

TREIBHAUSGAS-PROJEKTIONEN FÜR DEUTSCHLAND

Treibhausgas-Projektionen 2024 – Ergebnisse kompakt



TREIBHAUSGAS-PROJEKTIONEN FÜR DEUTSCHLAND

Treibhausgas-Projektionen 2024 – Ergebnisse kompakt

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Impressum

Herausgeber

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
Fax: +49 340-2103-2285
buergerservice@uba.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

Autoren:

Fachgebiet V1.2 „Strategien und Szenarien zu Klimaschutz und Energie“
Wehnemann, Kai und Schultz, Karlotta

Redaktion:

Fachgebiet V1.2 „Strategien und Szenarien zu Klimaschutz und Energie“
Wehnemann, Kai, Schultz, Karlotta, op de Hipt, Kirsten, Purr, Katja

Layout:

Fachgebiet V1.2 „Strategien und Szenarien zu Klimaschutz und Energie“
Kambor, Susanne und op de Hipt, Kirsten

Publikationen als pdf:

<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen>

ISSN 1862-4359

Dessau-Roßlau, März 2024

Diese Publikation basiert auf dem Forschungsvorhaben „THG-Projektionen: Weiterentwicklung der Methoden und Umsetzung der Europäischen Governance-Verordnung und des Bundes-Klimaschutzgesetzes im Projektionsbericht 2023 ("Politiksznarien XI")“ (FKZ 3722415110) zur Erstellung der Treibhaus-Projektion. Das Umweltbundesamt beauftragte ein Konsortium bestehend aus dem Öko Institut, dem Fraunhofer ISI und der IREES GmbH in Zusammenarbeit mit dem Johann Heinrich von Thünen Institut die Projektionsdaten 2024 für Deutschland zu erstellen. Die Publikation stellt einen ersten Überblick über die Projektionsdaten 2024 dar. Eine detailliertere Auswertung wird im Projektionsbericht 2024 veröffentlicht.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	7
Tabellenverzeichnis.....	7
Abkürzungsverzeichnis.....	8
1 Zentrale Ergebnisse.....	9
2 Ergebnisse in den Sektoren mit Jahresemissionsmengen.....	13
2.1 Energiewirtschaft.....	13
2.2 Industrie.....	14
2.3 Gebäude.....	15
2.4 Verkehr.....	17
2.5 Landwirtschaft.....	18
2.6 Abfallwirtschaft und Sonstiges.....	19
3 Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (LULUCF).....	21
4 Einordnung der Ergebnisse im Vergleich zu den Vorjahres-Projektionen.....	23
5 Sensitivitäten.....	25
6 Quellenverzeichnis.....	28

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Entwicklung der gesamten Treibhausgasemissionen nach Quellbereichen (2019–2045).....	9
Abbildung 2:	kumulierten sektoralen Jahresemissionsgesamtmengen und kumulierte Zielerreichung/Zielverfehlung der KSG-Sektoren (2021-2030)	10
Abbildung 3:	Projektion der Treibhausgasemissionen nach EU-Klimaschutzverordnung (ESR) 2021 bis 2030	10
Abbildung 4:	Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Sektor Energiewirtschaft.....	13
Abbildung 5:	Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Sektor Industrie	14
Abbildung 6:	Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Sektor Gebäude	15
Abbildung 7:	Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Sektor Verkehr	17
Abbildung 8:	Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Sektor Landwirtschaft	18
Abbildung 9:	Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Sektor Abfallwirtschaft und Sonstiges	19
Abbildung 10:	Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Sektor LULUCF..	21
Abbildung 11:	Energiepreis Erdgas – Vergleich der Rahmendaten des Projektionsberichts 2023 mit den Projektionsdaten 2024.....	23
Abbildung 12:	Energiepreis Steinkohle – Vergleich der Rahmendaten des Projektionsberichts 2023 mit den Projektionsdaten 2024.....	24

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Sensitivitäten (Ergebnisse gegenüber den Projektionsdaten 2024).....	26
------------	--	----

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Erläuterung
CO ₂ -Äq.	Kohlenstoffdioxid-Äquivalente
BEHG	Brennstoffemissionshandelsgesetz
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
ESR	Effort Sharing Regulation
EU-EHS	EU-Emissionshandelssystem
GEG	Gebäudeenergiegesetz
JEM	Jahresemissionsmenge
KSG	Bundes-Klimaschutzgesetz
KSG-E	Referentenentwurf der Novelle des Bundes-Klimaschutzgesetzes
KVBG	Kohleverstromungsbeendigungsgesetz
KWKG	Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz
LULUCF	Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft
MMS	Mit-Maßnahmen-Szenario
MWMS	Mit-Weiteren-Maßnahmen-Szenario
THG	Treibhausgase
UBA	Umweltbundesamt

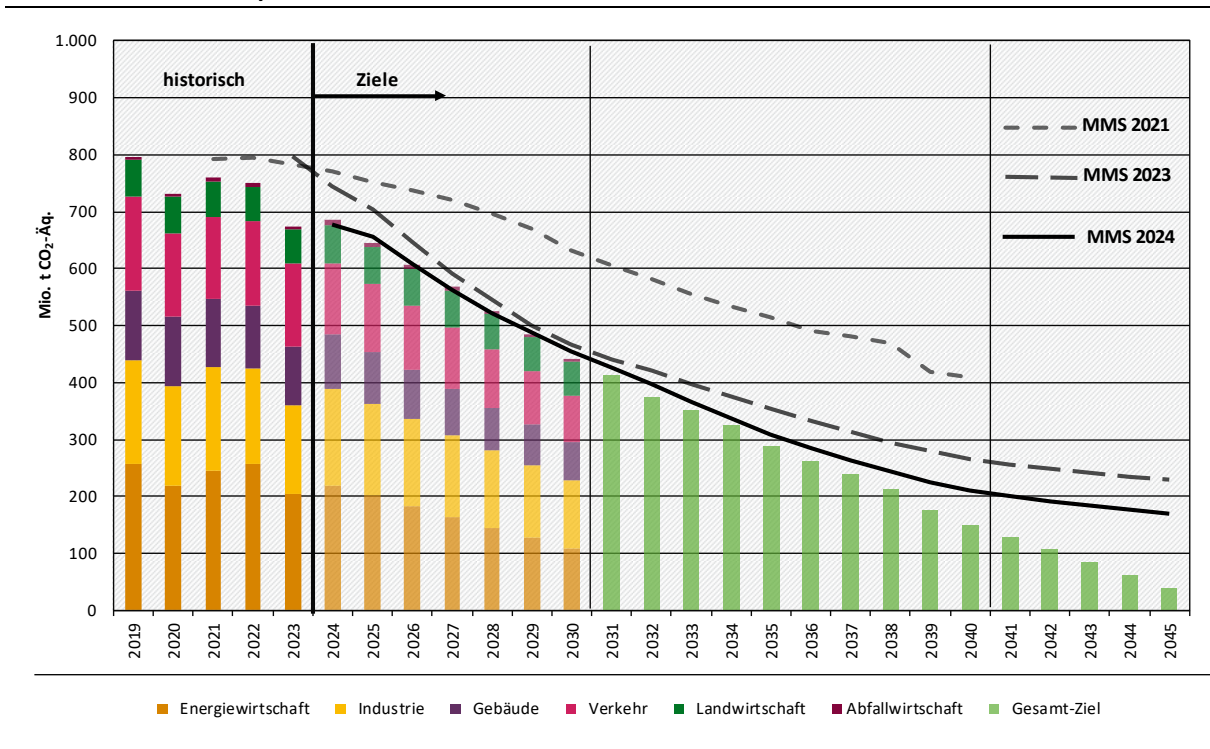
1 Zentrale Ergebnisse

Die Treibhausgas-Projektionen 2024 zeigen, dass das Ziel im Jahr 2030 65 % Treibhausgase gegenüber 1990 zu mindern mit den derzeitigen Politiken in greifbare Nähe rückt – die Projektionsdaten weisen einen Rückgang um knapp 64 % aus. Zudem können die gemäß Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG) für den Zeitraum 2021 bis 2030 sektorübergreifend zulässigen Treibhausgasemissionen insgesamt eingehalten und sogar übererfüllt werden (sog. Jahresemissionsgesamtmenge). Die Emissionsdaten 2023 und die Inventare der Jahre 2021 bis 2022 (UBA 2024c) sowie die Projektionsdaten 2024 für die projizierten Jahre 2024 bis 2030 ergeben insgesamt eine Übererfüllung von 47 Mio. t CO₂-Äq. in der gesamten Zeitreihe (siehe Abbildung 1).

Die Zielüber- und -unterfüllung in den Sektoren gestaltet sich dabei heterogen. Die Energiewirtschaft erzielt in den Projektionsdaten 2024 eine kumulierte Übererfüllung von 175 Mio. t CO₂-Äq. bis 2030, der Industriesektor von 37 Mio. t CO₂-Äq., die Landwirtschaft von 29 Mio. t CO₂-Äq. und der Sektor Abfallwirtschaft und Sonstiges von 17 Mio. t CO₂-Äq.. Der Sektor Verkehr hingegen verfehlt die kumulierten sektoralen Jahresemissionsgesamtmenen bis 2030 um 180 Mio. t CO₂-Äq. und der Sektor Gebäude um 32 Mio. t CO₂-Äq.. Der Sektor Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (LULUCF) leistet im Jahr 2030 keinen Senkenbeitrag. Die im KSG vorgesehenen -25 Mio. t CO₂-Äq. werden deutlich verfehlt.

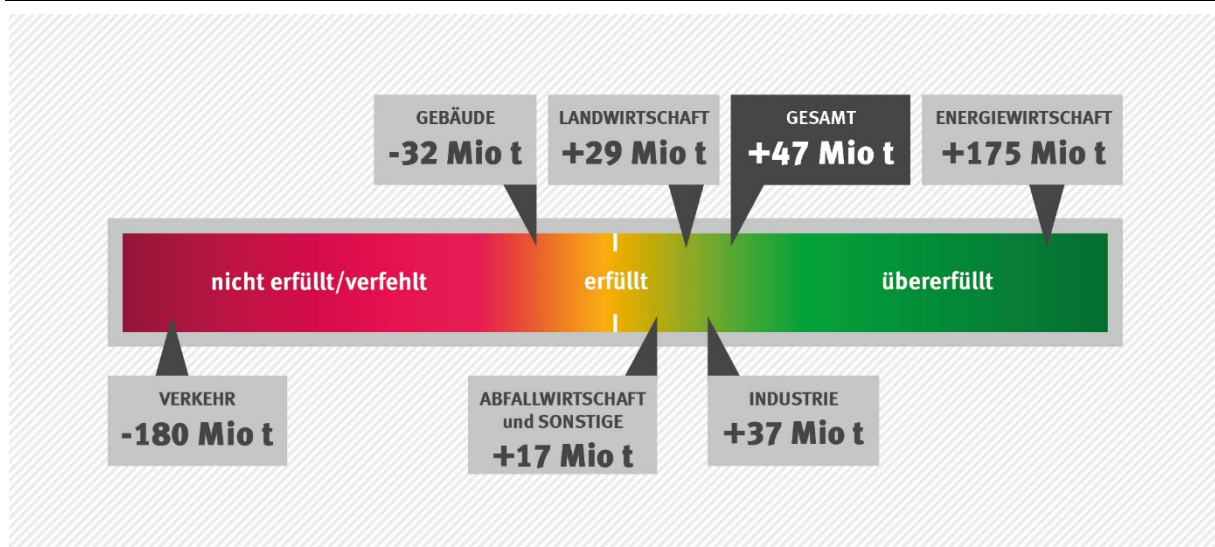
Dies bedeutet auch, dass Deutschland seine Ziele zur EU-Klimaschutzverordnung (Effort Sharing Regulation, ESR) zwischen 2021 und 2030 verfehlen könnte. Insbesondere die Sektoren Verkehr und Gebäude tragen zu einer ESR-Zielverfehlung von 126 Mio. t CO₂-Äq. bei (siehe Abbildung 3). Gleichzeitig ist eine deutliche Verbesserung im ESR-Bereich gegenüber dem Projektionsbericht 2023 erkennbar.

Abbildung 1: Entwicklung der gesamten Treibhausgasemissionen nach Quellbereichen (2019–2045)



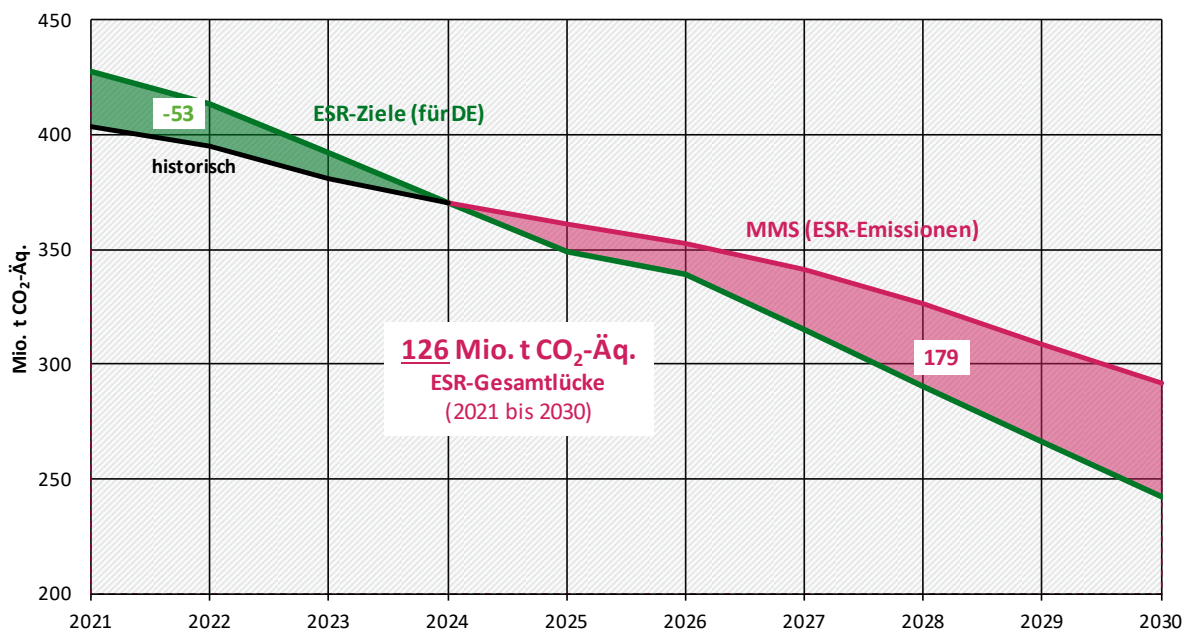
Quelle: Eigene Darstellung Umweltbundesamt auf Basis historischer Daten Umweltbundesamt THG-Inventar; Projektionen: Öko-Institut, Fraunhofer-ISI, IREES, Thünen-Institut

Abbildung 2: Kumulierte sektorale Jahresemissionsgesamtmengen und kumulierte Zielerreichung/Zielverfehlung der KSG-Sektoren und gesamt (2021-2030)



Quelle: Eigene Darstellung, Umweltbundesamt

Abbildung 3: Projektion der Treibhausgasemissionen nach EU-Klimaschutzverordnung (ESR) 2021 bis 2030



Quelle: Eigene Darstellung Umweltbundesamt auf Basis historischer Daten Umweltbundesamt THG-Inventar;

Projektionen: Öko-Institut, Fraunhofer-ISI, IREES, Thünen-Institut

Hinweis: Die ESR-Emissionen 2021 und 2022 werden anhand der Emissionsdaten 2023 abgeschätzt. Für 2023 wurde angenommen: Die Nicht-ETS-Sektoren Verkehr (ohne nationalen Luftverkehr), Gebäude, Landwirtschaft, Abfallwirtschaft und übrige Prozesse und Produktverwendungen (CRF 1A3, 1A.4, 1A.5, 2D-H, 3 und 5) haben sich zwischen 2022 und 2023 um rund 3,6 % reduziert. Es wird angenommen, dass die tatsächlichen ESR-Emissionen sich auch um genau diesen Prozentsatz reduziert haben. Damit kommen wir auf ESR-Emissionen 2023 von 380,6 Mio. t CO₂-Äq.

Die gegenüber dem Projektionsbericht 2023 deutlich günstigere Emissionsentwicklung hat verschiedene Ursachen. So haben Maßnahmen wie die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) und die Erhöhung der Lkw-Maut Beiträge geleistet, um die Ziellücken in den Sektoren

Gebäude und Verkehr zu verringern. Hervorzuheben ist, dass die Projektion allerdings als Annahme die konsequente Fortsetzung begonnener Politiken, bzw. Erreichung gesetzter Ziele als Annahme unterstellt. Insbesondere beruht die Zielübererfüllung in der Energiewirtschaft auf der Annahme, dass die Ausbauziele gemäß Erneuerbaren-Energien-Gesetz (EEG) langfristig erreicht werden. Entscheidend kommt es also darauf an, dass die Ausbauziele der erneuerbaren Energien weiterhin ambitioniert umgesetzt werden. Denn insbesondere die Energiewirtschaft überkompensiert derzeit in der Projektion die Zielverfehlungen der Sektoren Verkehr und Gebäude. Auch Faktoren außerhalb der Klimapolitik spielen eine Rolle. Die Übererfüllung im Sektor Industrie im Jahr 2023 resultiert u.a. aus hohen Energiepreisen und Produktionsrückgängen. In den Projektionen wird für die Folgejahre aber wieder von einer Erholung der Produktionsmengen auf Vorkrisenniveaus bis 2028 ausgegangen. Auch in der Industrie gilt es nun, die projizierten Emissionsminderungen durch eine erfolgreiche Transformation mit klimafreundlichen Investitionen konsequent durchzuhalten. In der Landwirtschaft sowie in dem Sektor Abfallwirtschaft und Sonstiges beeinflussen methodische Änderungen bei der Emissionserfassung die Ergebnisse.

Betrachtet man nicht den Gesamtzeitraum bis 2030, sondern das Jahr 2030 selbst, so rückt das Minderungsziel von mindestens 65 % gegenüber dem Referenzjahr 1990 nach KSG in erreichbare Nähe. Das Ziel der Netto-Treibhausneutralität im Jahr 2045 droht weiter verfehlt zu werden. Mit den derzeitigen Politiken verbleiben 169 Mio. t CO₂-Äq., was fast fünf Mal so viele Restemissionen sind wie unter dem aktuellen Klimaschutzgesetz angenommen wurde (Deutscher Bundestag 2021). Zweitens zeichnet sich ab, dass die vorgesehenen Festlegungen für das Jahr 2045 im LULUCF-Sektor aus heutiger Sicht deutlich verfehlt werden. Das betrifft bereits den Zielwert bis 2030 in Höhe von mindestens -25 Mio. t CO₂-Äq.. Aber auch für die anschließenden vorgesehenen Festlegungen in Höhe von mindestens -35 Mio. t CO₂-Äq. bis 2040 und mindestens -40 Mio. t CO₂-Äq. bis 2045 reichen die bisherigen Maßnahmen nicht aus.

Insgesamt unterstreicht der Vergleich mit den Projektionsberichten 2023 und 2021 (UBA 2023, UBA 2021) die in dieser Legislaturperiode erreichten klimapolitischen Fortschritte. Zugleich zeigen die Projektionsdaten 2024 vor allem mit Blick auf die Sektoren Verkehr und Gebäude – und somit den ESR-Bereich, aber auch mit Blick auf die lange Sicht (Treibhausgas-Neutralität 2045), dass die Klimapolitik konsequent umgesetzt und weiterentwickelt werden muss, um die festgelegten Ziele zu erreichen.

Berechnung der Jahresemissionsgesamtmenge laut KSG-E

Der Referentenentwurf des Bundes-Klimaschutzgesetzes (KSG-E) schreibt in §4 Absatz 2 vor, dass die Zielerreichung anhand der Über- oder Unterschreitung der Jahresemissionsgesamtmenge zwischen den Jahren 2021 bis 2030 identifiziert wird. Das KSG-E definiert eine Jahresemissionsgesamtmenge über alle Sektoren hinweg.

Das Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG) aus dem Jahr 2021 sieht keine Berechnung einer sektorübergreifenden Emissionsgesamtmenge bis 2030 vor, sondern jährliche Sektorziele. Dem Sektor Energiewirtschaft werden in den Jahren 2021 und 2023 bis 2029 keine Sektorziele zugewiesen, sodass prinzipiell weder eine Jahresemissionsgesamtmenge besteht, noch eine Über- oder Unterschreitung festgestellt und auf zukünftige Jahre übertragen werden kann.

Was sind die Projektionsdaten 2024?

Die Treibhausgas-Projektionsdaten 2024 (kurz Projektionsdaten 2024) entsprechen dem Mit-Maßnahmen-Szenario (MMS). Dieses Szenario enthält angenommene und umgesetzte Klimaschutzinstrumente. Das Mit-Weiteren-Maßnahmen-Szenario (MWMS) wird voraussichtlich

im Mai 2024 zusammen mit dem Projektionsbericht 2024 veröffentlicht. Es beinhaltet zusätzlich geplante Klimaschutzinstrumente. Die Modellierungen decken die Jahre 2024 bis 2050 ab.

Die Projektionsdaten basieren auf dem detaillierten Treibhausgasinventar 2024 (UBA 2024d) einschließlich der Zeitreihe bis 2022. Die Emissionsdaten der Vorjahresschätzung nach KSG für das Jahr 2023 sind in der Zielerreichung berücksichtigt, flossen aber nicht in die Modellierung ein.

Download Liste:

Die detaillierten Projektionsdaten 2024 und alle relevanten, sektoralen Kernindikatoren sind nach und nach [hier](#) zu finden. Die detaillierten Projektionsdaten 2024 sind außerdem auf der Plattform [Reportnet](#) der EEA (2024) zu finden.

Die konkreten Klimaschutzinstrumente, die für die Erstellung der Projektionsdaten modelliert wurden, sind in UBA (2024a) zu finden und können [hier](#) heruntergeladen werden. Sie stellen den Stand der deutschen Klimaschutzpolitik vom Oktober 2023 dar.

Hintergrundinformationen zu den Ergebnissen im Bereich Landwirtschaft und LULUCF finden sich auf der [Webseite](#) vom Johann Heinrich von Thünen Institut.

Die Rahmendaten (u.a. Brennstoffpreisen, Bevölkerungsentwicklung und CO₂-Preise) werden der Modellierung zugrunde gelegt. Sie sind UBA (2024b) zu entnehmen und können [hier](#) heruntergeladen werden.

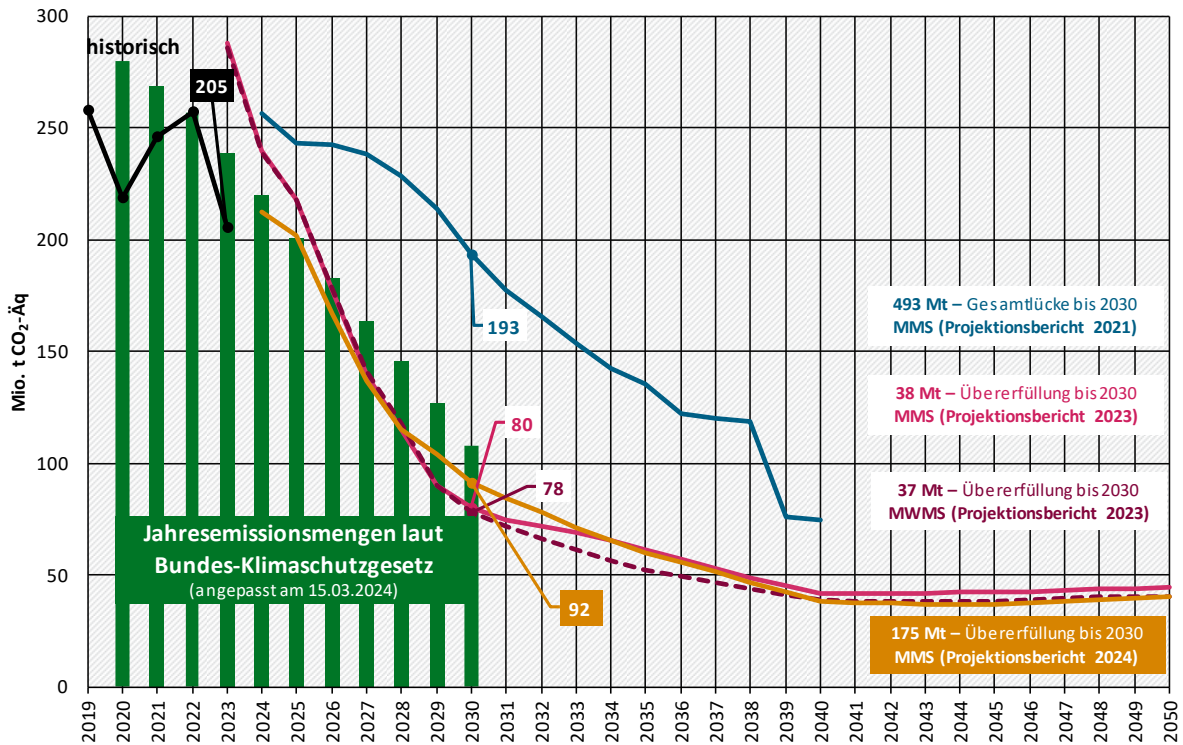
Die Emissionsdaten der Treibhausgasinventare sind [hier](#) zu finden.

Der Projektionsbericht 2023 (UBA 2023) sowie die dazugehörigen Klimaschutzinstrumente und die Rahmendaten sind [hier](#) zu finden.

2 Ergebnisse in den Sektoren mit Jahresemissionsmengen

2.1 Energiewirtschaft

Abbildung 4: Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Sektor Energiewirtschaft



Quelle: Eigene Darstellung Umweltbundesamt auf Basis historischer Daten Umweltbundesamt THG-Inventar; Projektionen: Öko-Institut

Hinweis: Die dargestellten Emissionsdaten basieren auf dem Datenstand 2024. Für das Jahr 2030 wurden die vom UBA nach § 4 Abs. 3 angepassten JEM dargestellt.

Die Energiewirtschaft leistet einen überproportionalen Beitrag zur Treibhausgasminderung. Werden die Ziele zwischen den Stützjahren 2021 bis 2030 interpoliert wie im KSG-E vorgesehen, übererfüllt die Energiewirtschaft ihre sektoralen kumulierten Jahresemissionsmengen¹ um 175 Mio. t CO₂-Äq.. Damit ist die Zielübererfüllung dieses Sektors fast so groß wie die Zielverfehlung des Verkehrssektors. Ein wichtiger Faktor für den Emissionsrückgang ist die Annahme, dass die Ausbauziele gemäß Erneuerbaren-Energien-Gesetz (EEG) langfristig erreicht werden. Am aktuellen Rand werden für Anlagen unter dem Ausschreibungsregime die Zuschlagsmengen in den Ausschreibungen berücksichtigt.

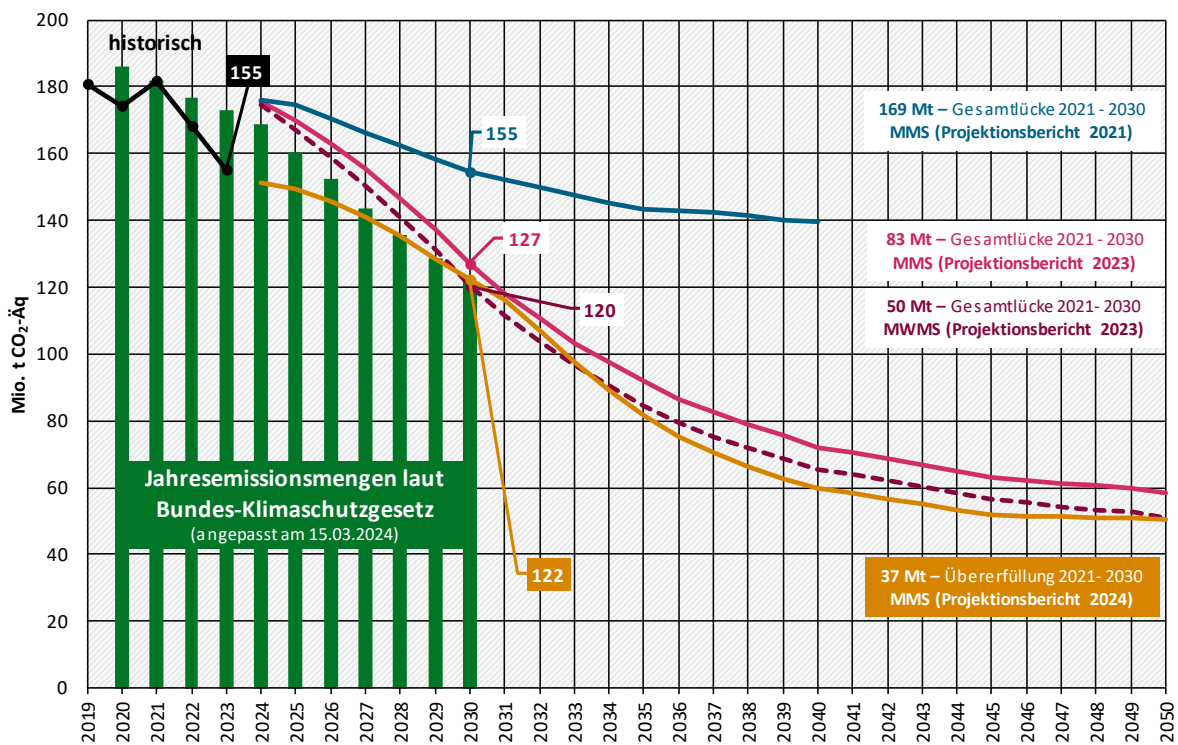
Der große Unterschied im Jahr 2024 zwischen den Projektionsdaten 2024 und dem Projektionsbericht 2023 ist durch aktualisierte Annahmen zu Brennstoffpreisen und neuen Daten zu historischen Emissionen und zum erneuerbaren Energien Ausbau zu erklären (siehe Kapitel 4).

¹ Das KSG-E sieht Sektorziele für die Energiewirtschaft explizit für die Jahre 2020, 2022 und 2030 vor. Die Jahresemissionsgesamtmenge ergibt sich aus den übrigen Zielen der Sektoren zusammen mit einer Interpolation dieser Stützjahre für die Energiewirtschaft.

Das sektorübergreifende EU-Emissionshandelssystem (EU-EHS) ist das dominierende Instrument (54 Mio. t CO₂-Äq. Minderung im Jahr 2030) in der Energiewirtschaft. Die wichtigsten sektorspezifischen Instrumente sind das vor allem in der kurzen Frist wirksame Kohleverstromungsbeendigungsgesetz (KVBG) (9 Mio. t CO₂-Äq. Minderung im Jahr 2030)² und der zunehmende Ausbau der erneuerbaren Energien entsprechend den Ausschreibungen im Erneuerbare-Energien-Gesetz ausgehend von den aktuellen realen Ausbautzahlen (EEG) (15 Mio. t CO₂-Äq. Minderung im Jahr 2030). Ebenfalls wichtig ist der Umbau der Wärmenetze auf erneuerbare Energien und unvermeidbare Abwärme zusammen mit dem Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG) (9 Mio. t CO₂-Äq. Minderung im Jahr 2030). Diese zeigen in den ersten Jahren relativ wenig Effekt, nehmen aber bis 2030 und darüber hinaus in ihrer Wirkung zu.

2.2 Industrie

Abbildung 5: Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Sektor Industrie



Quelle: Eigene Darstellung Umweltbundesamt auf Basis historischer Daten Umweltbundesamt THG-Inventar;
 Projektionen: Öko-Institut, Fraunhofer-ISI

Hinweis: Die dargestellten Emissionsdaten basieren auf dem Datenstand 2024. Für das Jahr 2030 wurden die vom UBA nach § 4 Abs. 3 angepassten JEM dargestellt.

Der Industriesektor übererfüllt die sektoralen kumulierten Jahresemissionsmengen zwischen 2021 und 2030 um 37 Mio. t CO₂-Äq.. Damit wandelt sich die Industrie von einem Sektor mit Zielverfehlung (siehe Projektionsbericht 2023 in UBA 2023) zu einem Sektor mit Zielübererfüllung. Bereits in den Jahren 2021 bis 2023 hat sich laut Emissionsdaten 2023 und der Inventare (UBA 2024c) eine Zielübererfüllung von 25 Mio. t CO₂-Äq. angesammelt. Im

² Die Instrumentenbewertung wird mithilfe einer Modellierung ohne das zu bewertende Instrument als Differenz zur Modellierung mit dem Instrument errechnet. Die Addition aller Instrumentenwirkungen kann nicht als Gesamtminderung in diesem Sektor verstanden werden. Dies gilt auch für alle anderen Sektoren.

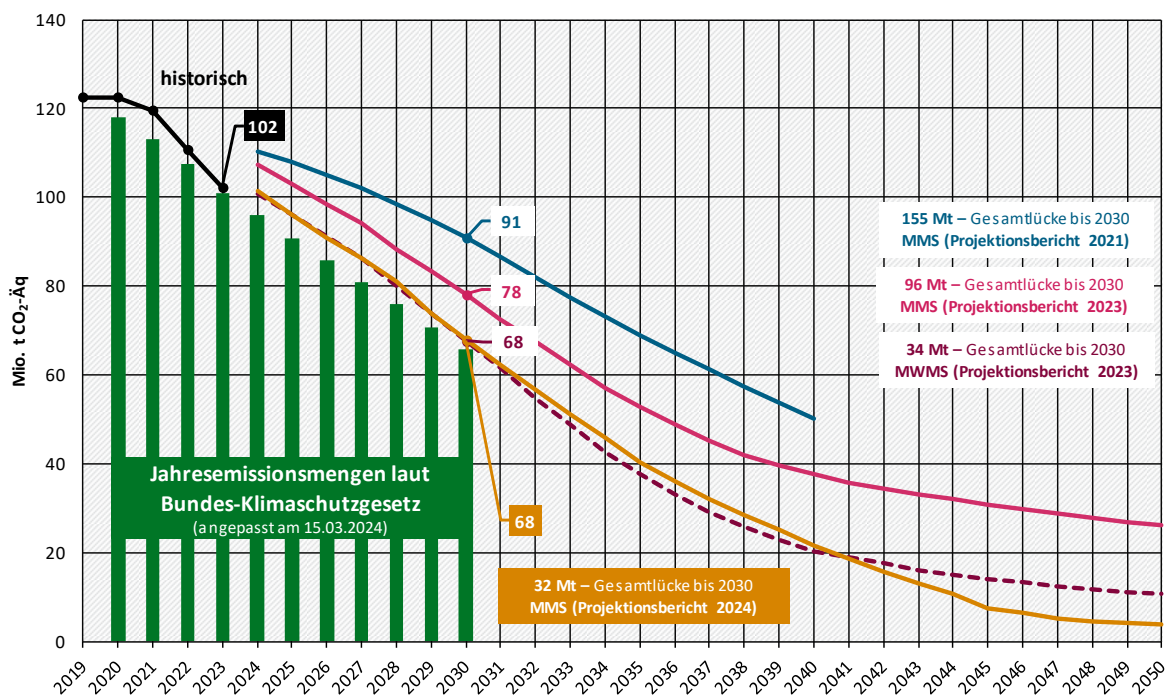
projizierten Jahr 2024 liegt die Übererfüllung bei 14 Mio. t CO₂-Äq.. Ab 2027 werden die jährlichen Sektorziele leicht verfehlt.

Die wichtigsten Instrumente³ sind das sektorübergreifend wirkende EU-EHS (18 Mio. t CO₂-Äq. Minderung im Jahr 2030 in der Industrie), die Bundesförderung für Energie- und Ressourceneffizienz in der Wirtschaft (Zuschuss und Kredit / Förderwettbewerb) (12 Mio. t CO₂-Äq. Minderung im Jahr 2030), die Mindesteffizienzstandards – EU Ökodesign-Richtlinie (4 Mio. t CO₂-Äq. Minderung im Jahr 2030), das Förderprogramm Dekarbonisierung in der Industrie (4 Mio. t CO₂-Äq. Minderung im Jahr 2030), Klimaschutzverträge (3 Mio. t CO₂-Äq. Minderung im Jahr 2030) und die IPCEI Wasserstoff in der Industrieproduktion (3 Mio. t CO₂-Äq. Minderung im Jahr 2030). Die Instrumentenbewertung wird jeweils gegenüber einem fiktiven Modelldurchlauf ohne das jeweilige Instrument durchgeführt (gleichzeitig bleiben alle anderen Instrumente unverändert). Die Instrumente sind im Vergleich zum Projektionsbericht 2023 größtenteils unverändert geblieben.

Für die projizierte kumulierte Treibhausgasemissionen in der Industrie spielen neben Klimaschutzinstrumenten insbesondere die angenommenen hohen Energiepreise (UBA 2024b) und Produktionsrückgänge der energieintensiven Industrie im Jahr 2023 eine Rolle. Für die Zeit ab 2024 wurden für die Berechnungen kontinuierlich positive Wachstumsraten der Produktionsmengen angenommen, die bis 2028 auf das Vorkrisenniveau des Jahres 2015 ansteigen.

2.3 Gebäude

Abbildung 6: Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Sektor Gebäude



Quelle: Eigene Darstellung Umweltbundesamt auf Basis historischer Daten Umweltbundesamt THG-Inventar; Projektionen: Öko-Institut, IREES.

³ Die Instrumentenbewertung wird mithilfe einer Modellierung ohne das zu bewertende Instrument als Differenz zur Modellierung mit dem Instrument errechnet. Die Addition aller Instrumentenwirkungen kann nicht als Gesamtminderung in diesem Sektor verstanden werden. Dies gilt auch für alle anderen Sektoren.

Hinweis: Die dargestellten Emissionsdaten basieren auf dem Datenstand 2024. Für das Jahr 2030 wurden die vom UBA nach § 4 Abs. 3 angepassten JEM dargestellt.

Der Sektor Gebäude verfehlt die kumulierten Jahresemissionsmengen zwischen 2021 und 2030 um 32 Mio. t CO₂-Äq.. Die Zielverfehlung zu den Jahreszielen verteilt sich gleichmäßig über alle Jahre hinweg.

Hinsichtlich der Instrumentenausgestaltung entsprechen die Projektionsdaten 2024 grundsätzlich dem MWMS des Projektionsberichts 2023 mit Ausnahme einer abgeschwächten 65 %-Regel im Gebäudeenergiegesetz⁴ für den Heizungstausch. Konkret startet der Heizungstausch durch die Verschränkung mit der kommunalen Wärmeplanung später (ab Mitte 2026/2028). Ab 2024 ändern sich nur die Heiztechniken für Neubauten.⁵

Die Sektorlücke ist dennoch geringfügig kleiner als im MWMS 2023 aufgrund von statistischen Effekten in den Projektionsdaten 2024. Diese Effekte ziehen sich durch und mindern die Emissionen unabhängig von den Instrumenten.

Die wirksamsten Instrumente⁶ sind die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) (Novelle der Heizungsförderung im Zuge der 65 %-Regel) (15 Mio. t CO₂-Äq. Minderung im Jahr 2030) und das Gebäudeenergiegesetz (GEG) (13 Mio. t CO₂-Äq. Minderung im Jahr 2030).⁷ Beide Instrumente nehmen im Zeitverlauf bis 2050 stark in ihrer Wirkung zu und waren bereits in anderer Ausgestaltung im Projektionsbericht 2023 enthalten.

⁴ Seit dem 1. Januar 2024 müssen neue Heizungen in Neubauten in Neubaugebieten mit 65 % erneuerbarer Energie oder unvermeidbarer Abwärme betrieben werden. Spätestens ab Mitte 2028 sind mindestens 65 % erneuerbarer Energie oder unvermeidbarer Wärme in allen neuen Heizungen zu nutzen.

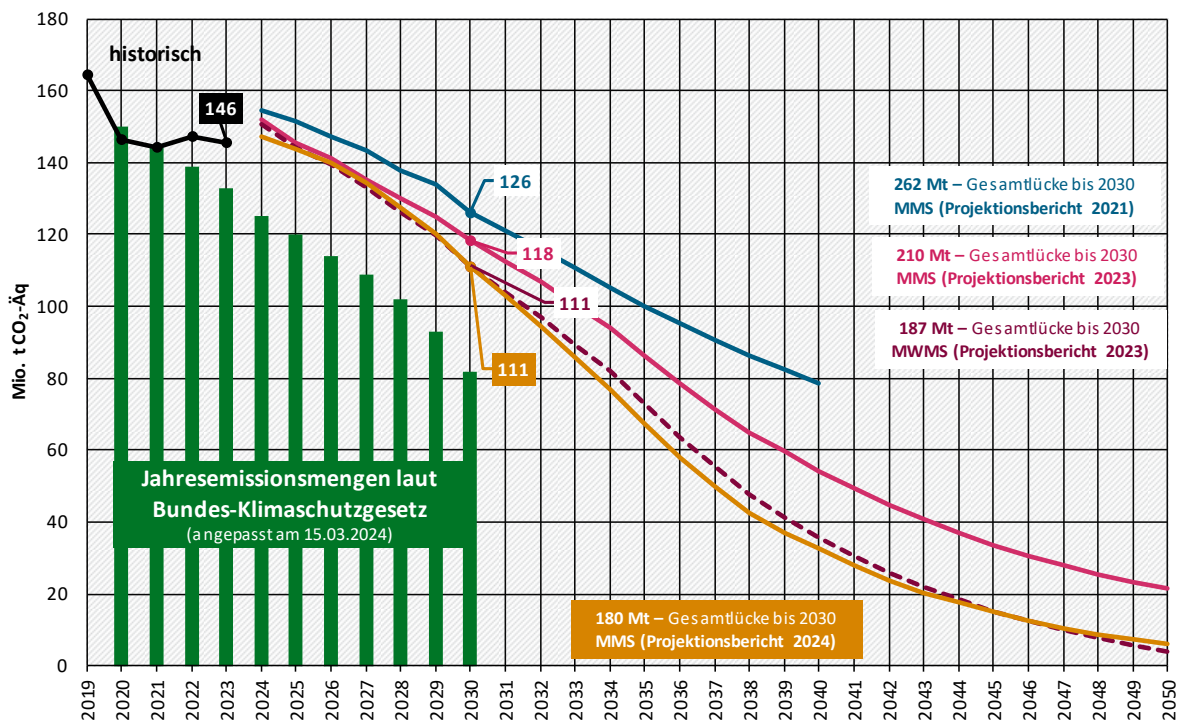
⁵ Für detaillierte Informationen über die geltenden Regelungen vgl. <https://www.umweltbundesamt.de/bild/das-gebaeudeenergiegesetz-ihr-weg-zu-einer-heizung>.

⁶ Die Instrumentenbewertung wird mithilfe einer Modellierung ohne das zu bewertende Instrument als Differenz zur Modellierung mit dem Instrument errechnet. Die Addition aller Instrumentenwirkungen kann nicht als Gesamtminderung in diesem Sektor verstanden werden. Dies gilt auch für alle anderen Sektoren.

⁷ Für den Anteil von Wärmepumpen und Biomasse an der Nutzung erneuerbarer Energien siehe den Datenanhang Kernindikatoren.

2.4 Verkehr

Abbildung 7: Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Sektor Verkehr



Quelle: Eigene Darstellung Umweltbundesamt auf Basis historischer Daten Umweltbundesamt THG-Inventar;
Projektionen: Öko-Institut

Hinweis: Die dargestellten Emissionsdaten basieren auf dem Datenstand 2024. Für das Jahr 2030 wurden die vom UBA nach § 4 Abs. 3 angepassten JEM dargestellt.

Der Sektor Verkehr verfehlt die kumulierten Jahresemissionsmengen zwischen 2021 und 2030 um insgesamt 180 Mio. t CO₂-Äq.. Dies entspricht ca. einem Viertel der gesamten Emissionen Deutschlands im Jahr 2023. Damit ist die Zielverfehlung dieses Sektors sogar etwas größer als die Zielübererfüllung des Sektors Energiewirtschaft. Es ist keine Trendwende zu erkennen. Die Lücke zwischen projizierten Emissionen und Jahreszielen des KSG nimmt bis zum Jahr 2030 stetig zu. Auch das Ziel der Bundesregierung, 15 Mio. elektrisch betriebene Pkw bis 2030 im Bestand zu haben, wird verfehlt.

Zentrale Instrumente aus dem MWMS des Projektionsberichts 2023 finden sich in den Projektionsdaten 2024 wieder: Die CO₂-Differenzierung der Lkw-Maut und Erweiterung der Lkw-Maut auf Lkw mit mehr als 3,5 t technisch zulässige Gesamtmasse, das Deutschlandticket und die Förderung effizienter Trailer sind in den Projektionsdaten 2024 voll berücksichtigt.

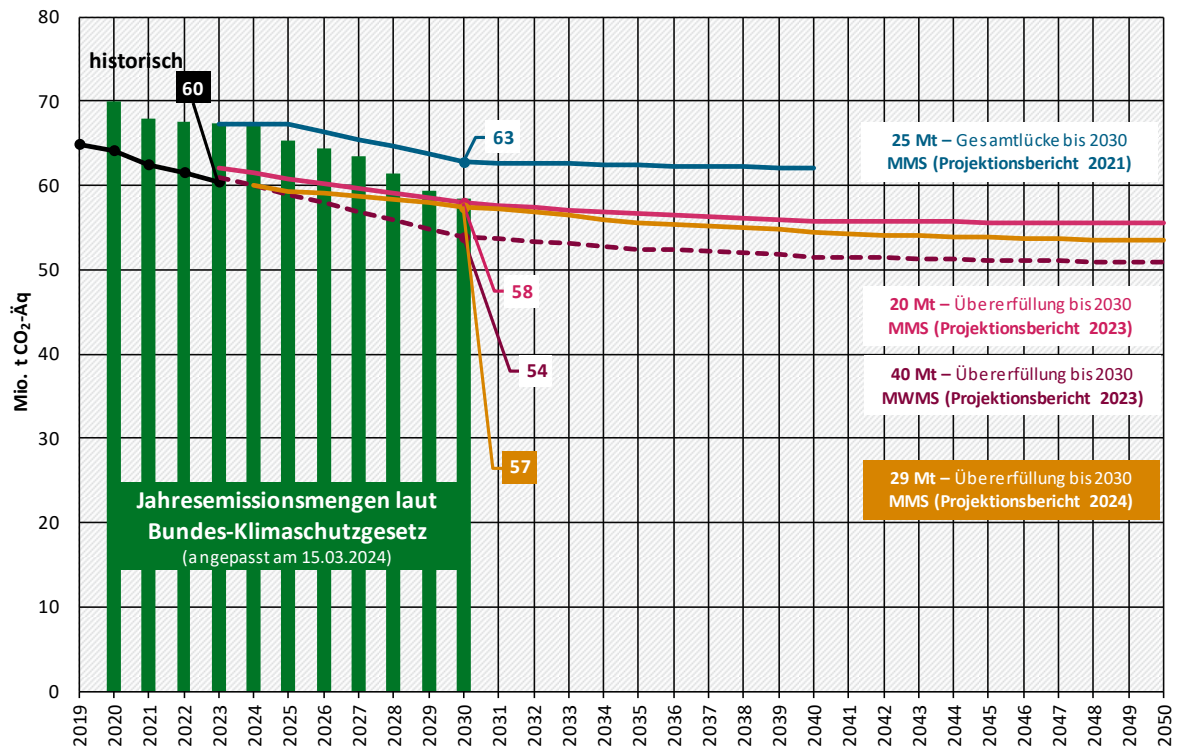
Die wirksamsten Instrumente in den Projektionen 2024 entsprechend der Instrumentenbewertung sind die Treibhausgas-Quote (THG-Quote)⁸, die bereits vor 2030 greift (8 Mio. t CO₂-Äq. Minderung im Jahr 2030) und die CO₂-Differenzierung der Lkw-Maut / Erweiterung der Lkw-Maut auf Lkw mit mehr als 3,5 t technisch zulässiger Gesamtmasse (6 Mio. t CO₂-Äq. im Jahr 2030). Wichtig sind auch die CO₂-Emissionsstandards für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge (3 Mio. t CO₂-Äq. Minderung im Jahr 2030) sowie CO₂-Emissionsstandards für schwere Nutzfahrzeuge (4 Mio. t CO₂-Äq. Minderung im Jahr 2030), die beide vor allem nach

⁸ Entsprechend RED-Überarbeitung (inklusive Förderprogramm für fortschrittliche Biokraftstoffe und strombasierte Kraftstoffe)

2030 wirksam werden. Der sektorübergreifend wirkende Preis nach Brennstoffemissionshandelsgesetz (BEHG-Preis) ist im Sektor Verkehr ein wichtiges Instrument (7 Mio. t CO₂-Äq. im Jahr 2030).

2.5 Landwirtschaft

Abbildung 8: Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Sektor Landwirtschaft



Quelle: Eigene Darstellung Umweltbundesamt auf Basis historischer Daten Umweltbundesamt THG-Inventar; Projektionen: Thünen-Institut.

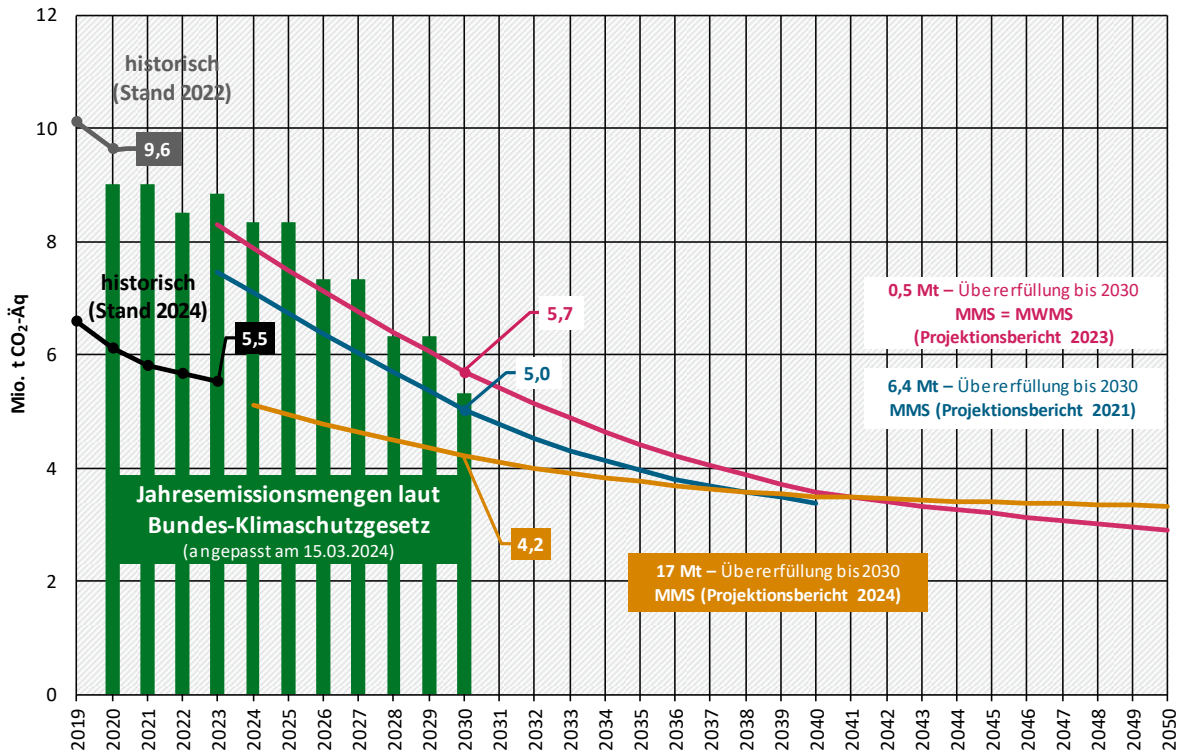
Hinweis: Die dargestellten Emissionsdaten basieren auf dem Datenstand 2024. Für das Jahr 2030 wurden die vom UBA nach § 4 Abs. 3 angepassten JEM dargestellt.

Der Sektor Landwirtschaft übererfüllt die kumulierten Jahresemissionsmengen zwischen 2021 und 2030 um 29 Mio. t CO₂-Äq.. Im Vergleich zum MMS des Projektionsberichts 2023 zeigt der Sektor weitere 9 Mio. t CO₂-Äq. Minderung. Es sind keine neuen Klimaschutzinstrumente hinzugekommen. Jedoch gab es relevante Anpassungen bei den Tierbeständen, die unterhalb der Annahme im Projektionsbericht 2023 liegen. Zudem führen methodische Anpassungen zu rechnerischen Absenkungen der Emissionen seit Festlegung der Ziele im KSG, wie im Projektionsbericht 2023 (UBA 2023) erläutert. Im Sektor Landwirtschaft dominieren Methan- und Lachgasemissionen aus der Tierhaltung und aus landwirtschaftlichen Böden. Im 5. IPCC-Sachstandsbericht (IPCC 2014) wurden die Treibhausgaspotentiale zur Umrechnung dieser beiden Gase in CO₂-Äquivalente (Global Warming Potential 100) umgestellt. Dies führt zu einer Anhebung des Treibhausgaspotentials (Zeithorizont 100 Jahre) von Methan um 10 % und einer Absenkung von Lachgas um 11 %, was insbesondere im Sektor Landwirtschaft einen Effekt hat. Zudem führt eine Verbesserung in der Berechnung von Lachgasemissionen aus Böden (Mathivanan et al. 2021) zu deutlich niedrigeren Emissionen. Durch die Methodenänderung ergibt sich eine deutliche, rein rechnerische Unterschreitung der zulässigen Jahresemissionsmengen, die sich über die Jahre aufsummiert (UBA 2022).

Die wirksamsten Instrumente sind die Senkung der Stickstoffüberschüsse und Verbesserung der Stickstoffeffizienz (0,7 Mio. t CO₂-Äq. Minderung) und das Bundesprogramm für Energieeffizienz in der Landwirtschaft (0,5 Mio. t CO₂-Äq. Minderung).

2.6 Abfallwirtschaft und Sonstiges

Abbildung 9: Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Sektor Abfallwirtschaft und Sonstiges



Quelle: Eigene Darstellung Umweltbundesamt auf Basis historischer Daten Umweltbundesamt THG-Inventar; Projektionen: Öko-Institut

Hinweis: Die dargestellten Emissionsdaten basieren auf dem Datenstand 2024. Für das Jahr 2030 wurden die vom UBA nach § 4 Abs. 3 angepassten JEM dargestellt.

Der Sektor Abfallwirtschaft und Sonstiges übererfüllt die kumulierten Jahresemissionsmengen zwischen 2021 und 2030 um 17 Mio. t CO₂-Äq.. Damit ist die Zielübererfüllung im Vergleich zum Projektionsbericht 2023 stark gewachsen. Es gibt keine Neuerung der Instrumente im Vergleich zum Projektionsbericht 2023. Ausschlaggebend ist stattdessen eine methodische Änderung zur Berechnung von Methanemissionen aus Deponien zwischen den zuvor verwendeten und den aktualisierten historischen Emissionen.⁹

Die mit Abstand größte Minderungswirkung¹⁰ geht auf die Förderung der Deponiebelüftung zurück (0,3 Mio. t CO₂-Äq. Minderung im Jahr 2030). Ebenfalls relevant ist die Förderung von Technologien zur optimierten Erfassung von Deponiegasen in Siedlungsabfällen

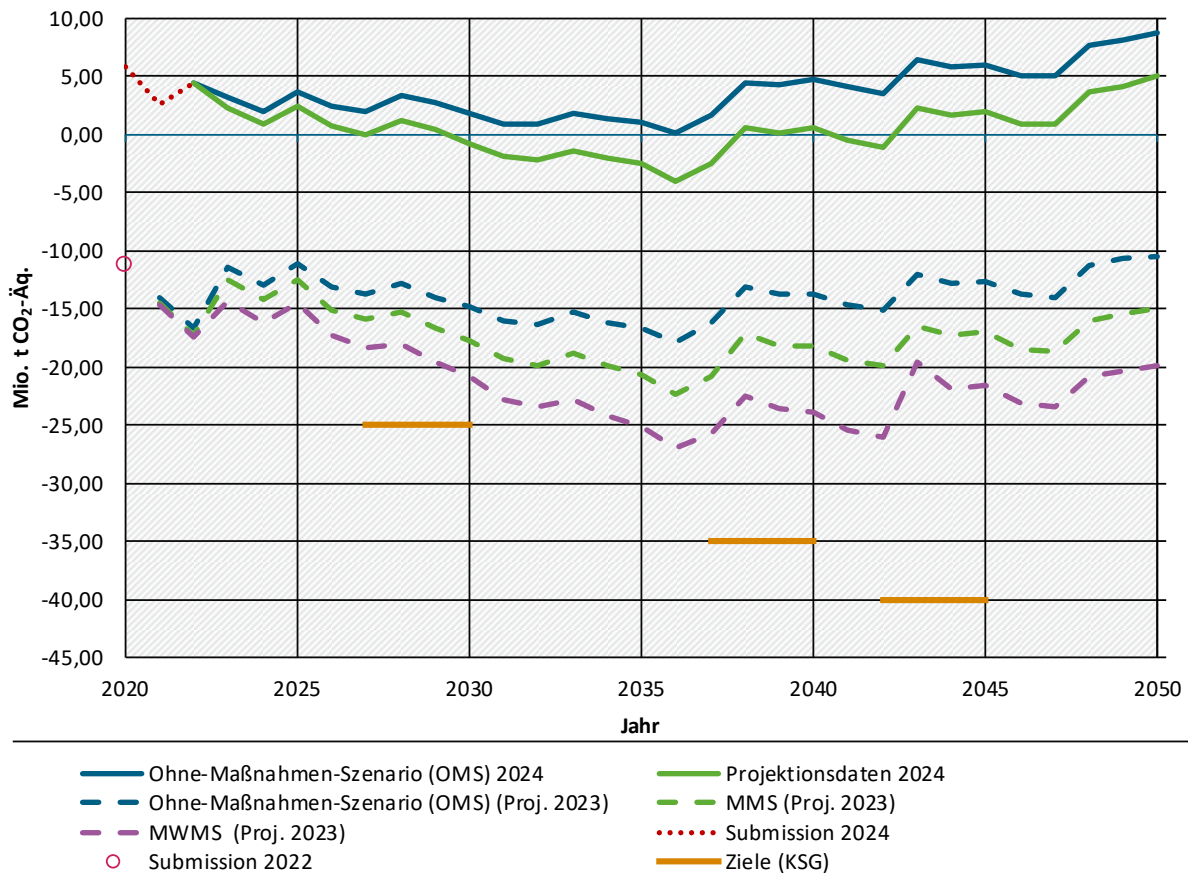
⁹ Für eine detaillierte Beschreibung der Anpassungen in der Berechnung von Methanemissionen sei auf Abschnitt 7.2.1.5 in UBA (2023) verwiesen. Weitere Anpassungen im Bereich der Emissionsfaktoren im Bereich Abwasser (CRF 5.D.1.) sind aktuell in Arbeit; es ist daher zu erwarten, dass in späteren Inventarsubmissionen weitere Veränderungen der historischen Daten durch Neuberechnungen erfolgen.

¹⁰ Die Instrumentenbewertung wird mithilfe einer Modellierung ohne das zu bewertende Instrument als Differenz zur Modellierung mit dem Instrument errechnet. Die Addition aller Instrumentenwirkungen kann nicht als Gesamtminderung in diesem Sektor verstanden werden. Dies gilt auch für alle anderen Sektoren.

(0,1 Mio. t CO₂-Äq. Minderung im Jahr 2030). Ebenfalls wichtig und besonders wirksam nach 2030 ist die Reduktion von Lebensmittelabfällen (0,1 Mio. t CO₂-Äq. Minderung im Jahr 2030).

3 Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (LULUCF)

Abbildung 10: Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Sektor LULUCF¹¹



Quelle: Eigene Darstellung Umweltbundesamt auf Basis historischer Daten Umweltbundesamt THG-Inventar;
Projektionen: Thünen Institut

Hinweis: Die dargestellten Emissionsdaten basieren auf dem Datenstand 2024. Für das Jahr 2030 wurden die vom UBA nach § 4 Abs. 3 angepassten JEM dargestellt.

Der LULUCF Sektor verfehlt seine Senkenziele im Jahr 2030 um 23,7 Mio. t CO₂-Äq. (Ziel: -25 Mio. t CO₂-Äq.), im Jahr 2040 um 34,8 Mio. t CO₂-Äq. (Ziel: -35 Mio. t CO₂-Äq.) und im Jahr 2045 um 41,6 Mio. t CO₂-Äq. (Ziel: -40 Mio. t CO₂-Äq.). Statt notwendige Senkenleistungen zum Erreichen der Treibhausgas-Neutralität in 2045 und Netto-Negativemissionen danach aufzubauen, bewegt sich der Sektor nur zwischen den projizierten Jahren 2027 und 2030 bis 2042 im Bereich einer Senke. In den übrigen Jahren stellt er eine Quelle dar.

Im MMS haben der Schutz von Moorböden, die Reduzierung der Torfverwendung in Kultursubstraten und die Honorierung der Ökosystemleistung des Waldes Klimaschutzwirkungen.¹² Einige auf dem Aktionsprogramm natürlicher Klimaschutz (ANK) basierende Instrumente lagen zum Stichtag Oktober 2023 nicht hinreichend konkretisiert vor und wurden deshalb nicht berücksichtigt (UBA 2024a).

¹¹ Das Ohne-Maßnahmen-Szenario (OMS) stellt ein Szenario im Sektor LULUCF ohne Klimaschutzmaßnahmen dar.

¹² Siehe auch das FAQ des Thünen Institut: <https://www.thuenen.de/faq-projektionsbericht-2024>.

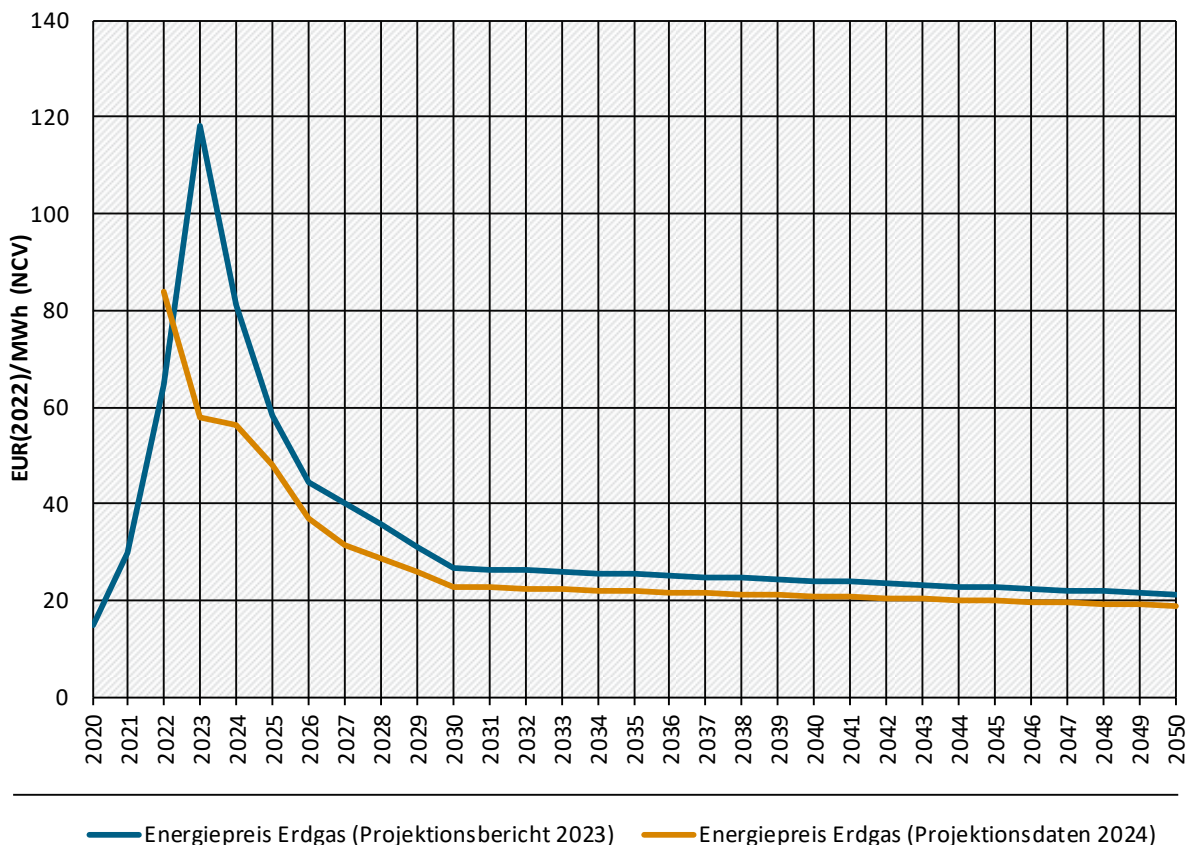
Ein maßgeblicher Grund für die Abweichung zum Projektionsbericht 2023 sind Methoden in der zugrunde liegenden Inventarberichterstattung. Mit der Submission 2023, auf der die Projektionsdaten 2024 aufsetzen, wurden unter anderem neue Landnutzungssubkategorien berücksichtigt. So wurden erstmals Methanemissionen aus künstlichen Gewässern, z. B. Fischeiche, berichtet. Diese waren in der Submission 2022, die für den Projektionsbericht 2023 verwendet wurde, noch nicht enthalten.

4 Einordnung der Ergebnisse im Vergleich zu den Vorjahres-Projektionen

Während der Projektionsbericht 2023 eine kumulierte sektorübergreifende Zielverfehlung von 331 Mio. t CO₂-Äq. im MMS und 194 Mio. t CO₂-Äq. im MWMS dokumentiert, zeigen die Projektionsdaten 2024 eine Zielübererfüllung. Diese zusätzlichen Minderungen sind teilweise auf intensivierete Klimaschutzanstrengungen zurück zu führen. Alle Änderungen der Klimaschutzinstrumente im Vergleich zum Projektionsbericht 2023 sind dem Instrumentenpapier (UBA 2024a) zu entnehmen.

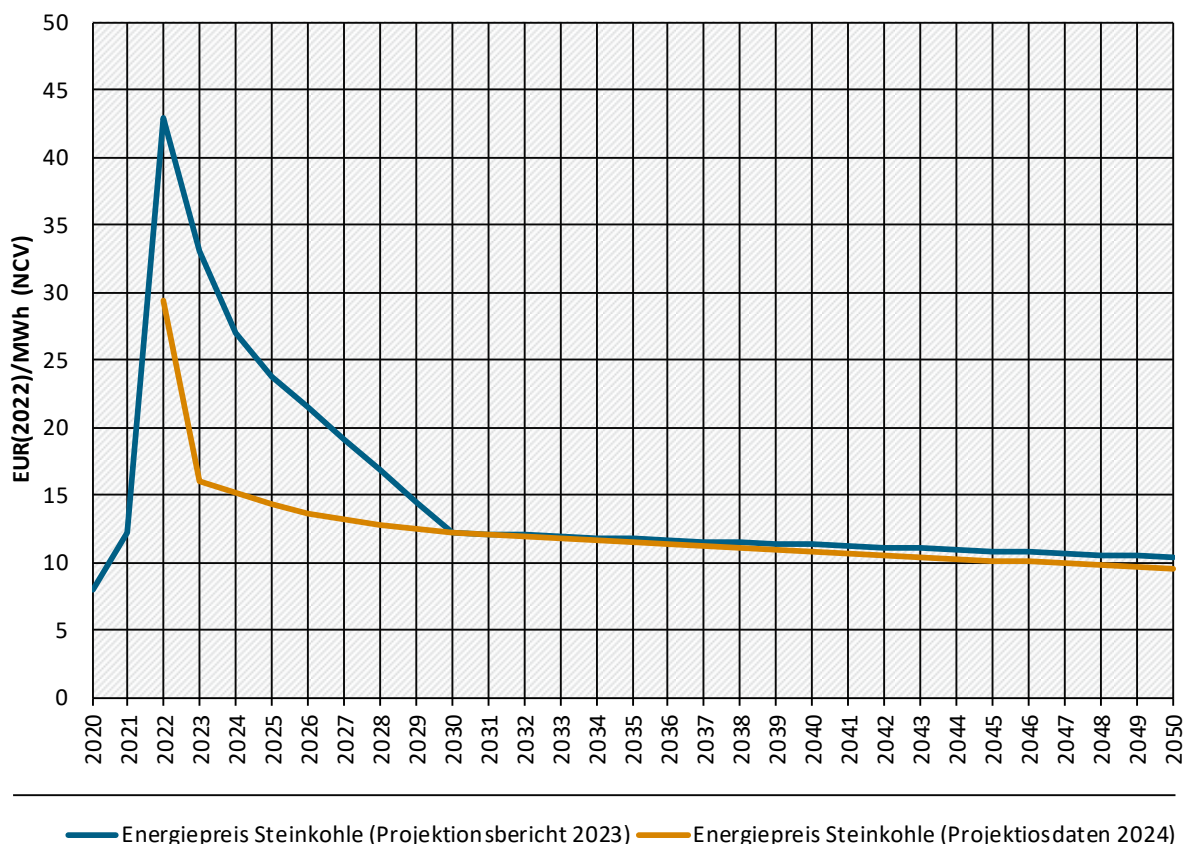
Ein anderer Grund für den Unterschied liegt in den veränderten Annahmen, die im Rahmendatenpapier zu finden sind (UBA 2024b). Insbesondere die Brennstoffpreise sind maßgeblich (siehe Abbildung 11 und Abbildung 12). Die Modellannahmen zur Berechnung der Szenarien des Projektionsberichtes 2023 wurden während der Hochphase der Energiekrise im Herbst 2022 getroffen. Zu dem Zeitpunkt waren vor allem die Erdgaspreise hoch (Abbildung 11) und wurden auch für die Projektionsjahre 2023 und 2024 hoch angenommen. Steinkohle wurde dadurch für das Jahr 2023 in der Modellberechnung attraktiver (Abbildung 12). Die real beobachteten Erdgaspreise erreichten nicht die unterstellte Höhe, so dass im Projektionsbericht eine Überschätzung der Emissionen insbesondere in der Energiewirtschaft erfolgte. Anhand der Emissionsdaten des Vorjahres und der Inventare (UBA 2024c) lässt sich rückblickend sagen, dass der Projektionsbericht 2023 (UBA 2023) im Jahr 2023 um 125 Mio. t CO₂-Äq. von den realen Emissionsberechnung abweicht.

Abbildung 11: Energiepreis Erdgas – Vergleich der Rahmendaten des Projektionsberichts 2023 mit den Projektionsdaten 2024



Quelle: Eigene Darstellung, Umweltbundesamt

Abbildung 12: Energiepreis Steinkohle – Vergleich der Rahmendaten des Projektionsberichts 2023 mit den Projektionsdaten 2024



Quelle: Eigene Darstellung, Umweltbundesamt

Laut Projektionsbericht 2023 entstanden 23 % der projizierten Gesamtlücke allein im Jahr 2023 mit 77 Mio. t CO₂-Äq.. Die aktuellen Emissionsdaten 2023 zeigen ein nun anderes Bild. Dies in Kombination mit den neuen Klimaschutzinstrumenten (UBA 2024a), den oben beschriebenen Sondereffekten der Wirtschaftskonjunktur (Kapitel 2.2) und den methodischen Änderungen (Kapitel 2.5, 2.6) führt dazu, dass die projizierten Emissionen in fast allen Sektoren und allen Jahren niedriger sind als im Projektionsbericht 2023. Mit den aktuellen Emissionsdaten 2023, den Inventaren und der Projektionen 2024 ergibt sich eine Übererfüllung von 47 Mio. t CO₂-Äq. in der gesamten Zeitreihe für die projizierten Jahre 2024 bis 2030.

5 Sensitivitäten

Tabelle 1 weist die variierten Entwicklungspfade, deren Differenz zu den Rahmendaten für die Projektionsdaten 2024 (UBA 2024b) und die Ergebnisse der Sensitivitäten aus. Interpretationen dieser Rechnungen werden im Projektionsbericht 2024 veröffentlicht werden. Daten zu den Sensitivitäten, die bis 2050 reichen, werden mit dem Projektionsbericht 2024 bereitgestellt.

Unter Annahme einer niedrigeren Bruttowertschöpfung in der Sensitivität S1 liegen die Emissionen bis 2030 um 19,6 Mio. t CO₂-Äq. niedriger. Die Sensitivitäten S2a (niedrigere Bevölkerungsentwicklung) und S2b (höhere Bevölkerungsentwicklung) resultieren in - 19 Mio. t CO₂-Äq. weniger bzw. 27 Mio. t CO₂-Äq. mehr Emissionen. Die Ergebnisse für eine Sensitivität S3 zu veränderten Brennstoffpreises werden dort ebenfalls dargestellt. Die Annahmen eines niedrigeren Preispfads im EU-EHS (S4a) führen zu 247,8 Mio. t CO₂-Äq. mehr in den Sektoren Industrie und Energiewirtschaft bis 2030. Die Annahme eines variierten EU-EHS Preispfads ohne parallele Änderungen der Brennstoffpreise, ist hypothetisch und dient vor allem dem Verständnis, wie die Modelle auf den EU-EHS Preis reagieren. Die Sensitivität S4b eines höheren EU-EHS Preispfads weicht erst nach 2030 von den Rahmendaten ab. Durch Förderbudgetverschiebungen und die Modellierung von Perfect Foresight in der Industrie ergibt sich bereits vorzeitig eine Emissionsminderung bis 2030 von 20 Mio. t CO₂-Äq.. Die Sensitivität 5 zur langsameren Erholung der Produktionsmengen in der Industrie führt bis 2030 zu 69,7 Mio. t CO₂-Äq. weniger. Die Sensitivitäten S6a-d werden im Projektionsbericht 2024 erläutert.

Tabelle 1: Sensitivitäten (Ergebnisse gegenüber den Projektionsdaten 2024)

Sensitivität	Einheit	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
S1: Sensitivität des Wirtschaftswachstums								
- Entwicklungspfad	Mrd. EUR(2022)	3.885	3.928	3.991	4.015	4.039	4.066	4.093
- Differenz zu den Rahmendaten der Projektionen 2024 ¹³	Mrd. EUR(2022)	-31,4	-49,1	-11,4	-12,8	-14,2	-14,3	-14,4
- Ergebnisse	Mio. t CO ₂ -Äq.	-4,81	-7,17	-1,53	-1,57	-1,61	-1,51	-1,40
S2a: Sensitivität einer niedrigen Bevölkerungsentwicklung								
- Entwicklungspfad ¹⁴	Mio.	84,7	84,7	84,6	84,6	84,5	84,4	84,3
- Differenz zu den Rahmendaten der Projektionen 2024	Mio.	0,0	-0,2	-0,4	-0,5	-0,7	-0,8	-1,0
- Ergebnisse	Mio. t CO ₂ -Äq.	-0,34	-1,38	-2,24	-2,95	-3,56	-4,08	-4,49
S2a: Sensitivität einer hohen Bevölkerungsentwicklung								
- Entwicklungspfad ¹⁵	Mio.	85,0	85,3	85,6	85,8	86,0	86,2	86,4
- Differenz zu den Rahmendaten der Projektionen 2024	Mio.	0,3	0,4	0,6	0,7	0,9	1,0	1,1
- Ergebnisse	Mio. t CO ₂ -Äq.	1,85	2,83	3,56	4,14	4,64	5,06	5,36
S4a: Sensitivität veränderter EU-ETS Preise (niedrig)								
- Entwicklungspfad	EUR(2022)	56,5	58,3	59,6	61,4	62,4	63,4	64,4
- Differenz zu den Rahmendaten der Projektionen 2024	EUR(2022)	-25,4	-25,9	-36,1	-43,6	-48,3	-53,0	-57,7
- Ergebnisse Energiewirtschaft	Mio. t CO ₂ -Äq.	7,26	10,62	32,87	54,15	54,76	37,56	23,01
- Ergebnisse Industrie	Mio. t CO ₂ -Äq.	1,2	2,6	3,5	4,1	4,4	5,3	6,5

¹³ Vgl. THG-Projektionen 2024 – Rahmendaten: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/treibhausgas-projektionen-2024-fuer-deutschland>

¹⁴ StBA (2022) - 15. koord. Bevölkerungsvorausberechnung, Variante G2L2W1 aktualisiert basierend auf aktuellem Bevölkerungsstand von 2023

¹⁵ StBA (2022) - 15. koord. Bevölkerungsvorausberechnung, Variante G2L2W3 aktualisiert basierend auf aktuellem Bevölkerungsstand von 2023

Sensitivität	Einheit	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
S4b: Sensitivität veränderter EU-ETS Preise (hoch)								
- Entwicklungspfad	EUR/EUA2022	81,93	84,24	95,74	105	110,7	116,4	122,1
- Differenz zu den Rahmendaten der Projektionen 2024	EUR/EUA2022	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
- Ergebnisse Industrie	Mio. t CO ₂ -Äq.	-0,1	-1,7	-2,8	-3,6	-3,9	-4	-3,9
S5: Sensitivität Produktionsmengen in der Industrie								
- Entwicklungspfad Externe Indizes: Herstellung von Papier, Pappe und Waren daraus	Produktionsmengenindex (2015=100 %)	81 %	83,42 %	85,61 %	87,81 %	90,00 %	90,40 %	90,80 %
- Differenz zu den Projektionen		0 %	-2 %	-5 %	-7 %	-9 %	-9 %	-9 %
- Entwicklungspfad Externe Indizes: Herstellung von chemischen Erzeugnissen	Produktionsmengenindex (2015=100 %)	77 %	79,15 %	81,34 %	83,53 %	90,00 %	90,40 %	90,80 %
- Differenz zu den Projektionen		-1 %	-4 %	-6 %	-8 %	-9 %	-9 %	-9 %
- Entwicklungspfad Externe Indizes: H.v.Glas,-waren,Keramik,Verarb. v. Steinen u. Erden	Produktionsmengenindex (2015=100 %)	89 %	90,72 %	92,91 %	95,11 %	90,00 %	90,40 %	90,80 %
- Differenz zu den Projektionen		0 %	-2 %	-5 %	-7 %	-15 %	-15 %	-15 %
- Entwicklungspfad Externe Indizes: Metallerzeugung und -bearbeitung	Produktionsmengenindex (2015=100 %)	83 %	84,77 %	86,97 %	89,16 %	90,00 %	90,40 %	90,80 %
- Differenz zu den Projektionen		-2 %	-4 %	-6 %	-9 %	-9 %	-9 %	-9 %
- Ergebnisse Industrie	Mio. t CO ₂ -Äq.	-2,6	-6,2	-8,8	-11,6	-14	-13,3	-13,2
S6: Sensitivitäten Gebäude								
a.) Attentismus beim Heizungsaustausch (10 % Verlängerte Lebensdauer)	Mio. t CO ₂ -Äq.	0,8	1,1	1,5	1,7	1,3	1,1	0,8
b.) Attentismus beim Heizungsaustausch (20 % Verlängerte Lebensdauer)	Mio. t CO ₂ -Äq.	1,0	1,7	2,3	2,4	1,8	1,5	1,1
c.) Begeisterung für Wärmewende (5 % Reduktion Lebensdauer)	Mio. t CO ₂ -Äq.	-0,6	-0,8	-1,0	-1,2	-0,9	-0,7	-0,8
d.) Begeisterung für Wärmewende (10 % Reduktion Lebensdauer)	Mio. t CO ₂ -Äq.	-1,1	-1,7	-1,9	-2,4	-2,0	-1,7	-1,3

6 Quellenverzeichnis

Deutscher Bundestag (2021): Gesetzentwurf der Bundesregierung Entwurf eines Ersten Gesetzes zur Änderung des Bundes-Klimaschutzgesetzes. Drucksache 19/30230. Abrufbar unter:

<https://dserver.bundestag.de/btd/19/302/1930230.pdf> (zuletzt abgerufen: 07.03.2024).

EEA (European Environment Agency) (2024): GovReg: National projections of anthropogenic greenhouse gas emissions [2023] Pursuant to Governance Regulation Art.18 (1)(b) / Implementing Regulation Art.38. Abrufbar unter: <https://reportnet.europa.eu/public/dataflow/890> (zuletzt abgerufen: 20.02.2024).

IPCC (Intergovernmental Panel of Climate Change) (2014): Fifth Assessment Report. Abrufbar unter:

<https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar5/> (zuletzt abgerufen: 13.03.2024).

Mathivanan, G. P.; Eysholdt, M.; Zinnbauer, M.; Rösemann, C.; Fuß, R. (2021): New N₂O emission factors for crop residues and fertiliser inputs to agricultural soils in Germany. In: Agric Ecosystem Environment (322). DOI: 10.1016/j.agee.2021.107640.

UBA (Umweltbundesamt) (2021): Projektionsbericht 2021 für Deutschland. Julia Repenning, Ralph O. Harthan, Ruth Blanck, Hannes Böttcher, Sibylle Braungardt, Veit Bürger, Lukas Emele, Wolf Kristian Görz, Klaus Hennenberg, Wolfram Jörß, Sylvie Ludig, Felix Chr. Matthes, Roman Mendelevitch, Lorenz Moosmann, Christian Nissen, Lothar Rausch, Margarethe Scheffler, Katja Schumacher, Kirsten Wiegmann, Nora Wissner, Alexander Zerrahn, Heike Brugger, Tobias Fleiter, Matthias Rehfeldt, Clemens Rohde, Barbara Schlomann, Songmin Yu, Jan Steinbach, Jana Deurer, Bernhard Osterburg, Claus Rösemann, Andreas Gensior, Joachim Rock, Wolfgang Stümer, Sebastian Rüter, Roland Fuß, Bärbel Tiemeyer, Andreas Laggner, Sascha Adam (Autorenschaft). Abrufbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/dokument/projektionsbericht-2021-politiksznarien-x> (zuletzt abgerufen: 13.03.2024).

UBA (Umweltbundesamt) (2022): Prozentuale Sektorziele ermöglichen mehr Klimaschutz – das aktuelle Fallbeispiel Landwirtschaft, Dessau-Roßlau. Abrufbar unter:

https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/factsheet_prozentuale_sekt_orziele_ermoeneglichen_mehr_klimaschutz.pdf (zuletzt abgerufen: 11.03.2024).

UBA (Umweltbundesamt) (2023): Projektionsbericht 2023 für Deutschland, R. O. Harthan, H. Förster, K. Borkowski, H. Böttcher, S. Braungardt, V. Bürger, L. Emele, W. Kristian Görz, K. Hennenberg, L.L. Jansen, W. Jörß, P. Kasten, C. Loreck, S. Ludig, F. Chr. Matthes, R. Mendelevitch, L. Moosmann, C. Nissen, J. Repenning, M. Scheffler, I. Steinbach, M. Bei der Wieden, K. Wiegmann, H. Brugger, T. Fleiter, T. Mandel, M. Rehfeldt, C. Rohde, S. Yu, J. Steinbach, J. Deurer, R. Fuß, J. Rock, B. Osterburg, S. Rüter, S. Adam, K. Dunger, C. Rösemann, W. Stümer, B. Tiemeyer, C. Vos (Autorenschaft), Dessau-Roßlau. Abrufbar unter:

<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/projektionsbericht-2023-fuer-deutschland> (zuletzt abgerufen: 11.03.2024).

UBA (Umweltbundesamt) (2024a): Treibhausgas-Projektionen 2024 für Deutschland – Instrumente, R. O. Harthan, H. Förster, S. Braungardt, W. Kristian Görz, L.L. Jansen, W. Jörß, P. Kasten, C. Loreck, S. Ludig, M. Scheffler, M. Bei der Wieden, H. Brugger, T. Fleiter, T. Mandel, M. Rehfeldt, J. Deurer, B. Osterburg (Autorenschaft), Dessau-Roßlau. Abrufbar unter:

<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/treibhausgas-projektionen-2024-fuer-deutschland-0> (zuletzt abgerufen: 07.03.2024).

UBA (Umweltbundesamt) (2024b): Treibhausgas-Projektionen 2024 für Deutschland – Rahmendaten, R. Mendelevitch, J. Repenning, F. Chr. Matthes, J. Deurer (Autorenschaft), Dessau-Roßlau. Abrufbar unter:

<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/treibhausgas-projektionen-2024-fuer-deutschland> (zuletzt abgerufen: 07.03.2024).

UBA (Umweltbundesamt) 2024c: Treibhausgas-Emissionen. Abrufbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/treibhausgas-emissionen> (zuletzt abgerufen: 11.03.2024).

UBA (Umweltbundesamt) 2024d: Detaillierte Treibhausgas-Emissionsbilanz 2022: Emissionen sanken um 40 Prozent gegenüber 1990 – EU-Klimaschutzvorgaben werden eingehalten. Pressemitteilung. Abrufbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/detaillierte-treibhausgas-emissionsbilanz-2022> (zuletzt abgerufen: 07.03.2024).