



**POSITION // DEZEMBER 2025**

**Bis 2040 Treibhausgase um  
mindestens 90 Prozent mindern  
So kann es gehen!**

# Impressum

**Herausgeber:**

Umweltbundesamt  
Fachgebiet V 1.2 Szenarien und Strategien zu Klimaschutz  
und Energie  
Postfach 14 06  
06813 Dessau-Roßlau  
Tel: +49 340-2103-0  
buergerservice@uba.de  
Internet: [www.umweltbundesamt.de](http://www.umweltbundesamt.de)

**Autorenschaft:**

Maximilian Pagel, Karlotta Schultz, David Pfeiffer, Judith  
Voß-Stemping, Joscha Steinbrenner, Benjamin Lünenbürger,  
Martin Lange, Martin Lambrecht, Philipp Hölting, Janine  
Kleemann, Andreas Kahrl, Frederike Balzer, Diana Sorg,  
Anja Schwetje, Nathan Obermaier, Katja Purr, Max Werlein,  
Reinhard Herbener, Matthias Weyland

**Unter Mitwirkung von:**

Anne Biewald, Leonie Bronkalla, Matthias Futterlieb,  
Frank Gagelmann, Katja Hofmeier, Mirjam Müller, Ferdinand  
Pfender, Joris Spindler, Herwig Unnerstall, Carla Vollmer,  
Jan Weiß, Anna-Maria Weber, Kai Wehnemann

**Redaktion:**

Maximilian Pagel, Karlotta Schultz, Kirsten op de Hipt,  
Susanne Kambor

**Satz und Layout:**

Atelier Hauer + Dörfler GmbH

**Publikationen als pdf:**

[www.umweltbundesamt.de/publikationen](http://www.umweltbundesamt.de/publikationen)

**Bildquellen:**

Grafikelemente © Shutterstock

Stand: Dezember 2025

ISSN 1862-4359

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung  
liegt bei den Autorinnen\*Autoren.

**POSITION // DEZEMBER 2025**

**Bis 2040 Treibhausgase um  
mindestens 90 Prozent mindern  
So kann es gehen!**

---

# Abbildungen & Tabellen

## Abbildung 1

<b>Erreichbare Treibhausgase .....</b>	<b>9</b>
--	----------

## Abbildung 2

<b>Bezugsgröße für einen ambitionierten Klimaschutz .....</b>	<b>11</b>
---	-----------

## Abbildung 3

<b>Notwendiger Minderungspfad für Brutto-Emissionen.....</b>	<b>11</b>
--	-----------

## Tabelle 1

<b>Empfehlung zum Hochlauf technischer Senken 2035 bis 2045 in Deutschland.....</b>	<b>45</b>
---	-----------

# Inhalt

<b>1 Einleitung</b>	<b>8</b>
<b>2 Die Jahresemissionsmengen bis 2040 auf Zielkurs bringen</b>	<b>10</b>
<b>3 Sektorübergreifende Maßnahmen &amp; Instrumente</b>	<b>12</b>
<b>4 Energiewirtschaft</b>	<b>18</b>
4.1 Einleitung	19
4.2 Zentrale Maßnahmen & Instrumente bis 2030	19
4.3 Zentrale Maßnahmen & Instrumente 2030 bis 2040	20
<b>5 Verkehr</b>	<b>22</b>
5.1 Einleitung	23
5.2 Zentrale Maßnahmen & Instrumente bis 2030	23
5.3 Zentrale Maßnahmen & Instrumente 2030 bis 2040	24
<b>6 Industrie</b>	<b>26</b>
6.1 Einleitung	27
6.2 Zentrale Maßnahmen & Instrumente bis 2030	27
6.3 Zentrale Maßnahmen & Instrumente 2030 bis 2040	28
<b>7 Gebäude</b>	<b>30</b>
7.1 Einleitung	31
7.2 Zentrale Maßnahmen & Instrumente bis 2030	31
7.3 Zentrale Maßnahmen & Instrumente 2030 bis 2040	32
<b>8 Landwirtschaft</b>	<b>34</b>
8.1 Einleitung	35
8.2 Zentrale Maßnahmen & Instrumente bis 2030	35
8.3 Zentrale Maßnahmen & Instrumente 2030 bis 2040	36
<b>9 Abfallwirtschaft inklusive Abwasserwirtschaft</b>	<b>38</b>
9.1 Einleitung	39
9.2 Zentrale Maßnahmen & Instrumente bis 2030	39
9.3 Zentrale Maßnahmen & Instrumente 2030 bis 2040	39
<b>10 Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (LULUCF)</b>	<b>40</b>
10.1 Einleitung	41
10.2 Zentrale Maßnahmen & Instrumente bis 2030	41
10.3 Zentrale Maßnahmen & Instrumente 2030 bis 2040	43
<b>11 Langfristige Negativemissionen</b>	<b>44</b>
<b>Quellenverzeichnis</b>	<b>46</b>

# Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Erläuterung
<b>BECCS</b>	Bioenergy Carbon Capture and Storage
<b>BEW</b>	Bundesförderung effiziente Wärmenetze
<b>BGBI</b>	Bundesgesetzblatt
<b>BMU</b>	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
<b>BMUB</b>	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
<b>BV Glas</b>	Bundesverband Glasindustrie e.V., Düsseldorf
<b>CBAM</b>	Carbon Border Adjustment Mechanism / CO <sub>2</sub> -Grenzausgleichsystem
<b>CCS</b>	Carbon Capture and Storage
<b>CCU</b>	Carbon Capture and Utilization
<b>DACCS</b>	Direct Air Carbon Capture and Storage
<b>Destatis</b>	Statistisches Bundesamt, Wiesbaden
<b>DGE</b>	Deutschen Gesellschaft für Ernährung e.V
<b>DiätV</b>	Diätverordnung
<b>DLMB</b>	Deutsches Lebensmittelbuch
<b>EEG</b>	Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG 2023
<b>EEOS</b>	Energieeinsparverpflichtungssystem
<b>EnEfG</b>	Energieeffizienzgesetz
<b>ERK</b>	Expertenrat für Klimafragen
<b>FrSaftErfrischGetrV</b>	Verordnung über Fruchtsaft, einige ähnliche Erzeugnisse, Fruchtnektar und koffeinhaltige Erfrischungsgetränke (Fruchtsaft- und Erfrischungsgetränkeverordnung)
<b>GAP</b>	Gemeinsamen Europäischen Agrarpolitik
<b>GDB</b>	Genossenschaft Deutscher Brunnen e.G., Bonn
<b>GfK</b>	GfK SE, Nürnberg
<b>GVM</b>	GVM Gesellschaft für Verpackungsmarktforschung mbH, Mainz
<b>JEM</b>	Jahresemissionsmenge(n)
<b>LAGA</b>	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall
<b>Möve</b>	Mehrweg- und ökologisch vorteilhafte Einweggetränke
<b>Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq.</b>	Millionen Tonnen Kohlendioxid-Äquivalente
<b>nEHS</b>	nationales Emissionshandelssystem
<b>öve</b>	ökologisch vorteilhafte Einweggetränke
<b>sog.</b>	sogenannt

Abkürzung	Erläuterung
<b>UBA</b>	Umweltbundesamt, Dessau
<b>u.U.</b>	unter Umständen
<b>VdF</b>	Verband der deutschen Fruchtsaft-Industrie e.V., Bonn
<b>VerpackV</b>	Verpackungsverordnung
<b>VDM</b>	Verband Deutscher Mineralbrunnen e.V., Bonn
<b>v. H.</b>	von Hundert
<b>wafg</b>	Wirtschaftsvereinigung Alkoholfreie Getränke e.V., Berlin
<b>WPG</b>	Wärmeplanungsgesetz

# 1 Einleitung

Mit einem Fortschreiten des Klimawandels in einer Geschwindigkeit, die wesentlich höher ist als wissenschaftlich bisher erwartet war, wird die Bedeutung eines entschlossenen und ambitionierten Handelns für den Klimaschutz auf allen Ebenen erneut unterstrichen. Dabei stehen auf nationaler Ebene zunehmend nicht nur die nächsten ehrgeizigen Schritte der Treibhausgasminderung im Fokus. Vielmehr muss es darum gehen in den Zielkorridor hin zur Treibhausgasneutralität einzuschwenken. Mit dem Positionspapier „Treibhausgasminderung um 70 Prozent bis 2030: So kann es gehen!“ (UBA 2019) hat das Umweltbundesamt gezeigt, wie Klimaschutz in diesem Jahrzehnt gelingen kann. Die dabei zu berücksichtigenden Hindernisse und notwendigen Voraussetzungen hat das Umweltbundesamt mit der Studie „Ambitionierter Klimaschutz: Fallstricke und Bedingungen des Gelingens“ (Lünenbürger, Purr, Schultz et al. 2023) aufgezeigt. Aktuell zeigen die Projektionsdaten (Wehnemann et al. 2025), dass die Erreichung des Klimaschutzziels im Jahr 2030 mit den derzeitigen Politiken in greifbare Nähe rückt. Dabei leisten die Sektoren Energiewirtschaft, Verkehr, Industrie, Gebäude, Landwirtschaft und Abfallwirtschaft und Sonstiges sehr unterschiedliche Beiträge und befinden sich auf verschiedenen Pfaden.

Das Ziel Deutschlands, Netto-Treibhausgasneutralität (im Folgenden Treibhausgasneutralität) im Jahr 2045 zu erreichen, ist nur realisierbar, wenn alle Sektoren ihren größtmöglichen Beitrag leisten. Dabei muss es Ziel von Klimapolitik bleiben, Treibhausgase erst gar nicht zu erzeugen (Purr et al. 2025). Für die Umsetzung verbleiben zwei Jahrzehnte. Angesichts langer Investitions- und Wirkzyklen, komplexer Infrastrukturherausforderungen, langer Planungsperioden und notwendiger Verhaltensänderungen, handelt es sich hierbei um einen vergleichsweise kurzen Zeitraum.

Neben einer weiterhin konsequenten Verfolgung der kurzfristigen Ziele bis 2030, sollte die Klimapolitik deswegen verstärkt die Sektoren auf langfristige Transformationspfade setzen. Denn: Emissionsminderungen im kommenden Jahrzehnt müssen bereits heute angegangen werden. Die Projektionsdaten 2025 (Wehnemann et al. 2025) unterstreichen eindrücklich, dass dieser sektorübergreifende Handlungsbedarf besteht: das Minderungsziel für 2040

wird voraussichtlich verfehlt. Die Weichenstellungen in den Sektoren müssen bereits jetzt die Treibhausgasneutralität vorbereiten, sie langfristig aufrechterhalten und -mehr noch- konform mit Netto-Negativemissionen über lange Zeiträume sein. Die dafür notwendigen Investitionen, die auch nachfolgenden Generationen zu Gute kommen, sollten bereits in dieser Legislaturperiode mitgedacht und in das anstehende Klimaschutzprogramm der Bundesregierung integriert werden. Das Szenario CARESupreme des Umweltbundesamtes (siehe Box 1; Harthan et al. 2025a, in Veröffentlichung und Purr et al. 2025) zeigt anhand von Maßnahmen und Instrumenten auf, wie die Sektoren zuzüglich der Senken in diesen Zielkorridor zur Treibhausgasneutralität gelangen.

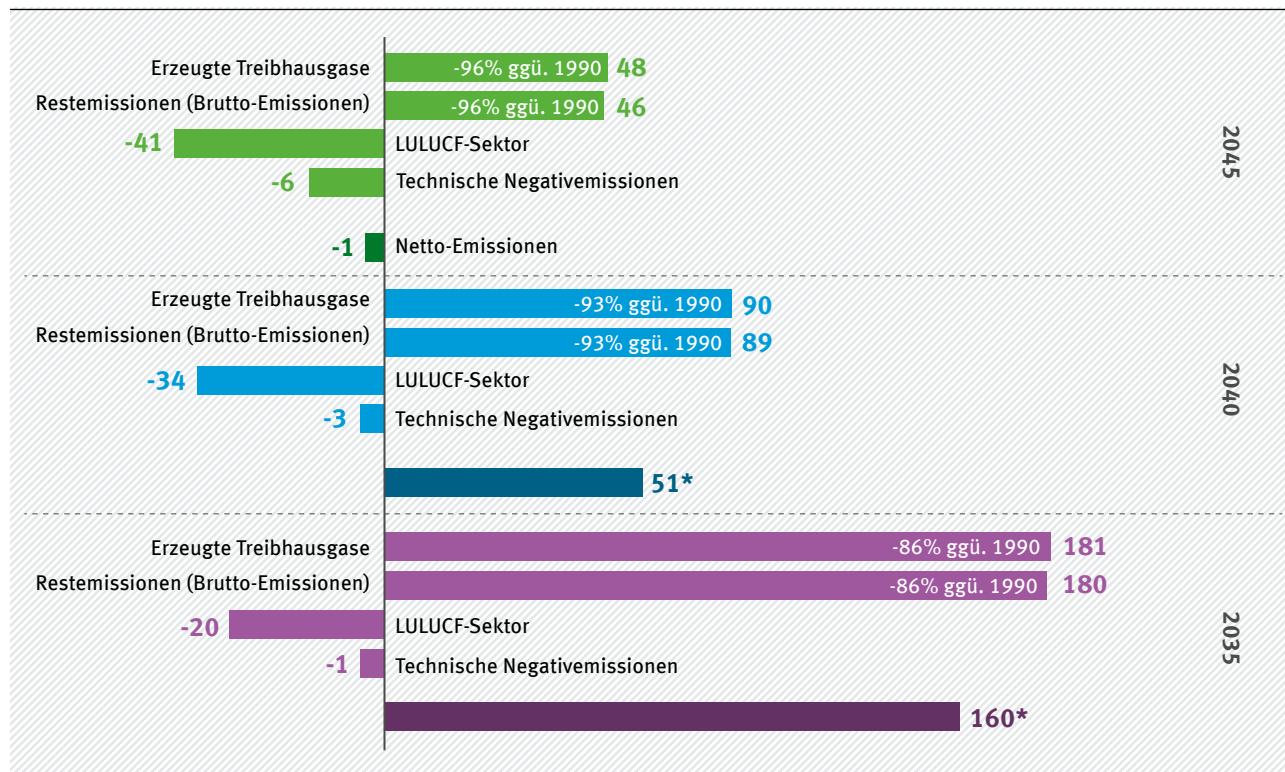
## Box 1 Das CARESupreme-Szenario

Im Forschungsvorhaben „Transformation zu einem vollständig treibhausgasneutralen Deutschland (CARE)“ werden Pfade und Maßnahmen mittels sektorübergreifender Modellierungen aufgezeigt, wie Deutschland die Klimaziele und Netto-Treibhausgasneutralität sicher bis 2045 erreichen kann und welche Anstrengungen in den einzelnen Sektoren und sektorübergreifend dafür notwendig sind (siehe dazu Harthan et al. 2025a, in Veröffentlichung und Purr et al. 2025).

Dies bedeutet, dass konsequent die Handlungs- und Wirtschaftsmuster auf Klima- und Ressourcenschutz ausgerichtet werden, wie im Green Supreme-Szenario der RESCUE-Studie (Purr et al. 2019). Maßnahmen und Instrumente beginnend bei der Energieeffizienz, Umstellung auf erneuerbare Energien, Elektrifizierung, gesunde Ernährung in Verbindung mit Reduktion der Tierbestände, Kreislaufwirtschaft und Ressourcenschonung werden in einem ambitionierten Umfang politisch und gesellschaftlich umgesetzt. Im Ergebnis werden im Szenario CARESupreme Treibhausgase in Höhe von 48 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. durch das menschliche Handeln erzeugt und davon 46 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. in die Atmosphäre emittiert.



Abbildung 1

**Erreichbare Treibhausgase**Mengenangaben in Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq.

\* Die Verrechnung von Brutto Emissionen mit Negativemissionen darf laut KSG erst ab 2045 erfolgen. Hinweis: Abweichend zu Harthan et al. 2025 und Purr et al. 2025 werden die Daten hier auf Basis der Submission 2025 im LULUCF-Sektor dargestellt. Es ergeben sich Unterschiede im LULUCF-Sektor und den Netto-Emissionen.

Quellen: Harthan et al. 2025a in Veröffentlichung; Purr et al. 2025

Die in diesem Szenario und hier vorgestellten Maßnahmen und Instrumente stellen eine Roadmap dar. Darüber hinaus ist und bleibt es Aufgabe einer ambitionierten Politik, Klimaschutz als gesellschaftliche Transformationsaufgabe zu verstehen und konkrete Umsetzungsstrategien zu erarbeiten. Dies weitet den Blick für eine vernetzte Problemlösung und hilft die Folgewirkungen von Maßnahmen und Instrumenten zu adressieren und neue, konstruktive Aushandlungsprozesse in der Gesellschaft auszulösen. Denn die Umsetzung eines ambitionierten Klimaschutzes entfaltet bereits heute unerwartete Dynamiken, denen Politik aktiv begegnen muss. Auch wenn viele Weichen bereits gestellt sind, ist umfassender Klimaschutz ein Muss, denn es gibt keine Spielräume mehr

für eine selektive Umsetzung. Umso wichtiger ist es, dass in der verbleibenden knappen Zeit für die Transformation mögliche Faktoren des Scheiterns rechtzeitig identifiziert werden, um schnell gegensteuern zu können. Insbesondere dort, wo Klimaschutz konfliktreich ist, muss sich Politik ihrer gestaltenden, antizipierenden und koordinierenden Rolle bewusst sein (Lünenbürger, Purr, Schultz et al. 2023). Die hier vorgelegte Roadmap stellt daher einen Beitrag zur erforderlichen Umsetzungsstrategie für dauerhafte Treibhausgasneutralität ab 2045 dar.

## 2 Die Jahresemissionsmengen bis 2040 auf Zielkurs bringen

Das Bundesverfassungsgericht hat im Jahr 2021 in seinem Beschluss formuliert, dass Minderungsbemühungen nicht in die Zukunft verschoben werden dürfen. In Reaktion darauf hat die Bundesregierung u. a. maximale Jahresemissionsmengen für die Sektoren Industrie, Verkehr, Gebäude, Landwirtschaft, Abfallwirtschaft und Sonstiges sowie Energiewirtschaft<sup>1</sup> für die Jahre 2020 bis 2030 im Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG 2021) verankert. Mit der Novelle des KSG wurden zusätzlich sektorübergreifende Jahresemissionsgesamtmengen, die die maximale, jährliche Menge an Treibhausgasemissionen aller Sektoren im Zeitraum 2021 bis 2030 vorgeben, festgelegt (Anlage 2 KSG 2024). Eine Fehlstelle in der nationalen Klimaschutzpolitik bilden bisher die sektorübergreifenden und sektorspezifischen Emissionsmengen für die Jahre 2031 bis 2040. Dies merkt auch der Expertenrat für Klimafragen (ERK) in seinem Prüfbericht (ERK 2025) an.

Eine minimale Umsetzung der Anforderungen an die fehlenden Jahresemissionsmengen (sog. Sektorziele) aus dem KSG bedeutet, dass die Jahresemissionsmengen jährlich aufsummiert mindestens die geforderte Gesamtminderung gegenüber 1990 nach Anlage 3 KSG entsprechen. Sie müssen grundsätzlich gleichmäßig absinken und deutliche Minderungen in den Sektoren sicherstellen. Ergebnisse verschiedener Szenarien weisen auf unterschiedliche Möglichkeiten und Limitationen für Minderungen in den Sektoren hin, z. B. durch zur Verfügung stehende Techniken, durch gesellschaftliche Akzeptanz und Konsens zu Verhaltensänderungen oder durch natürliche Prozesse. So lassen sich die Treibhausgasemissionen in den Sektoren Energiewirtschaft, Verkehr und Gebäude durch u. a. den Ausbau der erneuerbaren Energien, Elektrifizierung und eine Wärmewende nahezu vollständig vermeiden<sup>2</sup>. Dahingegen werden in der Landwirtschaft, der Industrie und der Abfall- und Abwasserwirtschaft unabhängig von der Wirtschaftsweise nach heutigem Kenntnisstand unvermeidbare Treibhausgasemissionen entstehen. **Diese unterschiedlichen sektoralen Potentiale zur Treibhausgasneutralität sollten schon in den Pfaden bis 2040 berücksichtigt werden.** Eine proportionale Aufteilung, die an den

Jahresemissionsmengen in 2030 anknüpft und dieselbe prozentuale Minderung für alle Sektoren bis 2040 vorsieht, ist deswegen ungeeignet. Es braucht vielmehr eine fundierte Einschätzung auf Basis von Szenarien, aktuellem Stand des Wissens zu technischen Machbarkeiten und möglicher Klimaschutzinstrumente. Das gilt unabhängig vom Ambitionsniveau des übergeordneten Minderungspfades.

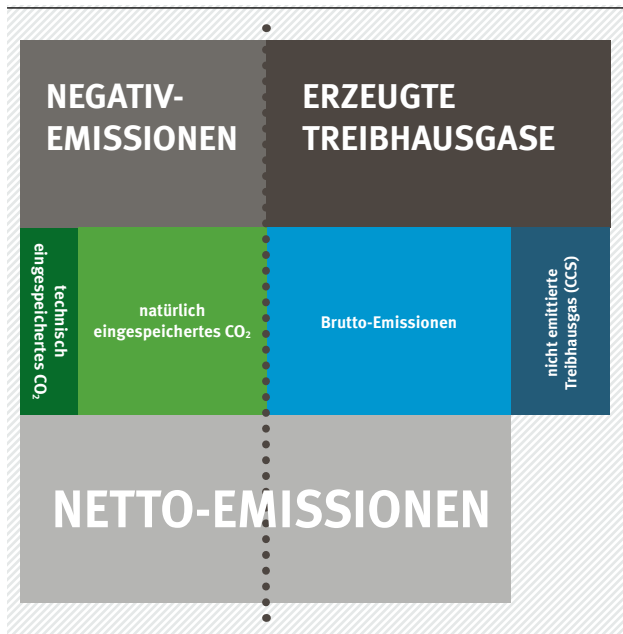
Das Umweltbundesamt empfiehlt für die Jahre nach 2030 ambitioniertere Pfade als im KSG vorgesehen, um in einen robusten Korridor hin zum Ziel der Treibhausgasneutralität in 2045 einzuschwenken. Die Zwischenziele sollten sicherstellen, dass Treibhausgasneutralität bis 2045 erreicht wird. Sie dienen als Leitplanken für die wirtschaftliche Entwicklung und sollten Pfadabhängigkeiten bei der Transformation berücksichtigen. Viele der Sektoren, die maßgeblich zum energiebedingten Treibhausgasausstoß beitragen, sind durch besonders langlebige Kapitalgüter geprägt. Einmal eingeschlagene Entwicklungspfade lassen sich daher meist erst nach langen Abschreibungszeiträumen oder nur mit hohen Umstellungskosten verändern. Darüber hinaus braucht es eine langfristige Strategie zur Steigerung der natürlichen Senken im LULUCF-Sektor und zur Reduktion der Emissionen in der Landwirtschaft. Dies sollte bereits heute bei Aktivitäten im Klimaschutz für das nächste Jahrzehnt beachtet und deswegen stärkere Anstrengungen und schnellere Minderung bis 2040 vorgesehen werden.

Mit Blick auf die stetige Annäherung auf das Niveau der unvermeidbaren Treibhausgase, ist es zunehmend von Bedeutung in der Zielarchitektur die Senken und die gesellschaftlich vertretbaren Restemissionen (Brutto-Emissionen) zu adressieren. Für gelungenen und dauerhaften Klimaschutz und Treibhausgasneutralität ist es wichtig, dabei nicht nur den Ausstoß von Treibhausgasen in die Atmosphäre (Brutto-Emissionen), sondern schon deren Erzeugung zu vermeiden. Dafür sollten die sektoral und gesamt erzeugten Treibhausgase (ohne Berücksichtigung von CCS) sowie die sektoral und gesamt ausgestoßenen Treibhausgasemissionen (mit Berücksichtigung von CCS; Ziel laut

<sup>1</sup> Für den Sektor Energiewirtschaft sind Jahresemissionsmengen nur für die Jahre 2020, 2022 und 2030 explizit bestimmt.

<sup>2</sup> Eine vollständige Minderung von 100 Prozent ist nicht möglich, da es bei dem Transport und dem Einsatz von Energieträgern wie Biomethan (z. B. in Verbrennungsmotoren in einem BHKW) zu kleinen Austritten (Schlupf) mit einer Treibhausgaswirkung kommen kann.

Abbildung 2

**Bezugsgröße für einen ambitionierten Klimaschutz**

Quelle: Purr et al. 2025

Bundes-Klimaschutzgesetz) getrennt ausgewiesen werden (siehe Abbildung 2; Purr et al. 2025). Dadurch können die Minderungsinstrumente bis 2040 stets bei der Erzeugung von Treibhausgasen ansetzen, um tatsächliche Transformationen anzustoßen. Unter dieser Voraussetzung kann das Netto-Emissionsziel der

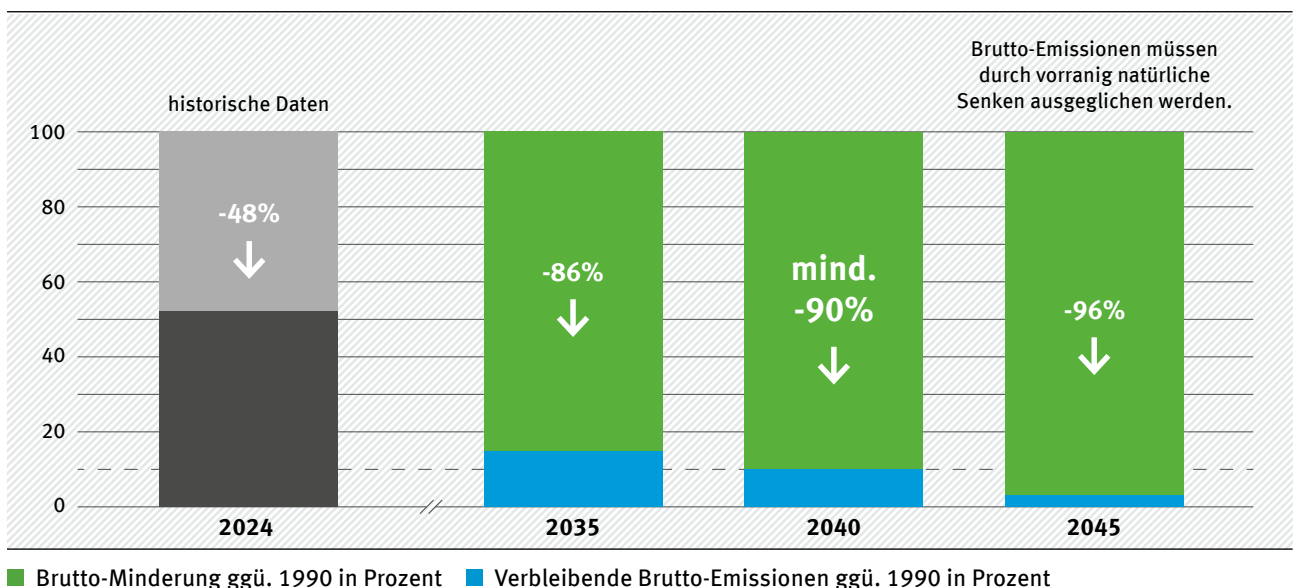
Treibhausgasneutralität durch den Ausgleich mit Negativemissionen erreicht werden (siehe Kapitel 11, Purr et al. 2025).

Für das Erreichen der Treibhausgasneutralität sind Ambitionssteigerungen über alle Sektoren hinweg anzusetzen. Insbesondere stehen die Nachfragesektoren in Wechselwirkung zur Energiewirtschaft, weil eine gestiegene Nachfrage durch Elektrifizierung einen raschen Umbau des Energiesystems voraussetzt (siehe Kapitel 4). Aber auch Verhaltensänderungen in Gesellschaft und Wirtschaft wirken sektorübergreifend.

**Das Umweltbundesamt schlägt für das Jahr 2040 eine Minderung der erzeugten Treibhausgase um mindestens 90 Prozent gegenüber 1990 vor.**

Wie diese ambitionierteren Pfade aussehen und welche Instrumente und Maßnahmen ergriffen werden müssen, um sie zu erreichen, wird in den folgenden Kapiteln anhand des Szenarios CARESupreme des Umweltbundesamtes diskutiert (siehe Box 1). Die instrumentenbasierte Modellierung weist einen Weg hin zu Treibhausgasneutralität im Jahr 2045 auf. Dieser beruht auf Effizienz, Suffizienz und der Stärkung natürlicher Senken, eingebettet in eine ganzheitliche Verhaltensänderung von Gesellschaft und Wirtschaft. CARESupreme zeigt: Um im Jahr 2045 Treibhausgasneutralität sicher zu erreichen, müssen im Jahr 2040 bereits mindestens 90 Prozent der erzeugten Treibhausgasemissionen vermieden werden.

Abbildung 3

**Notwendiger Minderungspfad für Brutto-Emissionen**

Quelle: Eigene Darstellung

### FÖRDERN

- ▶ Sozialverträgliche Gestaltung der Klimaschutzpolitik
- ▶ Klima-Investitions-Politik
- ▶ Förderung grüner Leitmärkte

### FORDERN

- ▶ Ambitionierte CO<sub>2</sub>-Bepreisung
- ▶ Reform der Energiesteuer und der Energiepreise
- ▶ Klimaschutz und zirkuläres Wirtschaften integriert umsetzen



## Sozialverträgliche Gestaltung der Klimaschutzpolitik, insbesondere mit Blick auf vulnerable Gruppen

Die Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>)-Bepreisung ist sektorübergreifend ein maßgeblicher Hebel zum Erreichen der Klimaschutzziele. In Hinblick auf die Bepreisung von Kraft- und Brennstoffen gilt dies auch für den Gebäude- und Verkehrsbereich. Kontinuierlich steigende CO<sub>2</sub>-Preise werden zu spürbaren Kostensteigerungen bei Haushalten und anderen Endverbrauchenden führen. Auch andere Klimaschutzinstrumente, wie ordnungsrechtliche Vorgaben, können (zunächst) zu Kostensteigerungen führen, denn die notwendige Transformation von Wirtschaft und Gesellschaft ist mit teils erheblichen (Anfangs-) Investitionen verbunden, z. B. in eine Wärmepumpe oder ein E-Fahrzeug. Ohne soziale Flankierung kann dies zu erheblichen individuellen, gesellschaftlichen und politischen Herausforderungen führen. Der sozialpolitische Handlungsdruck ist also hoch. Das Umweltbundesamt hat daher Vorschläge entwickelt, wie insbesondere eine ambitionierte CO<sub>2</sub>-Bepreisung und die Erreichung sozialer Ziele Hand in Hand gehen können. Dafür müssen die CO<sub>2</sub>-Preis-Einnahmen aus den Bereichen Verkehr und Gebäude an die Bürger\*innen zurückfließen. Dabei dient die Auszahlung einer sozialdifferenzierten Klimaprämie für Haushalte mit niedrigen und mittleren Einkommen als Basisabsicherung. Sie sollte kombiniert werden mit gezielten zusätzlichen Förderprogrammen für vulnerable Haushalte. Letztere werden aufgrund ihrer fossilen Energiebedarfe und mangelnder Ausweichmöglichkeiten besonders stark durch die CO<sub>2</sub>-Bepreisung belastet: Sie sind aus eigener Kraft nicht in der Lage, diese Belastungen durch Verhaltensanpassungen oder investive Klimaschutzmaßnahmen hinreichend schnell zu verringern.

Ergänzend dazu sollten bei (umwelt- und klimapolitischen) Gesetzesvorhaben thematisch breite soziale Folgenabschätzungen in die Nachhaltigkeitsprüfung von Gesetzesvorhaben integriert werden. Sie sind unabdingbar, um komplementäre Instrumente zu entwickeln, die soziale Härten abfedern und Anpassungen ermöglichen. Ein Sozialmonitoring, das regionale und soziale Verteilungswirkungen sowie die Effektivität von Unterstützungsmaßnahmen prüft, hilft die Akzeptanz zu sichern und ermöglicht eine zielgenaue politische Nachsteuerung.

## Europäischer Emissionshandel 1 und CO<sub>2</sub>-Grenzausgleichssystem

Der europäische Emissionshandel 1 (EU-ETS 1) für die Bereiche Energiewirtschaft, Industrie sowie den Luft- und Seeverkehr ist ein zentrales Instrument zur Erreichung der europäischen und nationalen Klimaschutzziele in den einbezogenen Sektoren. Durch das schrittweise sinkende Cap<sup>3</sup> wird die Einhaltung der EU-weiten Klimaschutzziele für diese Sektoren gewährleistet. Dies schafft neben der direkten Lenkungswirkung des CO<sub>2</sub>-Preises wichtige Planungssicherheit für Politik und Gesellschaft auf dem Transformationspfad zur Treibhausgasneutralität. Die Erlöse aus dem EU-ETS 1 – wie auch die des nationalen Emissionshandelsystems (nEHS) bzw. des EU-ETS 2 – fließen auf nationaler Ebene vollständig in den Klima- und Transformationsfonds (KTF) der Bundesregierung und speisen auf EU-Ebene den Innovations- und den Modernisierungsfonds. Damit hat sich der Emissionshandel zu einer maßgeblichen Finanzierungssäule für die aktive wirtschaftspolitische Flankierung der Defossilisierung entwickelt. Mit Blick auf die 2030er Jahre ist erstens die Fortsetzung der Cap-Reduktion zentral. Zweitens sollte der EU-ETS 1 vor allem im Sinn der Stärkung des Preissignals weiterentwickelt werden. Darunter fällt die Aufrechterhaltung eines ambitionierten Caps im Lichte eines angehobenen EU-Klimaschutzziels für 2040. Dies ist durch die schrittweise Verringerung der kostenlosen Zuteilung im Industriebereich im Zuge der Einführung des CO<sub>2</sub>-Grenzausgleichsystems (Carbon Border Adjustment Mechanism, kurz CBAM) bereits in die Wege geleitet. Ein weiterentwickelter und bürokratiearmer CBAM (u. a. De-minimis-Schwelle, Ausweitung auf weitere Importgüter und Umgang mit Exporten) wird die Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Industrie wahren und gleichzeitig starke Anreize für eine Industrietransformation in Europa und Drittstaaten setzen. Die zentralen Aspekte für die Ausgestaltung des EU-ETS 1 ab 2030 wird die Europäische Kommission im Sommer 2026 in einem Bericht (Art. 30 ETS-RL) adressieren. Darunter fallen u. a. die Einbeziehung von dauerhaften Kohlenstoffentnahmen (engl. Carbon Dioxide Removals, CDRs), die Ausweitung des Systems auf weitere Gase und Sektoren, die Verknüpfung mit CO<sub>2</sub>-Preissystemen anderer Länder und Aspekte zur Aufrechterhaltung wesentlicher Marktfunktionen in Anbetracht von z. B. beschränkter Liquidität oder erhöhter Volatilität.

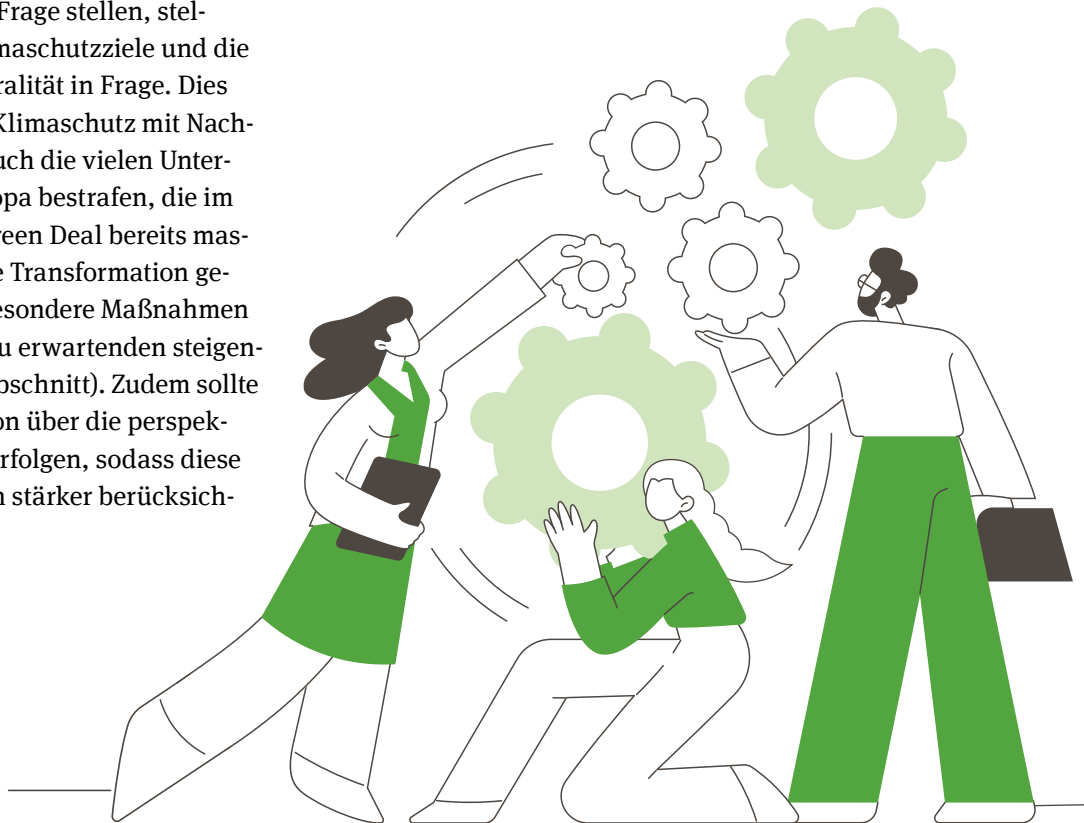
3 Eine Obergrenze (Cap) legt fest, wie viele Treibhausgas-Emissionen von den emissionshandelspflichtigen Anlagen insgesamt ausgestoßen werden dürfen.

## CO<sub>2</sub>-Bepreisung durch den nEHS bzw. den Europäischen Emissionshandel 2

Die Einführung des EU-ETS 2 für Gebäude, Straßenverkehr und weitere Sektoren ist ein klimapolitischer Meilenstein und ein wesentliches Instrument, um die ambitionierten EU-weiten Klimaschutzziele in diesen Sektoren zu erreichen. Die Höhe des CO<sub>2</sub>-Preises ist aus heutiger Perspektive unsicher. Allerdings prognostizieren Expertinnen\*Experten – ausgehend von den bisher geringen Emissionsrückgängen in den Sektoren des EU-ETS 2 – Preise, die perspektivisch über dem aktuellen Niveau im seit 2021 implementierten nEHS liegen. In Kombination mit dem weiteren klimapolitischen Instrumenten-Mix, wie beispielsweise spezifischen Förderprogrammen und Ordnungsrecht, werden dadurch starke Anreize für Investitionen in klimaneutrale Technologien gesetzt. Eine Absenkung des klimapolitischen Ambitionsniveaus im EU-ETS 2 und die Verschiebung der Einführung des Instruments wird zu einem erhöhten Preisdruck in den Folgejahren führen und die Erreichung der EU-Klimaschutzziele bis 2030 und auch darüber hinaus gefährden. Auch für die Erreichung der deutschen Ziele gemäß EU-Klimaschutzverordnung bis 2030 bedarf es starker Preissignale. Für den vollständigen Start des EU-ETS 2 müssen in Deutschland und den anderen Mitgliedstaaten schnellstmöglich die nötigen Vorbereitungen getroffen werden. Stimmen, die den EU-ETS 2 in Frage stellen, stellen offen oder verdeckt die Klimaschutzziele und die Transformation zur Klimaneutralität in Frage. Dies ist nicht nur mit Blick auf den Klimaschutz mit Nachdruck abzulehnen, es würde auch die vielen Unternehmen und Haushalte in Europa bestrafen, die im Vertrauen auf den European Green Deal bereits massive Investitionen in ihre grüne Transformation getätigt haben. Dies betrifft insbesondere Maßnahmen zur sozialen Flankierung des zu erwartenden steigenden CO<sub>2</sub>-Preises (siehe erster Abschnitt). Zudem sollte eine offensivere Kommunikation über die perspektivisch steigenden CO<sub>2</sub>-Preise erfolgen, sodass diese bei Investitionsentscheidungen stärker berücksichtigt werden.

## Klimaschutz stärkt internationale Wettbewerbsfähigkeit auf grünen Leitmärkten

Um die deutsche Wettbewerbsfähigkeit im internationalen Handel zu sichern, kommt es besonders auf die grünen Leitmärkte der Zukunft an. Hier sollte die Bundesregierung grüne Innovationen und Neugründungen unterstützen und fördern. Konkret geht es insbesondere um die politische Unterstützung bei der Defossilisierung von traditionellen Branchen, wie Chemie-, Automobil- und Bauwirtschaft. Verschiedene Politiken und Instrumente ebnen den Weg für grüne Leitmärkte, bei denen angebots- und nachfrageseitige Faktoren den Markthochlauf von treibhausgasneutralen Produkten forcieren. Dazu bedarf es konkreter Leitplanken für den sozial-ökologischen Umbau. Neben klaren Zielbildern gehören dazu auch mögliche Technologiepfade, Infrastrukturbedarfe und Investitionsprogramme, auch mit Blick auf den Strukturwandel. Die Bundesregierung sollte Unternehmen bei der Entwicklung ambitionierter Transformationspläne unterstützen. Schließlich sind Investitionen der Hebel für GreenTech „made in Germany and Europe“, die international starke Nachfrage erfährt und somit die internationale Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Exportnation unterstützt.





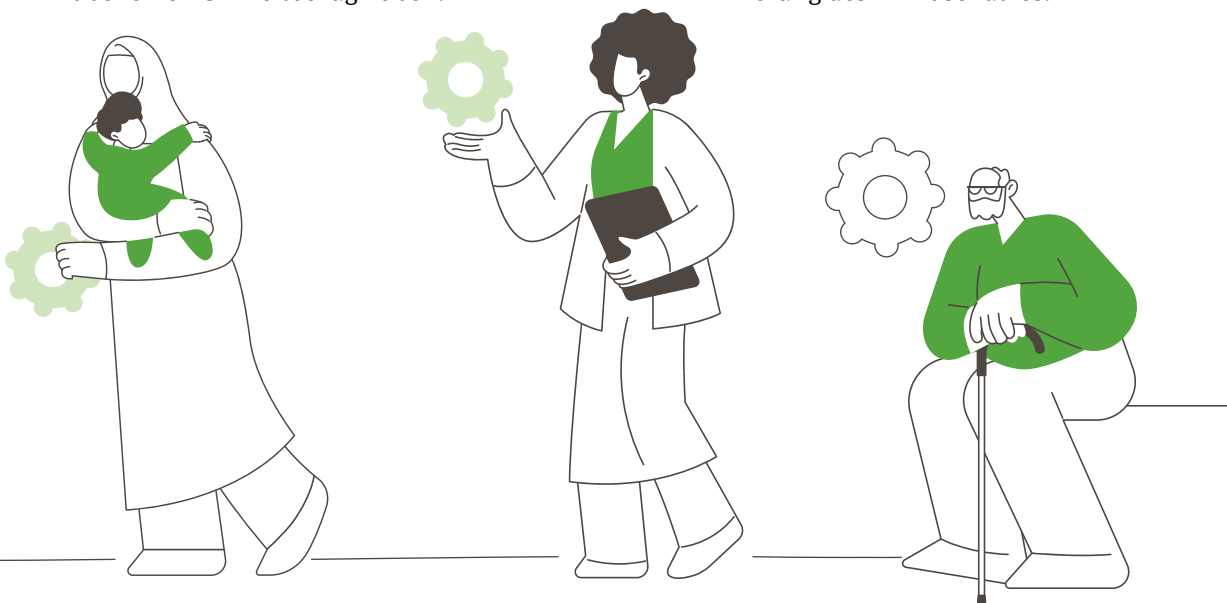
## Weiterentwicklung des Klima- und Transformationsfonds (KTF) als Teil eines Green Budgeting

Green Budgeting, als ein Ansatz zur ökologischen Gestaltung der staatlichen Einnahmen und Ausgaben, kann helfen, öffentliche Haushalte wirkungsorientiert auf den Klimaschutz auszurichten. Öffentliche Klima- und Umweltschutzinvestitionen schaffen Planungssicherheit für Unternehmen. Sie schützen und unterstützen Unternehmen in ihren Bemühungen der Defossilisierung und lenken so auch Investitionen von Unternehmen und privaten Haushalten. Die Schaffung eines Sondervermögens für Investitionen im Grundgesetz ist ein wichtiger Schritt hin zu einer zielgerichteten Klimainvestitionspolitik. Es ist zentral zu definieren, dass die 100 Mrd. Euro zusätzlich zu den aktuellen Klimaschutzpolitiken entsprechend der bisherigen Klima- und Finanzplanung investiert werden. Das KTF-Gesetz sollte in diesem Sinne geändert werden und auch ein kontinuierliches Monitoring für Klimaschutzinvestitionen und deren Wirkungen vorsehen. Angesichts der absehbaren Finanzierungslücken in der bisherigen Finanzplanung des KTF sollten kompensatorische Ansätze, die z. B. die Energiepreise senken oder ein gestaffeltes Klimageld, nur Übergangsweise Teil des KTF sein. Maßnahmen, die nicht mit dem Klima verbundene Zwecke wie Mikroelektronik fördern oder weitere kompensatorische Ansätze wie eine Stromsteuersenkung, sollten nicht aus dem KTF finanziert werden. Zudem sollte sichergestellt werden, dass der KTF weder als Finanzierungsinstrument für den Kernhaushalt des Bundes genutzt wird, noch für Maßnahmen, die aus dem übrigen Sondervermögen Infrastruktur finanziert werden können, aber einen Umweltbezug haben.

## Finanzierung der Investitionen für den Klimaschutz

Der größte Hebel für die private Finanzierung von Klimaschutzinvestitionen wird durch unterstützende Rahmensetzungen für den Finanzmarkt erreicht. Diese sollten Transparenz schaffen und verbessern, sowie die Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsrisiken bei der Risikobewertung von Investitionen sicherstellen. Hier hat es in den letzten Jahren mit Instrumenten wie der EU-Taxonomie und der Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD) wichtige Fortschritte gegeben. Das europäische Sustainable Finance Framework sollte daher weiterhin implementiert und bestehende Lücken geschlossen werden. Eine bürokratiearme Umsetzung des Frameworks für Unternehmen sollte unterstützt werden ohne das Ambitionsniveau zu verringern. Darüber hinaus sollte die öffentliche Hand ihre eigenen Anlagevermögen im Sinne einer Vorbildfunktion nachhaltig und insbesondere klimagerecht investieren und so eine Lenkungswirkung auf den Kapitalmärkten entfalten.

Daneben erfordert die Finanzierung von Klimaschutzinvestitionen eine konsequente Ausrichtung staatlicher Ausgaben- und Einnahmenpolitik an langfristigen gesamtwirtschaftlichen Renditen. Die Einnahmen des Staates bilden dabei die Grundlage für öffentliche Investitionen. Kluge Reformen bei Steuern und Abgaben können Finanzierungsspielräume der öffentlichen Hand eröffnen und erhöhen zugleich die Attraktivität für umweltfreundliche Konsum- und Produktionsweisen. Ein Abbau klimaschädlicher Subventionen, insbesondere im Verkehrs- und Industriebereich, ist daher ein wichtiger Beitrag zur Finanzierung des Klimaschutzes.



## Klimaschutzmanagement und die Nutzung von CO<sub>2</sub>-Schattenpreisen in Verwaltungen und Unternehmen fördern

Kleine und mittlere Unternehmen sowie die öffentliche Verwaltung sollten in ihrem Umwelt- und Klimaschutzmanagement künftig stärker unterstützt werden. Im Sinne der Vorbildfunktion sollte das Ziel der treibhausgasneutralen Bundesverwaltung 2030 (§ 15 KSG) mit Nachdruck weiterverfolgt werden.

Die Verwendung von CO<sub>2</sub>-Schattenpreisen in Unternehmen und Verwaltungen führt dazu, dass Investitionsentscheidungen klimafreundlicher werden. Unter einem CO<sub>2</sub>-Schattenpreis wird hierbei ein rechnerischer Preis entsprechend des vom Umweltbundesamt wissenschaftlich ermittelten und empfohlenen Schadenssatzes für jede über den Lebenszyklus der Maßnahme freigesetzte Tonne CO<sub>2</sub> verstanden. Neben der Berücksichtigung in wirtschaftlichen Entscheidungen können Schattenpreise auch die systematische Berücksichtigung von Umweltauswirkungen in der Gesetzgebung unterstützen, indem sie in die Gesetzesfolgenabschätzung einfließen.

Für CO<sub>2</sub>-Schattenpreise, die die Höhe der Klimaschäden abbilden, empfehlen wir für das Jahr 2025 einen Kostensatz von 890 €/t CO<sub>2</sub>-Äq (Matthey, A. et al. 2024). Dies entspricht der vom Verfassungsgericht in seinem Urteil 2021 angemahnten Gleichgewichtung der Wohlfahrt künftiger und heutiger Generationen. Gewichtet man indessen die Wohlfahrt heutiger Generationen höher, resultiert ein Kostensatz von 305 €/t. Auch über den Klimaschutz hinaus sollten Umweltkosten in wirtschaftlichen wie politischen Entscheidungen systematisch berücksichtigt werden.

## Energiesteuer reformieren und Strompreise auf Dekarbonisierung ausrichten

Die Bundesregierung sollte sich für eine ambitionierte Reform der EU-Energiesteuerrichtlinie einsetzen. Dies eröffnet Möglichkeiten die klimapolitische Lenkungswirkung von Energiepreisen zu erhöhen und Fehlankreize, insbesondere umweltschädliche Subventionen abzubauen. National sollte die Bundesregierung die Energiesteuersätze regelmäßig an die Inflation anpassen, nicht zuletzt um den realen Einnahmerückgang der letzten Jahre zu kompensieren. Bestehende Vergünstigungen bei Energiepreisen sollten bezüglich des Begünstigtenkreises überprüft und im Falle der Inanspruchnahme durch Gegenleistungen (z. B. Investitionen zum Energiesparen) mit einer positiven Umweltwirkung verknüpft werden.

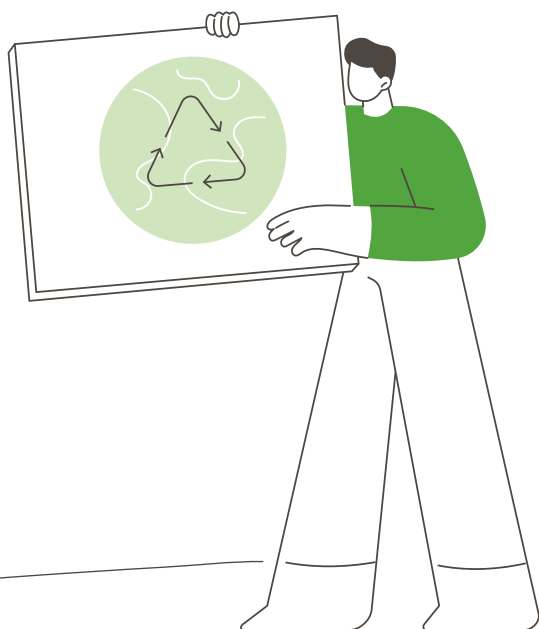
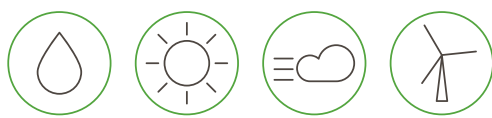
Strompreise können wichtige Impulse für die Dekarbonisierung, die Elektrifizierung sowie für eine effiziente Stromnutzung in den verschiedenen Anwendungsbereichen setzen. Neben gezielten Vergünstigungen für flexible Verbräuche – z. B. von steuerbaren Wärmepumpen mit separaten Stromzählern – bei der Mehrwertsteuer, kommt auch eine öffentliche Teilfinanzierung der Stromnetze in Frage. Zudem sollte die Netzentgeltregulierung an die Anforderungen der fluktuierenden Stromerzeugung erneuerbarer Energien angepasst werden, um Flexibilitätspotenziale in Produktionsprozessen zu heben und die Elektrifizierung voranzutreiben.





## Öffentliche Verwaltungen modernisieren und überflüssige Bürokratie abbauen

Der digitale Wandel erfasst zunehmend auch die öffentliche Verwaltung. Dies eröffnet viele Möglichkeiten für effizientere Abläufe und sollte auch im Umweltbereich als Chance gesehen werden. Dabei muss der Abbau bürokratischer Hürden und ineffizienter Verwaltungsverfahren gezielt und ohne Absenkung von Umweltstandards vorangetrieben werden. Rechtliche Anforderungen an Produkte und Produktion sollten besser verzahnt, doppelte Regulierungen aufgehoben und Informationsflüsse durch einheitliche Standards sowie mehr Digitalisierung optimiert werden. Bund, Länder und Kommunen sollten stärker zusammenarbeiten, um Antrags- und Nachweisverfahren und -prozesse zu harmonisieren, zu digitalisieren und stringenter zu organisieren. Darüber hinaus sollten Förderanträge und -systeme stärker vereinheitlicht und vereinfacht werden, um die Beantragung von Fördermitteln zu erleichtern.



## Klimaschutz und zirkuläres Wirtschaften integriert umsetzen

Das Ziel einer treibhausgasneutralen Wirtschaft erfordert in Industrie und produzierendem Gewerbe die Umstellung auf Verfahren auf Basis erneuerbarer Energien und daraus hergestellter Rohstoffe. Um dies umweltgerecht zu ermöglichen, sollte dies einhergehen mit einer Umstellung von Produktionsprozessen auf eine an Zirkularität orientierten Transformation der gesamten Wertschöpfungsketten. In Deutschland entfallen fast ein Viertel der Treibhausgasemissionen auf den Industriesektor, dessen Treibhausgasemissionen wiederum durch die Produktion der energieintensiven Grundstoffe Stahl, Beton, Zement und Kunststoffe dominiert werden. Werden Elektrifizierung und Maßnahmen zur Materialeffizienz und zirkulärem Wirtschaften gemeinsam vorangebracht, können bis 2045 die kumulierten Treibhausgasemissionen dieser Grundstoffindustrien schätzungsweise um 25 Prozent, der Energieverbrauch um 20 Prozent und gleichzeitig die Transformationskosten um 45 Prozent gesenkt werden (Agora Industrie & Systemiq 2023). Bereits heute wird durch Recycling eine jährliche Einsparung von Treibhausgasen von rund 60 Mio. t erzielt; werden die weiteren Potenziale der Kreislaufwirtschaft vollständig genutzt, lassen sich bis zum Jahr 2030 zusätzlich Klimaschutzpotenziale von rund 80 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. erzielen (Hofmeister et al. 2024).

Die Verzahnung und integrierte Umsetzung von Klimaschutz, Energiewende und der Transformation zur zirkulären Wirtschaft bietet also hohes Synergiepotenzial, welches zwingend zu nutzen ist. Besondere Beachtung finden sollten dabei diejenigen Ressourcen- und Materialströme, die durch die Dekarbonisierung zunehmen (z. B. für Batterien, Photovoltaikanlagen oder Windenergieanlagen). Von zentraler Bedeutung ist es alle Hebel vollumfänglich zu nutzen, also bereits die Nachfrage nach (neuen) Produkten durch anderweitige Bereitstellung der mit den Produkten verbundenen Funktionen (z. B. mittels Car-Sharing oder Chemikalien-Leasing) zu vermeiden, den Rohstoffeinsatz der Produktion zu senken und die Lebensdauer von Produkten oder Komponenten sowie die Recyclingfähigkeit zu erhöhen. Des Weiteren sollten Kohlenstoffkreisläufe geschlossen werden (CCU).



Zentrale Maßnahmen/Instrumente

**ENERGIEWIRTSCHAFT****bis 2030****FÖRDERN**

- ▶ Ambitionierter Ausbau der Erneuerbaren Energien gemäß EEG und WindSeeG
- ▶ Wasserstoffinfrastruktur (Elektrolyseure, Kernnetz, Speicher, Kraftwerke)
- ▶ Ausbau und Digitalisierung der Strominfrastruktur

**FORDERN**

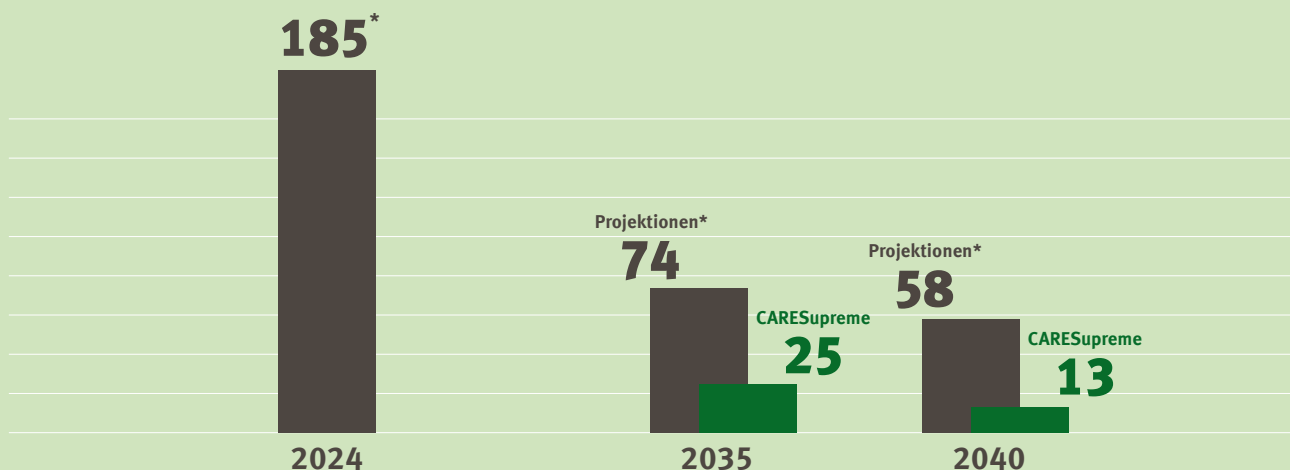
- ▶ Ende der Kohleverstromung
- ▶ Steigerung der Energieeffizienz
- ▶ Ausbau von Wärmenetzen

**2030 bis 2040****FÖRDERN**

- ▶ Ambitionierter Ausbau der Erneuerbaren Energien gemäß EEG 2023 und WindSeeG
- ▶ Sicherung der Kraftwerksleistung durch Installation von Wasserstoffkraftwerken
- ▶ Ausbau der Energieinfrastruktur (Stromnetz und Speicher, Elektrolyseure, Wasserstoffnetz, Häfen)
- ▶ CO<sub>2</sub>-Abscheideanlagen an 60 Prozent der deutschen Müll-Heizkraftwerke

**FORDERN**

- ▶ Ende der Erdgasverstromung
- ▶ Ambitionierte Steigerung der Energieeffizienz
- ▶ Ausbau und Dekarbonisierung der Wärmenetze
- ▶ Fertigstellung und Weiterentwicklung des Wasserstoff-Kernnetzes

**Erreichbare Emissionsmenge**Mengenangaben in Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq.

## 4.1 Einleitung

Die projizierten Treibhausgasemissionen im Sektor Energiewirtschaft liegen im Jahr 2030 mit 93 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. ca. 15 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. unter den angepassten Jahresemissionsmengen<sup>4</sup>, die laut Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG) einzuhalten sind. Nach 2030 bleiben die Minderungen der Energiewirtschaft laut den Projektionen aber hinter dem zurück, was einem KSG-Zielpfad entspräche (siehe Tabelle 1). Um mindestens diese Lücken zu schließen und darüber hinaus den Pfad im Sektor Energiewirtschaft in Richtung Treibhausgasneutralität bis 2045 einzuschlagen, müssen noch bis 2030 zielgerichtete Instrumente und Maßnahmen eingeführt werden. Bis 2040 lassen sich durch die in Kapitel 3 und nachfolgend aufgeführten Instrumente und Maßnahmen die erzeugten Treibhausgasemissionen im Sektor Energiewirtschaft bis auf 13 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. senken. Die entschlossene Umsetzung der Energiewende auf Basis erneuerbarer Energien erhöht die Resilienz Deutschlands und baut die Importabhängigkeit von fossilen Energien ab.

## 4.2 Zentrale Maßnahmen & Instrumente bis 2030

Das **Ende der Kohleverstromung** ist für einen ambitionierten Klimaschutz eine notwendige Voraussetzung. Laut Kohleausstiegsgesetz endet die Kohleverstromung in Deutschland spätestens 2038. Um die Klimaschutzziele des Pariser Abkommens zu erreichen, ist jedoch ein Ausstieg bis 2030 anzustreben. Dafür muss der Ausbau erneuerbarer Energien gemäß den Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)-Zielen vorangetrieben werden, denn der günstige erneuerbare Strom verdrängt den teureren Kohlestrom. Zugleich ist ein ambitioniert ausgestaltetes EU-ETS (siehe Kapitel 3) wichtig, da hohe CO<sub>2</sub>-Preise einen marktwirtschaftlichen Ausstieg beschleunigen.

Um die Klimaschutzziele zu erreichen, ist es unabdingbar, den Ausbau der erneuerbaren Energien als Rückgrat eines treibhausgasneutralen Energiesystems entsprechend der **Ausbaupfade des EEG<sup>5</sup> 2023 sowie des WindSeeG** engagiert voranzutreiben. Dieser Ausbau beruht vor allem auf Wind- und Solarenergie, wohingegen die energetische Nutzung von Biomasse aus Gründen der Nachhaltigkeit auf anfallende Rest- und Abfallstoffe zu reduzieren ist. Nur ein ambitionierter Ausbaupfad, wie im EEG vorgegeben,

ermöglicht es die Sektoren Gebäude, Verkehr und Industrie mit ausreichend treibhausgasneutralem Strom zu versorgen. Ohne eine ausreichende Versorgung mit erneuerbarem Strom kommt es entweder zu hohen Stromimporten bis 2030 und Emissionen werden ins EU-Ausland verlagert, oder die Klimaschutzziele des KSG können nicht erreicht werden.

Die **Erzeugung von elektrolytischem Wasserstoff** auf Basis dieses erneuerbaren Stroms ist weiter vorrangig zu fördern und auszubauen, um den Markthochlauf von grünem Wasserstoff als ein Schlüsselement der Sektorenkopplung zu ermöglichen. Um diesen erneuerbaren Strom, ebenso wie den erneuerbaren Wasserstoff, in ein zukunftssicheres, stabiles und treibhausgasneutrales Energiesystem zu integrieren, muss der bereits begonnene **Ausbau der Netzinfrastruktur** in Form von Stromtrassen, dem Wasserstoffkernnetz, den internationalen Anbindungen und den dazu gehörenden Speicherkapazitäten konsequent fortgeführt werden. Das Wasserstoff-Kernnetz ist notwendige Bedingung für das Entstehen eines liquiden Marktes zwischen Produzierenden und Nutzenden. Es versorgt perspektivisch die für das Stromnetz als back-up notwendigen Reservekraftwerke. Zur Erleichterung des Markteintritts von Unternehmen ist weiterhin am Prinzip des Amortisationskontos (siehe 20(25)395 Bericht BMWK Regelung von Wasserstoffnetzen) zur anfänglichen Deckelung der Wasserstoff-Gasnetzentgelte festzuhalten. Die **Digitalisierung des Stromnetzes** ist eine grundlegende Voraussetzung, um eine schwankende Stromerzeugung mittels Marktmechanismen möglichst effizient an das Angebot anzupassen. Das ermöglicht eine bessere Vernetzung und Integration der Anwendungssektoren Verkehr, Industrie und Gebäude mit der Energiewirtschaft (Sektorkopplung). Zudem ist sie Grundlage für einen modernen Strommarkt, der Techniken wie Demand Site Management, das bidirektionale Laden von Elektrofahrzeugen, die Elektrolyse zur Wasserstoffherzeugung als auch die Umwandlung in Wärme zur Wärmebedarfsdeckung in Fern- und Nahwärmenetzen ermöglicht und als integrale Bestandteile versteht.

<sup>4</sup> Die Jahresemissionsmengen wurden nach KSG §4 (2) angepasst und liegen entsprechend dem Stand vom 14.03.2025 vor (UBA 2025a)  
<sup>5</sup> Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG 2023)

Der Anschluss an ein Wärmenetz ist eine zulässige Erfüllungsoption gemäß dem Gebäudeenergiegesetz (GEG), um die Anforderung des Anteils an erneuerbaren Energien von 65 Prozent an der Wärmeversorgung für neue Heizungen zu erfüllen (siehe Kapitel 7). Bis 2030 ist es darum dringend erforderlich, Wärmenetze auszubauen und schrittweise auf erneuerbare Energien und unvermeidbare Abwärme umzustellen. Zentrale Instrumente für den **Ausbau und die Dekarbonisierung von Wärmenetzen** sind die Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEW) und das Wärmeplanungsgesetz (WPG), welches zur Erstellung von kommunalen Wärmeplänen verpflichtet. Um Planungssicherheit durch eine langfristige Absicherung der Fördergelder zu gewährleisten, ist es notwendig die BEW im WPG gesetzlich zu verankern.

Neben dem Ausbau der erneuerbaren Energien für Strom und Wärme muss die zweite Säule der Energiewende konsequent verfolgt werden: Energienachfrage muss konsequent gemindert und die **Energieeffizienz** gesteigert werden. Dazu bedarf es u. a. einer ambitionierten Umsetzung und Verstetigung des Energieeffizienzgesetzes (EnEfG). Das EnEfG sieht vor, dass der Endenergieverbrauch in Deutschland bis zum Jahr 2030 im Vergleich zu 2008 um mindestens 26,5 Prozent auf 1.867 Terawattstunden und der Primärenergieverbrauch um mindestens 39,3 Prozent auf 2.252 Terawattstunden sinken soll. Ein geringerer Energieverbrauch führt zu einem geringeren Ausbaubedarf von Netz- und Speicherkapazitäten sowie von erneuerbaren Energien. Dies erfordert die konsequente Umsetzung von Effizienzmaßnahmen, insbesondere in den Sektoren Gebäude, Industrie und Verkehr, sowie konkrete und verbindliche Energieeinsparziele über das Jahr 2030 hinaus.

### 4.3 Zentrale Maßnahmen & Instrumente 2030 bis 2040

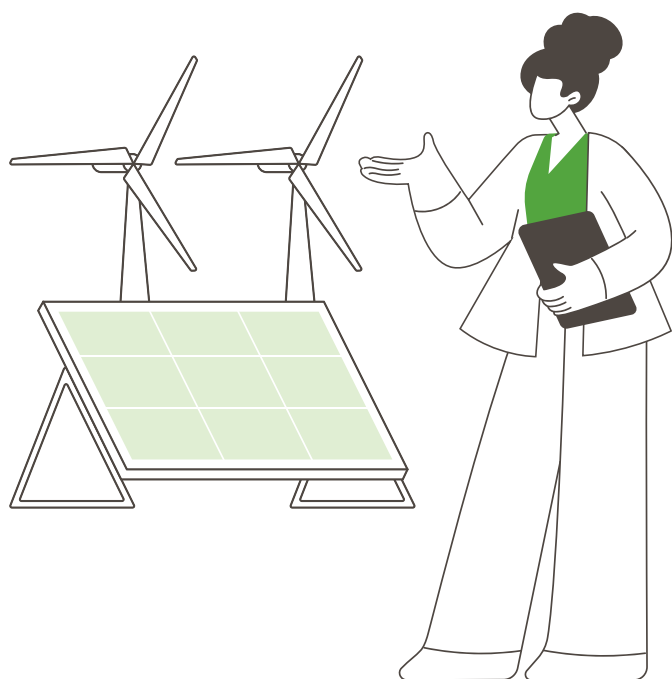
Ziel in der Dekade bis 2040 ist ein nahezu treibhausgasneutrales Stromsystem. Eine schnelle Transformation der Energiewirtschaft stellt die Grundlage für die treibhausgasneutrale Stromversorgung der anderen Sektoren dar. Dafür braucht es eine Reihe von Maßnahmen und Instrumenten, die eine sichere Versorgung gewährleisten und eine vollständig erneuerbare Stromerzeugung aus Wind und Sonne ermöglichen.

Der **Ausbau der erneuerbaren Energien** ist gemäß des EEG 2023 und WindSeeG ambitioniert fortzuführen. Um kurzfristige Schwankungen auf der Erzeugerseite abzufangen ist der Bau von netzintegrierten Speichern, wie Batteriegroßspeichern, notwendig. Durch Standortsteuerung müssen diese an relevanten Netzknotenpunkten installiert werden, um den größtmöglichen systemischen Nutzen beizutragen. Dies senkt den Gesamtbedarf an Speicherkapazitäten, erhöht die Integration von Strom aus erneuerbaren Energien, und trägt zu günstigen Preisen für elektrische Energie bei. Für die längerfristige, saisonale Speicherung von elektrischer Energie ist der Ausbau von Elektrolyseuren nahe Stromnetzknäuten sowie Wasserstoffspeichern notwendig.

Der Betrieb von Kraftwerken mit fossilen Energieträgern ist mit einer treibhausgasneutralen Stromerzeugung unvereinbar, daher ist analog zum Ausstieg aus der Kohleverstromung auch das **Ende der Erdgasverstromung** bis spätestens 2040 zu vollziehen. Post-Combustion-CCS an Erdgaskraftwerken kann keine vollständige CO<sub>2</sub>-Abscheidung leisten und steht damit im Widerspruch zum Ziel eines treibhausgasneutralen Stromsystems. Die CO<sub>2</sub>-Abscheidung erreicht typischerweise etwa 85 Prozent, wodurch rund 15 Prozent der Emissionen weiterhin in die Atmosphäre gelangen. Die technische Realisierbarkeit einer systemdienlichen und flexiblen CO<sub>2</sub>-Abscheidung ist bislang ungeklärt. Angesichts der erwarteten niedrigen Vollaststunden und der höheren Investitionskosten im Vergleich zu Wasserstoffkraftwerken wären deutlich höhere Fördermittel nötig, um dieselbe Leistung abzusichern – ihre Förderung käme einer neuen Subvention fossiler Energien gleich. Zur Bereitstellung einer gesicherten Kraftwerksleistung sind bis 2045 **Wasserstoffkraftwerke** im ausreichenden Umfang zu installieren und umzurüsten.

Das Wasserstoffkernnetz muss fertiggestellt und laufend an die prognostizierten Erfordernisse angepasst werden. Im Zielzustand vernetzt es große Elektrolyseure, Import- und Exportpunkte (Seehäfen, Grenzübergangspunkte von Pipelines), Industriezentren und Kraftwerke sowie große unterirdische Speicher. Für den Import eines Teils des erforderlichen Wasserstoffs ist die Entwicklung des Europäischen Wasserstoffnetzes (European Hydrogen Backbone) erforderlich. Für die Importkorridore ist mit den beteiligten Ländern ein Finanzierungsmodell zu entwickeln. Klima- und Energiepartnerschaften mit ausgewählten Ländern sollten konkretisiert werden, zu einer gemeinsamen Zielrichtung in der Energiepolitik, koordiniertem Hochlaufen der Wasserstoffherstellung und zur sicheren Versorgung Deutschlands führen, die auf vielen Lieferländern beruht und folglich die Resilienz der Energieversorgung Deutschlands erhöht.

Die Treibhausgasemissionen aus dem Einsatz von Müll in Müllverbrennungsgrößenanlagen müssen durch die Installation von **CO<sub>2</sub>-Abscheideanlagen an 60 Prozent der installierten Leistung der deutschen Müll-Heizkraftwerke** gemindert werden. Die so abgeschiedenen Emissionen führen aufgrund des im Abfall enthaltenen biogenen Anteils bei Einspeicherung teilweise zu technischen Negativemissionen. Mit Blick auf die Treibhausgasneutralität in 2045 ist dies eine notwendige Voraussetzung. Der Hochlauf dieser Technik muss bereits in dieser Dekade erfolgen.



**Der Ausbau und die Dekarbonisierung von Wärmenetzen** gewinnt im Jahrzehnt ab 2030 mit dem zunehmenden Wegfall von erdgasversorgten Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen (KWK) eine neue Dynamik. Die neuen Wasserstoffkraftwerke können zwar teilweise weiterhin Wärme liefern, haben aber auch dann sehr viel geringere Laufzeiten als die fossil versorgten Heizkraftwerke. Aus diesem Grund müssen Wärmenetze in dieser Zeit endgültig komplett auf erneuerbare Energien und unvermeidbare Abwärme umgestellt werden. Hierfür sollten öffentliche Eigentümer von Bundesimmobilien verpflichtend ungenutzte Flächen in kostenloser Erbpacht für erneuerbare Wärmeprojekte bereitstellen. Bis 2040 muss auf Grundlage der kommunalen Wärmeplanung die Umstellung auf erneuerbare Energien und unvermeidbare Abwärme in Wärmenetzen weitestgehend abgeschlossen sein – bereits heute sieht das Wärmeplanungsgesetz (WPG) im bundesweiten Mittel eine Nutzung von 80 Prozent im Jahr 2040 vor. Es kommen je nach lokalen Gegebenheiten Großwärmepumpen, Geothermie, Solarthermie und unvermeidbare Abwärme aus Industrie oder Rechenzentren sowie netzdienliche Power-to-Heat-Anlagen und Großwärmespeicher zum Einsatz. KWK (versorgt durch Biomasse, Müll und Wasserstoff) nimmt langfristig absehbar nur eine geringe Rolle in der Versorgung von Wärmenetzen ein.

In Anbetracht des wahrscheinlich hohen Importanteils von ca. 70 Prozent sind die Wasserstoff- und Derivat-Lieferketten aus entfernteren Herstellungsländern essentiell. Deshalb ist die **Hafeninfrastruktur** der deutschen Seehäfen, neben dem für Aus- und Rückbau von Windenergieanlagen, auch unter diesem Aspekt weiterzuentwickeln. Anhand einer zentralen Bedarfsanalyse ist zu ermitteln, welche deutschen Seehäfen für das jeweilige Derivat geeignet sind, und welcher Bedarf an Infrastruktur daraus folgt. Als Konkretisierung der Hafenstrategie sollten klare Ziele und Zeitrahmen zur Umsetzung vereinbart werden. Entsprechend der nationalen Bedeutung sollte auch der Bund und nicht nur die Länder Finanzen zur Umsetzung verlässlich zusichern. Wegen langer Umsetzungszeiten ist das zeitnah erforderlich.

## 5 Verkehr



Zentrale Maßnahmen/Instrumente

### VERKEHR

bis 2030

#### FÖRDERN

- ▶ Emissionshandel sozialverträglich flankieren
- ▶ Umweltverbund und Stärkung der Schiene
- ▶ Ladeinfrastrukturausbau beschleunigen

#### FORDERN

- ▶ Ambitionsniveau der geltenden EU-Flottenzielwerte Pkw und Nutzfahrzeuge beibehalten
- ▶ Reform der Kfz-Steuer für Hochlauf der E-Mobilität
- ▶ Subventionsabbau und -umbau

2030 bis 2040

#### FÖRDERN

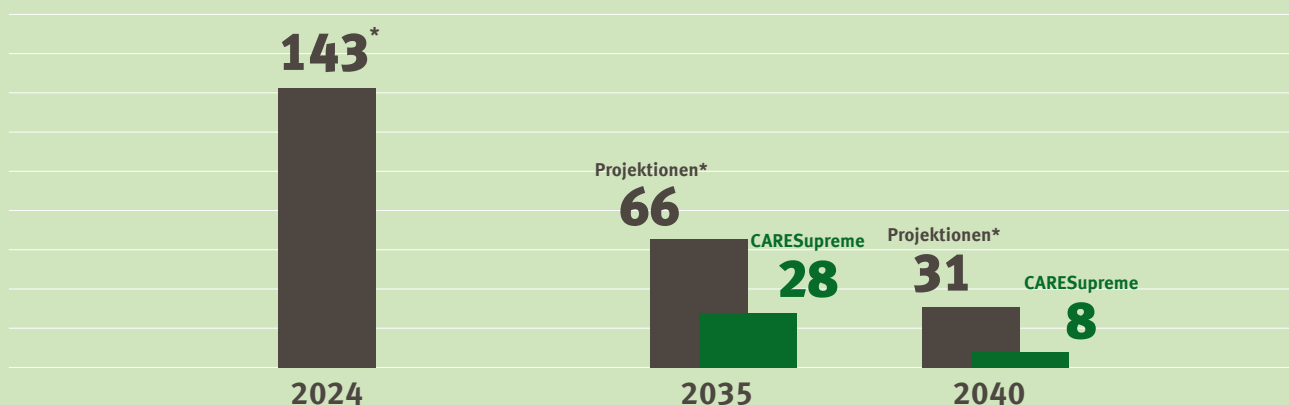
- ▶ Umweltverbund weiterhin fördern
- ▶ Schiene weiterhin stärken
- ▶ Ladeinfrastruktur weiterhin ausbauen

#### FORDERN

- ▶ Einführung fahrleistungsabhängiger Pkw-Maut
- ▶ Antriebswende bei Lkw über CO<sub>2</sub>-Bepreisung und EU-Flottenzielwerte
- ▶ THG-Minderungsquote weiterentwickeln

### Erreichbare Emissionsmenge

Mengenangaben in Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq.





## 5.1 Einleitung

Der Treibhausgasausstoß im Sektor Verkehr wird für das Jahr 2024 auf insgesamt rund 143 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. geschätzt (UBA 2025a). Die angepasste Jahresemissionsmenge<sup>6</sup> („Sektorziel“) für das Jahr 2030 sind 79 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. Damit ist im Vergleich zum Jahr 2024 eine Reduktion um rund 64 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. erforderlich. Mit den aktuell beschlossenen Maßnahmen wird laut den Projektionsdaten 2025 der Bundesregierung (Wehnmann et al. 2025) lediglich eine Minderung auf rund 115 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. im Jahr 2030 erreicht – das Erreichen des Sektorziels gemäß KSG liegt also in weiter Ferne. Kumuliert werden die Ziele im Zeitraum 2021 bis 2030 um 169 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. verfehlt. Bis zum Jahr 2045 hat Deutschland das Ziel Treibhausgasneutralität zu erreichen. Dies bedeutet für den Verkehrssektor voraussichtlich die Reduktion der Treibhausgasemissionen auf null.

Für die Einhaltung dieser Zielwerte und für eine umfassende Transformation des Verkehrssektors, die auch eine weitere Minderung der Treibhausgasemissionen nach 2030 sicherstellt, müssen vorhandene Instrumente deutlich verschärft und zusätzliche Instrumente zeitnah umgesetzt werden. Das Szenario CARESupreme und aktuelle Berechnungen des Umweltbundesamtes zum Klimaschutz im Verkehr (Harthan et al. 2025a, in Veröffentlichung; UBA 2025b) zeigen, dass dies möglich ist. Es gibt verschiedene Hebel: Neben ordnungsrechtlichen und ökonomischen Instrumenten braucht es auch einen umfassenden Aus- und Umbau der Infrastrukturen. Durch den Mix der Instrumente können Lasten, Kosten und notwendige Veränderungen zwischen Staat, Wirtschaft sowie Bürgerinnen und Bürgern aufgeteilt und sozialverträglich gestaltet werden. Hierfür ist der Gestaltungswille aller Akteur\*innen in Gesellschaft, Wirtschaft und Politik notwendig. Nur bei einer zeitnahen, effektiven Umsetzung dieser Instrumente und in Kombination mit sektorübergreifenden Instrumenten kann eine Reduktion der Treibhausgasemissionen im Verkehrssektor auf das notwendige Maß bis zum Jahr 2045 erreicht werden.

## 5.2 Zentrale Maßnahmen & Instrumente bis 2030

Sowohl im Personen- als auch im Güterverkehr gilt: Die **Reduktion der Verkehrsmengen und Verlagerung auf klimaschonendere Verkehrsträger** wie auch der **Umstieg auf elektrische Antriebe und postfossile Kraftstoffe** (im Luft- und Seeverkehr) sind zentrale Bausteine für die Erreichung des Klimaschutzziels 2030 im Verkehr. Kurzfristig sollte daher vor allem die Umsetzung folgender Maßnahmen und Instrumente im Fokus stehen:

Bei den Pkw-Neuzulassungen müssen elektrische Antriebe den Verbrenner schnellstmöglich ablösen. Im Jahr 2030 sollten mindestens neun von zehn neu zugelassenen Pkw rein elektrisch sein. Hierfür muss parallel der Umbau der Automobilindustrie maßgeblich vorangetrieben und das Ambitionsniveau der geltenden Flottenzielwerte 2030 darf nicht abgeschwächt werden. Am vereinbarten **Ausstieg aus dem Verbrenner-Pkw 2035** sollte ebenfalls festgehalten werden – das ist sowohl für den Klimaschutz als auch für die Planungssicherheit der Unternehmen wichtig. Zusammen mit einer Reform der Kfz-Steuer, die einen Zuschlag für besonders klimaschädliche Pkw („Malus“) einführt, kann ein gleichmäßiger Hochlauf auf die genannten Ziele erreicht werden.

Bis zum Jahr 2030 wird der Umstieg von konventionellen Biokraftstoffen auf sogenannte fortschrittliche Biokraftstoffe – z. B. aus Rest- und Abfallstoffen – sowie erneuerbare Kraftstoffe nicht-biogenen Ursprungs („RFNBO“) durch die **Weiterentwicklung der THG-Minderungsquote** weitergehen. Dabei sollten die insgesamt genutzten absoluten Mengen postfossiler Kraftstoffe nicht ansteigen oder wenn möglich abnehmen.

Zentrales ökonomisches Instrument zur Zielerreichung ist eine verursachergerechte Bepreisung des Verkehrs, bei welcher der CO<sub>2</sub>-Preis im Emissionshandel deutlich oberhalb des aktuellen BEHG-Preispfads liegt. Gleichzeitig sollte der Emissionshandel zur **Abfederung steigender CO<sub>2</sub>-Preise sozialverträglich flankiert** werden: Spezifische Förderprogramme und Prämien sollten insbesondere vulnerable Haushalte unterstützen (siehe auch Kapitel 3).

<sup>6</sup> Die Jahresemissionsmengen wurden nach KSG §4 (2) angepasst und liegen entsprechend dem Stand vom 15.03.2025 vor (UBA 2025a).

Zudem sollte bis zum Jahr 2030 der **schrittweise Abbau bzw. Umbau umweltschädlicher Subventionen** im Verkehr erfolgen. Hierzu gehören das Auslaufen der Kerosinsteuerbefreiung und der Mehrwertsteuerbefreiung im internationalen Luftverkehr sowie das Auslaufen der Reduktion von Flugsicherungsgebühren und der Zuschüsse für Regionalflughäfen. Die pauschale Besteuerung privater Dienstwagennutzung und die Entfernungspauschale sollten sozial- und umweltverträglich umgestaltet werden. Zudem sollte das Dieselpatent abgeschafft werden.

Die Einführung flächendeckender allgemeiner **Tempolimits** von 120 km/h auf Autobahnen, 80 km/h außerorts und 30 km/h innerorts sind ein kurzfristig realisierbarer, kostengünstiger und wirksamer Beitrag zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen des Verkehrs. Zudem würden auch die Verkehrssicherheit erhöht und die Lärm- und Schadstoffemissionen gemindert.

Die **Stärkung der Schiene durch mehr Finanzmittel** für Netzerhalt und -ausbau sowie Digitalisierung mittels eines auskömmlichen, überjährigen und haushaltsunabhängigen Infrastrukturfonds ist zur Erreichung der Umwelt- und Klimaschutzziele im Verkehr unverzichtbar und muss daher zeitnah erfolgen.

Um den **ÖPNV** attraktiver zu gestalten, sind Mindeststandards für Takte, Erreichbarkeit und Qualität nötig. Die Bundesregierung sollte diese mit Ländern und Kommunen in einem Masterplan ÖPNV vereinbaren. Der ÖPNV bedarf zudem einer langfristig abgesicherten auskömmlichen Finanzierung über die zu dynamisierenden Regionalisierungsmittel, um erforderliche Angebotsverbesserungen (inkl. digitaler Lösungen wie z. B. Mobility as a Service (MaaS) und Ridepooling) zu realisieren. Zudem sollten der emissionsfreie Rad- und Fußverkehr stärker gefördert und in der Verkehrsplanung von Beginn an mitgedacht werden.

Die genannten Instrumente und Maßnahmen für eine Verkehrswende wirken vor allem mittel- und langfristig, d. h. vor allem nach 2030. Zur Erreichung der Umwelt- und Klimaschutzziele im Verkehr sind sie jedoch unverzichtbar. Damit sie ihre volle Wirksamkeit erlangen können, müssen sie bereits heute auf den Weg gebracht werden.

## 5.3 Zentrale Maßnahmen & Instrumente 2030 bis 2040

### Verkehrswende aktiv gestalten – Verkehr vermeiden und verlagern

Für den nachhaltigen Rückgang der Treibhausgasemissionen auch nach 2030 müssen die vor 2030 ergriffenen Instrumente und Maßnahmen in jedem Fall Bestand haben bzw. fortgeführt werden.

Ab 2030 sollte eine **fahrleistungsabhängige Pkw-Maut** auf allen Straßen in Deutschland eingeführt und bis 2035 stufenweise erhöht werden – dies ist auch zur Finanzierung des Verkehrs notwendig. Die Höhe der Pkw-Maut sollte sich an den Wegekosten und den externen Umweltkosten (für Luftschadstoffe, Lärm, sowie Natur und Landschaft) orientieren.

Ergänzend sollte ab 2030 eine **Ausweitung der Lkw-Maut auf alle Straßen** (bisher: nur Bundesfernstraßen) die bestehende Lenkungswirkung der Lkw-Maut verstärken und die Antriebswende unterstützen. Die dadurch erzielten Mehreinnahmen können die Finanzierung der E-Ladeinfrastruktur und des Schienennetzes weiter absichern.

Zudem ist die nachhaltige **Stärkung der Schiene durch eine langfristige Finanzierung** auf hohem Niveau über eine Fondslösung für den Erhalt und den Ausbau der Infrastruktur inkl. Digitalisierung von Infrastruktur und Betrieb weiterhin erforderlich. Auch die **Fortführung der Förderung und Finanzierung des Umweltverbunds** (Rad- und Fußverkehr, ÖPNV) muss für die Zeit nach 2030 gesichert sein.

### Ausstieg aus dem Verbrennungsmotor und Elektromobilität priorisieren

Im Zeitraum 2030 bis 2040 werden Elektro-Pkw den Bestand immer stärker dominieren. Schon im Jahr 2035 sollte jeder zweite Pkw im Bestand elektrisch sein. EU-weit werden spätestens ab 2035 mit dem in den Flottenzielwerten festgelegten Verbrenner-Ausstieg keine neuen fossilen Verbrenner mehr zugelassen. An diesem Ausstieg sollte unbedingt festgehalten werden. Deutschland sollte dieses Ziel schon mindestens drei Jahre früher erreichen und spätestens ab 2032 keine Pkw und leichten Nutzfahrzeuge mit Verbrennungsmotor mehr neu zulassen. Dies stellt die weiterhin erhobene Kfz-Steuer mit einem ausreichend hohen Malus für alle Verbrenner-Pkw und die Bepreisung über den EU-ETS 2 sicher.

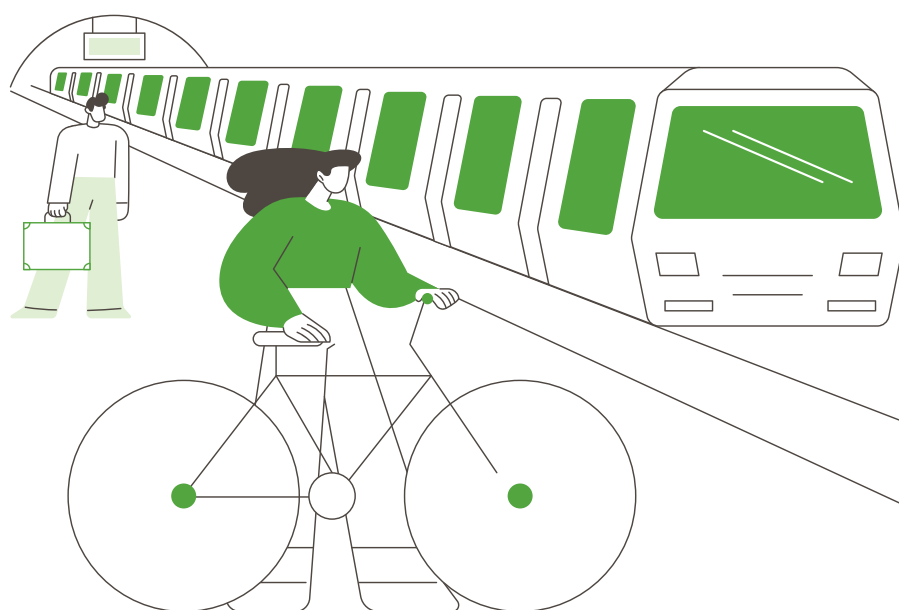


Da jedes Jahr mehr E-Fahrzeuge auf deutschen Straßen unterwegs sind, muss der **Ausbau der Ladeinfrastruktur** in den 2030er Jahren weiter massiv vorangetrieben werden – auch durch eine gezielte Förderung. Ausreichend Möglichkeiten zum schnellen Laden und bedarfsgerechte weitere Lademöglichkeiten stellen Mobilität von Personen und Gütern, aber auch Ladevorgänge sicher, die erneuerbaren Strom in für das Stromsystem günstigen Zeiten nutzen. Anreize stellen sicher, dass bei Bedarf die E-Fahrzeuge auch Strom ins Netz zurückspeisen (siehe hierzu auch „Digitalisierung des Stromnetzes“ in Kapitel 4.2).

Die **EU-Flottenzielwerte für schwere Fahrzeuge** und vor allem die in 2023 neu geschaffene **CO<sub>2</sub>-Komponente der Lkw-Maut** in Deutschland leiten schon vor 2030 auch den Hochlauf von elektrischen Lkw ein. Mitte der 2030er Jahre werden kaum noch neue Lkw mit Verbrennungsmotor zugelassen – auch weil elektrische Lkw weiterhin von einer reduzierten Infrastrukturkomponente der Lkw-Maut profitieren. Aber auch bei Lkw müssen die Voraussetzungen für ein Gelingen der Antriebswende geschaffen werden. Dazu braucht es eine flächendeckende und leistungsstarke Ladeinfrastruktur (auch für Depots). Diese muss leistungsfähige Schnellladepunkte beinhalten (Megawatt Charging). Das Ladenetz sollte gegebenenfalls um ein Oberleitungsnetz auf den Hauptstrecken ergänzt werden können, um ein dynamisches Laden der Traktionsbatterie während der Fahrt zu ermöglichen.

### Postfossile Kraftstoffe

Anbaubiokraftstoffe sind aufgrund ihrer zahlreichen negativen Umweltauswirkungen nicht nachhaltig und sollten schnellstmöglich ausgephast werden. Gleichzeitig sollten andere Optionen wie E-Mobilität verstärkt zum Einsatz kommen. In der Phase von 2030 bis 2040 werden die Biokraftstoffe aus Anbaubiomasse und aus Altspeiseölen schrittweise durch **fortschrittliche Biokraftstoffe** ersetzt. Über diese Mengen hinaus steigt trotz des starken Fokus auf die Nutzung von erneuerbarem Strom in elektrischen Antrieben bei Pkw und Lkw auch der Bedarf an **RFNBO** – also an grünem Wasserstoff und daraus hergestellten E-Fuels. Auch in der Zeit 2030 und 2040 sollten diese Kraftstoffe bevorzugt in den nicht anders dekarbonisierbaren Einsatzbereichen verwendet werden (z. B. internationaler Luft- und Seeverkehr). Um all diese Veränderungen zu erzielen sind ordnungsrechtliche Instrumente wie die **THG-Minderungsquote** weiterzuentwickeln.



## 6 Industrie



Zentrale Maßnahmen/Instrumente

### INDUSTRIE

bis 2030

#### FÖRDERN

- Elektrifizierung, z. B. über Bundesförderung Industrie und Klimaschutz, Klimaschutzverträge
- Stetige Energieeffizienzförderung
- Ausbau des Strom- und Wasserstoffkernnetzes

#### FORDERN

- Nachhaltigkeitskriterien für die öffentliche Beschaffung
- Kennzeichnung der Klimawirkung von Produkten (CO<sub>2</sub>-Fußabdruck)
- grüne Leitmärkte schaffen

2030 bis 2040

#### FÖRDERN

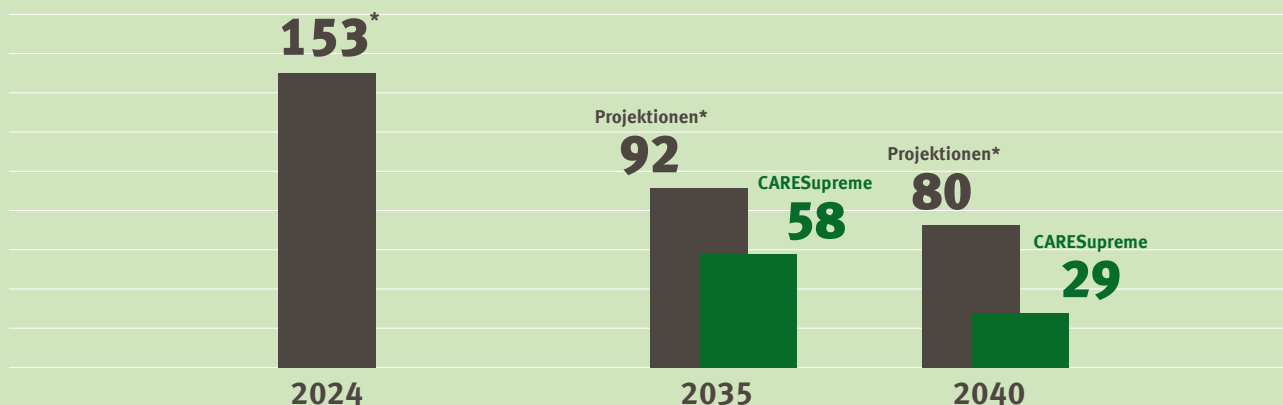
- Förderung der Defossilisierung von Prozessen mit hohen Vermeidungskosten
- Kreislaufwirtschaft in der Produktion
- Elektrolytischer Wasserstoff in der Industrieproduktion

#### FORDERN

- Ausstieg aus der energetischen und stofflichen Nutzung von Kohle
- Anschluss relevanter Industrien an das Wasserstoffnetz
- Befristung der Betriebsgenehmigung neuer fossiler Anlagen bis 2045

### Erreichbare Emissionsmenge

Mengenangaben in Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq.



## 6.1 Einleitung

Die Treibhausgasemissionen in der Industrie liegen laut Projektionsdaten 2025 im Jahr 2030 mit 116 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. 8 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. unter der angepassten Jahresemissionsmenge<sup>7</sup> laut KSG (Wehnermann et al. 2025). Die Projektionen zeigen, der Industriesektor befindet sich derzeit auf dem Zielpfad bis 2030, wobei ein wesentlicher Beitrag der Minderung auf eine geringere Produktion zurückgeführt werden kann. Langfristig bleibt der Sektor bis 2040 mit 80 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. hinter seinem Minderungspotential zurück. Um sowohl eine tatsächliche Transformation in der Industrie anzustoßen, als auch den Sektor auf einen Pfad für das anstehende Jahrzehnt zu setzen, werden hier Instrumente und Maßnahmen vorgeschlagen, die bis 2035 eine Reduktion auf 58 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. und bis 2040 auf 29 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. der erzeugten Treibhausgase erlauben.

Die deutsche Industrie steht mit der Elektrifizierung und Defossilisierung der Produktionsprozesse vor einer großen Herausforderung und hohen Investitionsbedarfen. Diese sind zur Erreichung der Klimaschutzziele unerlässlich und sichern gleichzeitig eine zukunfts- und wettbewerbsfähige Produktion bei sich wandelnden Absatzmärkten. Die wichtigste und grundlegendste Bedingung für eine erfolgreiche Transformation der Industrie ist Planungssicherheit, die nur durch verlässliche und über Legislaturperioden sowie Parteigrenzen hinweg stabile Rahmenbedingungen in Form von verbindlichen Gesetzen und Zielen geschaffen werden kann.

## 6.2 Zentrale Maßnahmen & Instrumente bis 2030

Die maßgeblichen Treiber für die Defossilisierung in der Industrie sind die in Kapitel 3 benannten ökonomischen Instrumente (EU-ETS, CBAM). Diese helfen alternative, klimaschutzfreundliche Produktionsverfahren zu etablieren und somit das Entwickeln einer Technologieführerschaft zu ermöglichen und anzureizen.

Aufgrund der langen Nutzungszeiträume bzw. Erneuerungszyklen bei Industrieanlagen müssen Investitionen in grüne/zukunftsfähige Anlagentechnik bereits heute erfolgen, um eine vollständige Umstellung des gesamten Anlagenparks bis 2045 erreichen

zu können. In wichtigen Industriebranchen, beispielsweise der Eisen- und Stahlindustrie, stehen aktuell Anlagenerneuerungen an, die unbedingt zu nutzen sind. Ertüchtigungen und lebensdauerverlängernde Reinvestitionen fossiler Produktionsanlagen führen hingegen zu lock-in Effekten. Um eine Investition in diese teilweise noch nicht konkurrenzfähigen postfossilen Technologien bereits zu diesem Zeitpunkt anzureizen sind Förderprogramme (wie **Bundesförderung Industrie und Klimaschutz (BIK)**, **Klimaschutzverträge (KSV)**, **Important Projects of Common European Interest (IPCEI)**) notwendig. Gleichzeitig ist eine stetige Förderung von Energieeffizienz in Produktionsprozessen entscheidend, um die Minderungspotenziale im Energieverbrauch zu heben.

Die wichtigste Maßnahme für die Energiewende und damit den Klimaschutz in der Industrie ist die **Elektrifizierung** der Produktionsprozesse und insbesondere der Prozesswärme. Diese ist durch Wärmepumpen im niedrigen bis mittleren Temperaturbereich sehr effizient möglich. Die Elektrifizierung von Hochtemperaturprozessen (z. B. Wärmeöfen zur Stahlvergütung, Glasschmelzwannen) hingegen muss durch eine direktere Verwendung von elektrischer Energie (z. B. Widerstandsbeheizung, Plasmabrenner, Induktion oder Lichtbogen) erfolgen. Gleichzeitig ist für eine zukunfts- und wettbewerbsfähige Produktion sowie aus Gründen der Netzdienlichkeit, wo immer möglich, eine Flexibilisierung der Prozesse anzustreben.

Neben der Elektrifizierung hat auch die **Effizienzsteigerung** (siehe auch Kapitel 4.2) ein großes Potenzial Emissionen einzusparen. Nicht nur die Verbesserung/Änderung des Prozesses, sondern auch Nebenprodukte müssen effizient genutzt werden. Vor allem ungenutzte Abwärme kann je nach Temperatur mit geringem Energieaufwand direkt wieder dem Prozess zu geführt, gespeichert oder für niedere Temperaturbedarfe anderweitig genutzt werden. Gleichzeitig kann durch eine exaktere Prozessführung die Zusammensetzung der Abgase gesteuert werden. Hierfür spielt die Digitalisierung der Prozesssteuerung und die KI-gestützte Auswertung von Messungen eine entscheidende Rolle. Diese stellen zudem eine Voraussetzung für die bessere Integration in ein zukünftiges Energiesystem dar (siehe Kapitel 4).

<sup>7</sup> Die Jahresemissionsmengen wurden nach KSG §4 (2) angepasst und liegen entsprechend dem Stand vom 14.03.2025 vor (UBA 2025a).

Für alle Nebenprodukte muss eine weitere Nutzung geprüft werden. Aktuell werden noch viele Produktionsreste unnötig als Abfall entsorgt, obwohl sie mit geringem Aufwand für andere Produkte genutzt werden könnten. So könnten sortenrein getrennte Nebenprodukte hochwertige Vorprodukte für andere Prozesse werden. Die Kreislaufwirtschaft und Sektorenkopplung bieten so nicht nur das Potenzial bereits gebundene Emissionen langfristig zu speichern, sondern auch neue Wirtschaftszweige für die Industrie zu erschließen.

Darüber hinaus werden in der Grundstoffindustrie (Stahl, Chemie) zukünftig erhebliche Mengen an **Wasserstoff sowie daraus hergestellte Derivate** zur stofflichen Verwendung benötigt (Ammoniaksynthese, Direktreduktion, organische (Grund-)Chemikalien). Der direkte Wasserstoffbedarf wird aufgrund geringerer Umwandlungsverluste und Transportvorteilen, vorrangig aus Staaten Europas mit guten Bedingungen für erneuerbare Energien per Leitung, dem sogenannten European Hydrogen Backbone, importiert werden (Wietschel et. al. 2024). Weiterhin bestehende Kohlenstoffbedarfe, z. B. in der chemischen Industrie, werden durch den Einsatz von atmosphärischem oder wiederverwerteten Kohlenstoff nach mindestens einer stofflichen Nutzung gedeckt (siehe Kapitel 4.3).

Die **Kennzeichnung von Produkten** bezüglich ihrer Umweltauswirkungen und hierbei insbesondere der Treibhausgasemissionen stellt die Voraussetzung für eine qualifizierte Kaufentscheidung sowie ein dem Preis gleichwertiges Entscheidungskriterium für die **öffentlichen Beschaffung** dar. Gleichzeitig wird hierdurch die Basis für ein einheitliches Marktumfeld für inner- und außereuropäische Unternehmen, sowie die Grundlage für die **Etablierung grüner Leitmärkte** geschaffen (siehe auch Kapitel 3).

### 6.3 Zentrale Maßnahmen & Instrumente 2030 bis 2040<sup>8</sup>

Die **Elektrifizierung** wird auch nach 2030 weiterhin die wichtigste Maßnahme in der Industrie darstellen. Aufgrund steigender CO<sub>2</sub>-Preise (siehe ökonomische Maßnahmen in Kapitel 2) werden viele der bis 2030 geförderten Verfahren wirtschaftlich sein und der weitere Umbau der Produktionskapazitäten erfolgt daher ohne Förderung. Der Fokus der Förderinstrumente verschiebt sich daher auf Verfahren mit immer höheren Vermeidungskosten die bisher noch nicht defossilisiert werden.

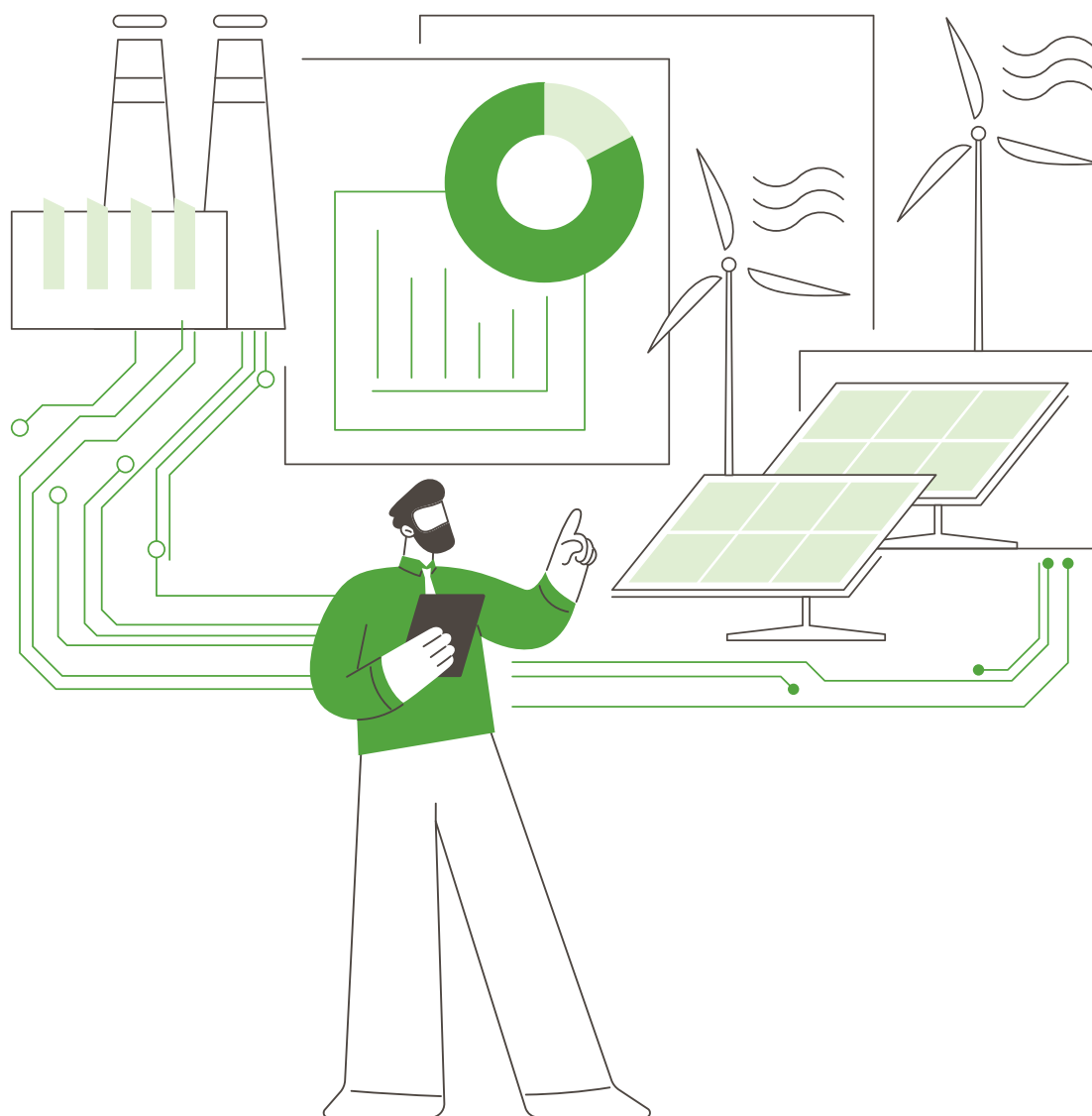
Im Zuge der Defossilisierung der Industrieprozesse verschiebt sich der Fokus mit fortschreitender Transformation von der Reduktion der direkten (Scope 1) Emissionen (durch Elektrifizierung) auf die indirekten Emissionen der Eingangsstoffe (sogenannte Scope 2 Emissionen). In diesem Zuge werden energieintensive Eingangsstoffe zunehmend durch weniger energieintensive Recyclingprodukte ersetzt. Diese Entwicklung kann durch die Förderung von **Kreislaufwirtschafts**prozessen in der Industrie beschleunigt werden.

Da die Zukunft der Industrie auf wenigen Energie- und Rohstoffträgern beruht, unterliegt die Transformation großen Unsicherheiten. Dafür spielen die Transformationsgeschwindigkeit der **Versorgungsnetze für Strom und Wasserstoff**, kalkulierbare Versorgungskosten und langfristige Garantien eine entscheidende Rolle (siehe auch 4.3). Gleichzeitig muss in der Grundstoffindustrie die Frage gestellt werden, ob und in welchen Bereichen eine wirtschaftliche Produktion in Deutschland zukünftig noch möglich und nötig sein wird (Verpoort et al., 2024) beziehungsweise welche Produktionskapazitäten zur Reduktion von globalen Abhängigkeiten in Deutschland oder Europa gehalten werden sollten. Dabei wird die Innovationskraft durch technologieoffenen Wettbewerb um die beste Minderungstechnologie gestärkt. In nicht wirtschaftlich darstellbaren Bereichen ist aus Überlegungen zur Resilienz und Krisensicherheit der Erhalt einer nachhaltigen und treibhausgasneutralen inländischen Grundproduktion zu prüfen.

8 Sektorübergreifende Maßnahmen und Instrumente wie Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM) oder CO<sub>2</sub>-Preise siehe Kapitel 3.

Ein **Ausstieg aus der Nutzung von fossiler Kohle** ist nicht allein durch die Außerbetriebnahme von Kohlekraftwerken realisiert. Auch in der Industrie muss ein schneller Ausstieg aus der Nutzung dieses treibhausgasintensiven Energie- und Kohlenstoffträgers vollzogen werden. Die Umstellung der Stahlindustrie ist dafür zentral, dabei muss Kohlenstoff sowohl vollständig ersetzt (Reduktionsmittel, Energieträger) als auch fossiler Kohlenstoff durch erneuerbaren Kohlenstoff substituiert (Graphit-Elektroden, Schaumkohle) werden. Auch die kohlebasierte Prozesswärmeversorgung, zum Beispiel in der Papierindustrie, ist auf erneuerbare Energieträger umzustellen. In der chemischen Industrie in Produkten eingesetzter

fossiler Kohlenstoff muss durch erneuerbaren Kohlenstoff ersetzt werden. Durch eine ambitionierte und zügige Umsetzung der notwendigen Defossilisierungsmaßnahmen ist der Einsatz von Kohle bis 2040 vollständig und der Einsatz anderer fossiler Kohlenstoffträger bis 2045 weitestgehend zu substituieren. Die **Betriebsgenehmigung für neue Industrieanlagen auf fossiler Basis** ist bis spätestens zum Jahr 2045 zu befristen, dies erhöht die Planungssicherheit und vermeidet gestrandete Vermögenswerte.



## 7 Gebäude



Zentrale Maßnahmen/Instrumente

### GEBÄUDE

bis 2030

#### FÖRDERN

- ▶ Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG): wirksamer und sozialer
- ▶ Wärmepumpen-Offensive für Mehrfamilienhäuser
- ▶ Weiterentwicklung Energetische Stadtsanierung

#### FORDERN

- ▶ Neue Heizungen nutzen mindestens 65 Prozent erneuerbare Energien (GEG)
- ▶ Energieeinsparverpflichtungssystem (EEOS) für Energieversorgungsunternehmen
- ▶ Zielkompatible Neubau- & Sanierungsstandards (GEG).

2030 bis 2040

#### FÖRDERN

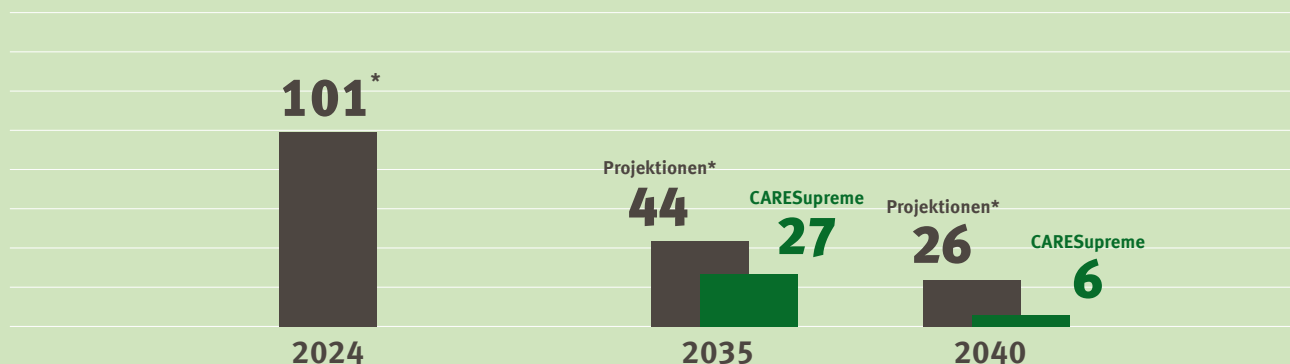
- ▶ Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG): wirksamer und sozialer
- ▶ Serielles Sanieren
- ▶ gleichmäßiger verteilte Wohnraumnutzung

#### FORDERN

- ▶ Neue Heizungen nutzen 100 Prozent erneuerbare Energien, (GEG)
- ▶ Mindesteffizienzstandards für alle Bestandsgebäude (MEPS)
- ▶ Zielkompatible Neubau & Sanierungsstandards (GEG)

### Erreichbare Emissionsmenge

Mengenangaben in Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq.



## 7.1 Einleitung

Es verbleibt nur noch wenig Zeit, die Ziele bis 2030 im Gebäudesektor zu erreichen. Vergangene Versäumnisse müssen aufgeholt und künftige Entwicklungen vorbereitet werden. Nach den Projektionsdaten 2025 (Wehnmann et al. 2025) liegen die Emissionen des Gebäudesektors im Jahr 2030 mit 77 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq deutlich über dem Ziel von 65 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq nach KSG (angepasste Jahresemissionsmenge)<sup>9</sup>. Der Gebäudesektor verfehlt die Klimaschutzziele mit kumulierten Jahresemissionsmengen zwischen 2021 und 2030 von 110 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. Neben der Umstellung auf erneuerbare Energien und der Reduktion der direkten Emissionen ist langfristig die Sanierung des Gebäudebestands entscheidend, um den Energieverbrauch zu senken und den Druck auf das restliche Energiesystem und den Ausbau der erneuerbaren Energien zu reduzieren. Das CARESupreme-Szenario des Umweltbundesamt zeigt auf, mit welchen Instrumenten und Maßnahmen die Klimaschutzziele erreicht werden könnten. In Summe aller vorgeschlagenen Instrumente ergibt sich eine Minderung der Treibhausgasemissionen auf 6 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. im Jahr 2040. Die Instrumente zielen neben der Umstellung auf erneuerbare Energien sehr konsequent auf Energieeinsparungen ab – auch im Vergleich zu anderen Klimaschutzzielszenarien. Werden nicht alle Instrumente umgesetzt, bedarf es anderer wirkungsstarker Instrumente, um die zielkompatible Entwicklung im Gebäudesektor zu erreichen.

## 7.2 Zentrale Maßnahmen & Instrumente bis 2030

Zum Erreichen der hohen Energieeinsparungen und der damit verbundenen Entlastung des Energiesektors und Reduktion der Kosten der Stromerzeugung sollten bestehende Gesetze weiterentwickelt werden, wie die Umsetzung von **zielkompatiblen Neubau- und Sanierungsstandards im Gebäudeenergiegesetz (GEG)**. Zusätzlich bedarf es im CARESupreme-Szenario neuer Instrumente, wie einem **Energieeinsparverpflichtungssystem (EEOS) für Energieversorgungsunternehmen** und Mindesteffizienzstandards für alle Bestandsgebäude (MEPS). Da eine Strategie konsequenter Energieeinsparungen hohe Heizkosten vermeidet und Belastungen aus der CO<sub>2</sub>-Bepreisung reduziert, würden auch Mieter\*innen entlastet. Die notwendigen Investitionen in Gebäude

sind durch eine sozial ausgewogene Förderung, u. A. durch Anpassung der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) zu unterstützen. Die wieder aufgenommene Förderung Energetische Stadtsanierung sollte mit einem besonderen Fokus auf vulnerable Haushalte und Quartiere sowie auf Gebiete, für die die kommunalen Wärmeplanungen hohe Einsparpotenziale ermittelt haben, weiterentwickelt werden. Die Förderung ist dabei auch auf eine gleichmäßiger verteilte Wohnraumnutzung auszurichten.

Die schnellstwirksame Maßnahme, um die Treibhausgasemissionen im Gebäudesektor zu reduzieren, ist für die kurze noch verbleibende Zeit bis 2030, Heizungen auf erneuerbare Wärmeenergie umzustellen. Die wichtigsten Techniken hierfür sind Wärmepumpen mit natürlichen Kältemitteln oder der Anschluss an Wärmenetze (siehe Kapitel 4). Die Anforderung im GEG an **neue Heizungen mindestens 65 Prozent erneuerbare Energien zu nutzen** ist ein sehr wirkmächtiges Instrument dafür. Sie kann einfacher und ambitionierter als heute ausgestaltet werden, indem sie direkt auf Wärmepumpen und Wärmenetze ausgerichtet wird. Unnötige Kosten werden vermieden, wenn sich Hauseigentümer nur in Ausnahme- und Härtefällen zu Gunsten brennstoffbasierter Techniken entscheiden – wie neue Wasserstoff-ready- oder Biomasseheizkessel. Unterstützt werden muss dies durch eine einkommensabhängige Förderung, um die Anschaffungskosten finanzierbar und damit sozialverträglich zu halten. Eine zusätzliche **Wärmepumpen-Offensive** sollte insbesondere in Bestands-Mehrfamilienhäusern den Markthochlauf verstärken. Zusätzlich können die Strompreise für Wärmepumpen, durch eine Anpassung von Steuern und Abgaben, auf maximal das 2,5-Fache des Erdgaspreises begrenzt werden und so die Entscheidung für eine Wärmepumpe noch attraktiver machen.

<sup>9</sup> Die Jahresemissionsmengen wurden nach KSG §4 (2) angepasst und liegen entsprechend dem Stand vom 15.03.2025 vor (UBA 2025a).



### 7.3 Zentrale Maßnahmen & Instrumente 2030 bis 2040

Bereits heute ist die **Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)** das zentrale Förderinstrument im Gebäudesektor. Die Wirkung reicht aber bisher nicht aus, um die sehr hohen notwendigen Sanierungsquoten aus CARESupreme zu erreichen. Die BEG sollte auf das Erreichen der Klimaschutzziele ausgerichtet werden, so dass nur noch höchste Energieeffizienzstandards und effiziente Technik gefördert werden. Gleichzeitig sollte die Förderung sozial gestaffelt werden, um den unterschiedlichen Finanzierungsmöglichkeiten von Haushalten und Hauseigentümern besser Rechnung zu tragen. Beispielsweise sollten vulnerable Haushalte bzw. von ihnen bewohnte (Mehrfamilien-) Häuser höhere Fördersätze erhalten oder Energiespardarlehen angeboten werden, die über Bundesbürgschaften abgesichert sind. Gleichzeitig sollten ambitionierte Sanierungen stärker auch im vermieteten Gebäudebestand angereizt werden, mit möglichst geringen Folgekosten für die Mietenden. Parallel sollte nach dem Prinzip der erfolgsabhängigen Förderung eine bessere Qualitätssicherung sicherstellen, dass die geförderten Maßnahmen die erwartete Einsparwirkung auch erreichen. Wird die BEG so schnell wie möglich angepasst, so wird die Wirkung durch höhere Sanierungsquoten im nächsten Jahrzehnt deutlich.

Eine hohe Sanierungsquote senkt den Endenergieverbrauch des Gebäudebestands. Dies spart nicht nur fossile Energie ein, sondern senkt langfristig auch die Nachfrage nach erneuerbaren Energien und verringert so den nötigen Ausbau in der Energiewirtschaft sowohl bei Windenergie- und PV-Anlagen, als auch bei den Stromnetzen (siehe Kapitel 4.2, Energieeffizienz). Auch der Bedarf an nur begrenzt verfügbarer Biomasse kann so reduziert werden. Das wirkmächtigste Instrument zur Steigerung der Sanierungsquote (im CARESupreme-Szenario) ist eine ambitionierte Umsetzung der novellierten EU-Gebäuderichtlinie: im Besonderen durch die **verpflichtende Sanierung der ineffizientesten Gebäude (MEPS)** – dies kommt insbesondere vulnerablen Haushalten zu Gute – zusammen mit einem effektiven Vollzug. Weiter unterstützt werden sollte sie durch einen zunehmenden Einsatz der **seriellen Sanierung** und der Sanierungssprints. Wurden die **Vorgaben für den Neubau (auf**

**EH40) und umfassende Sanierungen (auf EH70) im Gebäudeenergiegesetz (GEG)** bereits frühzeitig angepasst, so führen die durch die MEPS ausgelösten Sanierungen zu hocheffizienten Gebäuden. In der kommunalen Wärmeplanung sollten Sanierungsmaßnahmen für Wohngebiete verankert werden. Die praktische Umsetzung dieser Maßnahmen erfordert viele qualifizierte Fachkräfte. Eine entsprechende Fachkräfteoffensive ist daher unverzichtbar und frühzeitig zu initiieren.

Die MEPS und Vorgaben des GEG für Neubau und Sanierungen würden zusammen mit der Förderung in den Jahren zwischen 2030 und 2040 eine starke Wirkung zeigen. Mit einer Sanierungsquote von über 2,5 Prozent pro Jahr kann der Energiebedarf des Gebäudebestands deutlich gesenkt werden, wie das CARESupreme-Szenario aufzeigt. Zielsetzungen bestehen dabei sowohl für Wohngebäude („worst 75 Prozent“ im Jahr 2042) als auch für Nichtwohngebäude („worst 75 Prozent“ im Jahr 2039). So kann bereits bis 2040 erreicht werden, dass fast keine Gebäude mehr mit den schlechten Energieeffizienzklassen D, E, F, G und H existieren. Der Endenergiebedarf des Gebäudesektors für Raumwärme und Warmwasser reduziert sich unter diesen Annahmen zwischen 2030 und 2040 im CARESupreme-Szenario um über 30 Prozent.

Hinzu sollten Anreize und Rahmenbedingungen für eine **gleichmäßiger verteilte Wohnraumnutzung** kommen, um den Zuwachs an Wohnfläche pro Kopf zu begrenzen und gleichzeitig mehr Menschen die Nutzung des für sie notwendigen Platzes zu ermöglichen. Die Beschränkung der Neubauförderung auf Mehrfamilienhäuser bremst den Zuwachs der Wohnfläche pro Kopf. Durch Förderung und weitere Instrumente, wie kommunale Beratungsstellen, Wohnungstauschbörsen, regionale Beratungsnetzwerke und Vorgaben und Vollzug gegen Leerstand und Zweckentfremdung von Wohnraum, kann sogar ein leichter Rückgang der Wohnfläche pro Kopf ab 2030 ermöglicht werden. Aufgrund von besserer Behaglichkeit durch Sanierungen, Flächenheizungen und weniger Zugluft kann die Raumtemperatur oft leicht gesenkt werden. Der Energiebedarf reduziert sich weiter.

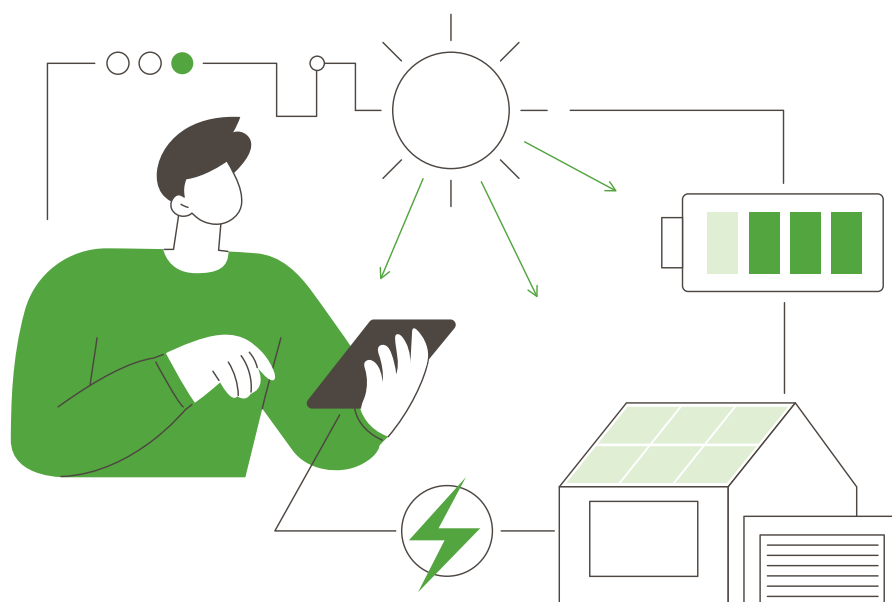


Bei der Dekarbonisierung des Gebäudebestands muss sowohl die Herstellungsphase als auch die Nutzungsphase der Gebäude berücksichtigt werden. Lebenszyklusbetrachtungen sollten bereits bei der Planung von Neubauten einbezogen werden. Mit einer rechtlichen Verankerung des Grundsatzes „Bauen im Bestand“ kann graue Energie und Baukultur erhalten werden. Gebäudebestand und Sekundärbaustoffe sind, falls erforderlich, mit nachhaltig erzeugten nachwachsenden Baustoffen zu ergänzen.

Die Anforderung im GEG wird zum Ende des Jahrzehnts so weiterentwickelt, dass **neue Heizungen zu 100 Prozent mit erneuerbaren Energien versorgt werden müssen**. Übergangsfristen und Härtefallregeln bleiben bestehen. Langfristig werden Gebäude vor allem durch Wärmepumpen oder den Anschluss an ein Wärmenetz versorgt. Fossile Energieträger verlieren in den Jahren nach 2030 zunehmend an Bedeutung. Langfristig verschwinden sie ganz. So ist es bereits nach dem aktuell geltenden GEG ab 2045 nicht mehr zulässig, fossile Brennstoffe zu verwenden. Durch eine Anpassung des GEG sollte dies für

neu eingebaute Heizungen früher gelten und so sowohl Emissionen vermeiden und gleichzeitig lock-ins durch den Einsatz von Techniken die einen zunehmend teuren Anteil an treibhausgasneutralen Energieträgern zum Betrieb erfordern verhindern. Entsprechend sollten Biomasse oder Wasserstoff nur in Ausnahmefällen für die Raumwärme- und Warmwasserversorgung zum Einsatz kommen.

Die Umstellung der Versorgung von Gebäuden mit Raumwärme und Warmwasser auf erneuerbare Energien sollte zusätzlich durch eine Reform der Steuern, Abgaben und Umlagen bei den Energiepreisen sowie der CO<sub>2</sub>-Bepreisung angereizt werden. Erneuerbare Energien würden so zunehmend günstiger als fossile Energieträger (siehe Sektorübergreifende Maßnahmen und Instrumente). Im Besonderen ändern sich die Rahmenbedingungen für den Gebäudebestand ab 2027, wenn der EU-ETS 2 mit freier Preisbildung greift. Eine wirksame Flankierung mit Information, Förderung und Vorschriften ist notwendig, besonders um sonst entstehende soziale Härtefälle zu verhindern.



## 8 Landwirtschaft



Zentrale Maßnahmen/Instrumente

### LANDWIRTSCHAFT

bis 2030

#### FÖRDERN

- ▶ Umstellung auf eine gesündere, pflanzenbetonte Ernährung
- ▶ Maßnahmenplan für eine klimaoptimierte Landwirtschaft im Rahmen eines Multi-stakeholderprozesses erarbeiten
- ▶ Klimaschutz in der GAP nach 2027 stärken

#### FORDERN

- ▶ Mehrwertsteuer für pflanzliche und tierische Produkte anpassen
- ▶ Verpflichtende Vorgaben für Gemeinschaftsverpflegung in öffentlichen Einrichtungen und auf öffentlich geförderten Veranstaltungen
- ▶ Betriebliche Nährstoffbilanzierung im Düngerecht sicherstellen

2030 bis 2040

#### FÖRDERN

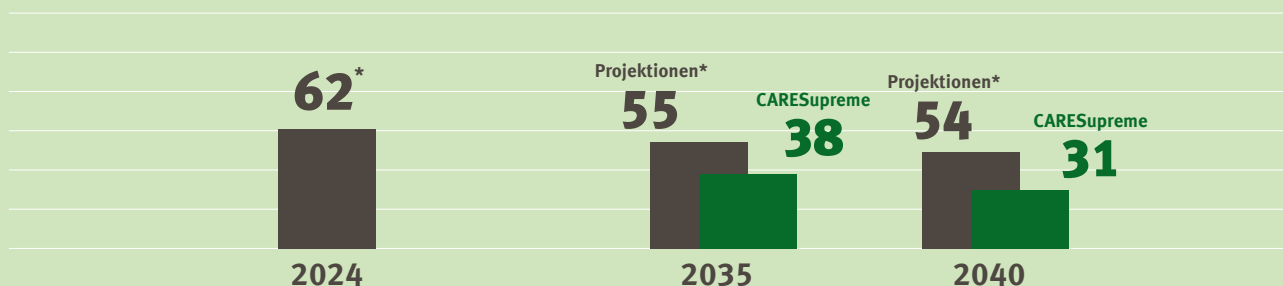
- ▶ Umstellung der Produktion auf alternative Proteinquellen und Senkung der Emissionen aus der Tierhaltung ausweiten
- ▶ GAP ausschließlich an ökologische Leistungen der Betriebe koppeln
- ▶ Bundesprogramm Energieeffizienz in Landwirtschaft/Gartenbau ambitioniert weiterentwickeln und forciert umsetzen

#### FORDERN

- ▶ CO<sub>2</sub>-Bepreisung in der Landwirtschaft einführen
- ▶ Runden Tisch zur Just Transition der gesamten Wertschöpfungskette
- ▶ Maßnahmenplan für eine klimaoptimierte Landwirtschaft umsetzen

### Erreichbare Emissionsmenge

Mengenangaben in Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq.



## 8.1 Einleitung

Die Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft sind im Zeitraum von 1990 bis 2023 von 85 Mio. t auf 63 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. gesunken (-26 Prozent) (UBA 2025). Die im KSG festgelegten maximalen Jahresemissionsmengen der vergangenen Jahre hat die Landwirtschaft eingehalten und auch die angepassten Jahresemissionsmengen für 2030 von 59 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq.<sup>10</sup> erreicht die Landwirtschaft voraussichtlich. Gründe dafür sind, neben tatsächlichen Minderungen von durchschnittlich etwa 1 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. pro Jahr, methodische Änderungen, die zu einer rein rechnerischen Absenkung der Emissionen geführt haben. Die längerfristige Projektion der Emissionsentwicklung über das Jahr 2030 hinaus zeigt konstant hohe Emissionen, die bei rund 55 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. stagnieren (Wehnemann et al. 2025). Um die Landwirtschaft auf einen Pfad zu lenken, der Minderungspotentiale bis 2040 ermöglicht und somit einen Beitrag zur sektorübergreifenden Treibhausgasneutralität leistet, werden hier Instrumente und Maßnahmen beschrieben. Sie bereiten die Transformation vor 2030 vor und führen bis zum Jahr 2040 zu einer Reduktion auf 31 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq.

## 8.2 Zentrale Maßnahmen & Instrumente bis 2030

Die wichtigsten Stellschrauben zur Reduzierung der landwirtschaftlichen Treibhausgasemissionen sind die Begrenzung der Stickstoffüberschüsse, die Wiedervernässung trockengelegter Moorstandorte (siehe Kapitel 10) und die landwirtschaftliche Nutztierhaltung. Eine Reduzierung der Tierbestände hat zahlreiche positive Synergieeffekte, ist aber nur dann sinnvoll, wenn auch der inländische Konsum tierischer Produkte entsprechend sinkt. Ansonsten droht eine Verlagerung der Tierproduktion und der damit verbundenen Treibhausgasemissionen ins Ausland (sog. leakage-Effekte). Für die Transformation des Ernährungs- und Konsumverhaltens und der landwirtschaftlichen Produktion braucht es einen kohärenten Instrumentenmix, bestehend aus anreizbasierten und regulatorischen Instrumenten, der unverzüglich entwickelt und implementiert werden muss (siehe Abbildung 8). Wichtige Bedingung für eine erfolgreiche Transformation der Landwirtschaft ist langfristige

Planungssicherheit, die nur durch verlässliche politische Rahmenbedingungen geschaffen werden kann. Im Szenario CARESupreme zeigt das Umweltbundesamt, dass die Landwirtschaft mit ambitionierten Maßnahmen ihre Emissionen bereits bis 2030 gegenüber 1990 um 44 Prozent mindern kann. Die Jahresemissionsmenge des KSG für das Jahr 2030 unterschreitet der Sektor auf diesem Pfad bereits deutlich mit 47 statt 56 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq.

Auf Seiten des Konsums sind die konsequente und zielgerichtete Umsetzung und Weiterentwicklung der 2024 veröffentlichten Ernährungsstrategie der Bundesregierung zur Umstellung der Ernährung in Anlehnung an die Planetary Health Diet bzw. an die Ernährungsempfehlungen der DGE<sup>11</sup> zentral. Für die **Umstellung auf eine pflanzenbetonte, gesunde Ernährung** müssen Förderprogramme (auch bezüglich Forschung, Aus- und Weiterbildung) entwickelt und umgesetzt werden. Kurzfristig sollte eine Anpassung der **Mehrwertsteuer auf tierische und pflanzliche Produkte**<sup>12</sup> erfolgen. Auch **verpflichtende Vorgaben für die Gemeinschaftsverpflegung** in öffentlichen Einrichtungen und bei öffentlichen Veranstaltungen sowie eine Stärkung informatorischer Instrumente im Bereich Bildung, Schulung, Information und Aufklärung sind wichtige Elemente der Transformation des Ernährungssektors.

Auf der Produktionsseite führt die **Einführung der betrieblichen Nährstoffbilanzierung** als Grundlage für ein verursachergerechtes Düngerecht zur Senkung der Lachgasemissionen aus der Düngung. Die Einführung eines Honorierungsansatzes für die Zahlung von Fördergeldern im Rahmen der Gemeinsamen Europäischen Agrarpolitik (GAP) hat ebenfalls positiven Einfluss auf die Stickstoffemissionen, z. B. indem Betriebe honoriert werden, deren Stickstoffüberschuss unterhalb eines betriebstypischen Orientierungswertes liegt. Hier können Synergien mit bestehenden Instrumenten und Aufzeichnungspflichten genutzt werden, um den administrativen Aufwand auf ein Mindestmaß zu begrenzen. Für die **Reduzierung der Emissionen aus der Tierhaltung** sollte im Rahmen eines Multistakeholderprozesses ein sozialverträgliches und nachhaltiges Gesamtkonzept

<sup>10</sup> Die Jahresemissionsmengen wurden nach KSG §4 (2) angepasst und liegen entsprechend dem Stand vom 15.03.2025 vor (UBA 2025a).

<sup>11</sup> Vgl. Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE) <https://www.dge.de/gesunde-ernaehrung/gut-essen-und-trinken/dge-empfehlungen/>

<sup>12</sup> Auf pflanzliche Grundnahrungsmittel und andere wenig- und unverarbeitete pflanzliche Lebensmittel sollte der Steuersatz auf 0 Prozent gesenkt werden. Pflanzen- und pilzbasierte Milch- und Fleischersatzprodukte sollten wie andere stärker verarbeitete pflanzliche Lebensmittel mit dem ermäßigten Mehrwertsteuersatz von 7 Prozent besteuert werden. Im Gegenzug werden tierische Lebensmittel mit dem Regelsatz von 19 Prozent besteuert.

(im Sinne eines Maßnahmenplans), ähnlich dem des Kohleausstiegs mit einer Kohlekommission, erarbeitet und vereinbart werden. Ziel ist es, die Emissionen der einzelnen Betriebe mit einer Mischung aus technischen und strukturellen Maßnahmen zu senken, und so die Emissionen pro produzierter Produkteinheit als auch den Tierbestand insgesamt zu reduzieren. Ein Vorgehen alleine über technische Maßnahmen wird voraussichtlich nicht ausreichen (vgl. Dreisbach et al. 2025a). Technische Maßnahmen sind z. B. methanmindernde Futterzusätze, Gülleensäuerung, emissionsarme Ausbringungstechniken und Stallsysteme sowie der Ausbau der Wirtschaftsdüngervergärung. Zu den wichtigsten strukturell wirksamen Maßnahmen gehören die Flächenbindung der Tierhaltung auf Betriebs- oder regionaler Ebene<sup>13</sup>, verbunden mit einer Erhöhung der Eigenfutterquote, um regional hohe Tierbesatzdichten und Futtermittelimporte (und damit zusätzlichen Stickstoff) zu reduzieren. Die langfristige Einführung einer Grünlandbindung für Wiederkäuer und die Förderung von Ausstiegsprogrammen für die Tierhaltung in Gebieten mit hohen Stickstoffüberschüssen und in Moorregionen (dort in Kombination mit Prämien für Wiedervernässung und ggf. den Anbau von Paludikulturen (siehe Kapitel 10)) sind weitere wichtige Elemente. Eine gezielte Förderung von Maßnahmen zur Reduzierung des Tierbestands, die gleichzeitig das Tierwohl beachten oder Einkommensalternativen fördern, gibt Landwirten\*Landwirtinnen eine Zukunftsperspektive. Ergänzend sollte auch die verstärkte Produktion von alternativen Proteinquellen wie z. B. Körnerleguminosen, Insekten oder Pilzen gefördert werden. Auf EU-Ebene sollte der **Klimaschutz in der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) nach 2027 deutlich gestärkt** werden. Die GAP-Reformperiode nach 2027 sollte als Übergangsphase genutzt werden, um die GAP in ein transformatives Instrument zu entwickeln, welches den Übergang des Agrarsektors hin zu mehr ökologischer Nachhaltigkeit begleitet und unterstützt. Hierzu gehören eine unmittelbare Reduktion der flächengebundenen Direktzahlungen und ein Ausbau der Förderung ökologischer Leistungen. Dementsprechend sollte der Klimaschutz in der GAP im Rahmen einer wirksamen Kohlenstoffbindung in Böden (Kapitel 10) sowie der oben beschriebenen Maßnahmen deutlich ausgebaut werden.

### 8.3 Zentrale Maßnahmen & Instrumente 2030 bis 2040

Die Entwicklung nach 2030 resultiert aus der Fortsetzung und Entfaltung des implementierten Maßnahmen- und Instrumentenmixes im Agrar- und Ernährungsbereich:

Die Einführung einer CO<sub>2</sub>-Bepreisung in der Landwirtschaft, u. U. über die Integration in den EU-ETS, unter Berücksichtigung möglicher Zielkonflikte z. B. gegenüber Biodiversität, baut auf dem Verursacherprinzip auf, bietet Anreize sparsamer mit treibhausgasintensiven Verfahrensweisen, Produkten und Betriebsmitteln umzugehen und reduziert so die Emissionen. Mit der Etablierung eines Runden Tisches für einen gerechten Wandel der Wertschöpfungskette wird die Transformation begleitet.

Auf Seiten der Produktion entfalten die vor 2030 entwickelten Instrumentenbündel im Bereich der Tierhaltung und des Pflanzenbaus ihre volle Wirkung und werden ambitioniert fortgesetzt. Die implementierten anreizbasierten und regulatorischen Maßnahmen setzen eine deutliche Verringerung des Nutztierbestands in Gang und etablieren eine flächendeckend ökologisch nachhaltige Tierhaltung. Die Emissionen aus der Verdauung und dem Wirtschaftsdüngermanagement sinken, und durch die Verringerung regionaler Viehbesatzdichten sinken auch die Stickstoffüberschüsse. In Kombination mit technischen Maßnahmen wie der emissionsarmen Ausbringung des Stickstoffs oder der Vergärung der Wirtschaftsdünger verringern sich die Stickstoffemissionen in Form von direkten und indirekten Lachgasemissionen aus landwirtschaftlichen Böden. Die **Zahlungen in der GAP nach 2034 werden ausschließlich an ökologische Leistungen der Betriebe gekoppelt**, flächengebundene Direktzahlungen werden eingestellt. Darüber hinaus werden die Emissionen aus dem landwirtschaftlichen Energieverbrauch (mobil und stationär) durch die Steigerung der Energieeffizienz und durch Umstellung auf erneuerbare Energie stark gesenkt. Erreicht wird dies mit der Weiterentwicklung und dem Ausbau des **Bundesprogramms Energieeffizienz in der Landwirtschaft und im Gartenbau**. Zusätzlich wirken die Maßnahmen und Instrumente aus dem Verkehrs- und Gebäudebereich.

13 Hierbei richtet sich die Anzahl der gehaltenen Nutztiere nach der zur Verfügung stehenden, landwirtschaftlichen Fläche.

Die Ergebnisse des CARESupreme-Szenarios zeigen, dass die Emissionen mit den entsprechenden Instrumenten bis zum Jahr 2045 auf 23,2 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. und damit um über 70 Prozent gesenkt werden können. Voraussetzung dafür ist, dass sich die Ernährung maßgeblich hin zu einer **pflanzenbetonten Ernährung** verändert, **Tierbestände erheblich sinken** und **technische Maßnahmen zur Reduktion der Treibhausgasemissionen pro produzierter Produkteinheit erfolgreich etabliert werden**. Seit einigen Jahren geht der Konsum von Schweine- und Rindfleisch zwar tatsächlich zurück, ist jedoch noch deutlich von Empfehlungen wie denen der Deutschen Gesellschaft für Ernährung e.V. (DGE) und der Planetary Health Diet der EAT-Lancet-Kommission entfernt<sup>14</sup>. Eine Ernährungs- und Produktionsumstellung innerhalb der nächsten 20 Jahre, wie in CARESupreme angenommen, ist daher sehr ambitioniert und verbunden mit einer hohen gesellschaftlichen Veränderungsbereitschaft, was die Erreichung der jeweiligen

Ziele ungewiss erscheinen lässt. Ähnliches gilt für den nötigen langfristigen Prozess zum Umbau der Tierhaltung. Ergebnisse eines vom Umweltbundesamt beauftragten F&E-Vorhabens zeigen, dass sich die Emissionen mit einer Kombination aus technischen und strukturellen Maßnahmen um rund 17 Mio. t gegenüber 2023 auf rund 45 Mio. t senken ließen (vgl. Dreisbach et al. 2025b). Für die Erreichung der in Kap. 2 genannten JEM wäre folglich, neben der vollständigen Umsetzung der technisch-strukturellen Maßnahmen, eine Umstellung der Ernährung und die Reduktion der Tierbestände erforderlich. Diese müsste jedoch nicht in dem Ausmaß erfolgen, wie es im CARESupreme-Szenario angenommen wurde.



<sup>14</sup> In Bezug auf Milchprodukte empfiehlt die DGE eine deutlich höhere Menge als die EAT-Lancet-Kommission, so dass deren Konsum deutlich über den Empfehlungen der Planetary Health Diet liegt.



## Abfallwirtschaft inklusive Abwasserwirtschaft



Zentrale Maßnahmen/Instrumente

### ABFALL inkl. ABWASSER

bis 2030

#### FÖRDERN

- Belüftung von Altdeponien
- Sanierung bestehender Deponie-gasfassungssysteme

#### FORDERN

- Abfallannahmekriterien der Deponie-verordnung weiterhin einhalten
- Bioabfall-Getrennterfassung steigern und Stand der Technik und Emissionsminderung der Behandlung verbessern
- Reduktionsziel für Lebensmittelabfälle von 50 Prozent

2030 bis 2040

#### FÖRDERN

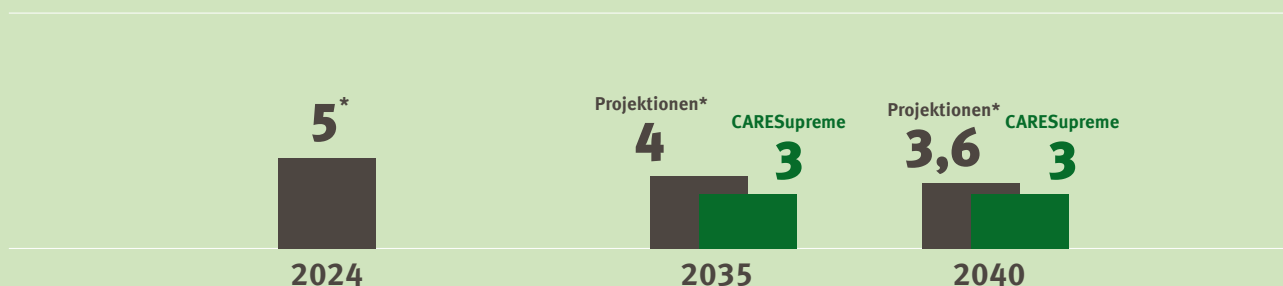
- Anteil der Vergärung bei Verwertung der Bioabfälle erhöhen

#### FORDERN

- Stand der Technik der Bioabfallbehandlung verbessern und Abfallannahmekriterien auf Deponien weiterhin einhalten
- Monitoring der Treibhausgasemissionen von Kläranlagen und Ableitung entsprechender Maßnahmen
- Betriebsoptimierung von Kläranlagen zur Reduktion der Lachgasemissionen

### Erreichbare Emissionsmenge

Mengenangaben in Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq.



## 9.1 Einleitung

Der KSG-Sektor „Abfallwirtschaft und Sonstiges“ teilt sich auf in die Segmente Abwasserwirtschaft und Abfallwirtschaft (Deponie, biologische Abfallbehandlung, sonstige Verfahren). Relevante Treibhausgase sind hier vor allem Methan und Lachgas. Im Jahr 2022 emittierte der Sektor 5,7 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq., dies waren 86 Prozent weniger als noch im Jahr 1990, in dem die sektoralen Emissionen sich auf 41,5 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. beliefen.

Den wesentlichen Beitrag zu dieser zurückliegenden Reduktion hat die Beendigung der Deponierung unvorbehandelter Siedlungsabfälle geleistet, die im Juni 2005 wirksam wurde. Das Verbot wurde 1993 in der Technischen Anleitung Siedlungsabfall festgelegt, 2001 in der Abfallablagerungs-Verordnung fortgeschrieben und ist jetzt in den Abfallannahmekriterien der Deponieverordnung wirksam verankert, u. a. mit dem Parameter Gesamtkohlenstoffgehalt (TOC). Die Methanbildung der Deponien vermindert sich so natürlicherweise kontinuierlich. Durch den umweltpolitisch wünschenswerten Ausbau der getrennten Bioabfallsammlung und -behandlung (Vergärung und/oder Kompostierung) steigen seit 1990 die Emissionen der biologischen Abfallbehandlung.

Für den NID 2025 (noch nicht veröffentlicht) hat der Abwassersektor für das Berichtsjahr 2023 wie auch schon in den Vorjahren Gesamtemissionen von ca. 2 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. berichtet (CH<sub>4</sub>: ca. 0,9 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq.; N<sub>2</sub>O: ca. 1 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq.).

Laut Projektionen 2025 übererfüllt der gemeinsame Sektor aus Abfall- und Abwasserwirtschaft die angepasste Jahresemissionsmenge von 5,8 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. in 2030<sup>15</sup> leicht und erreicht voraussichtlich 4,3 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. Bis 2040 verbleibt der Sektor relativ konstant bei ca. 3,6 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. (Wehnemann et al. 2025). Während ein Großteil des Minderungspotentials bereits ausgeschöpft ist, ist durch Optimierung bestehender Instrumente eine weitere Reduktion umsetzbar.

## 9.2 Zentrale Maßnahmen & Instrumente bis 2030

In Folge des Ablagerungsverbots unvorbehandelter Siedlungsabfälle und der einhergehenden **Abfallannahmekriterien für Deponien** sinken die Methanemissionen natürlicherweise auf ca. 1 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. in 2030. Zur Beschleunigung werden, aus den Mitteln der Nationalen Klimaschutzinitiative, finanzielle Förderungen für die **Sanierung bestehender Deponiegas-Fassungssysteme bis 2026** sowie die **Altdeponiebelüftung** bereitgestellt.

Die Steigerung der Behandlungskapazitäten werden durch **organisatorische und technische Verbesserungen der Bioabfallbehandlung** ausgeglichen. Die nicht vermeidbaren Restemissionen tragen weitere ca. 1 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. Jährlich bei. Die **Lebensmittelabfallvermeidung** zur Erreichung des in UN Sustainable Development Goal 12.3 sowie der Nationalen Kreislaufwirtschaftsstrategie formulierten Reduktionsziels von 50 Prozent bis 2030 wirkt unterstützend.

## 9.3 Zentrale Maßnahmen & Instrumente 2030 bis 2040

Durch **Verbesserungen beim Stand der Technik und der Emissionsminderung** sollen trotz des steigenden Ausbaus der Vergärung von Bioabfällen die Treibhausgasemissionen im Jahr 2040 bei ca. 1 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. jährlich verbleiben. Bei **Einhaltung der Abfallannahmekriterien** werden die Methanemissionen aus Deponien im Jahr 2040 natürlicherweise auf ca. 0, Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. sinken, und weiter mit Belüftungsmaßnahmen ergänzt. Erwartbar ist eine Gesamtemission der Abfallwirtschaft von ca. 1,5 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. in 2040.

Sowohl im Zeitrahmen bis 2030, als auch von 2030 bis 2040 kann im **Abwasserbereich durch Betriebsoptimierung und Messungen in Kläranlagen** eine deutliche Reduktion insbesondere bei Lachgas stattfinden. Dabei spielt auch das durch Art. 21 der Kommunalabwasserrichtlinie (EU)2024/3019 geforderte Monitoring eine entscheidende Rolle.

<sup>15</sup> Die Jahresemissionsmengen wurden nach § 4 (2) KSG angepasst und liegen entsprechend dem Stand vom 15.03.2025 vor (UBA 2025a).



## 10 Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (LULUCF)



### Zentrale Maßnahmen/Instrumente **LULUCF**

#### bis 2030

##### **FÖRDERN**

- Fokus: Waldschutz/-erhalt und Waldumbau
- Wiedervernässung von 5 Prozent drainierter organischer Böden
- Stärkung Humusaufbau (mineralische Böden) & Schutz der Kohlenstoffvorräte (organische Böden) in der GAP

##### **FORDERN**

- Reduktion der Laubholzentnahme um 2 Mio. m<sup>3</sup>/Jahr
- Ausstieg aus der Torfnutzung im Hobbybereich bis 2026
- Optimierung von 80 Prozent der Feuchtgebiete

#### 2030 bis 2040

##### **FÖRDERN**

- Fokus: Waldmehrung, Vorratsaufbau und Waldumbau
- Wiedervernässung von 75 Prozent organischer Böden
- Zusätzliche Anreize für Humusaufbau (mineralische Böden) & Schutz der Kohlenstoffvorräte (organische Böden)

##### **FORDERN**

- Reduktion der Laubholzentnahme um 3,5 Mio. m<sup>3</sup>/Jahr
- Vollständiger Ausstieg aus der Torfnutzung & dem -abbau
- Optimierung von 95 Prozent der Feuchtgebiete

### Erreichbare Emissionswirkung bis 2040

Mengenangaben in Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq.

#### MOORBODENSCHUTZ\*



#### AGROFORST



#### WALDKLIMASCHUTZ

\* einschließlich Feuchtgebiete



## 10.1 Einleitung

Im Sektor Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (LULUCF) werden einerseits Treibhausgasemissionen (Quellen) freigesetzt und andererseits Kohlenstoff (Senken) eingebunden. Klimaschutzmaßnahmen im LULUCF-Sektor zielen darauf ab eine negative Sektorbilanz, also eine Senke, zu erreichen.

In Hinblick auf die Berichterstattung im LULUCF-Sektor ist zu beachten, dass CO<sub>2</sub>- und CH<sub>4</sub>-Emissionen aus Böden im LULUCF-Sektor, wohingegen N<sub>2</sub>O-Emissionen im Sektor Landwirtschaft erfasst werden. Aus diesem Grund können Maßnahmen und Instrumente zwischen diesem Kapitel und Kapitel 8 (Landwirtschaft) nicht immer eindeutig voneinander getrennt werden.

Bis 2030 müssen laut KSG im LULUCF-Sektor mindestens -25 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. eingebunden werden. Demgegenüber steht eine derzeit stark positive Treibhausgas-Sektorbilanz in Höhe von jährlich 73 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. im Zeitraum 2018 bis 2023. Diese Entwicklung ist vor allem auf den Ausfall der Waldsenke ab 2018 unter anderem aufgrund der hohen Kalamitäten durch die Hitze- und Trockenperioden zurückzuführen (BMEL 2024). Im Zeitraum 2030 bis 2040 zeigen die Projektionen keine Trendumkehr (Wehnmann et al. 2025).

Landbasierte Klimaschutzmaßnahmen wirken charakteristisch über längere Zeithorizonte und die Effekte werden zeitversetzt in der Inventarberichterstattung offengelegt. Das bedeutet, dass Maßnahmen grundsätzlich langfristig angelegt werden müssen. Um das Ziel von mind. -40 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. für 2040 laut KSG zu erreichen, müssen bereits bis 2030 starke Anstrengungen unternommen und diese bis 2040 konsequent weitergeführt werden. Von besonderer Bedeutung sind Klimaschutzmaßnahmen für Wälder und Mooren sowie die Anlage von Agroforst.

Bei Umsetzung von Maßnahmen sollten die terrestrischen Ökosysteme grundsätzlich ganzheitlich in den Blick genommen werden, Wechselwirkungen antizipiert und die Synergien zwischen Klima- und Biodiversitätsschutz gestärkt werden. Nur so können leistungsfähige und resiliente Ökosysteme, und deren vielfältige Funktionen für die Klimawandelanpassung und Gesellschaft, geschaffen werden. Die gesellschaftliche Einbindung und deren Akzeptanz für eine gelungene Umsetzung der nachfolgend aufgezeigten Roadmap und erfolgreichen natürlichen Klimaschutz sind unabdingbar.

## 10.2 Zentrale Maßnahmen & Instrumente bis 2030

Auf Basis der Modellierungsergebnisse zeigt das Umweltbundesamt wie durch unverzügliches und ambitioniertes Handeln der LULUCF-Sektor wieder auf Zielkurs gebracht werden kann. Der Zielwert für 2030 wird aufgrund der Schadensentwicklung im Wald und der genannten längeren Wirkzeiten erst nach 2030 erreicht. Die Modellierungen erfolgten klimasensitiv, das heißt, dass die historische Emissionsbilanz im Wald bereits verlässlich abgebildet ist. Darüber hinaus wurden die Ergebnisse der vierten Bundeswaldinventur berücksichtigt, siehe Harthan et al. (2025a und insbesondere 2025b, in Veröffentlichung).

Mit Blick auf den **Waldklimaschutz** geht es in den verbleibenden Jahren bis 2030 zunächst um die Sicherung des Kohlenstoffspeichers Wald. Dafür ist ein ambitionierter und zügiger Umbau labiler (Nadel-) Reinbestände hin zu ökologisch stabilen, klimaresilienten Mischwäldern auf den Weg zu bringen. Es kann gezeigt werden, dass zudem eine reduzierte Laubholzentnahme in Höhe von 2 Mio. m<sup>3</sup>/Jahr bis 2030 gegenüber der durchschnittlichen Entnahme von 2013 bis 2017 einen wichtigen Beitrag zur Stärkung des Kohlenstoffspeichers leisten kann. Dies entspricht in etwa einem Drittel des in 2023 eingeschlagenen Laubholz für Energiezwecke (sogenanntes Energieholz) (Destatis 2024). Darüber hinaus sind die vorhandenen Kalamitätsflächen entsprechend zügig wiederzubewalden. Dabei sollte Naturverjüngung und natürliche, ungelenkte Sukzession und Waldentwicklung Vorrang vor Pflanzung und Saat haben (EU KOM 2023, BfN 2020).

Parallel zum Waldklimaschutz muss die ambitionierte Umsetzung von Maßnahmen zur Steigerung der **Nutzung von langlebigen Holzprodukten**, vor allem auch im Bausektor, vorangetrieben werden. Dazu sind Anreize von Nöten, die die Nachfrage nach Holzsegmenten zur energetischen Nutzung wie Scheitholz, Hackschnitzel, Holzpellets verringern (Herrmann et al. 2025, in Veröffentlichung). Gemäß der Modellierungsergebnisse kann der Zufluss in den Holzproduktspeicher entsprechend um 3,3 Mio. m<sup>3</sup>/Jahr bis 2030 erhöht werden (Harthan et al. 2025b, in Veröffentlichung).

Ein zentraler Hebel, um Emissionen zu senken, ist die **Wiedervernässung von Moorböden und der Moorbodenschutz**. Die Emissionen aus organischen Böden liegen jährlich bei 50–60 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. (2014–2023). Im Jahr 2023 entsprachen die Emissionen aus organischen Böden rund 7 Prozent der Gesamtemissionen Deutschlands. Dabei geht es in erster Linie um Emissionen aus trockengelegten und landwirtschaftlich genutzten Flächen, deren Anteil bei über 80 Prozent liegt (Gensior et al. 2025). Demgegenüber steht der relativ geringe Flächenanteil dieser drainierten Böden im Vergleich zur gesamten landwirtschaftlich genutzten Fläche (Ackerland und Grünland) in Höhe von ca. 7 Prozent (UBA 2024a, UBA 2025c). Durch die Anhebung der Wasserstände können diese Emissionen erheblich reduziert werden. Da die ursprüngliche Bewirtschaftung in der Regel nicht fortgeführt werden kann, müssen Kompensationen und Anreize für alternative Bewirtschaftungsformen für nasse Moorstandorte (Paludikultur) gestärkt werden.

Um die Kohlenstoffvorräte in Feuchtgebieten zu schützen, müssen die **Wasserstände bestehen-der Feuchtgebiete** optimiert werden. Damit wird sichergestellt, dass diese Flächen nicht trockenfallen. Bereits vor 2030 sollten geeignete Instrumente auf den Weg gebracht werden, um die Wasserstände auf 80 Prozent der bestehenden Flächen bis 2030 zu optimieren.

Torf bezeichnet teilweise zersetztes Pflanzenmaterial und befindet sich in den oberen Schichten von Mooren. Abgebaut kommt Torf vor allem im Gartenbau zur Anwendung und führt jährlich zu rund 2 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. (Gensior et al. 2025). Im Einklang mit der Torfminderungsstrategie des BMEL sollten **Torfprodukte** ab 2026 nicht mehr im Hobbygartenbereich eingesetzt werden (BMEL 2022). Mit der Perspektive des langfristigen Torfausstiegs, auch im Erwerbsgartenbau, ist es wichtig schon heute den Produktionspfad zu verändern. Um Verlagerungseffekte durch Importe zu verhindern (sog. Leakage-Effekt) ist zeitgleich ein Umstieg auf Torfersatzprodukte zu forcieren bzw. auf Torf zu verzichten (z. B. torffreie Blumenerden).

Gesunde, humusreiche Böden spielen eine zentrale Rolle für den Klimaschutz sowie für die Bodenfruchtbarkeit und damit für die landwirtschaftliche Wertschöpfung. Die Entwicklung des Humusgehalts ist dynamisch und standort- sowie bewirtschaftungsabhängig. Einen Beitrag zum langfristigen **Humuserhalt und dauerhaften Aufbau** leisten u. a. mehrgliedrige Fruchtfolgen in Verbindung mit Zwischenfrüchten insbesondere Leguminosen, z. B. Lupine, Klee, Luzerne und Erbse sowie der Dauergrünlanderhalt. Auch muss der Anbau von Gehölzen als Agroforstelemente (kurz: Agroforst) sukzessive gestärkt werden. Zu diesem Zweck sollten neben den nationalen auch die europäischen förder- und ordnungsrechtlichen Instrumente wie die GAP entsprechend angepasst werden (Balzer et al. 2025, noch nicht veröffentlicht).

Ein weiterer Hebel zur Emissionsreduzierung ist die Reduktion der **Flächenneuinanspruchnahme**. Werden Flächen zu Siedlungs- und Verkehrszwecken erschlossen, werden insbesondere bisher land- und forstwirtschaftlich genutzte Flächen umgewandelt. Durch die Versiegelung verlieren diese Flächen ihre Senkenwirkung. Aktuell liegt die Flächenneuinanspruchnahme bei 52 ha pro Tag (2020–2023). Diese sollte schnellstmöglich und ambitioniert auf 30 ha/Tag bis 2030 verringert werden.



### 10.3 Zentrale Maßnahmen & Instrumente 2030 bis 2040

Das Maßnahmen- und Instrumentenspektrum für die Zielerreichung im LULUCF-Sektor muss bis 2040 (und darüber hinaus langfristig) fortgeführt werden.

In Hinblick auf den **Waldklimaschutz** muss der Waldumbau und extensive Bewirtschaftung der Bestände fortgeführt werden. Die Waldmehrung durch Erstaufforstung sowie natürlicher Sukzession sollte beispielsweise auf wenig ertragreichem Ackerland umgesetzt werden. Der Vorratsaufbau im Einklang mit einem hohen Struktur- und Artenreichtum einschließlich einer weiteren Erhöhung des Totholzanteils sollte möglichst einer konsequenten Einzelbaumbewirtschaftung, d.h. Erziehung starker Bäume mit wertvollem Holz und einzelstamm- bis gruppenweise Nutzung, unterliegen. Modellergebnisse zeigen, dass zu diesem Zweck eine reduzierte Laubholzentahme in Höhe von 3,5 Mio. m<sup>3</sup>/Jahr bis 2040 erforderlich ist. Durch einen Mix aus Anreizen wie Förderungen und ordnungsrechtlichen Instrumenten kann die Waldsenke erheblich gestärkt werden (Annahme: mittlere natürliche Störungen).

Neben der Sicherung und dem weiteren Ausbau der Waldsenke, ist die weitere **Erhöhung des Holzproduktspeichers** notwendig. Zum einen durch gesteigerten Zufluss in den Holzproduktspeicher um 18,8 Mio. m<sup>3</sup>/Jahr bis 2040 zum anderen durch eine Verringerung bzw. Verzögerung des Abflusses aus dem Produktspeicher. Dazu gehört eine ambitionierte Umsetzung der Maßnahmen der Charta für Holz 2.0 zusammen mit dem Kaskadenprinzip in den Wertschöpfungsketten der Holzindustrie sowie ein weitestgehender Verzicht auf die energetische Holznutzung.

Nach 2030 stellen holzige Dauerkulturen (Agroforst) eine zentrale Maßnahme für den **Humuserhalt und -aufbau** auf landwirtschaftlichen Böden dar und sollten forciert werden. Gleichzeitig müssen die Maßnahmen wie mehrgliedrige Fruchtfolgen in Verbindung mit Zwischenfrüchten insbesondere stickstoffbindende Pflanzen sowie der Dauergrünlanderhalt beibehalten werden (siehe Kapitel 10.2). In der Summe können durch den Anbau von Dauerkulturen bzw. die Anlage von Agroforst 10 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. in 2040 reduziert werden.

Die **Wiedervernässung** drainierter organischer Böden muss insbesondere nach 2030 in die Fläche gebracht werden. So sollen bis 2040 insgesamt rund drei Viertel aller drainierten Moorflächen, etwa 954.650 ha, wiedervernässt werden. Zu weiteren Emissionseinsparungen führt der vollständige **Ausstieg aus der Torfnutzung**, d.h. einschließlich im Erwerbsgartenbau, **und aus dem Torfabbau**, die bis 2040 zu vollziehen sind. Dabei müssen, wie im Hobbybereich, Vorkehrungen, getroffen werden um Torfimporte zu vermeiden. Empfehlenswert ist in diesem Kontext die Umsetzung einer Nullnutzungsstrategie auch innerhalb der EU. Für den Schutz der **Kohlenstoffvorräte bestehender Feuchtgebiete** sollten die Wasserstände möglichst auf 95% der Flächen bis 2040 optimiert sein. Zusammen genommen können durch Wiedervernässung und die Optimierung von Wasserständen in Feuchtgebieten sowie durch reduzierten Torfabbau 22 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. in 2040 gemindert werden.

In Hinblick auf die **Reduzierung der Flächenneuinanspruchnahme** gilt es den ambitionierten Zielpfad fortzusetzen und bis 2040 etwa 15 ha pro Tag zu erreichen (bis 2050 schließlich Netto-Null). Weniger Flächeninanspruchnahme führt zudem zu weniger Druck auf landwirtschaftlichen Flächen, was sich unter anderem positiv auf die Notwendigkeit eines kontinuierlichen Erhalts von Dauergrünland niederschlägt.

Um den LULUCF-Sektor zurück auf den Zielpfad zu bringen, muss eine **Offensive für den Waldklimaschutz, Moorbodenschutz einschließlich reduzierten Torfabbau und Agroforst aufgesetzt werden**.

## 11 Langfristige Negativemissionen

Weitreichende Minderungen im Zeitraum von 2030 bis 2040 sind grundlegend, um das Zieljahr für die deutsche Netto-Treibhausgasneutralität 2045 überhaupt in den Blick fassen zu können (siehe Kapitel 2). Zunehmende Kosten, strukturelle Hürden und lange Investitionszyklen werden die letzten Minderungsschritte besonders herausfordern. Umso wichtiger ist es, dass frühzeitig Emissionspfade eingeschlagen werden, mit denen frühzeitig die Restemissionen im Zieljahr minimiert werden und zugleich nicht nur der Ausstoß in die Atmosphäre, sondern bereits die Erzeugung von Treibhausgasen in den Fokus genommen werden. Denn zum einen müssen die Restemissionen mithilfe von Negativemissionen ausgeglichen werden, um die Netto-Null zu erreichen. Eine besondere Bedeutung hierfür spricht § 3a KSG dem LULUCF-Sektor zu: Der LULUCF-Sektor soll als Senke -41 Mio. t. CO<sub>2</sub>-Äq. im Jahr 2045 beisteuern (siehe Kapitel 10). Als Ergänzung hierzu sieht das KSG unter § 3b per Rechtsverordnung festzulegende, technische Senkenziele für die Jahre 2035, 2040 und 2045 vor. Ob und in welchem Umfang technische Negativemissionen für eine Zielerreichung im Jahr 2045 benötigt werden, hängt fundamental mit den Minderungsanstrengungen in den Sektoren und einer Kraftanstrengung zum Erreichen des LULUCF-Ziels zusammen. Zum anderen beansprucht eine CCS-basierte Minderung, also die Abscheidung und Einspeicherung von fossilem Kohlenstoff, dieselben Injektions- und Einspeicherungskapazitäten wie die beiden zentralen technischen Negativemissionsmethoden BECCS und DACCS und ist ähnlichen Unsicherheiten ausgesetzt.

Das CARESupreme-Szenario zeigt<sup>16</sup>, dass Treibhausgasneutralität im Jahr 2045 mit geringen Mengen technischer Senken durch ambitionierte Minderungsstrategien und einen konsequenten, intensivierten Aufbau der natürlichen Senken erreichbar ist. Dafür sind zwingend die in den Kapiteln 3 bis 10 vorgeschlagen Instrumente und Maßnahme zwischen 2030 bis 2040 umzusetzen. Nur so kann der LULUCF-Sektor die im CARESupreme-Szenario im Jahr 2045 berechneten Restemissionen (Brutto-Emissionen) in Höhe von 46 Mio. t. CO<sub>2</sub>-Äq. größtenteils kompensieren.

Die Zielerreichung der Treibhausgasneutralität kann durch einen moderaten Einstieg in die technischen Kohlenstoffsinken erfolgen. Der massive Ausbau der LULUCF-Senke wird durch einen Hochlauf der technischen Senken ergänzt und es folgt auf anfängliche CO<sub>2</sub>-Abscheidungs- und Einspeicherungsmengen von -1 Mio. t. CO<sub>2</sub>-Äq. im Jahr 2035 ein Hochlauf auf -3 Mio. t. CO<sub>2</sub>-Äq. in 2040 und -6 Mio. t. CO<sub>2</sub>-Äq. in 2045.<sup>17</sup> Der Einstieg an thermischen Abfallverbrennungsanlagen ist empfehlenswert, weil dort die lock-in Effekte am geringsten sind und dort eingesetzte Biomasse am Ende einer langen Nutzungskaskade steht. Technische Senken sollten nicht als Ersatz für verpasste Minderungen und eine zu geringe LULUCF-Senke eingeplant werden. Technische Negativemissionstechnologien befinden sich überwiegend in frühen Entwicklungsstufen (Smith et al. 2024) und/oder weisen teilweise geringe Potentiale in Deutschland auf. Die Komponente der CO<sub>2</sub>-Abscheidung und Einspeicherung zeigt vergleichsweise hohe Kosten gegenüber natürlichen Senken und anderen Minderungsoptionen, die absehbar kaum Innovationssprünge aufweisen werden, da sie teilweise (siehe Enhanced-Oil-Recovery, EOR) lange etabliert und optimiert sind (Gothe et al. 2024). Sie bieten keine Synergien zu anderen Umweltzielen, jedoch zahlreiche Ressourcenkonflikte, insbesondere zur Landnutzung und einer nachhaltigen Nutzung der Biomasse (Günther, Ekhardt 2023). Ein moderates Niveau unterstreicht daher, dass Treibhausgasneutralität nicht maßgeblich auf technischen Senken basieren sollte. Es schafft zugleich Planungssicherheit für Investitionen und verhindert einen überzogenen und damit ineffizienten oder verfrühten Infrastrukturaufbau.

<sup>16</sup> Unter Berücksichtigung der methodischen Änderungen und Bundeswaldinventur bzw. Bezug zur Submission 2025.

<sup>17</sup> Die nun in der Bundeswaldinventur IV berichtete historische Waldentwicklung ist in diesem Szenario bereits vorab antizipiert worden und somit berücksichtigt.

Tabelle 1

**Empfehlung zum Hochlauf technischer Senken 2035 bis 2045 in Deutschland**

	2035	2040	2045
	Mio. t CO <sub>2</sub>		
Hochlauf technischer Senken (Größenordnung)	-1	-3	-6

Quelle: Harthan et al. 2025a (in Veröffentlichung)

Die Menge erzeugter Treibhausgase im Jahr 2045 mit 48 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. im Szenario CARESupreme ist im Vergleich zu anderen geläufigen Treibhausgasneutralitätsszenarien (65-95 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq.) (Dambeck et al. 2021, ABB AG et al. 2019, BCG 2021, Nesselhauf et al. 2024) gering (Gores et al. 2025, noch nicht veröffentlicht). Die CO<sub>2</sub>-Abscheidung muss auf die Abscheidung an thermischen Abfallbehandlungsanlagen und anschließende Speicherung (Waste Incineration Carbon Capture and Storage, WACCS) zunächst beschränkt bleiben, um die Vermeidung der erzeugten Treibhausgase nicht zu torpedieren.<sup>18</sup> An thermischen Abfallbehandlungsanlagen entstehen nur begrenzte lock-in Effekte. Denn die Emissionsminderung für den fossilen Anteil an diesen Anlagen muss früher, nämlich zu Beginn der Prozesskette bei der Produktion von Konsumgütern ansetzen. Später erhöht der steigende biogene Anteil im Abfall, auch bei insgesamt rückläufigem Biomassebedarf, das Potential für die Abscheidung und Speicherung von Emissionen mit negativer Treibhausgaswirkung (Bioenergy Carbon Capture and Storage, BECCS).<sup>19</sup> Im CARESupreme-Szenario sind beispielsweise CO<sub>2</sub>-Abscheidungsanlagen an zunächst 5 Prozent (2035), dann 30 Prozent (2040) und letztendlich (2045) an 60 Prozent der Müll-Heizkraftwerke installiert. Die dabei generierten -6 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. müssen absehbar kontinuierlich jedes Jahr abgeschieden und die notwendigen Injektions- und Speicherkapazitäten sichergestellt werden, um Negativemissionen über lange Zeiträume hinweg gewährleisten zu können.

Dieser Rahmen für einen moderaten Hochlauf von technischen Negativemissionen und die Funktion des § 3b als Ergänzung zur tragenden Säule der natürlichen Senke, sollte bei der „Langfriststrategie

Negativemissionen für den Umgang mit unvermeidbaren Restemissionen“ (LNe) mitgedacht werden. Denn gelingt es nicht, eine ambitionierte Vermeidungsstrategie, die vor allem die Erzeugung von Emissionen und nicht nur die Freisetzung von Emissionen adressiert, und eine Stärkung des LULUCF-Sektors zu etablieren wie CARESupreme zeigt (Harthan et al. 2025a, in Veröffentlichung, Purr et al. 2025), hat dies enorme Konsequenzen. Für Treibhausgasneutralität bestünde Bedarf nach einer um bis zu Faktor 10 höheren technischen Entnahmemenge inklusive eines drastischen Aufbaus von DACCS. Dies wäre mit dauerhaft höheren Injektions- und Speicherkapazitäten sowie zusätzlichen Kosten, Stromverbrauch und Transportkapazitäten in Deutschland verbunden sowie einer Abhängigkeit der Zielerreichung von der Realisierung dieser Mengen technischer Negativemissionen. Die jüngsten Erkenntnisse zeigen begrenzte jährliche Injektionskapazitäten und Einspeicherungspotentiale in der ausschließlichen Wirtschaftszone (AZW) der deutschen Nordsee (Wallmann, Geostor Konsortium, 2025). Mit Blick darauf entstünden zur Erreichung des nationalen Klimaziels langfristig ausgerichtete Kooperationsnotwendigkeiten zu Einspeicherungsmöglichkeiten, vor allem im Kontext der EU. Gleichzeitig ist unbenommen, dass bei einer globalen Transformation zur Treibhausgasneutralität Negativemissionstechnologien und -infrastrukturen erforderlich sind. Aus diesen Perspektiven entstehen in Deutschland durch die ambitionierte Reduktion von Treibhausgasen sowie einem moderaten Pfad der Entwicklung von Negativemissionstechnologien auch Innovationschancen in der Maschinenbau- und Technologiebranche.

<sup>18</sup> Es ist zu erwarten, dass Entnahmen über Pflanzkohle und beschleunigte Verwitterung ebenfalls in Deutschland stattfinden werden, jedoch wurden sie aufgrund der als gering angenommenen Mengen im Szenario nicht berücksichtigt.

<sup>19</sup> Ein zukünftig erwarteter Anteil von Kunststoffen auf Basis von atmosphärischen Kunststoffen kann in Kombination mit WACCS ebenfalls Negativemissionen generieren. Allerdings ist dies aus Konsistenzgründen in CARESupreme nicht der Fall, weil die DAC-Abscheidung im Ausland stattfinden und die Entnahme dort bilanziert wird.



## Quellenverzeichnis

Agora Industrie, Systemiq (2023): Resilienter Klimaschutz durch eine zirkuläre Wirtschaft: Perspektiven und Potenziale für energieintensive Grundstoffindustrien. Download unter: <https://www.agora-industrie.de/publikationen/resilienter-klimaschutz-durch-eine-zirkulaere-wirtschaft#downloads> (Stand 30.09.2025).

Balzer, F.; Marx, M.; Kahl, I.; Herzfeld, T.; Voß-Stemping, J. (2025, in Veröffentlichung): CO<sub>2</sub>-Sequestrierung in landwirtschaftlich genutzten Böden – CDR – Methoden der atmosphärischen Kohlenstoffentnahme. In: Umweltbundesamt (Hrsg.): CDR-Methoden-Factsheets. 1. Auflage. Dessau-Roßlau.

BfN – Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.) (2020): Wälder im Klimawandel: Steigerung von Anpassungsfähigkeit und Resilienz durch mehr Vielfalt und Heterogenität. Position. Bonn. Download unter: [https://www.bfn.de/sites/default/files/2021-04/BfN-Positionspapier\\_Waelder\\_im\\_Klimawandel\\_bf.pdf](https://www.bfn.de/sites/default/files/2021-04/BfN-Positionspapier_Waelder_im_Klimawandel_bf.pdf) (Stand 16.04.2025).

BMEL – Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (Hrsg.) (2024): Der Wald in Deutschland - Ausgewählte Ergebnisse der vierten Bundeswaldinventur. Bonn. Download unter: [https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/vierte-bundeswaldinventur.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=15](https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/vierte-bundeswaldinventur.pdf?__blob=publicationFile&v=15) (Stand 16.04.2025).

BMEL – Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (Hrsg.) (2022): Torffrei gärtnern, Klima schützen - Die Torfminderungsstrategie des BMEL. Berlin. Download unter: [https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/torf-minderungsstrategie.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=68](https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/torf-minderungsstrategie.pdf?__blob=publicationFile&v=68) (Stand 16.04.2025).

Destatis – Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2024): Holzeinschlag nach Holzartengruppen beziehungsweise Holzsorten und ausgewählten Besitzarten. Download unter: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei/Wald-Holz/Tabellen/holzeinschlag-deutschland.html> (Stand 15.04.2025).

Dreisbach, N.; Häußermann, U.; Bach, M.; Breuer, L.; Döhler, H.; Müller, H.; Lohrberg, T.; Döhler, S. (2025a): Entwicklung eines Modells zur Bewertung von THG-Minderungsmaßnahmen in der Landwirtschaft (E-MoLL). UBA Texte 111/2025. Umweltbundesamt (Hrsg.). Dessau-Roßlau. Download unter: <https://doi.org/10.60810/openumwelt-7675>.

Dreisbach, N.; Häußermann, U.; Bach, M.; Breuer, L.; Döhler, H.; Müller, H.; Lohrberg, T.; Döhler, S.; Balzer, F.; Ehlers, K. (2025b): Klimaschutz in der Landwirtschaft - Ergebnisse des Forschungsprojekts „E-MoLL“ zeigen weitergehende Optionen der Landwirtschaft zum Klimaschutz auf. UBA-Factsheet. Download unter: <https://doi.org/10.60810/openumwelt-8081>.

ERK – Expertenrat für Klimafragen (2025): Prüfbericht zur Berechnung der deutschen Treibhausgasemissionen für das Jahr 2024 und zu den Projektionsdaten 2025. Prüfung und Bewertung der Emissionsdaten sowie der Projektionsdaten gemäß § 12 Abs. 1 Bundes-Klimaschutzgesetz. Download unter: <https://www.expertenrat-klima.de> (Stand 27.05.2025).

EU KOM – Europäische Kommission (Hrsg.) (2023): Leitlinien für biodiversitätsfreundliche Aufforstung, Wiederaufforstung und Anpflanzung von Bäumen. Luxemburg. Download unter: <https://op.europa.eu/de/publication-detail/-/publication/1c4561c7-7c54-11ee-99ba-01aa75ed71a1> (Stand 16.04.2025).

Gensior, A.; Drexler, S.; Fuß, R.; Stümer, W.; Rüter, S. (2025): Treibhausgasemissionen durch Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (LULUCF). Download unter: <https://www.thuenen.de/de/themenfelder/klima-und-luft/emissionsinventare-buchhaltung-fuer-den-klimaschutz/treibhausgas-emissionen-lulucf> (Stand 16.04.2025).

Gothé, J.; Malz, N.; Herpich, P.; Oei, P.-Y. (2024): CCS in Deutschland Chancen, Kosten und Risiken einer CCS-basierten Carbon-Management-Strategie. Eine Studie der FossilExit Forschungsgruppe im Auftrag von Greenpeace Deutschland e.V.. Download unter: <https://www.greenpeace.de/publikationen/studie-ccs-in-deutschland> (Stand 21.03.2025).

Hermann, B.; Garvens, H.-J.; Pagel, M.; Günther, J.; Günther, D.; Böttcher, C. (2025, in Veröffentlichung): Langfristige Speicherung in Produkten und Baumaterial – CDR - Methoden der atmosphärischen Kohlenstoffentnahme. In: Umweltbundesamt (Hrsg.): CDR-Methoden-Factsheets. 1. Auflage. Dessau-Roßlau.

Günther, P.; Ekarth, F. (2023) The Priority of Nature-based over Engineered Negative Emission Technologies. Download unter: <https://doi.org/10.35534/ecolciviliz.2023.10004>.

Harthan, R.; Repenning, J.; Bei der Wieden, M.; Bürger, V.; Braungardt, S.; Cook, V.; Emele, L.; Hennenberg, K.; Kasten, P.; Ludig, S.; Mendelevitch, R.; Moosmann, L.; Pfeiffer, M.; Scheffler, M.; Steinbach, I.; Wiegmann, K.; Bussmann, S.; Fleiter, T.; Lotz, T. M.; Mandel, T.; Rehfeldt, M.; Yu, S. (2025a, in Veröffentlichung): Ambitionierte Pfade für Treibhausgasneutralität in Deutschland: CARESupreme und CARETech, Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt „Transformation zu einem vollständig treibhausgasneutralen Deutschland (CARE)“ (FKZ 3720 41 506 0), Umweltbundesamt (Hrsg.). Wird unter: <https://doi.org/10.60810/openumwelt-7983> veröffentlicht.

Harthan, R.; Repenning, J.; Bei der Wieden, M.; Bürger, V.; Braungardt, S.; Cook, V.; Emele, L.; Hennenberg, K.; Kasten, P.; Ludig, S.; Mendelevitch, R.; Moosmann, L.; Pfeiffer, M.; Scheffler, M.; Steinbach, I.; Wiegmann, K.; Bussmann, S.; Fleiter, T.; Lotz, T. M.; Mandel, T.; Rehfeldt, M.; Yu, S. (2025b, in Veröffentlichung): Treibhausgasneutralität in Deutschland: CARETarget, Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt „Transformation zu einem vollständig treibhausgasneutralen Deutschland (CARE)“ (FKZ 3720 41 506 0), Umweltbundesamt (Hrsg.). Wird unter: <https://doi.org/10.60810/openumwelt-8099> veröffentlicht.

Hoffmeister, Dr. Jochen; Birnstengel, Dr. Bärbel; Bechhaus, Patrick; Winter-Hamerla, Heike (alle Prognos); Knappe, Florian; Reinhardt, Joachim (alle ifeu); Haller, Johannes; Deurer, Jana; Friedrichsen, Dr. Nele (alle IREES); Prakash, Siddharth; Dehoust, Günter; Castellero, Lucía Gascón (alle Öko-Institut) (2024): Klimaschutzpotentiale der Kreislaufwirtschaft. Download unter: [https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/Abschlussbericht\\_Klimaschutzpotentiale-Kreislaufwirtschaft.pdf](https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/Abschlussbericht_Klimaschutzpotentiale-Kreislaufwirtschaft.pdf)

- Lünenbürger, B.; Purr, K.; Schultz, K., A.; Adler, N.; Alsleben, C.; Damian, H.-P.; Eckermann, F.; Eichhorn, D.; Frieß-Kossolobow, L.; Gellrich, A.; Ginzky, H.; Günther, J.; Hendzlik, M.; Herbstritt, C.; Huckestein, B.; Lindenthal, A.; Löwe, C.; Kleiner, L.; Koller, M.; Kosmol, J.; Kristof, K.; Kruse, M.; Mohrbach, E.; Nagel, M.; Niederle, W.; Pischke, F.; Rose, J.; Ruddigkeit, D.; Seven, J.; Steinfeldt, H.; Süring, K.; Tews, K.; Töpfer, C.; Vollmer, C.; Voß-Stemping, J.; Weyland, M.; Zschachlitz, T. (2023): Ambitionierter Klimaschutz: Fallstricke und Bedingungen des Gelingens. Umweltbundesamt (Hrsg.). Dessau-Roßlau. Download unter: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/ambitionierter-klimaschutz-fallstricke-bedingungen> (Stand 19.08.2025).
- Matthey, A.; Bünger, B.; Eser, N. (2024): Methodological Convention 3.2 for the Assessment of Environmental Costs. Umweltbundesamt (Hrsg.). Dessau-Roßlau. Download unter: [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/methodological\\_convention\\_3\\_2\\_value\\_factors\\_bf.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/methodological_convention_3_2_value_factors_bf.pdf) (Stand 25.06.2025)
- Purr, K.; Voß-Stemping, J.; Schultz, K. (2025). Treibhausgasneutralität und die Ziele der natürlichen Kohlenstoffsenke sind noch erreichbar, Szenarienbasierte Erkenntnisse des Umweltbundesamtes, Umweltbundesamt (Hrsg.). Dessau-Roßlau. Download unter: <https://doi.org/10.60810/openumwelt-7880>.
- Purr, K.; Wehnemann, K.; Balzer, F.; Erxleben, F.; Hendzlik, M.; Kahrl, A.; Lange, M.; Lünenbürger, B.; Steinbrenner, J.; Weyland, M. (2021): Treibhausgasminderung um 70 Prozent bis 2030: So kann es gehen!. Position. Dessau-Roßlau. Download unter: <https://doi.org/10.60810/openumwelt-3580>.
- Smith, S. M., Geden, O., Gidden, M. J., Lamb, W. F., Nemet, G. F., Minx, J. C., Buck, H., Burke, J., Cox, E., Edwards, M. R., Fuss, S., Johnstone, I., Müller-Hansen, F., Pongratz, J., Probst, B. S., Roe, S., Schenuit, F., Schulte, I., Vaughan, N. E. (Hrsg.) (2024): The State of Carbon Dioxide Removal 2024 – 2nd Edition. DOI 10.17605/OSF.IO/F85QJ.
- UBA – Umweltbundesamt (2024b): Fragen und Antworten zu Tierhaltung und Ernährung. Download unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/landwirtschaft/landwirtschaft-umweltfreundlich-gestalten/fragen-antworten-zu-tierhaltung-ernaehrung#1-umwelt-und-klimawirkungen-der-nutztierhaltung> (Stand 16.04.2025).
- UBA – Umweltbundesamt (Hrsg.) (2024a): Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen 2024 Nationales Inventardokument zum deutschen Treibhausgasinventar 1990 – 2022. Dessau-Roßlau. Download unter: <https://doi.org/10.60810/openumwelt-7442>.
- UBA – Umweltbundesamt (Hrsg.) (2025a): Emissionsübersicht KSG-Sektoren 1990-2024. Download unter: [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11867/dokumente/datentabelle\\_zu\\_den\\_treibhausgas-emissionen\\_2024.xlsx](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11867/dokumente/datentabelle_zu_den_treibhausgas-emissionen_2024.xlsx) (Stand 15.04.2025).
- UBA – Umweltbundesamt (Hrsg.) (2025b): Klimaschutz im Verkehr. Download unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr/klimaschutz-im-verkehr> (Stand 17.03.2025).
- UBA – Umweltbundesamt (Hrsg.) (2025c): Struktur der Flächennutzung. Download unter: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/flaeche-boden-land-oekosysteme/flaeche/struktur-der-flaechennutzung#die-wichtigsten-flaechennutzungen> (Stand 16.04.2025).
- Verpoort, P.C.; Ueckerdt, F.; Schenk, A.-K. (2024): Durch Import grüner Vorprodukte die Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands stärken. Kopernikus-Projekt Ariadne, Potsdam. Download unter: <https://ariadneprojekt.de/publikation/ariadne-kompakt-durch-import-gruener-vorprodukte-die-wettbewerbsfaehigkeit-deutschlands-staerken/> (Stand 23.04.2025).
- Wallmann, K.; GEOSTOR-Konsortium (Hrsg.) (2025): CO<sub>2</sub>-Speicherung unter der deutschen Nordsee? Ergebnisse aus drei Jahren Forschung. Download unter: <https://doi.org/10.3289/CDRmare.49>.
- Wehnemann, K.; Koßmann, M.; Purr, K.; Pagel, M.; Steinbrenner, J.; Voß-Stemping, J. (2025): Treibhausgas-Projektionen 2025 – Ergebnisse kompakt, Umweltbundesamt (Hrsg.). Download unter: <https://doi.org/10.60810/openumwelt-7821>.
- Wietschel, M.; Riemer, M.; Thomann, J.; Breitschopf, B.; Fragoso, J.; Wachsmuth, J.; Weißenburger, B.; Müller, V.P.; Kantel, A.; Karkossa, L.; Marscheider-Weidemann, F.; Pieton, N.; Lenivova, V.; Drechsler, B.; Ragwitz, M.; Ranzmeyer, O.; Voglstätter, C.; Mandler, F.; Holst, M.; Hank, C.; Kunze, R.; Vespermann, D.; Thielmann, S.; Quitzow, R.; Stamm, A.; Strohmaier, R.; Thiel, Z.; Müller, M.; Löschel, A. (2024): HYPAT Abschlussbericht. Karlsruhe: Fraunhofer ISI (Hrsg.). Download unter: <https://hypat.de/hypat/publikationen.php> (Stand 06.05.2025).





► **Unsere Broschüren als Download**

Kurzlink: [bit.ly/2dowYYI](https://bit.ly/2dowYYI)