutigen Stromsteuersatz.
8. Durch höhere Energiesteuern und CO₂-Preise.
9. Zum Beispiel mit dem Konzept eines „Zielnetzes 2045“.
10. Über die BEHG-Carbon-Leakage-Verordnung, BECV.
11. Die Auszahlung eines jährlichen Klimageldes in Höhe von 85 Euro pro Kopf würde in privaten Haushalten sehr ähnliche Entlastungen wie die volle Abschaffung der EEG-Umlage bewirken, ohne gleichzeitig Unternehmen in Industrie und Gewerbe zugute zu kommen. Dies würde allerdings den Aufbau neuer Verwaltungsprozesse erfordern.
12. Eine Entlastung könnte auch über die Einführung eines Mobilitätsgeldes erfolgen, das die aktuelle Entfernungspauschale ersetzt. Berufspendler könnten so von erhöhten CO₂-Kosten für Kraftstoffe entlastet werden. Das Mobilitätsgeld würde direkt von der Steuerlast abgezogen und so unabhängig vom Grenzsteuersatz alle Empfänger gleichmäßig entlasten. Haushalte ohne Erwerbstätige würden allerdings nicht entlastet.
13. Hauptsächlich durch die Förderung für Ladeinfrastruktur und alternative Antriebe sowie Einnahmeverlusten aus Maut sowie Kfz- und Dienstwagensteuer.



Anhang: Übersicht Kernmaßnahmen und Instrumente





KLIMASCHUTZZIELE

Entsprechend dem Klimaschutzgesetz von 2021 müssen die Gesamtemissionen in Deutschland 2030 um 65 Prozent gegenüber 1990 reduziert werden. Dies bedeutet eine Reduktion auf 438 Mt CO₂e, entsprechend minus 46 Prozent gegenüber 2019.

Um diese Ziele zu erreichen, ist eine Vielzahl von technischen Maßnahmen und politischen Instrumenten in den einzelnen Sektoren erforderlich. Es gibt jedoch auch zentrale Instrumente, die sektorübergreifend einen Beitrag leisten. Diese sind nachfolgend zusammengefasst.

FOSSILE ENERGIETRÄGER UNATTRAKTIVER MACHEN

Anreize im ETS: Das System der kostenlosen Zuteilungen sollte so reformiert werden, dass Unternehmen im Falle von Prozessumstellungen auf grüne Lösungen wie DRI-Stahl oder grünen Wasserstoff ihre Zertifikate behalten. Parallel sollte das aktuelle System der kostenlosen Zuteilungen beibehalten werden bis zum Vorliegen einer wirksamen, vor Carbon-Leakage schützenden Alternative.

CO₂-Bepreisung in Nicht-ETS-Sektoren: Die Priorisierung von CO₂-Bepreisung gegenüber anderen Instrumenten erfordert eine politische Güterabwägung. Die vorliegende Studie rechnet daher für 2030 mit einer Spanne von 80 bis 180 Euro pro Tonne CO₂ (nominal) in Nicht-ETS-Sektoren. Diese Bepreisung kann über das bestehende BEHG, die Energiesteuer oder teilweise auch das vorgeschlagene EU-weite „New ETS“ erreicht werden.

Reform der Energiesteuer: In Anlehnung an den jüngsten „Fit for 55“-Vorschlag der Europäischen Kommission von Juli 2021 sollte eine Reform der Energiesteuer erfolgen, die das EU-weite Mindeststeuerniveau für Energieträger nach Energiegehalt harmonisiert und eine Differenzierung zwischen nachhaltigen Energieträgern wie Strom, E-Fuels und Biokraftstoffen auf der einen und fossilen Energieträgern auf der anderen Seite ermöglicht. In den Sektoren Gebäude und Industrie sollten Strom für Wärmepumpen und Power-to-Heat-Anwendungen sowie grüne Brennstoffe auf die EU-Mindeststeuersätze reduziert werden, während fossile Brennstoffe entsprechend den bestehenden Regelungen besteuert werden. Im Verkehr sollten fossile Kraftstoffe auf den heutigen Energiesteuersatz für Benzin harmonisiert werden, Strom und grüne Kraftstoffe auf den heutigen Stromsteuersatz.

WECHSEL ZU STROM ANREIZEN

Strompreisreform: Für erneuerbare Wärmeanwendungen in Industrie und Gebäuden, vor allem Wärmepumpen und Power-to-Heat, sollte der Strompreis entlastet werden. Dies beinhaltet unter anderem Entlastungen bei der EEG- und KWK-Umlage sowie Entgelten und netzentgeltlichen Umlagen.

NATIONALES INFRASTRUKTURPROGRAMM

Ausbau der bestehenden Energieinfrastruktur: Planungs- und Genehmigungsverfahren für Stromübertragungsnetze müssen erheblich beschleunigt werden, um die steigende Stromnachfrage und hohe Anteile erneuerbar erzeugten Stromes zu integrieren. Auch der Ausbau der Fernwärme benötigt massive Investitionen.

Aufbau neuer Energieinfrastruktur: Eine integrierte Planung und ein zügiger Um- beziehungsweise Aufbau von Erdgas-, Wasserstoff- und CO₂-Netzen ist notwendig, um eine ausreichende Wasserstoffversorgung, bis 2030 vor allem in der Industrie, sowie Abtransportmöglichkeiten für abgeschiedenes CO₂ zu gewährleisten. Basierend auf dem Vorschlag der europäischen Gasnetzbetreiber eines „European Hydrogen Backbone“ sollte in Absprache mit Industrie und Stromnetzbetreibern ein möglichst optimierter Netzausbauplan schrittweise, aber zeitnah umgesetzt werden.

Ausbau und Aufbau der Verkehrsinfrastruktur: Für die Ermöglichung des rasanten Hochlaufs der E-Mobilität ist die koordinierte Investition in eine flächendeckende, nationale Ladeinfrastruktur erforderlich. Um die wachsende Verkehrsleistung der Schiene zu tragen, muss zudem das Schienennetz entsprechend ausgebaut werden (zum Beispiel Neu- und Ausbaumaßnahmen, Erweiterung neuralgischer Bahnknoten, Erweiterung der Zugangspunkte zum Schienennetz).

NATIONALE BIOMASSESTRATEGIE

Um eine systemdienliche Verteilung der begrenzten Ressource Biomasse zu gewährleisten, ist eine Strategie erforderlich, welche zum einen Potenziale zur Kaskadennutzung hebt und zum anderen die Umverteilung in großtechnische Industrie- und Fernwärmeanlagen mit perspektivischer Anwendung von BECCUS zur Erzeugung negativer Emissionen priorisiert. Dafür muss Biomasse von derzeitigen Anwendungen in der Stromproduktion, in Pelletheizungen sowie in der Biokraftstoffproduktion vor allem in die Industrie und Fernwärme umgeleitet werden. Hierzu ist ein Auslaufen entsprechender Förderungen notwendig (zum Beispiel EEG-Förderung, CAPEX-Förderung von Biomasse im Neubau).



KLIMASCHUTZZIELE

Entsprechend seinem Ziel müsste der Industriesektor im Jahr 2030 eine Treibhausgasreduktion auf 118 Mt CO₂e erreichen, was eine etwa 37-prozentige Reduktion gegenüber 2019 bedeutet. Im Vergleich zur Entwicklung seit 2000 muss der Industriesektor bis dahin seine jährliche Treibhausgasreduktion versechsfachen.

Treibhausgasneutralität im Jahr 2045 schafft der Industriesektor nur über negative Emissionen.

WESENTLICHE MASSNAHMEN

Dekarbonisierung der Industrierwärme

Die gesamte industrielle (Prozess-)Wärmeproduktion muss, wo möglich, bei jeder Reinvestition in Neuanlagen auf erneuerbare Energien umgestellt werden. Dies umfasst eine Elektrifizierung der Hoch- und Mitteltemperaturanwendungen (plus 67 TWh in 2030), den Einsatz von Biomasse vor allem in der Mitteltemperatur (plus 23 TWh in 2030) und von grünen Gasen vor allem in der Hochtemperatur (plus 40 TWh in 2030) sowie Fernwärme und Wärmepumpen in der Niedertemperatur.

Prozessumstellung in Stahl, Grundstoffchemie sowie Zement und Kalk

Um Prozess- und Energieemissionen in der Industrie zu reduzieren, sind in den emissionsstärksten Branchen massive Prozessumstellungen notwendig: In der Stahlerzeugung muss bis 2030 bereits ein Drittel der Hochöfen durch Direktreduktionsanlagen ausgetauscht werden. In der Grundstoffchemie müssen die Ammoniak- und Methanolproduktion auf grünen Wasserstoff umgestellt, die fossilen Steamcracker elektrifiziert sowie perspektivisch alle fossilen Rohstoffe durch synthetische/biogene Alternativen ersetzt werden. Parallel dazu muss die Zement- und Kalkindustrie zur Abscheidung von CO₂-Emissionen bei der Klinkerbrennung und Kalkherstellung Anlagen für Carbon Capture, Utilization and Storage (CCUS) errichten.

Effizienzsteigerung in den Querschnittstechnologien

Die Effizienzpotenziale in der Industrie müssen weiter durch Einsatz der „besten verfügbaren Technologien“ in den Querschnittstechnologien wie Antrieben, Pumpen, Motoren und Prozessautomatisierungstechnik, wo einsetzbar, ausgereizt werden – bei möglichst jeder Reinvestition.

MEHRINVESTITIONEN UND -KOSTEN

Insgesamt sind für die Klimaschutzmaßnahmen im Industriesektor bis 2030 rund 50 Mrd. Euro Investitionen erforderlich. Diese sind vor allem getrieben von Effizienztechnologien, Finanzierung von Wasserstoff- und PtX-Anlagen sowie Prozessumstellungen, zum Beispiel für den Umbau der Stahlindustrie.

Die durch neue Regulierung zu überwindende „Mehrkostenlücke“ beträgt im Jahr 2030 etwa 11 Mrd. Euro, die vor allem infolge der Umstellung auf erneuerbare industrielle Prozesswärme (5 Mrd. Euro) aufgrund hoher Strompreise anfallen.

ÜBERGREIFENDE INSTRUMENTE

CO₂-Bepreisung fossiler Brennstoffe über ETS und BEHG beziehungsweise Stützung des „New ETS“-Preises über Energiesteuer

Strompreisreform: Senkung Strompreis für erneuerbare Wärmetechnologien wie Power-to-Heat und Wärmepumpen

Aufbau von H₂- und CO₂-Transportinfrastrukturen: Integrierter Planungsansatz zur Sicherstellung der Versorgung kritischer Verbraucher

Nationale Biomassestrategie: Entwicklung einer Strategie zur nachhaltigen Erzeugung und zum möglichst effizienten Einsatz von Biomasse

KERNINSTRUMENTE

Klimaschutzverträge für Produkte und Energieträger (CCfDs)

Klimaschutzverträge gleichen die Mehrkosten treibhausgasneutraler Alternativen im Vergleich zur vor Carbon-Leakage geschützten fossilen Referenztechnologie aus. Die vorliegende Studie schlägt dabei ausgewählte Produkt-CCfDs im Hochlauf sowie Energieträger-CCfDs vor. Bei Ersteren wird die Kostendifferenz im Endprodukt inklusive spezifischer Investitionskosten betrachtet und ausgeglichen – diese werden vor allem in der Stahl-, Grundstoffchemie-, Zement- und Kalkindustrie eingeführt, um den Hochlauf der benötigten Prozesstechnologien anzureizen. Bei Letzteren wird die durch den Einsatz verschiedener Energieträger entstehende Kostendifferenz ausgeglichen – diese CCfDs werden für alle erneuerbaren Energieträger industrieübergreifend eingeführt. Dafür wird im Jahr 2030 eine Förderung von rund 6 Mrd. Euro benötigt. Langfristig sollten diese Systeme zusammengeführt werden.

Investitionsförderung

Je nach Industrie und Prozess müssen bestehende fossile Anlagen zur Wärmeerzeugung durch Power-to-Heat-, Biomasse- und Wasserstofftechnologien bis 2045 ersetzt werden. Hinzu kommen Investitionen für Pilotanlagen für neue, in der Entwicklung befindliche Produktionsprozesse. Es sollten hierzu Förderungen für Investitionen in von erneuerbaren Energien betriebene Anlagen in Höhe von 40 Prozent des Investitionswertes gewährt werden.

Effizienzstandards und -förderung

Standards für die effiziente Kombination von Querschnittstechnologien und Steuerung sollten sich an der bereits bestehenden Ökodesign-Richtlinie orientieren. Dabei sollte die gesamte Anwendung betrachtet werden. Darüber hinaus sollten Förderungen für Effizienzen so angepasst werden, dass sie hocheffiziente Technologien mit beschleunigten Abschreibungen anreizen.

Grüne Leitmärkte

Zur Schaffung von sicheren Absatzmärkten für nachhaltig hergestellte Endprodukte und damit für grüne Grundstoffe (vor allem in Zement und Stahl) sollten Endproduzenten in ausgewählten Bereichen dazu verpflichtet werden, Grundstoffe aus grüner Produktion zu beziehen, um ihre Produkte innerhalb der EU verkaufen zu können. Die „Klimapfade 2.0“-Studie sieht die öffentliche Hand hierzu in einer Vorreiterrolle.

WEITERE INSTRUMENTE

- Definition grüner Grundstoffe
- Innovations- und Forschungsförderung
- Reform von Baunormen
- Höhere Recycling-/Rezyklateinsatzquoten bei Kunststoffen
- Erhöhung wiederverwertbarer Materialmengen

AUSGLEICHSTRUMENTE

- Fortführung der bestehenden Strompreis-Ausnahmetatbestände und der Strompreiskompensation
- Staatlicher Übertragungsnetzzuschuss
- Härtefallfonds (Begrenzung der Mehrbelastungen auf einen noch zu definierenden Anteil der Bruttowertschöpfung)
- (Teilweiser) Entfall EEG-Umlage in Abhängigkeit der CO₂-Preise
- Ausweitung des „New ETS“ auf BEHG-Industrien zur Vermeidung innereuropäischer Wettbewerbsverzerrungen – Option: Möglichkeit des ETS-Beitritts einzelner Industriezweige



KLIMASCHUTZZIELE

Entsprechend seinem Ziel dürfen die Emissionen des nationalen Verkehrs im Jahr 2030 höchstens 85 Mt CO₂e betragen. Gegenüber 2019 (164 Mt CO₂e) bedeutet dies eine Reduktion um 48 Prozent – nach durchschnittlich stagnierender Entwicklung seit 1990. Im Jahr 2045 muss der Verkehrssektor Treibhausgasneutralität erreicht haben.

WESENTLICHE MASSNAHMEN

Verkehrsmittelwechsel

Bis 2030 ist eine Erhöhung der Verkehrsleistung der Schiene um 30 Prozent im Personen- und 40 Prozent im Güterverkehr (gegenüber 2019) notwendig. Insgesamt müssen sich 4 Prozent des motorisierten Individualverkehrs, 4 Prozent des Straßengüterverkehrs sowie 20 Prozent des nationalen Luftverkehrs auf Schiene, Binnenschifffahrt, Bus und nicht motorisierte Verkehre verlagern. Verkehrsmittelübergreifend stagniert die Verkehrsleistung im Personenverkehr, im Güterverkehr steigt sie um 17 Prozent.

Antriebswechsel Straßenverkehr

Die Pkw-Neuzulassungen müssen bis 2030 in erheblichem Umfang von alternativen Antrieben durchdrungen werden (im Zielpfad: 90 Prozent Batterie-Pkw) – dies führt im Zielpfad zu 14 Mio. Batterie-Pkw im Bestand im Jahr 2030. Der Anteil elektrischer und wasserstoffbetriebener Lkw an den Neuzulassungen muss gesteigert werden (im Zielpfad: 75 Prozent in 2030).

Ausbau der Infrastruktur für Elektromobilität und Wasserstoff

Der Verkehrssektor benötigt einen massiven Infrastrukturausbau auf 9 Mio. private Ladepunkte, 5 Mio. Ladepunkte bei Arbeitgebern und 1 Mio. weitere, öffentlich zugängliche Ladepunkte sowie 0,2 Mio. Schnellladepunkte und 500 Wasserstofftankstellen.

Grüne Kraftstoffe

Im Jahr 2030 muss im Verkehr eine grüne Kraftstoffquote inklusive Biokraftstoffen, synthetischen Kraftstoffen (PtL) und Wasserstoff von 22 Prozent erreicht werden. Darunter sind Importe von 3 Mt synthetischen Kraftstoffen im Jahr 2030 für nicht elektrifizierten nationalen Verkehr, zusätzlich werden 0,3 Mt für den internationalen Luft- und Seeverkehr benötigt.

MEHRINVESTITIONEN UND -KOSTEN

Insgesamt sind bis 2030 für die Klimaschutzmaßnahmen im Verkehrssektor 220 Mrd. Euro Investitionen erforderlich. Größte Posten sind die Lade- und H₂-Infrastruktur (circa 75 Mrd. Euro), der umfangreiche Wechsel auf Pkw und Lkw mit alternativen Antrieben (circa 70 Mrd. Euro) und der Aufbau von PtX-Anlagen im Ausland (circa 40 Mrd. Euro).

Die durch neue Regulierung zu überwindende „Mehrkostenlücke“ beträgt im Jahr 2030 etwa 13 Mrd. Euro, vor allem für den Aufbau der Ladeinfrastruktur, die Finanzierung von PtL-Importen sowie Anschaffungsmehrkosten für Fahrzeuge mit alternativen Antrieben.

ÜBERGREIFENDE INSTRUMENTE

CO₂-Bepreisung fossiler Brennstoffe über ETS und BEHG beziehungsweise Stützung des „New ETS“-Preises über Energiesteuer

Harmonisierung der Energiesteuer: Besteuerung von grünem Wasserstoff und grünen synthetischen Kraftstoffen wie Strom, Besteuerung von Biokraftstoffen gemäß Nachhaltigkeitsgrad sowie Ausphasen der unterschiedlichen steuerlichen Behandlung von Benzin- und Dieselmotoren

KERNINSTRUMENTE

Förderung Lade- und H₂-Infrastruktur

Zur Schaffung eines möglichst frühzeitigen und großflächigen Ausbaus von Lade- und H₂-Infrastruktur zur Überbrückung nicht wirtschaftlicher Betriebsphasen sollte eine entsprechende Investitionsförderung geschaffen werden. Diese beläuft sich auf etwa 4 Mrd. Euro Förderbedarf in 2025 und etwa 2 Mrd. Euro im Jahr 2030.

Kaufanreize für Batterie- und H₂-Pkw

Kaufanreize zur teilweisen Überwindung des Anschaffungskostennachteils von Pkw mit alternativen Antrieben sollten über 2025 hinaus verlängert, jedoch sukzessive reduziert werden. Die Kaufprämie beläuft sich auf rund 12 Mrd. Euro Fördervolumen im Jahr 2025 und zwischen 2 und 3 Mrd. Euro im Jahr 2030. Die Ermäßigungen der Kfz-Steuer und Dienstwagensteuer sollten beibehalten werden.

Antriebsorientierte, CO₂-basierte Lkw-Maut

Es sollte eine Verlängerung der beschlossenen Mautbefreiung für elektrische und brennstoffzellenbetriebene Lkw geben, bei gleichzeitiger Ausweitung der Maut auf alle Lkw > 3,5 Tonnen. Die Maut sollte grundsätzlich am CO₂-Ausstoß des Antriebs in Antizipation der Revision der Eurovignetten-Richtlinie ausgerichtet werden. Längerfristig sollten graduell die Mautvorteile entsprechend Markthochlauf und Vollkostenentwicklung alternativer Lkw vs. Verbrenner-Lkw zurückgenommen werden.

PtX-Quoten und -Auktionen

Ab dem Jahr 2025 sollte eine verpflichtende progressive PtX-Quote für Inverkehrbringer von Kraftstoffen mit einem Zielwert von 10 Prozent im Jahr 2030 (national) eingeführt werden. Der PtX-Markthochlauf sollte durch einen Doppelauktionsmechanismus, der über einen öffentlichen Intermediär Abnahmeverträge mit PtX-Herstellern und Wiederverkaufsverträge mit Abnehmern schließt, unterstützt werden. Ein Kostenrisiko der öffentlichen Hand ließe sich zum Beispiel über eine Umlage auf Kraftstoffkunden vermeiden.

WEITERE INSTRUMENTE

- Informationskampagnen zu Förderungen und Vorteilen alternativer Antriebe
- Bauliche Standards für Elektromobilität
- Digitales Melderegister für Ladestationen
- Ausgestaltung der Kfz-Steuer für Nutzfahrzeuge als Anreiz für den Wechsel auf alternative Antriebe bei unzureichendem Fortschritt
- Definition PtX-Nachhaltigkeitsstandards
- Partnerschaften mit PtL-Exportländern
- Beschleunigung Schieneninfrastrukturmaßnahmen
- Ausbau von Oberleitungsinfrastruktur im Rahmen des Gesamtkonzepts „Klimafreundliche Nutzfahrzeuge“
- Forschungsförderung Luftfahrt



KLIMASCHUTZZIELE

Entsprechend seinem Ziel dürfen die Emissionen des Gebäudesektors im Jahr 2030 höchstens 67 Mt CO₂e betragen. Gegenüber 2019 (123 Mt CO₂e) bedeutet dies eine Reduktion um 46 Prozent. Im Vergleich zur Entwicklung muss der Sektor seine jährlichen Treibhausgasreduktionen verdoppeln.

Im Jahr 2045 muss auch der Gebäudesektor Treibhausgasneutralität realisiert haben.

WESENTLICHE MASSNAHMEN

Emissionsfreie Neubauten

Ab sofort sollten keine fossilen Brennstoffe mehr in Neubauten eingesetzt werden.

Mehr energetische Gebäudesanierung

Die jährliche Sanierungsrate erhöht sich im Durchschnitt über alle Gebäudeklassen hinweg von 1,1 Prozent im Jahr 2019 auf 1,9 Prozent bis 2030 deutlich, bei gleichzeitiger Absenkung der Sanierungstiefe. Im Jahr 2030 weist somit ein über alle Gewerke energetisch saniertes Wohngebäude im Durchschnitt einen Energieverbrauch für Raumwärme und Warmwasser von circa 70 kWh/(m²·a) auf.

Beschleunigung der Wärmewende

Insgesamt gibt es bis 2030 im Bestand 6 Mio. Wärmepumpen (+5 Mio. ggü. 2019) und über 2 Mio. Fernwärmeanschlüsse (+1 Mio. ggü. 2019). Wo immer möglich, muss dafür ab 2023 jede Erneuerungsinvestition in lokal vollständig treibhausgasneutrale Wärmelösungen getätigt werden.

Treibhausgasneutrale Geräte und Prozesse

Effizienzsteigerungen sowie Elektrifizierung sollten möglichst bei jeder Reinvestition bereits in dieser Dekade für vielfältige Anwendungen von Geräten und Prozessen in privaten Haushalten und im Segment „Gewerbe, Handel, Dienstleistungen“ (zum Beispiel Kochen, Backen, Trocknen und gewerbliche Sonderverkehre) realisiert werden.

MEHRINVESTITIONEN UND -KOSTEN

Insgesamt sind für die Klimaschutzmaßnahmen im Gebäudesektor bis 2030 rund 175 Mrd. Euro Mehrinvestitionen nötig. Der größte Posten entfällt auf umfangreichere energetische Sanierung (80 Mrd. Euro). Erneuerbare Wärmelösungen nehmen 67 Mrd. Euro in Anspruch, die Dekarbonisierung von Geräten und Prozessen 27 Mrd. Euro.

Die durch neue Regulierung zu überwindende „Mehrkostenlücke“ beträgt im Jahr 2030 etwa 9 Mrd. Euro, vor allem durch den Wechsel auf erneuerbare Wärmelösungen. Darüber hinaus muss insbesondere bei energetischen Sanierungen eine Investitionslücke überwunden werden.

ÜBERGREIFENDE INSTRUMENTE

CO₂-Bepreisung fossiler Brennstoffe über BEHG beziehungsweise Stützung des „New ETS“-Preises über Energiesteuer

Strompreisreform: Entlastung Wärmeanwendung von Umlagen (unter anderem von der EEG-Umlage) – resultierender Wärmepumpenstromtarif: circa 170 Euro/MWh in 2030

Nationale Biomassestrategie: Entwicklung einer Strategie für nachhaltige Erzeugung und möglichst effizienten Einsatz von Biomasse, unter anderem in der Fernwärme

KERNINSTRUMENTE

Energiebedarfsziele und Pflicht zur Erstellung von Sanierungsfahrplänen

Gebäudespezifische Primärenergiebedarfsziele sollten ausgewiesen sowie Raumwärme- und Warmwasserbedarfsziele benannt werden, verbunden mit einer gestuften Verpflichtung zur Erstellung von Sanierungsfahrplänen zwischen 2023 und 2028 (beginnend mit den sanierungsbedürftigsten Gebäuden). Gleichzeitig sollten im Rahmen einer Innovationsklausel regelmäßig die CO₂e-Sektorziele überprüft und bei Zielverfehlung als letztes Mittel eine angekündigte, gestufte Pflicht zur Erfüllung der Primärenergiebedarfsziele innerhalb von zehn Jahren durchgesetzt werden, welche mit zusätzlichen Förderangeboten verbunden ist.

Infrastrukturplanung Kommunen

Es sollte eine systemische und volkswirtschaftlich effizient dimensionierte Planung von Wärme- und sonstigen Netzinfrastrukturen eingeführt werden, ausgehend von einer Bedarfserhebung in kreisfreien Städten und Landkreisen mit gebäudespezifischer Festlegung von Energieträgern. Die von den Kommunen verpflichtend zu erstellende Infrastrukturplanung kann schrittweise erfolgen, wobei urbane Gebiete priorisiert werden sollten. Im Rahmen einer Innovationsklausel sollten regelmäßig die CO₂e-Sektorziele überprüft und bei Zielverfehlung als letztes Mittel mögliche anlassbezogene (zum Beispiel bei Ersatz eines Gaskessels) Vorgaben zur wärmeplanungskonformen Beheizung gemacht werden.

Modulare Gebäudeförderung

Bisherige Förderungen zum Anreiz für schnellere, umfassendere Sanierung und Energieträgerwechsel sollten miteinander verknüpft werden, inklusive Kombibonus für mehrere Sanierungsmaßnahmen, Sprinterprämie für den Energieträgerwechsel bis 2030, Bonus für aufwändige Maßnahmen sowie Zugang zu Finanzierung über zweckgebundene, schnell zugängliche KfW-Kredite. Die Förderung von Energielösungen (zum Beispiel Wasserstoffkessel) sollte dabei an in den kommunalen Infrastrukturplänen abgebildeten Verfügbarkeiten beziehungsweise den nachweislich lokal vollständig treibhausgasneutralen Betrieb ab Inbetriebnahme gebunden sein. Insgesamt werden rund 15 bis 17 Mrd. Euro Förderung im Jahr 2030 nötig sein, das sind 13 bis 15 Mrd. Euro mehr als 2019.

Erneuerbare-Energien-Gebot im Neubau

Ab spätestens 2025 sollten in Neubauten nur noch lokal vollständig treibhausgasneutrale Wärmelösungen zum Einbau zugelassen werden (Wärmepumpen und Fernwärme; bei Öl- und Gaskesseln oder Ähnlichem Nachweis der Nutzung ausschließlich treibhausgasneutraler Brennstoffe ab Inbetriebnahme).

WEITERE INSTRUMENTE

- Fachkräfteförderung: Gutachter, Planer, Handwerker
- Innovationförderung: Serielle Sanierung (zum Beispiel „Energiesprung“)
- Informationskampagnen zur energetischen Sanierung
- BEHG-Umlagefähigkeit auf den Mieter in Abhängigkeit des energetischen Gebäudezustands
- Standards zur Gewährleistung der Wiederverwendbarkeit und Ressourceneffizienz von Baumaterialien
- Formulierung von Standards und Qualitätskriterien zur Gebäudeautomation (zum Beispiel Interoperabilität, technische Flexibilität)
- Reform der Wärmelieferverordnung: Berücksichtigung steigender CO₂-Preise für fossile Lösungen



KLIMASCHUTZZIELE

Entsprechend ihrem Ziel dürfen die Emissionen der Energiewirtschaft (primär Strom, Fernwärme, Raffinerien) im Jahr 2030 höchstens 108 Mt CO₂ betragen. Gegenüber 2019 (258 Mt CO₂) bedeutet dies eine Reduktion um 58 Prozent. Im Jahr 2045 muss auch der Energiesektor mindestens Treibhausgasneutralität erreicht haben.

Gleichzeitig steht die Energiewirtschaft vor einem historischen Aufbauprojekt: Durch die Dekarbonisierung anderer Sektoren steigt dort die Stromnachfrage um insgesamt mehr als 40 Prozent bis 2030.

WESENTLICHE MASSNAHMEN

Ausbau erneuerbarer Stromerzeugungskapazitäten

Um bei gleichzeitiger Energiewende die steigende Nachfrage nach erneuerbarem Strom sicherzustellen, ist mehr als eine Verdoppelung der aktuellen erneuerbaren Erzeugungsleistung bis 2030 notwendig. Der Zielpfad sieht 140 GW Photovoltaik, 98 GW Wind an Land sowie 28 GW Wind auf See vor, um einen Anstieg der Nettostromnachfrage auf 722 TWh unter Einhaltung des Emissionsbudgets zu bedienen (2019: 507 TWh).

Netzausbau auf allen Spannungsebenen

Für die Integration dieser erneuerbaren Energien (insbesondere Wind auf See), die Anbindung großer neuer Verbraucher (zum Beispiel Elektrolyseure, Power-to-Heat in der Industrie, Elektromobilität) sowie einen möglichst engpassfreien Stromtransport bedarf es eines enormen Netzausbaus.

Hierbei muss das ambitionierte Szenario des aktuellen Netzentwicklungsplans bis 2035 leicht übertroffen und bereits 2030 beschleunigt werden. Gleichzeitig müssen die Verteilnetze erheblich ausgebaut und digitalisiert sowie Verbraucher im Rahmen technisch-wirtschaftlicher Grenzen flexibilisiert werden, damit Stromverbraucher wie Batteriefahrzeuge oder Wärmepumpen Preissignale für einen stromsystemdienlichen flexiblen Betrieb erhalten.

Ausbau thermischer Leistung zur Versorgungssicherheit

Zur Erreichung des Klimaschutzziels bei den angenommenen Stromverbräuchen wird unter den Annahmen in „Klimapfade 2.0“ die Kohleverstromung bis 2030 auslaufen. Damit diese Kapazitäten vom Netz gehen können, müssten zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit (insbesondere in wind- und sonnenarmen Zeiten) bis 2030 über 40 GW Gaskraftwerke zugebaut werden – ansonsten wird Kohlekraftwerksleistung weiterhin benötigt. Dies entspricht dem ambitioniertesten Zubau thermischer Leistung, der jemals über einen solchen Zeitraum in Deutschland stattgefunden hat.

Aufbau von Wasserstoff- und CO₂-Transportinfrastrukturen

Damit in allen Sektoren Wasserstoff als neuer klimafreundlicher Energieträger zum Einsatz kommen kann, ist der Aufbau einer eigenen Wasserstoffinfrastruktur nötig, die zentrale Produktion an der Küste und später Importe vor allem aus dem Süden mit großen Nachfragern verbindet (vor allem Stahl, Grundstoffchemie, später Energie). Auch für den erforderlichen Einsatz von Carbon Capture and Storage (unvermeidliche Prozessemissionen, negative Emissionen) bedarf es eines CO₂-Leitungsauf-/umbaus in Deutschland.

MEHRINVESTITIONEN UND -KOSTEN

Insgesamt sind für die Klimaschutzmaßnahmen im Energiesektor bis 2030 rund 415 Mrd. Euro Investitionen erforderlich. Die größten Investitionen entfallen mit 155 Mrd. Euro auf den Strom-, Wasserstoff- und CO₂-Netzausbau sowie den Ausbau erneuerbarer Erzeugungskapazitäten (67 Mrd. Euro für Photovoltaik, 63 Mrd. für Wind an Land und 40 Mrd. für Wind auf See). Unter Beibehaltung der Umlagensystematik aus dem Basisjahr 2019 steigen die Endkundenpreise dabei für private Haushalte gegenüber 2019 um 6 Cent/kWh auf 36 Cent/kWh (+4 Cent/kWh gegenüber 2021).

ÜBERGREIFENDE INSTRUMENTE

CO₂-Bepreisung fossiler Brennstoffe über ETS und BEHG beziehungsweise Stützung des „New ETS“-Preises über Energiesteuer

Aufbau von Wasserstoff- und CO₂-Transportinfrastrukturen: Integrierter Planungsansatz zur Sicherstellung der Versorgung kritischer Verbraucher sowie Finanzierung des benötigten Hochlaufs bis 2030 über bestehende Netzentgelte (Wasserstoff) oder öffentliche Vorleistung (CO₂)

KERNINSTRUMENTE

Erneuerbaren-Offensive

Um schnelleren Zubau erneuerbarer Stromerzeugungskapazität anzureizen, sollten Auktionsvolumina und Vergütung für erneuerbare Energien entsprechend angepasst werden. Bundesweit verpflichtende Flächenquoten und zweiseitige Differenzverträge für Wind und Photovoltaik sowie eine deutlich beschleunigte Planungs-, Genehmigungs- und Einspruchspraxis sollten die Erreichung der Ausbauziele sichern.

Beschleunigter Netzausbau

Hierzu gehören eine Fokussierung der Prüftiefe, stringenterer Fristensetzung, Nutzung von Genehmigungsfiktionen sowie der Aufbau neuer behördlicher Kapazitäten, zum Beispiel durch einen Sondersenat am Bundesverwaltungsgericht. Der langfristig benötigte Ausbau sollte durch die Perspektive eines „Zielnetzes“ antizipiert und kann außerdem durch eine bessere Nutzung bestehender Leitungen entlastet werden.

Flexibilisierung des Stromverbrauchs

Stromverteilnetze, Verbraucher und Einspeiser müssen erheblich in Digitalisierung und Flexibilisierung investieren, wofür eine entsprechende Anreizregulierung geschaffen werden sollte. Auch die Einführung von Anreizen für Kunden wie Matching-Algorithmen kann zu systemdienlicherem Verbrauch führen.

Zentraler Kapazitätsmarkt

Der ambitionierte Zubau von Gaskraftwerken zur Gewährleistung von Versorgungssicherheit wird über den Energy-Only-Markt voraussichtlich nicht ausreichend angereizt. Daher sollte ein zentraler Kapazitätsmarkt geschaffen werden, der die Vorhaltung der notwendigen Leistung vergütet.

WEITERE INSTRUMENTE

- Soziale Flankierung früheren Auslaufens der Kohleverstromung
- Erhöhung der Attraktivität von Aufdach-Photovoltaik
- „H₂-ready“-Standard für neue Gaskraftwerke
- Erhöhung der Attraktivität des Handels mit erneuerbarem Strom
- Koordinierter Aufbau von Elektrolyseuren
- Einführung eines „Zielnetzes“ im Netzentwicklungsplan
- Maßnahmen zur Steigerung der Akzeptanz der Energiewende
- Integration von Dekarbonisierungsanreizen im KWKG
- Ausbau/Bundesförderung effiziente Wärmenetze
- Kommunale Wärmeplanung
- „Nutzen statt Abregeln“

Über die Autoren (in alphabetischer Reihenfolge)

Dr. Jens Burchardt ist Partner and Associate Director bei BCG in Berlin. Er ist Mitbegründer des BCG Center for Climate & Sustainability und Co-Autor der ersten Klimapfade-Studie. Sie erreichen ihn unter Burchardt.Jens@bcg.com.

Katharina Franke ist Consultant bei BCG in München und verantwortlich für den Verkehrssektor.

Dr. Patrick Herhold ist Managing Director and Partner bei BCG in München. Er ist Mitbegründer des BCG Center for Climate & Sustainability und Co-Autor der ersten Klimapfade-Studie. Sie erreichen ihn unter Herhold.Patrick@bcg.com.

Maria Hohaus ist Consultant bei BCG in München und verantwortlich für die Sektoren Industrie und Gebäude.

Henri Humpert ist Project Leader bei BCG in München. Er ist verantwortlich für die Sektoren Industrie und Energiewirtschaft. Sie erreichen ihn unter Humpert.Henri@bcg.com.

Joonas Päivärinta ist Lead Knowledge Analyst bei BCG in Helsinki und Experte für die Modellierung des Energiesystems.

Dr. Elisabeth Richenhagen ist Consultant bei BCG in Köln und Expertin für politische Instrumente und den öffentlichen Sektor.

Dr. Daniel Ritter ist Consultant bei BCG in München und verantwortlich für die übergreifende Modellierung und Quantifizierung der Klimapfade und des regulatorischen Programms.

Stefan Schönberger ist Principal bei BCG in Berlin. Er ist Gesamtprojektleiter dieser Studie und Co-Autor der ersten Klimapfade-Studie. Sie erreichen ihn unter Schoenberger.Stefan@bcg.com.

Jonas Schröder ist Lead Knowledge Analyst bei BCG in Berlin und Experte für klimapolitische Maßnahmen und Instrumente.

Sophie Strobl ist Associate bei BCG in München und Expertin für Industriedekarbonisierung.

Christoph Tries ist Associate bei BCG in Berlin und Experte für die Kostenmodellierung der Klimaschutzmaßnahmen und des regulatorischen Programms.

Dr. Alexander Türpitz ist Managing Director and Senior Partner bei BCG in Frankfurt. Er ist globaler Experte für Transformationen im öffentlichen Sektor. Sie erreichen ihn unter Tuerpitz.Alexander@bcg.com.

Danksagung

Unser besonderer Dank gilt dem BDI und seinen Mitgliedsverbänden sowie dem Einsatz der über 150 Beteiligten und Experten aus mehr als 80 Unternehmen und Verbänden für ihre umfangreichen konstruktiven Beiträge und ihre Unterstützung bei der Validierung der Analysen – als Mitglieder des Steuerungskreises, als Mitwirkende in den Arbeitsgruppen sowie als Diskussionsteilnehmer in rund 30 Arbeitsworkshops und zahlreichen bilateralen Expertengesprächen im Studienverlauf.

Wir danken den Mitgliedern des wissenschaftlichen Beirats der Studie für ihre methodische Unterstützung sowie viele hilfreiche und konstruktive Kommentare: Dr. Hubertus Bardt, Dr. Ralf Bartels, Prof. Dr. Veronika Grimm, Stefan Kapferer, Andreas Kuhlmann, Prof. Dr. Andreas Löschel, Franz Loogen und Prof. Dr. Karen Pittel.

Gleichermaßen bedanken wir uns bei Dr. Cassian Behlau, Nora Claußnitzer, Albina Kamberi, Artur Klingbeil, Verena Kornherr, Ulrich Kremer, Ina Leppert, Alexander Meyer zum Felde, Ching Teng Tam und Nicola Wenz für die inhaltliche, grafische, editorielle und organisatorische Unterstützung.

Für weitere Informationen oder die Erlaubnis zum Nachdruck wenden Sie sich bitte an direkt an BCG (permissions@bcg.com).

Unter bcg.com finden Sie aktuelle BCG-Inhalte. Dort können Sie sich auch registrieren, um E-Alerts zu diesem Thema oder anderen Themen zu erhalten.

Folgen Sie der Boston Consulting Group auf Facebook und Twitter.

© Boston Consulting Group 2021. Alle Rechte vorbehalten.
Oktober 2021





BCG

bcg.com