



Gutachten THG-Projektionen 2024

Überprüfung der Methoden und Daten



© iStock - stevation



Hintergrund und Ziele

Hintergrund und Ziele

Hintergrund

- Im Auftrag des Umweltbundesamtes wurden am 15. März 2024 die Emissionsdaten des Vorjahres und die Treibhausgas-Projektionen (THG-Projektionen) 2024 veröffentlicht.
- Die THG-Projektionen zeigen eine Reduktion der THG-Emissionen bis 2030 um knapp 64 Prozent gegenüber 1990 und damit eine leichte Übererfüllung von 47 Mio. t CO₂eq gegenüber den Zielen des Bundes-Klimaschutzgesetzes (KSG) für den Zeitraum von 2021 bis 2030.
- Neben der Prüfung der Vorjahresdaten wurde der Expertenrat für Klimafragen (ERK) von der Bundesregierung mit einem Sondergutachten zur Prüfung von Projektionsdaten 2024 beauftragt.
- In Zusammenarbeit haben ifeu und Prognos die Projektionsdaten wissenschaftlich begutachtet und die Plausibilität der verwendeten Methodik und Daten – soweit möglich – eingeordnet.

Ziele

1

Einordnung der Projektionsdaten vor dem Hintergrund aktueller wirtschaftlicher und klimapolitischer Entwicklungen.

2

Prüfung der Plausibilität der verwendeten Methodik. **Wie robust** ist das Ergebnis?

3

Empfehlungen zur Weiterentwicklung hinsichtlich der zukünftigen Erstellung der Projektionsdaten.



Kernergebnisse

Einordnung der Projektionen zur aktuellen Entwicklung

1

Sozioökonomie und Energiepreise

- Die Entwicklung der **Bevölkerung** wurde in der Vergangenheit (vom Stat. Bundesamt) wiederholt unterschätzt.
- **BIP-Veränderung** für 2024 deutlich überschätzt (1,3% vs. ~0,2%).
- Am aktuellen Rand zeichnet sich eine Erholung der **energieintensiven Industrie** ab, die so bei den Projektionen wahrscheinlich nicht berücksichtigt ist.
- Die unterstellten **Gaspreise** sind für die nächsten Jahre tendenziell zu hoch angenommen.
- Die **Rohölpreise** sind am aktuellen Rand zu niedrig und langfristig ebenfalls sehr niedrig angenommen.
- Die Entwicklung der **CO₂-Preise** im **nationalen Emissionshandel** ist mit großen Unsicherheiten ab 2026 behaftet, erscheint aber im Projektionsbericht in einer denkbaren Größenordnung zu liegen.
- Die **CO₂-Preise** im **EU ETS** werden aus heutiger Sicht als (zu) hoch eingeschätzt.
- Entwicklung der **Strompreise** ist nicht bekannt. Am aktuellen Rand sinken die Strompreise deutlich.

Wirkung auf die THG-Emissionen

- Höhere Bevölkerung führt tendenziell zu **höheren Emissionen**.
- Eine Korrektur der BIP-Annahme für 2024 und 2025 nach unten, würde tendenziell zu **niedrigeren Emissionen** führen.
- Die Erholung bei der Produktion energieintensiver Güter könnte zu deutlich **höheren Emissionen** in der Industrie (aber auch beim Verkehr) führen.
- **Keine eindeutige Wirkung** bezüglich THG-Emissionen aufgrund der hohen Gaspreise auszumachen.
- Eine Korrektur des Erdölpreises nach oben würde tendenziell zu **niedrigeren Emissionen** führen.
- Hohe Unsicherheiten über die Höhe des nationalen CO₂-Preises nach 2026 vorhanden. **Keine eindeutigen Wirkungen** auf Verkehr und Gebäude.
- Geringere Preise für EU ETS-Zertifikate führen zu tendenziell **höheren Emissionen** in der Industrie und Energiewirtschaft¹.
- **Keine eindeutige Wirkung** aufgrund des angenommenen Strompreises auszumachen.

Einordnung der Projektionen zur aktuellen Entwicklung

1

Energiewirtschaft

- ETS-Preis ist sehr hoch, Erdgaspreis am aktuellen Rand zu hoch - ab 2030 vergleichbar mit anderen Szenarien.
- Energie und CO₂-Preise bestimmen den Einsatz von Kohle- oder Gaskraftwerken.
- Erdgas ist in den Projektionen ab 2026 günstiger als Kohle angenommen, was möglich ist aber eher einer optimistischen Annahme entspricht.

Verkehr

- Mit der wirtschaftlichen Erholung der Industrie wird auch der Güterverkehr und seine THG-Emissionen vsl. wieder stärker steigern.
- Der steile Hochlauf elektrischer Antriebe, insbesondere bei schweren Nutzfahrzeugen (wo die Elektrifizierung noch am Anfang steht) erscheint vor dem Hintergrund des KTF-Förderstopps optimistisch.

Industrie

- Niedrigere Gaspreise am aktuellen Rand führen zu höheren Produktionsmengen. Langfristig steigen die Produktionsmengen über das Vorkrisenniveau an, entgegen dem historischen Trend. Bezüglich der THG-Emissionen ist dies eine konservative Annahme.
- ETS-Preispfad hat massivem Einfluss auf die Transformation der energieintensiven Industrie.
- In der Summe überwiegt die schnelle Transformation (aufgrund hohem ETS-Preis) und somit der THG-Einsparungseffekt.

Gebäude

- Die im Vergleich zum Projektionsbericht 23 höhere Bevölkerung führt zu tendenziell höheren THG-Emissionen (im Vergleich zum Projektionsbericht 23).

Einordnung der Projektionen zur aktuellen Entwicklung

1

Instrumente in den Projektionen 2024

- **BEW**¹: ist zentrales Förderprogramm für den Ausbau der Fernwärme. Hier reichen die Mittel absehbar nicht, um den im Projektionsbericht 2024 skizzierten Ausbaupfad zu realisieren.
- **EE-Ausbau**: Bei Offshore Wind wird das Ausbauziel im Projektionsbericht 2024 leicht übertroffen. Aufgrund von Verzögerungen bei der Netzanbindung ist dies jedoch nicht zu erwarten. Bei Onshore Wind liegt der Projektionsbericht 2024 unter dem Ausbauziel im EEG².
- **EU-EHS** als zentrales Instrument für **Industrie** und **Energiewirtschaft** – Durch die hohen CO₂-Preise wird die Reduktionswirkung möglicherweise überschätzt. Wirkung bei der Industrie deutlicher – aufgrund beschleunigter Transformation – als bei der Energiewirtschaft, da hier auch bei tieferen CO₂-Preisen die Kohle verdrängt würde.
- Aufgrund der **angespannten Finanzlage** und das Urteil zum Klima- und Transformationsfond (**KTF**) wurden gewisse Förderungen (i.e. Kaufförderungen für elektrische Pkw und Lkw) gestrichen oder die Finanzierung ist unsicher (i.e. Förderung für effiziente Gebäude oder Ausbau der Ladeinfrastruktur oder auch der Infrastrukturen für den Radverkehr). Dies betrifft hauptsächlich den Sektor Verkehr und könnte dort die Antriebswende verlangsamten.
- Im Sektor **Gebäude** gelten die Instrumente BEG³ und GEG⁴ als wirksamste Instrumente. Aufgrund der Kürzungen infolge des KTF-Urteils könnte die Wirkung des BEG zukünftig geringer ausfallen als modelliert. Dies wird jedoch von den Gutachtern aktuell als wenig wahrscheinlich betrachtet, zumindest im Jahr 2024 könnten gegebenenfalls sogar etwas mehr Mittel zur Verfügung stehen.

¹ Bundesförderung für effiziente Wärmenetze

² Erneuerbaren-Energien-Gesetz

³ Bundesförderung für effiziente Gebäude

⁴ Gebäudeenergiegesetz

Methodik robust – Annahmen sind jedoch nicht durchgehend plausibel und scheinen teilweise (zu) optimistisch.

- **Energiewirtschaft:** hohe Stromimporte ab 2027 in den THG-Projektionen, bei inländischer Erzeugung ergeben sich substantiell höhere THG-Emissionen.
- **Industrie:** Der Zusammenhang zwischen Wirtschaftswachstum und den Produktionsmengen bei der Modellierung ist unklar. Die THG-Wirkung der Instrumente ist vermutlich überschätzt (u.a. aufgrund zu hoher ETS-Preisen, EEW¹, Ökodesign).
- **Verkehr:** Die Gründe für die starke Elektrifizierung des Straßengüterverkehrs und den temporär starken Einsatz von Wasserstoff im Verkehr können aus der Dokumentation nicht vollständig nachvollzogen werden. Aufgrund der fehlenden Differenzierung kann nicht beurteilt werden, in welchen Anwendungen der Einsatz von Wasserstoff im Verkehr erfolgt.
- **Gebäude: wärmeres Klima** – aufgrund der gewählten Methodik zur Berücksichtigung der Klimaerwärmung dürfte der Effekt zur Reduktion des Raumwärmebedarfs mittelfristig überschätzt sein. Sehr warme Winter sind grundsätzlich möglich, sollten jedoch nicht für alle Jahre erwartet werden.
- **Gebäude: Sanierung** - Die im Zeitverlauf stark ansteigende Energieeinsparung je investiertem Euro ist ohne weitere Informationen noch nicht vollständig nachvollziehbar bzw. vor dem Hintergrund der Abnahme an Gebäuden mit sehr schlechtem Energiestandard und steigenden Baukosten etwas kontraintuitiv.
- **Abfall, Landwirtschaft, LULUCF:** Hier erfolgten in den vergangenen Jahren verschiedene Änderungen an der Methodik –> Anpassungen in den nächsten Jahren sind nicht auszuschließen, mit unklaren Folgen für die THG-Emissionen.
- **Die Schlussfolgerung**, dass das Ziel der kumulierten THG-Emissionen 2021-2030 erreicht werde, scheint auf Grundlage der Befunde nicht ausgeschlossen, aber nur begrenzt robust.

Empfehlungen für zukünftige Projektionen

- Um die Robustheit zu erhöhen, sollten in allen Sektoren mehrere Modelle verwendet werden (Zweitmodellierungen).
- Weitere Sensitivitäten
 - Elektrifizierung beim Straßengüterverkehr
 - Klimaentwicklung / Klimaerwärmung
 - Energiepreise (Gas / Kohle)
- **Berücksichtigung der Sensitivitäten** bei der Interpretation bzw. Einordnung der Ergebnisse (u.a. bei stark/schnell ändernden Energie-/CO₂-Preisen).
- Transparentere Darstellung der Zusammenhänge und Annahmen: Wie wirken die sozioökonomischen Faktoren auf die Sektormodelle?

Weitere Differenzierung der Ergebnisse

- **Allgemeine** Empfehlungen
 - Bezugsgröße bzw. Einheit ist nicht immer eindeutig beschrieben. Zusätzliche Angaben und Definitionen zu den Indikatoren wären hilfreich.
 - Auch ex-post-Werte ausweisen.
 - Mehr Differenzierung beim Energieverbrauch nach Energieträgern (aktuell kein vollständiges Bild).
- Empfehlungen zu **Rahmendaten**
 - Entstehungs- und Verwendungsrechnung des BIP (u.a. Erwerbstätige und BWS nach Branchen, Konsum, Preisindices)
- Empfehlungen zu den **sektoralen Indikatoren**
 - Verkehr: Energieverbrauch pro Verkehrsträger, Straßengüterverkehr nach leichten und schweren Nutzfahrzeugen sowie bei Energieverbrauch PtL/Wasserstoff trennen
 - Gebäude: Flächen, nach Wohn- und Nichtwohngebäuden, Anzahl WP und FW-Anschlüsse
 - Industrie: mehr Produktionsmengen angeben und wie sich diese ergeben; Technologiemies in THG-intensivsten Bereichen detaillierter präsentieren

Zusammenfassung der Ergebnisse

Hohe Unsicherheit bei der Emissionsminderung der Energiewirtschaft – THG-Emissionen in den Nachfragesektoren könnten höher ausfallen.

- Jährliche Emissionsminderungen der Projektionen (MMS) liegen im Durchschnitt bei 37 Mt. CO₂eq und ab 2027 bei weniger als 30 Mt. CO₂eq. Die Emissionsminderungen im KSG-Zielpfad liegen im Mittel bei 41 Mt. CO₂eq -> **Transformationsgeschwindigkeit ist mit aktuellen Politikmaßnahmen noch nicht erreicht.**
- Die Emissionsminderungen in der **Energiewirtschaft** sind entscheidend für die Erreichung der KSG-Klimaziele bis 2030. Hier ist die Entwicklung der Energieträger- und CO₂-Preise (ETS) ausschlaggebend.
- Die Preise von **Erdgas** sind für die nächsten Jahre eher zu hoch angenommen. Auch die **CO₂-Preise** im EU ETS sind sehr hoch angenommen. Die hohen ETS-CO₂-Preise verdrängen die Kohle – damit ist eine hohe THG-Reduktion in der Energiewirtschaft möglich, aber auch unsicher bzw. abhängig vom EU ETS-Preisfad.
- **Industrie:** Ergebnisse im Projektionsbericht 24 sind methodisch sauber hergeleitet. Die Annahmen zum EU ETS-Preisfad überschätzen eventuell die Transformationsgeschwindigkeit und damit den Reduktionseffekt.
- **Verkehr:** Aufgrund von gestrichener oder unsicherer Finanzierung bestimmter Förderinstrumente ist der Hochlauf der Elektrofahrzeuge (Pkw und Lkw) eher optimistisch modelliert. Bei geringerer Elektrifizierung des Straßenverkehrs würde die Zielverfehlung im Verkehr noch höher ausfallen.
- **Gebäude:** Weiter abzuklären ist die Methode zur Abbildung der Klimaerwärmung (evtl. zu hohe Reduktion) und der starke Rückgang des Raumwärmeverbrauchs. Das verwendete Modell überzeugt und die Einschätzung der Instrumente ist plausibel.



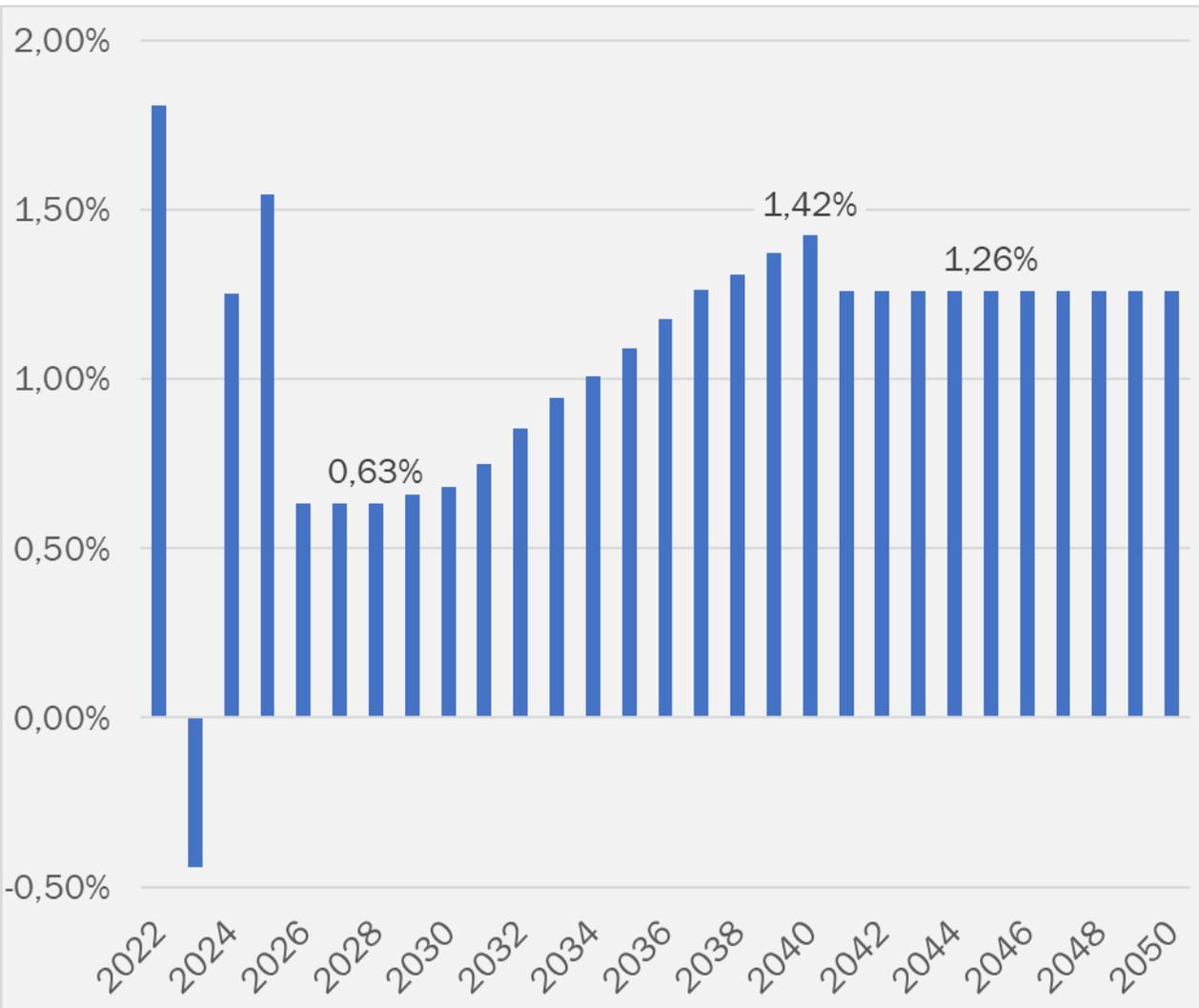
Rahmendaten

Bevölkerungsentwicklung

Höhere Bevölkerung gegenüber Projektionsbericht 2023

- Im Projektionsbericht 2024 wird die vom statistischen Bundesamt publizierte Bevölkerung für das Jahr 2023 anhand einer mittleren Variante der aktuellen 15. Bevölkerungsvorausberechnung fortgeschrieben (Variante G2-L2-W2).
- Die angenommene Entwicklung ist weitgehend identisch mit dem Projektionsbericht 2023, das Niveau ist jedoch rund 1,5 Mio. höher (aufgrund der Anpassung am aktuellen Rand).
- Im Bericht „Treibhausgas-Projektionen 2024 – Ergebnisse kompakt“ des UBA werden Ergebnisse zu Sensitivitäten publiziert. Eine um rund 1 Mio. höhere Bevölkerung (ca. +1,3%) führt im Jahr 2030 zu einer Zunahme der THG-Emissionen um 5,4 Mt (+1,3%), während die Reduktion der Bevölkerung um 1,2% die THG um rund 1% vermindert (ggü. der Basisprojektion).
- Postuliert wird dadurch bis zum Jahr 2030 ein weitgehend proportionaler Zusammenhang zwischen der Bevölkerung und THG-Emissionen.
- Die THG-Effekte der Bevölkerungssensitivitäten sind nur insgesamt und nicht für die einzelnen Sektoren ausgewiesen.

Wirtschaftswachstum – unterstellte Entwicklung



Keine kohärente Projektion

- Das Wirtschaftswachstum im Projektionsbericht folgt bis 2028 der Herbstprojektion (2023) der Bundesregierung und anschließend einer Projektion der Europäischen Kommission.
- Während die BIP-Veränderung bis 2025 konjunkturell interpretiert werden kann, folgen die anschließenden Zuwachsraten von 0,6% p.a. der Potenzialschätzung. Die BIP-Zunahme in 2024 dürfte mit 1,3% deutlich überschätzt sein.
- Von 2029 an folgen die Wachstumsraten dem EU Ageing Report (2021). Das konstante Wachstum von 1,26% p.a. nach 2040 findet sich dort jedoch nicht?!
- Die durchschnittliche Veränderungsrate von 1,1% p.a. (2023-2050) entspricht in etwa der Wachstumsrate in der aktuellen Prognos Basisprojektion.

Wirtschaftswachstum – Bewertung

- Die Übernahme respektive Mischung von BIP-Zuwachsraten Dritter ist problematisch, wenn die verschiedenen Quellen nicht aufeinander abgestimmt sind (i.e. unterschiedliche Rahmenbedingungen) und auf unterschiedlichen Methoden basieren.
- Der resultierende Verlauf der Zuwachsraten ist begrenzt plausibel, wenngleich die durchschnittliche Zuwachsrate im Betrachtungszeitraum in der Größenordnung anderer Langfristprojektionen liegt.
- Der Projektionsbericht gibt nur sehr wenig Auskunft darüber, auf welche Weise die exogen gegebenen BIP-Zuwachsraten auf die Energieverbräuche der Sektoren wirken. Insbesondere bei den industriellen Produktionsmengen scheinen weitere exogene Annahmen maßgeblich zu sein, welche unabhängig vom BIP-Verlauf sind?!
- Der Einfluss des unterstellten Wirtschaftswachstums auf die in den Modellen verwendeten Größen sollte transparenter und detaillierter im Bericht dargelegt werden. Es sollte auch explizit erläutert werden, wo in Realität eventuell Abhängigkeiten bestehen / vermutet werden, diese aber bei der Modellierung nicht berücksichtigt werden können (i.e. Aufgrund fehlender Empirie).

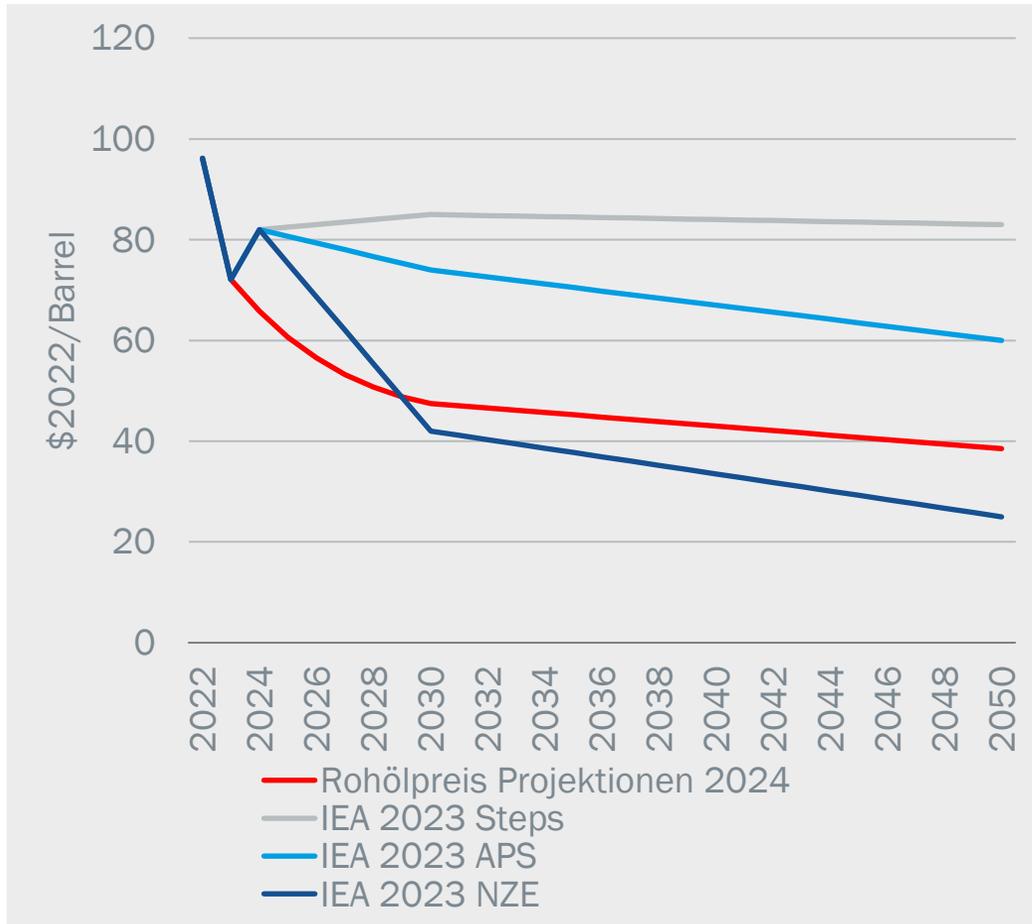
Energiepreise - Zusammenfassung

Hohe Gaspreise und eher zu niedrige Preise für Erdölprodukte unterstellt

- Die Preise von Erdgas sind für die nächsten Jahre tendenziell zu hoch gewählt. Dies betrifft aber nur die nächsten 3 Jahre. Hierdurch sind keine eindeutigen Wirkungen auf die Emissionen auszumachen.
- Die Preise von Öl sind am aktuellen Rand zu niedrig und langfristig ebenfalls sehr niedrig gewählt. Tendenziell ergibt sich hierdurch ein eher verbrauchs- und damit emissionssteigerender Effekt bei Erdölprodukten.
- Die Wahl der CO₂-Preise im nationalen Emissionshandel ist mit großen Unsicherheiten ab 2026 behaftet, erscheint aber im Projektionsbericht in einer denkbaren Größenordnung zu liegen. Die Annahmen führen in ihrer gewählten Größenordnung zu einem langfristigen Preisanstieg bei Erdölprodukten. Bis 2030 bleiben die Preise von Benzin und Diesel in realen Preisen konstant.
- Die CO₂-Preise im EU ETS sind sehr hoch gewählt. Im Stromsektor würden allerdings auch bereits deutlich niedrigere CO₂-Preise zu einer Reduktion von Emissionen durch eine Verdrängung von Kohlestromerzeugung durch Erdgaserzeugung führen.

Energiepreise – Annahmen zur Ölpreisentwicklung

Vergleich der Ölpreisannahmen mit Annahmen der IEA

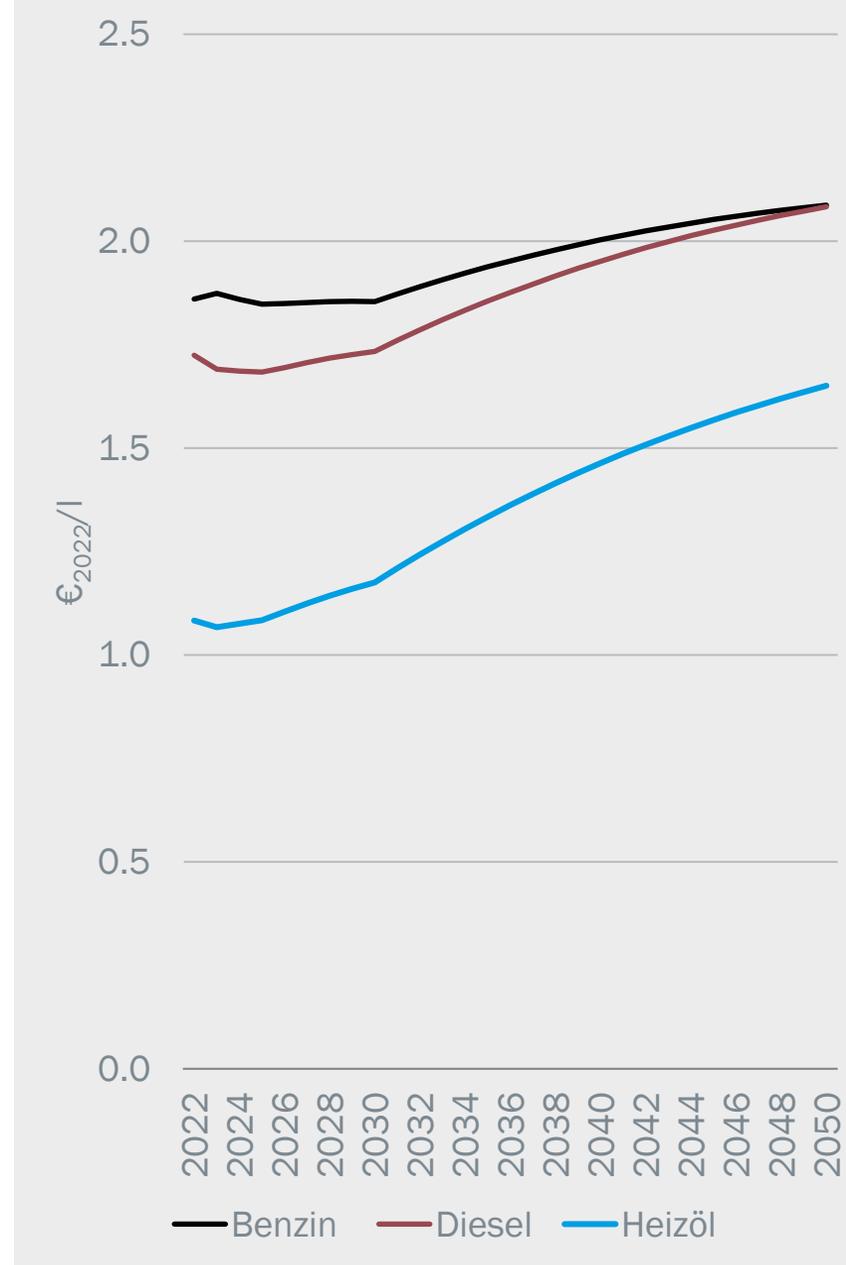


- Die Preisannahmen im Projektionsbericht basieren für die nahe Zukunft auf Preisen an den Terminmärkten. Jedoch scheinen die berücksichtigten Preise aus der Mitte des Jahres 2022 zu stammen. Neuere Entwicklungen an den Ölmärkten, wie die Krise im Nahen Osten, scheinen damit nicht in die Preisannahmen eingeflossen zu sein. Ein Vergleich der Preise für das Jahr 2024 zeigt dementsprechend auch eine größere Differenz 16 Dollar pro Barrel gegenüber aktuellen Marktpreisen.
- Langfristig liegen die Preisannahmen im Vergleich mit den Szenarien der IEA recht tief und bewegen sich etwa 5 bis 13 Dollar höher als im Net Zero Emission (NZE) Szenario.
- Zur Einordnung: Im Szenario NZE der IEA beträgt die weltweite Rohölnachfrage in 2050 weniger als ein Viertel der heutigen Nachfrage. Die Nachfrage des Verkehrssektors, die heute über die Hälfte der Nachfrage nach Ölprodukten ausmacht, geht in dem Szenario nahezu vollständig (-93%) zurück.
- Einordnung:** Der Vergleich mit den Szenarien der IEA lässt darauf schließen, dass die Ölpreisannahmen in den Projektionen recht tief gewählt wurden. Zur Einordnung: 10 Dollar pro Barrel mehr an den Rohölmärkten bedeuten ungefähr einen Preisanstieg von 6 Cent pro Liter Diesel/Super. Für die Endverbraucherpreise sind neben den Rohölpreisen aber auch die Annahmen zum CO₂-Preis wichtig.

Energiepreise – Erdölprodukte

Endverbraucherpreise auf Basis der Annahmen in den Projektionen

- Die dargestellten Preise basieren auf den Annahmen im Projektionsbericht 2024 zu Rohölpreisen und die Preise für CO₂ im nationalen Emissionshandel (nEHS). Diese Annahmen wurden mit typischen Aufschlägen für Verarbeitung und Vertrieb der Kraftstoffe ergänzt. Die Energiesteuer wurde über den Zeitraum nominal als konstant angenommen. Dies bedeutet, dass sie in Preisen von 2022 sinkt.
- Die Endverbraucherpreise für Kraftstoffe im Projektionsbericht steigen langfristig an. Die Preise für Kraftstoffe im Verkehr bleiben bis 2030 allerdings nahezu konstant. Die Preise für Heizöl steigen stärker an, als die für Benzin und Diesel. Der Grund hierfür liegt in der Darstellung von Preisen mit einheitlicher Preisbasis 2022 und der nominal konstanten Energiesteuer. Diese Annahmen führen dazu, dass der Preisanteil der Energiesteuer mit Preisbasis 2022 absinkt. Dies gleicht bei Benzin und Diesel den Anstieg der steigenden CO₂-Preise teilweise aus. Bei Heizöl ist dieser Effekt aufgrund der generell niedrigeren Energiesteuer deutlich geringer.
- Die Preise von Benzin und Diesel gleichen sich langfristig, aufgrund der sinkenden Energiesteuer (in Preisen von 2022) und der höheren CO₂-Preisauflagen für Diesel, an.



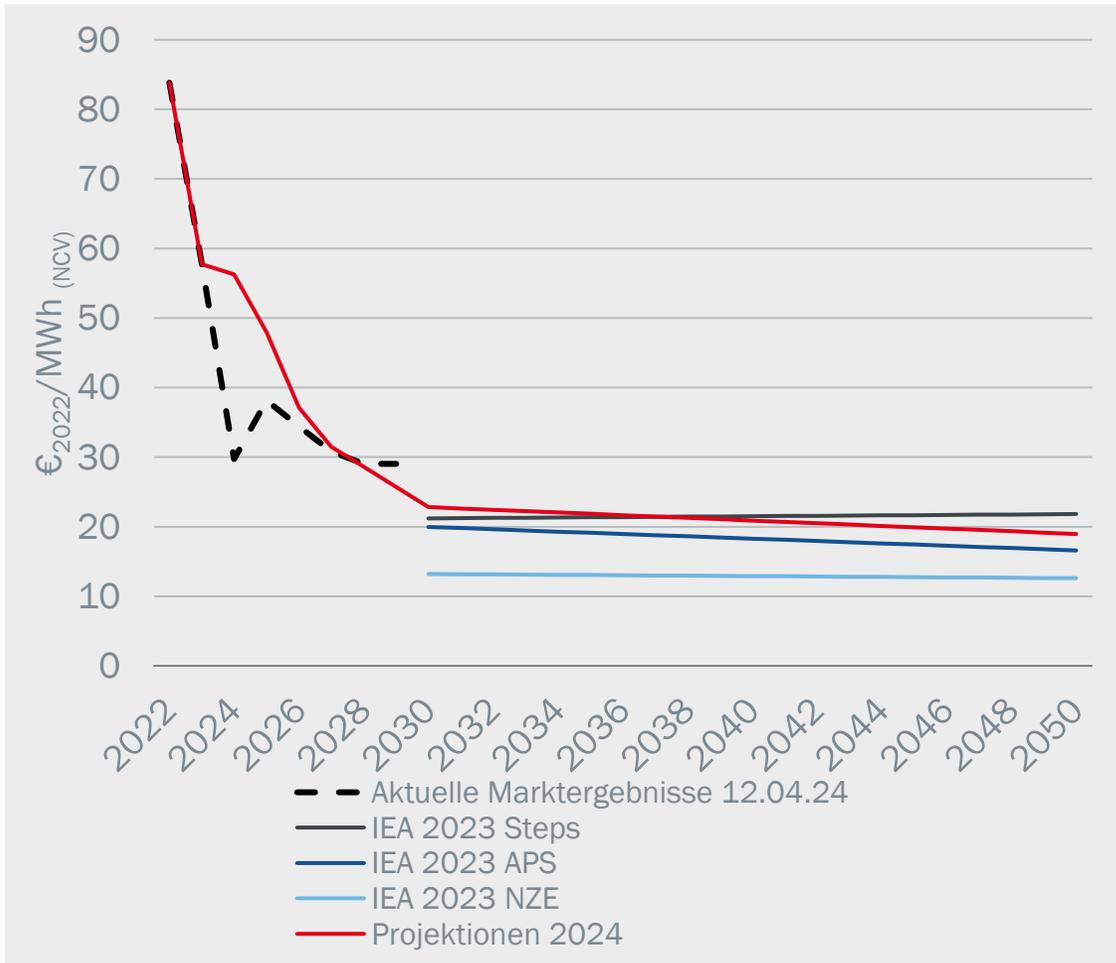
Quelle: eigene Darstellung Prognos auf Basis eigener Annahmen und Proejktionsbericht 2024

Energiepreise – Erdölprodukte

Einordnung

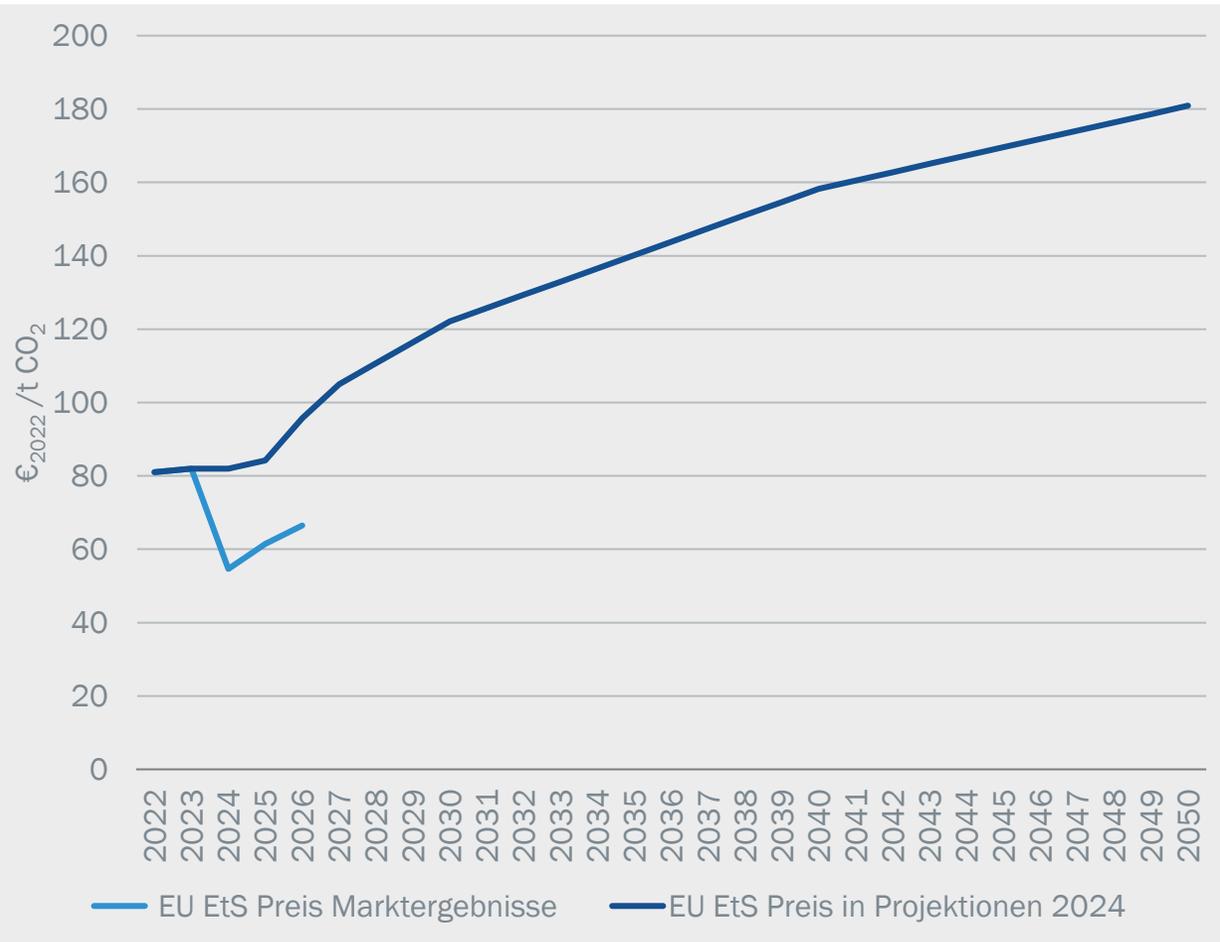
- Trotz der deutlich zurückgehenden Preise für Rohöl steigen die Endverbraucherpreise für Erdölprodukte langfristig an. Die deutlich steigenden CO₂-Preise gleichen den Rückgang des Ölpreises vollständig aus und kompensieren diesen ab 2030 sogar über. Der CO₂-Preis von 101 €₂₀₂₂ pro Tonne führt zu Preisauflagen von rund 27 ct₂₀₂₂ je Liter beim Diesel der den Rückgang der Produktkosten und der Energiesteuer (in 2022er Preisen) vollständig ausgleicht.
- Die aus heutiger Sicht eher höheren Erdölpreise würden zu stärker steigenden Endverbraucherpreisen führen. Die niedrig gewählten Preise für Erdöl werden demnach durch die Wahl von recht hohen Preisen für CO₂ ausgeglichen oder ließen den CO₂-Preis weniger stark ansteigen, was zu einem ähnlichen Preisverlauf wie dem hier dargestellten führen würde.
- Aus heutiger Sicht spricht vieles für noch höhere Preise für Erdölprodukte als im Projektionsbericht 2024 angenommen. Da höhere Preise für fossile Brennstoffe tendenziell emissionsmindernd wirken, kann insgesamt von konservativen Annahmen hinsichtlich der Auswirkungen auf die Emissionsziele für Mineralölprodukte ausgegangen werden.

Energiepreise – Annahmen zur Erdgaspreisentwicklung



- Die Annahmen in den Projektionen zum Großhandelspreis für Erdgas orientieren sich an für die nächsten Jahre an den Ergebnissen der Terminmärkte. Die verwendeten Daten der Rahmendaten im Projektionsbericht stammen aus dem Dezember 2023. Zum Stand April 2024 liegen die Preise an den Terminmärkten jedoch bereits signifikant tiefer. Aktuell lassen die Markterwartungen daher für die nächsten Jahre auf niedrigere Erdgaspreise schließen, als im Projektionsbericht angenommen.
- Langfristig liegen die Annahmen zum Erdgaspreis in der Größenordnung des APS Szenarios der IEA.
- Einordnung:** Die Erdgaspreise sind aufgrund veränderter Markterwartungen in den Projektionen für die nächsten Jahre tendenziell zu hoch gewählt. Längerfristig nach 2030 liegen die Preise im Rahmen aktuell vorstellbarer Größenordnungen. Auf Basis dieser Preise lassen sich keine abschließenden Aussagen zu den Emissionen machen, da das Zusammenspiel mit der Entwicklung der CO₂-Preise zu beachten ist. Die tendenziell zu hohe Wahl der Erdgaspreise betrifft aus heutiger Sicht auch nur die nächsten 3 Jahre.

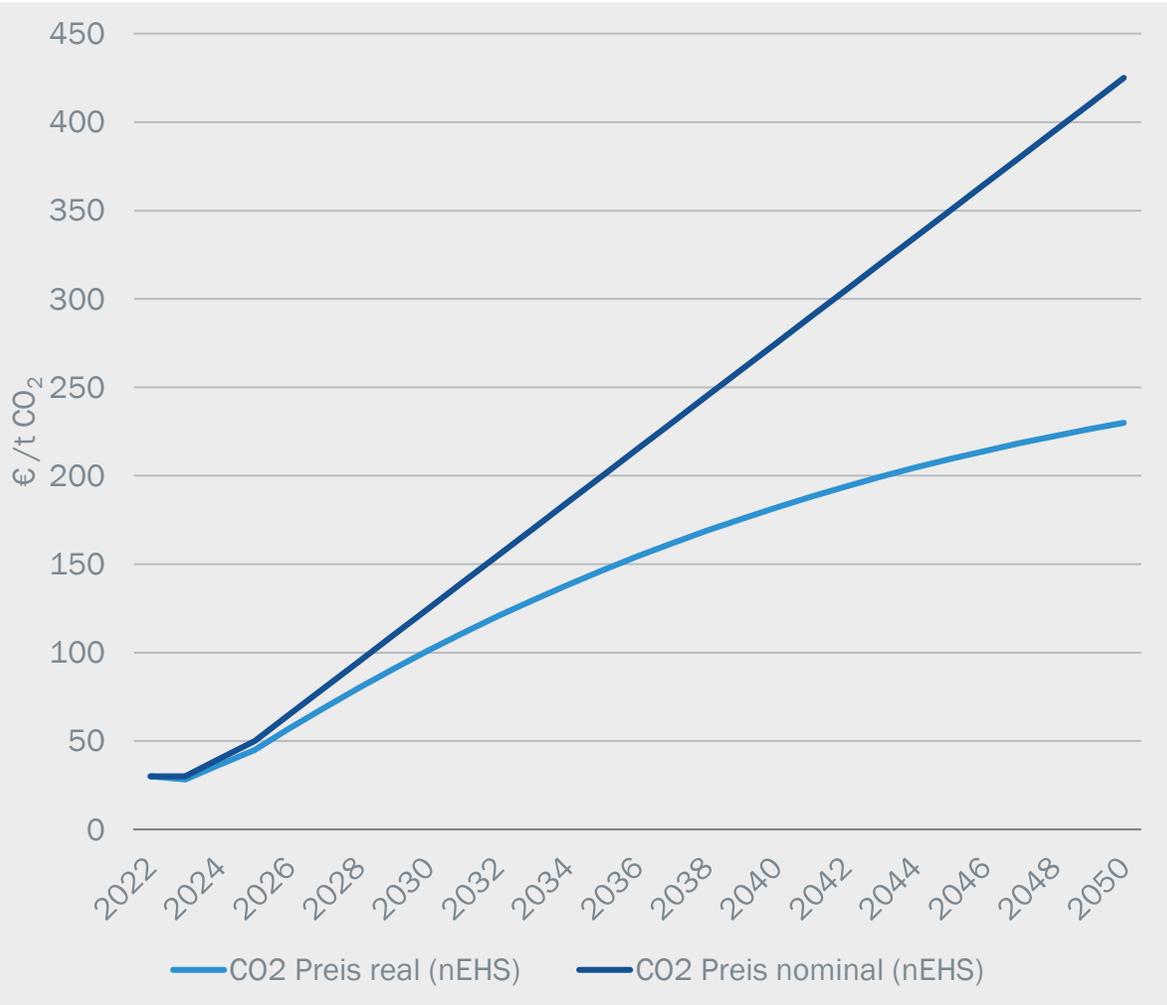
Energiepreise – Preisannahmen EU ETS



- Die Preise im Projektionsbericht stützen sich bis 2030 auf Expertenschätzungen größerer Handelshäuser aus dem 3. Quartal 2023. Die Preise liegen damit in vergleichbarer Größenordnung wie im Announced Pledges Szenario der IEA 2023.
- Nach 2030 orientiert sich der Preis weiter am Announced Pledges Szenario.
- **Einordnung:** Im aktuellen Handel der letzten Wochen liegen die Preise der Zertifikate deutlich tiefer als im Projektionsbericht angenommen. Auch die Termingeschäfte an den Märkten lassen auf aktuell niedrigere Markterwartungen für die Preisentwicklung schließen, als im Projektionsbericht angenommen.

Energiepreise – Annahmen zum CO₂ Preis (nEHS)

Real steigt der CO₂-Preis für Verkehr und Gebäude auf 230 €₂₀₂₂/t



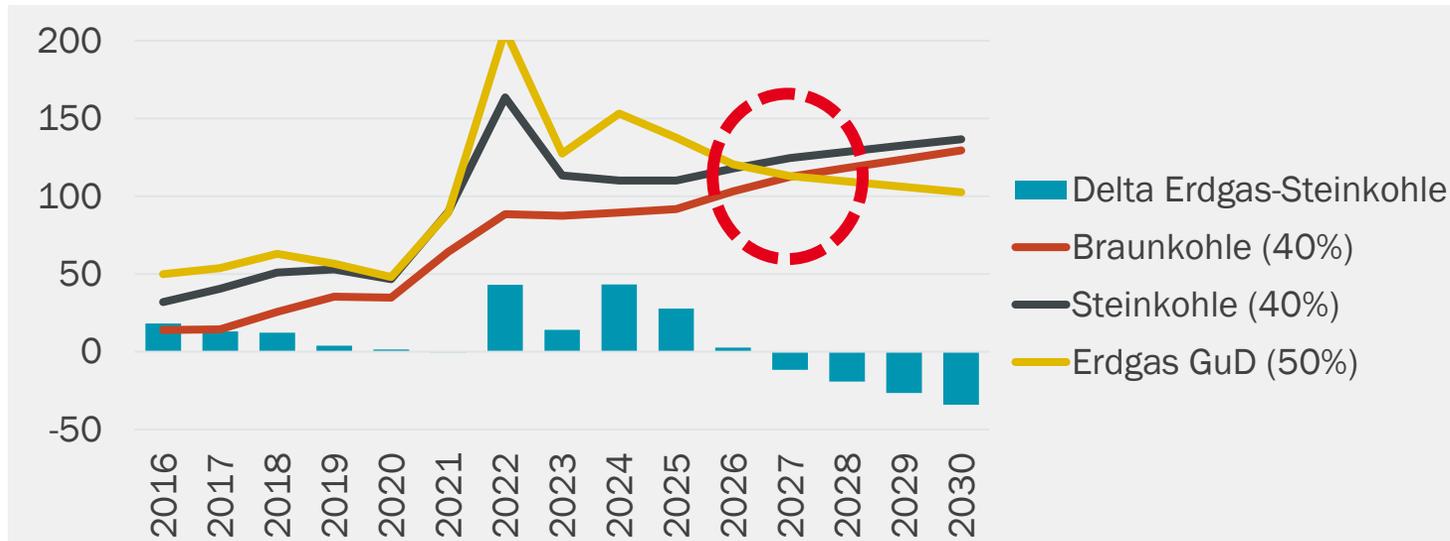
- Bis 2026 folgen die nominalen Preisannahmen im Projektionsbericht den gesetzlich festgelegten Preisen im BEHG. Nach 2026 wird angenommen, dass der Preis jährlich nominal um 15 €/t steigt. In Preisen von 2022 steigt der CO₂-Preis auf 101 €/t im Jahr 2030 und auf 230 €/t im Jahr 2050.
- **Einordnung:** Bisher ist die Preisbildung für den nationalen Emissionshandel für CO₂ nach 2026 noch nicht abschließend geregelt. Die Annahmen hinsichtlich der Preisentwicklung sind daher mit großen Unsicherheiten behaftet. Die angenommene Steigerung um 15 € stellt zwar eine sehr simplifizierte Annahme dar, liegt aber innerhalb denkbarer Größenordnungen. Bei reiner Orientierung der Preisbildung anhand von Vermeidungskosten in den Sektoren Verkehr und Wärme wären auch deutlich höhere Preise bereits ab 2026 erwartbar. Politische Erwägungen, den Verbrauchern keine zu großen Preissprünge zuzumuten sprechen allerdings dagegen, dass sich die Preise direkt an den Vermeidungskosten orientieren werden. Der stetige Anstieg erscheint daher aufgrund der bisherigen Erfahrungen mit dem nEHS realistisch.



Energiewirtschaft

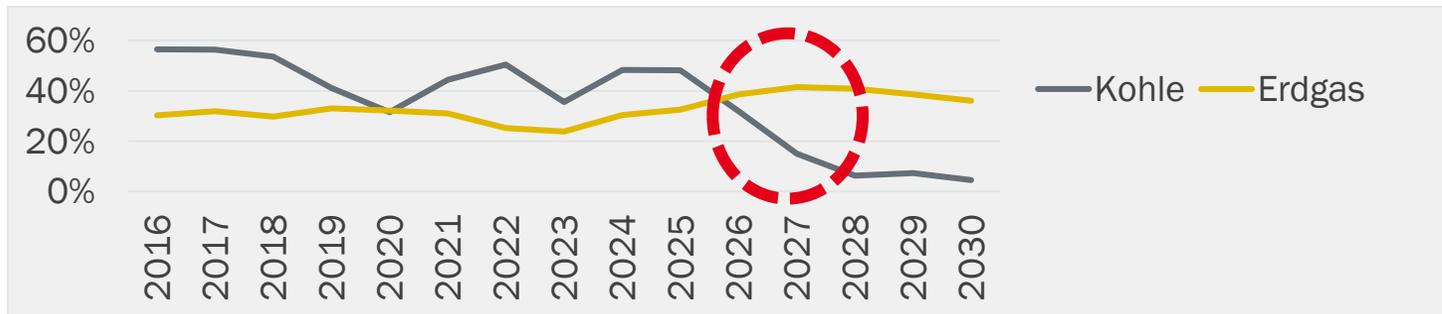
Auswirkungen der Rahmendaten: Energiepreise

Grenzkosten der Stromerzeugung [EUR₂₀₂₂/MWh_{el}] (ohne Anfahrkosten)



- Das Verhältnis der Energiepreise- und CO₂-Preise bestimmen die Grenzkosten der Stromerzeugung und beeinflussen, ob die residuale Stromnachfrage aus Kohlekraftwerken oder Gaskraftwerken (Inland/Ausland) bedient wird.
- Folgen der im Projektionsbericht24 getroffenen Annahmen.
 - **Verstromung von Erdgas ist ab 2026 günstiger** als Kohleverstromung (niedrigere Grenzkosten)
 - Geringere Auslastung der Kohlekraftwerke
 - **Geringere THG-Emissionen**
 - Kohlekraftwerke werden unwirtschaftlich
 - **Marktbedingte Stilllegung:** In 2030 sind insgesamt nur noch 5 GW Kohleleistung im Markt.
- Einordnung der Preisannahmen:
 - ETS-Preis ist sehr hoch, Erdgas-Preis ab 2030 innerhalb der Bandbreite von anderen Projektionen.
 - Aber: Fuelswitch von Kohle zu Erdgas ist auch bei deutlich niedrigeren ETS-Preisen schon gegeben.

Auslastung der Kohle- und Gaskraftwerke



Instrumente im Sektor

- EEG 2023
 - Im Projektionsbericht 2024 aktuelle Entwicklungen berücksichtigt beim EE-Ausbau, ansonsten unverändert zum Projektionsbericht 23
 - Details zu dem EE-Ausbau nachfolgend vertieft
- KWKG
 - Keine Änderungen gegenüber Projektionsbericht 23
- Bundesförderung Effiziente Wärmenetze (BEW)
 - Finanzierung des Instruments nach 2027 noch nicht gesichert
 - Fördervolumen geringer als für die Ziele nötig
- Zubau Elektrolyseure gemäß Fortschreibung Wasserstoffstrategie
 - Exogen vorgegebener Zubau
- Kohleausstieg
 - Keine Änderungen gegenüber Projektionsbericht 23
- Flankierende Instrumente
 - Nicht quantifiziert

EE-Ausbau

■ Offshore Wind

- Ausbauziel nach Wind auf See Gesetz (30 GW) wird im Szenario mit 31,3 GW übertroffen
- 4,7 GW höher als im Projektionsbericht 23
- Aufgrund von wahrscheinlichen Verzögerungen bei der Netzanbindung¹ der Offshoreparks ist eine deutlich niedrigere nutzbare Leistung 2030 zu erwarten. Die Anbindung erfolgt mit 2 GW-Systemen. Pro verzögerter Anbindung wären damit jeweils 2 GW Offshoreleistung erst verspätet nutzbar.
- Zielerreichung wie im Szenario daher unwahrscheinlich, aber Auswirkungen auf kumulierte Emissionen bis 2030 gering, da Projekte betroffen die ursprünglich für Q3 2029 geplant waren.
- Risiko, dass bezuschlagte Windparks nicht errichtet werden, betrifft vor allem Zeitraum nach 2030

■ Onshore Wind

- Szenario liegt mit 94,5 GW im Jahr 2030 um 20 GW unter dem EEG-Ausbauziel
- 11,6 GW niedriger als im Projektionsbericht 23
- Sehr geringer Zubau in 2024 im Szenario mit lediglich 1,3 GW Nettozubau
- Von 2025 bis 2030 Nettozubau im Durchschnitt 2,2 GW/a niedriger als EEG-Zielpfad
- Keine Aufteilung von Bruttozubau & Rückbau angegeben
- Risiken, dass Ausbau noch geringer ausfällt als angenommen, sind gering

EE-Ausbau II

■ Photovoltaik

- Ausbauziel des EEG von 215 GW wird laut Szenario erreicht
- 13 GW höher als im Projektionsbericht 23
- EEG-Ziel für 2024 von 88 GW wird deutlich übertroffen
 - Ende 2023: 82,5 GW¹ (+14,9 GW zu 2022) ; 31.03.2024: 86,1 GW¹; >97GW bis Jahresende erwartbar
- Ab 2025 im Durchschnitt 19,6 GW Nettozubau nötig, nur moderate Steigerung gegenüber 2023
- Annahme im Szenario realistisch

■ Batteriespeicher

- Keine Daten in den Kernergebnissen Projektionsbericht 24 verfügbar
- Pfad in Projektionsbericht 23 MMS sehr niedrig – Annahme für 2025 bereits überschritten: 8,4 GW Stand April 2024 gegenüber 6,5 GW Szenario Annahme Ende 2025. Bei momentanem Zubau von ~3 GW wird im Jahr 2027 der angenommene Wert vom MMS für 2030 erreicht
- Pfad in Projektionsbericht 23 MWMS sehr hoch – installierte Leistung von 28 GW in 2025 unmöglich zu erreichen. Wert für 2030 (56 GW) mit kontinuierlicher Steigerung des momentanen Ausbautempos um 1 GW pro Jahr erreichbar.

EE-Erzeugung

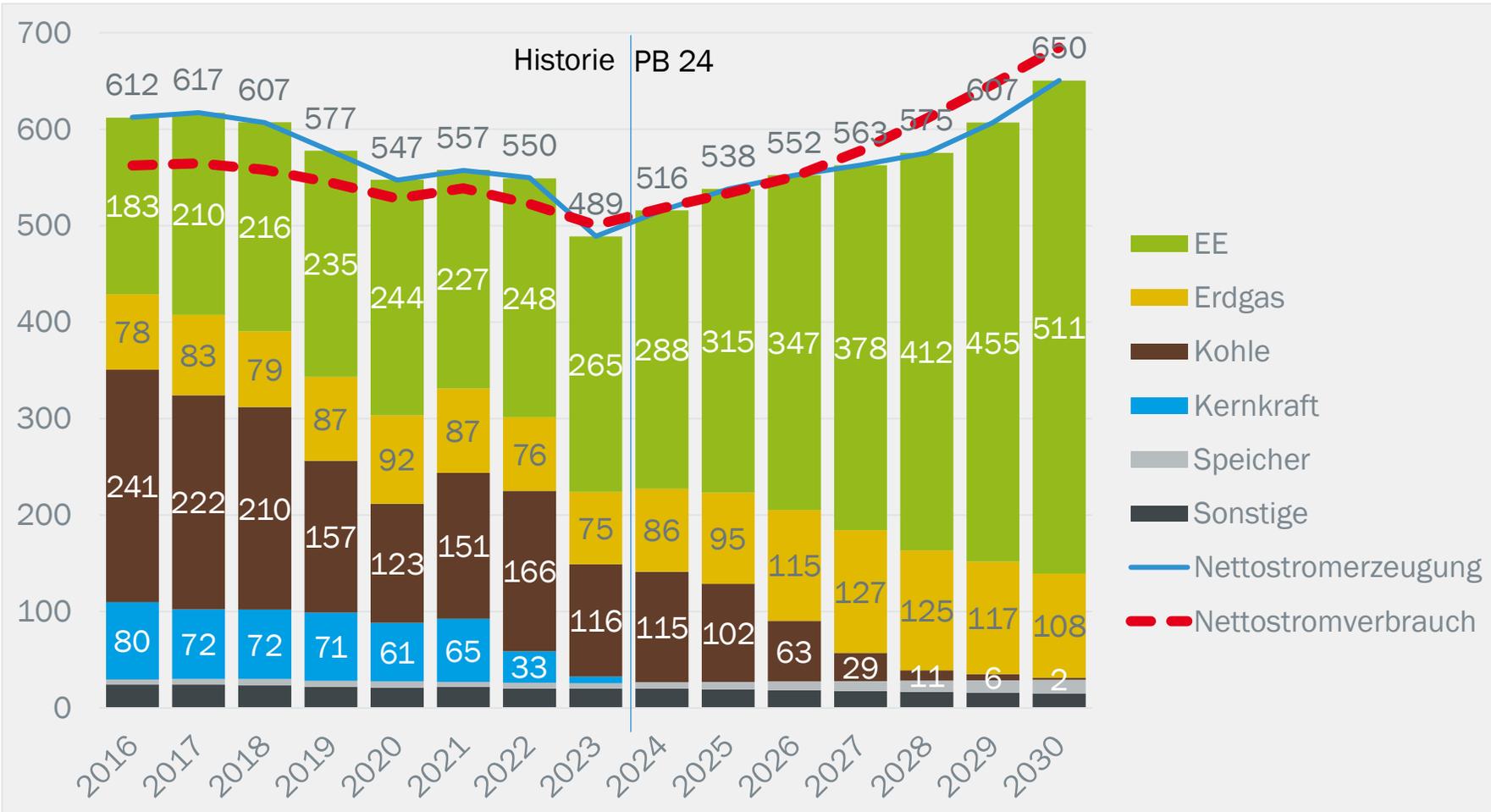
- Keine Aufschlüsselung der EE-Erzeugung nach Technologien in den Kernindikatoren vom Projektionsbericht 24 – daher nur Vergleich Gesamterzeugung möglich

EE-Erzeugung gesamt in TWh (Netto)	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
PB 24 MMS	289	315	347	378	412	455	511
PB 23 MWMS	289	321	364	406	448	497	558
PB 23 MMS	288	319	362	404	445	492	548

- Angegebene Erzeugung ist bereits abzüglich Netz- und Systembedingter Abregelung. Höhe der Abregelung ist im Projektionsbericht 23 nicht angegeben. Differenz Erzeugung zwischen Projektionsbericht 23 MMS und Projektionsbericht 23 MWMS durch höhere Abregelung im MMS bei identischer installierter Leistung in beiden Szenarien.
- 36 TWh Differenz in 2030 zwischen Projektionsbericht 24 MMS und Projektionsbericht 23 MMS nicht alleinig durch Änderungen des EE-Ausbaupfades erklärbar. Niedrigere Vollaststunden, höhere Abregelung und geringere Erzeugung anderer Erneuerbarer als Ursache, aber mit vorliegenden Daten nicht näher bestimmbar
- Annahmen zur Flexibilisierung des Verbrauchs sowie des Systemdienlichen Einsatzes von (Heim-)Batteriespeichern im Projektionsbericht 23 nicht detailliert ausgeführt und nicht mit Instrumenten unterlegt.

Stromerzeugung

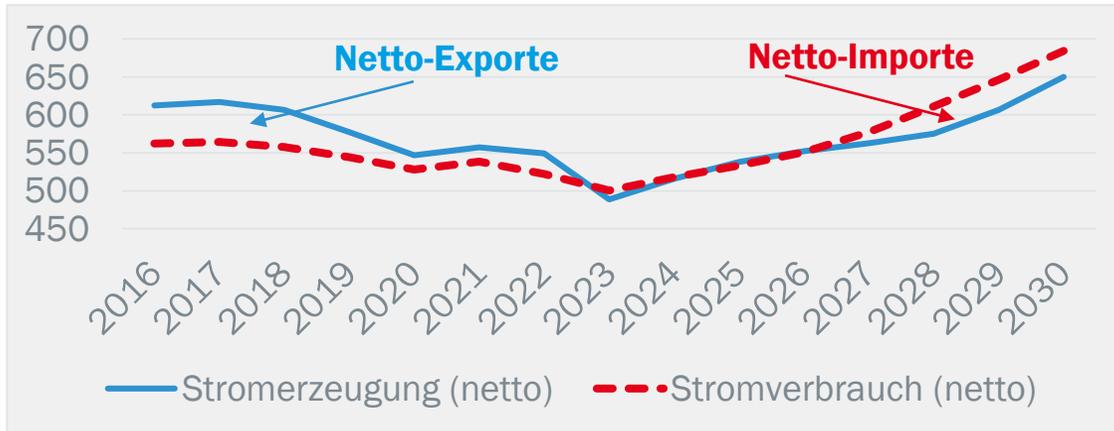
Nettostromerzeugung [TWh]



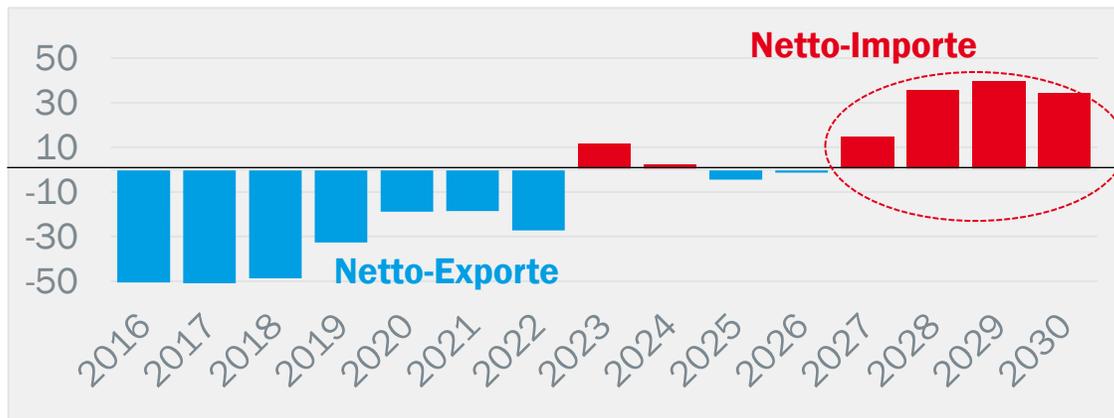
- Nettostromverbrauch ab 2023 ansteigend
- Stromverbrauch 2030: 685 TWh (netto) bzw. 705 TWh (brutto) → keine weiteren Informationen zur Zusammensetzung des Stromverbrauchs in der Dokumentation.
- Ab 2026/2027 starker Rückgang der Kohleverstromung aufgrund der unterstellten Brennstoff- und ETS-Preise.
- Bis 2027 Hochlaufen der Gasstromerzeugung, danach Rückgang aufgrund stärkerer Importe (siehe nächste Folie) und EE-Erzeugung.

2028-2030: rund 100 TWh Stromimporte

Erzeugung, Verbrauch [TWh]



Importsaldo [TWh]

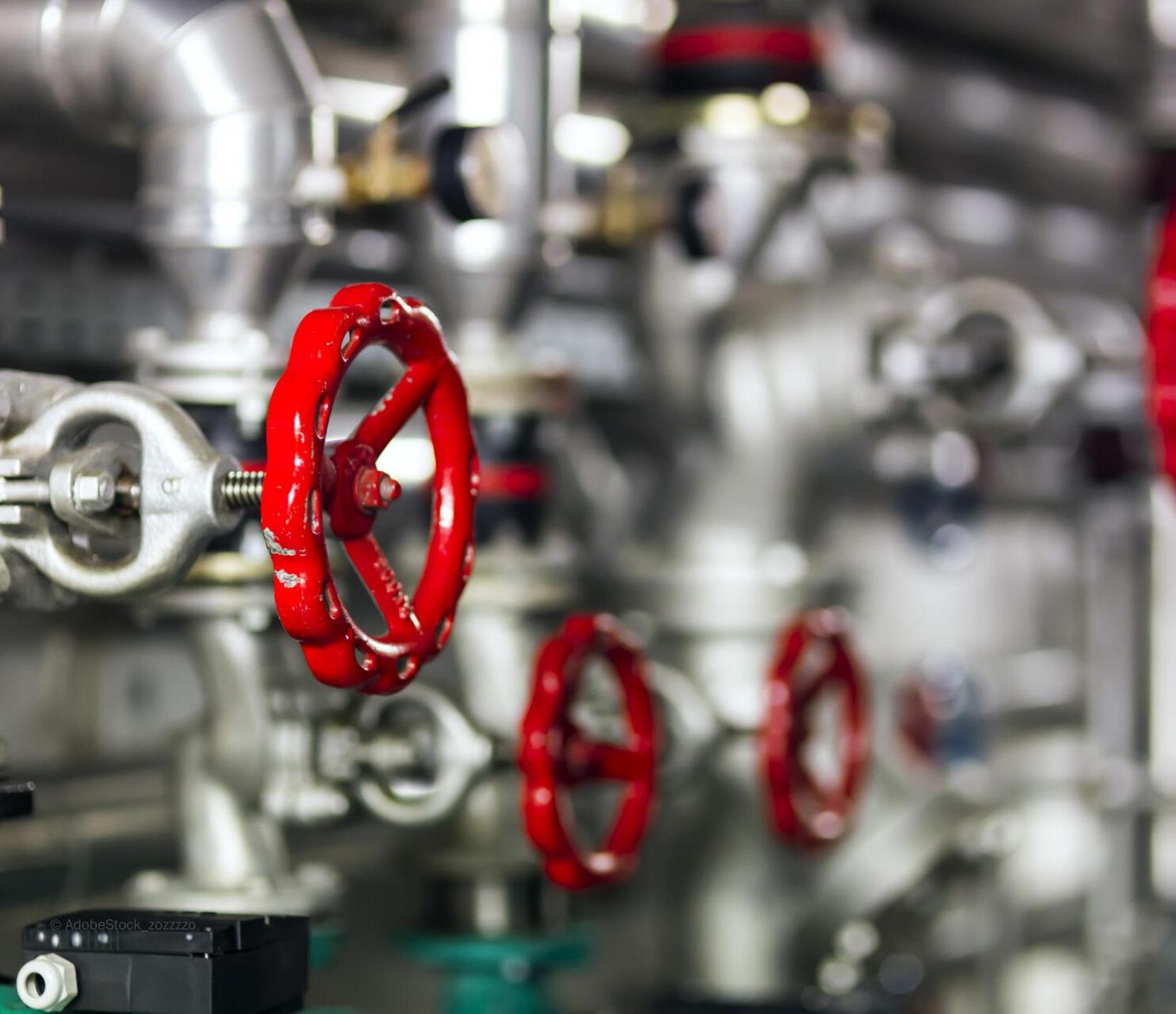


Eigene Berechnungen von Prognos auf Basis der vorliegenden Kernindikatoren.

- In den Kernergebnissen zum Projektionsbericht 24 liegen keine Informationen zu Importen und Exporten von Strom ins Ausland vor.
- Hohe Importe aus dem Ausland sind mit dem Risiko verbunden, dass sich die Rahmenbedingungen im Ausland verändern können (weniger EE-Zubau im Ausland als geplant, höhere Stromnachfrage, ungeplante Nichtverfügbarkeiten der Kraftwerke –z.B. in Frankreich, hier hohes Klumpenrisiko). Folge: die Stromnachfrage muss durch inländische Kraftwerke bedient werden → höhere THG-Emissionen.
- Im Projektionsbericht 2024 ist bis zum Jahr 2027 die Import-Exportbilanz weitgehend ausgeglichen. In den Jahren 2028 bis 2030 erfolgt ein starker Anstieg der Nettoimporte auf etwa 35 bis 40 TWh pro Jahr. Kumuliert entspricht dieses rund 100 - 110 TWh für die drei Jahre.
- Ursache ist nicht, dass nicht genügend Kraftwerkskapazität in Deutschland zur Verfügung steht, sondern weil im Ausland günstiger (d.h. zu niedrigeren Grenzkosten) der Strom bereitgestellt werden kann – z.B. weil einzelne elektrische Nachbarländer auf Stundenebene deutlich mehr Strom durch erneuerbare Energien und Kernkraft bereitstellen als zur Deckung der nationalen Stromnachfrage notwendig ist.
- Würde die Stromnachfrage durch Gaskraftwerke im Inland bereitgestellt werden müssen, führte dies zu substanziellen Mehrmissionen.

Fernwärme

- Gemäß Projektionsbericht 2024 steigt die erneuerbare Fernwärmeerzeugung von 12 TWh (2024) auf 44 TWh bis 2030
 - Starker Anstieg bei Großwärmepumpen (+17 TWh), Elektrokesseln (+8 TWh) und Solarthermie (+3 TWh)
 - Von den technischen Potenzialen und der Marktverfügbarkeit ist ein Ausbau in dem Tempo prinzipiell möglich, sofern genügend Projekte wirtschaftlich sind.
 - Marktgetrieben (ohne Förderung) ist kaum ein Ausbau der EE-Fernwärmeerzeugung zu erwarten, da im Regelfall die Investitionen im Zeitraum bis 2030 nicht wirtschaftlich sind.
- Das zentrale Förderprogramm für den Ausbau und die Dekarbonisierung der Fernwärmeerzeugung ist die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW). Alle wesentlichen Komponenten (Planung, Ausbau und Umbau der Wärmenetze, Wärmespeicher und alle EE-Wärmeerzeugungstechnologien werden von der BEW adressiert).
 - Für die nächsten zwei Jahre stehen Mittel in Höhe 0,75 Mrd. Euro bzw. 1,0 Mrd. Euro zur Verfügung.
 - Für den im Projektionsbericht 2024 skizzierte Ausbaupfad reichen die bisher in der BEW eingestellten Summen nicht aus. Notwendig wären im angenommenen Marktumfeld zwischen 2 bis 3 Milliarden Euro jährliche Förderung im Zeitraum ab etwa 2027 bis 2030 und die folgenden Jahre.



Industrie

Gesamtbewertung Industriesektor

- Komponenten-Vergleich bis 2030
 - Produktionsmengen: Sind im Projektionsbericht 2024 eher hoch angesetzt beziehungsweise steigend
 - Instrumente: möglicherweise überschätzt
 - EU-ETS: bei niedrigerem Preisfad aufgrund aktuell tiefer Preise weniger
 - Restliche Instrumente (EEW, Dekarb Ind, Ökodesign): weniger anhand anderer Wirkungsfortschreibung
 - Effizienz: nicht ausreichend isolierbar
 - Substitution
 - Strom: vergleichbare Elektrifizierung
 - In Projektionsbericht 24 stärkerer Einsatz von EE (aufgrund stärker wirkender Instrumente)
 - Produktionsmengen und Instrumentenwirkung kompensieren sich teilweise (bzw. bedingen sich)
 - **Robustheit des Projektionsbericht 2024 methodisch gegeben, annahmeseitig eher optimistisch einzuschätzen**
- Empfehlungen
 - Projizierte Instrumentenwirkungen sollten weitestgehend auf Evaluationen gleicher oder ähnlich strukturierter Förderinstrumente basieren.
 - Für die Produktionsmengen von energieintensiven Gütern sind lange Reihen zu bevorzugen, welche die konjunkturellen Effekte nivellieren, und idealerweise internationale Handelsströme berücksichtigen. Gleichwohl müssen kurzfristige Abweichungen vom langfristigen Mittel begründet sein.
 - Der Zertifikatspreise (EU-ETS) muss als zentrale Stellgröße bekannt und nachvollziehbar sein. Es fehlt eine Modellierung des ETS-Preispfades unter Berücksichtigung der europäischen Produktion/Emissionen im EU-ETS und der Regulatorik (Marktstabilitätsreserve, freie Zuteilungen, Aufnahme weiterer Emittenten, Übergang zu ETS2).

Annahmen und Entwicklungen

▪ Produktion

- Die Rückgänge 2023 sind abgebildet; bis 2028 steigt die Produktion um ca. 1%/a auf Niveau von 2015 → Annahme oder Modellierungs-Ergebnis?
- Bei Baukonjunktur wird Trendumkehr erst 2025 erwartet[#]. Restliche Produktion zieht durch niedrige CO₂-/Energiepreise aktuell wieder an.[§]
- Sensitivität mit ~10% geringeren Produktionsmengen zeigt großen Effekt bis 2030.
- Langfristig konstante/wachsende Produktionsmengen → keine Entwicklungen in Ressourcen-/Materialeffizienz oder auch strukturelle Verlagerungen (mehr Holzbau, weniger inländische Ammoniakproduktion etc.) angenommen?
→ Für nahezu alle energieintensiven Güter gehen wir von sinkenden Produktionsmengen aus, u. a. durch Energie-/CO₂-Preise und aufgrund Trends.

▪ CO₂-Preise

- Erhebliche Minderungswirkungen im Rahmen des EU-EHS (18 Mt CO₂eq Minderung im Jahr 2030).
- Bei Abweichungen vom angenommenen Preispfad sind deutliche Effekte zu erwarten, insbesondere eine tendenziell spätere Anlagenumstellung auf grüne Technologien.
- Verglichen mit Projektionsbericht 23 (MMS) 2023–2030 bereits niedrigerer Preispfad, trotzdem im Vergleich zu kurzfristiger Entwicklung am aktuellen Rand eher hoch (Stand April 2024 ggü. Herbst 2023).

▪ Weitere Preise/Kosten

- Massive Änderungen der Differenzkosten von H₂-DRI vs. BF/BOF zu Projektionsbericht 23 sind (allein) durch den CO₂-Preispfad nicht zu erklären.
- Differenzkosten bei Glas durch weitere Differenzierung nicht vergleichbar.

▪ Energieverbrauch

- Die **Elektrifizierungsraten** erscheinen plausibel, ebenso die Größenordnung an der **Nutzung fossiler Energieträger** (Kohlen, Mineralöle, Gase).
- Hoher **Stromverbrauch** im Szenario (bis 2030 > als T45-Strom; langfristig niedriger, aber noch immer relativ hoch mit 280 TWh vermutlich aufgrund steigender Elektrifizierung der Prozesswärme).
- Berücksichtigung von entstehenden Verbrauchern, insb. Batteriezellenproduktion und -recycling?
- Die **Effizienz** erscheint eher gering → EEV in PB 24 steigt langfristig ggü. heute an (interferiert jedoch mit steigender Produktionsmenge!).
- Bei **Stahl** ist ein Vergleich mit den Projektplänen möglich. Demgegenüber ist die H₂-Nutzung etwas schneller und höher* und langfristig eher hoch.
- Wenig H₂ wird als chemischer Rohstoff für MeOH und NH₃ eingesetzt (und überhaupt nicht für Ethylen, in PB 23 allerdings schon mit 0,5 Mt 2040).
- Keine Angaben zu **CO₂-Abscheidung** (PB 23 langfristig knapp 10 Mt) → große Dynamik, erscheint hinsichtlich ETS eher als Untergrenze.

Instrumente im Sektor (1/2)

- Die Instrumente sind größtenteils unverändert ggü. Projektionsbericht 2023. Neuerungen (Förderrichtlinien, Preispfade, Budget) wurden berücksichtigt.
- **Emissionshandel** (Einsparwirkung 18 Mt CO₂eq bis 2030)
 - Der EU-EHS gilt als **wichtigstes Instrument für die energieintensive Industrie** (und die Energiewirtschaft) mit erheblichen Minderungswirkungen.
 - Wie bereits bei den Rahmendaten angeführt liegt dieser im Projektionsbericht 24 am aktuellen Rand signifikant höher. Derzeit sind jedoch **deutliche Rückgänge des EUA-Preises** in Folge der Energiekrise zu beobachten. Eine Steigerung (gemäß Verschärfung im Vorjahr) ist kurz- bis mittelfristig wieder zu erwarten. Zwischen 2025 und 2030 wird „alter“ Preisfad erreicht und langfristig leicht überschritten.
 - CO₂-Vermeidungskosten für THG-arme Technologien in den energieintensivsten Branchen starten um die 100 €/t CO₂.** Ein verspätetes Erreichen diese Preisniveaus verschiebt die notwendige Transformation der Industrieanlagen auf Grüne Technologien entsprechend.
- **EEW** (Einsparwirkung 12 Mt CO₂eq bis 2030)
 - Die Bundesförderung für Energie- und Ressourceneffizienz in der Wirtschaft (EEW) ist das **wichtigste Breitenförderprogramm**. Dessen Richtlinie wurde am 1.5.23 erweitert um Tiefengeothermie und Transformationspläne sowie vereinfacht hinsichtlich der Förderung von Elektrifizierung, KMU, und Wärmedämmung. Ob diese Neuerungen im Projektionsbericht 24 berücksichtigt sind, ist unklar.
 - Die EEW-Evaluation* kommt auf ca. **3,7 Mt in den Jahren 2019–2022 (~0,9 Mt/a)** und würde bei gleichbleibender Intensität bis 2030 deutlich niedrigere THG-Einsparwirkung zeigen als im Projektionsbericht 24 antizipiert.
- **Ökodesign-Richtlinie** (Einsparwirkung 4 Mt CO₂eq bis 2030)
 - Diese regulatorische Maßnahme zielt auf die Ausweitung von Mindeststandards für gewisse Produktgruppen. Für die Industrie sind dabei besonders **Querschnittstechnologien** (QT) relevant. QT sind **überwiegend strombetrieben**. Eine signifikante THG-Einsparung im Industriesektor ist darum aus unserer Sicht nicht zu erwarten (sehr deutlich unter 4 Mt bis 2030). Dies gilt, sofern Ressourcen- und Materialeffizienz keine signifikante Wirkung zeigen (insbes. da diese auch im EEW gefördert werden) und auch die Wirkung im Feld der sog. „energieverbrauchsrelevanten Produkte“ gering ist.

Instrumente im Sektor (2/2)

- **Dekarbonisierung in der Industrie** (Einsparwirkung 4 Mt CO₂eq bis 2030)
 - Das Programm wird im Projektionsbericht 24 aufgeteilt in „Allgemein“ mit einem jährlichen Budget von ca. 1,2 Mrd. € und in „CCS/CCU“ mit einem jährlichen Budget von 300 Mio. €.
 - Das Programm wurde kürzlich in die BIK (**Bundesförderung Industrie Klimaschutz**) überführt*, wobei die exakte Ausgestaltung noch vorbehaltlich der Konsolidierung für das Haushaltsgesetz 2025 ist. Die derzeitige*** Budgetierung 2024–2030 liegt im Mittel bei **ca. 300 Mio. €/a** für Modul 1 (Dekarb Ind) und bei **ca. 70 Mio. €/a** für Modul 2 (CCS/CCU) bei einem Gesamtbudget von 2,5 Mrd. € (→ grob **25% der Projektionsbericht 24-Annahmen**). EU-Kommission genehmigte Programmvorschlag mit insg. 2,2 Mrd. €.
 - Ziel der BIK sind THG-Einsparungen von 40 Mt CO₂eq bis 2045 (linearisiert grob 1,8 Mt/a, aber: verzögerter Wirkeintritt).
 - Hohe **Unsicherheit bei der Projektion der Wirkung** aufgrund weniger, aber dafür z. T. großer Fördervorhaben. Zudem starke Verzögerung beim Wirkungseintritt aufgrund langer Vorlaufzeiten (Genehmigung, Planung, Bau, produktiver Einsatz) von mehreren Jahren möglich.**
- **Klimaschutzverträge** (Einsparwirkung 3 Mt CO₂eq bis 2030)
 - Das neue Förderprogramm startete im März 2024. Ziel ist eine (kumulierte?) **Einsparung von 350 Mt bis 2045** (linear ~15 Mt/a).
 - Eine Aussage zur Wirkung kann aufgrund fehlender vergleichbarer Förderprogramme nicht getroffen werden.
- **IPCEI H2** (Einsparwirkung 3 Mt CO₂eq bis 2030)
 - Die meisten der IPCEI-HE-Projekte in Deutschland nehmen sich der H2-Netze bzw. der H2-Produktion an und haben damit eine indirekte Wirkung bzw. ermöglichen die Umstellung der Produktion auf H2. Direkte **produktionsrelevante IPCEI-Projekte** finden sich überwiegend bei der **Stahlherstellung** und der **Grundstoffchemie/Mineralölverarbeitung**.

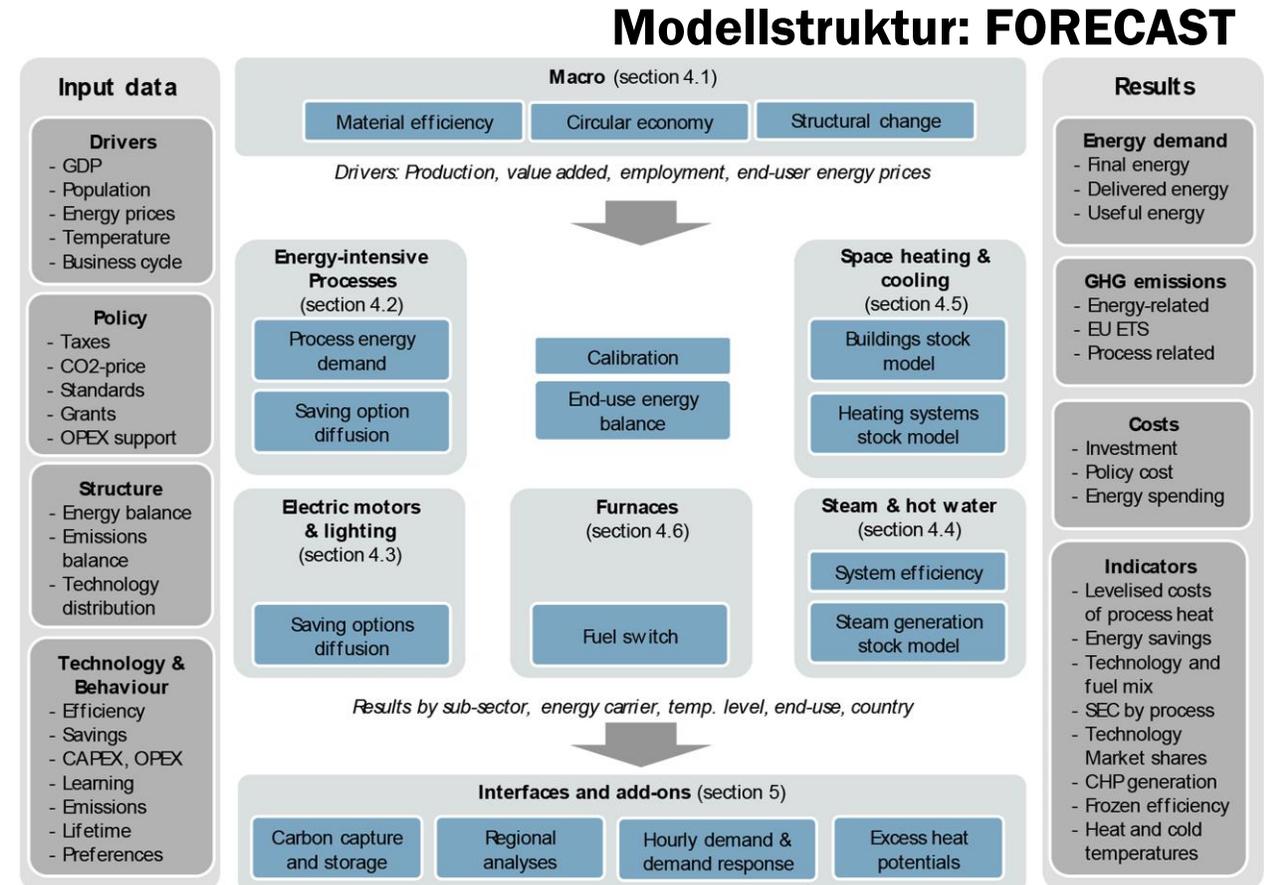
* <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2024/04/20240410-dekarbonisierung-fuer-den-industriellen-mittelstand.html>

** Prognos hat 2023 für das BMWK und z.u.g. ein Evaluationskonzept erstellt und dafür bereits die ersten beiden Förderjahre 2021 und 2022 betrachtet. Das Evaluationskonzept ist nicht veröffentlicht.

*** in Rücksprache mit Hr. Dünwald (Koordination Projektförderung beim KEI als Träger des BIK), 3.5.24

Plausibilität der verwendeten Methodik

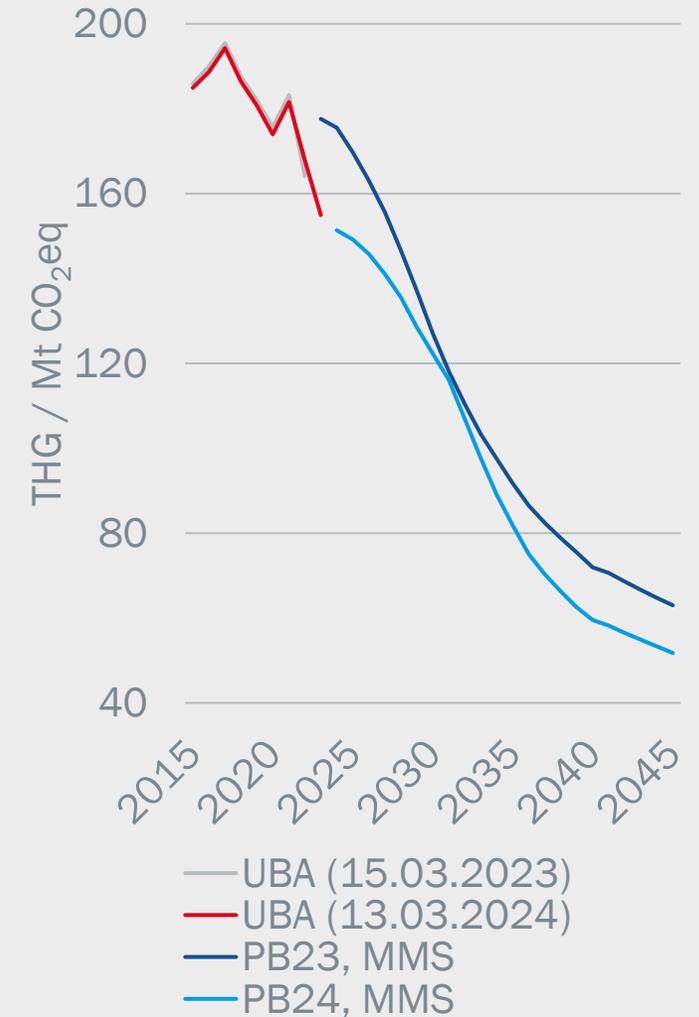
- Für den Projektionsbericht 2024 liegen keine Detailinformationen vor.
- In der Vergangenheit liegen Annahmen und Modellierung u. E. in hoher Qualität (FORECAST-Modell*) vor:
 - Energie-/THG-intensive Prozesse detailliert abgebildet, sonstige teils (auch je nach Datenverfügbarkeit) aggregiert/pauschal
 - Unterscheidet Verwendungszwecke und Energieträger
 - Funktionsweise nicht überall transparent, größtenteils aber nachvollziehbar
 - Teils komplexe Wahl an (Kern-)Indikatoren und unvollständige Darstellung, was die Vergleichbarkeit und Nachvollziehbarkeit erschwert (bspw. Ressourcen-/Materialeffizienz in Projektionsbericht 24 nicht erwähnt, im Modell auf Makro-Ebene angeführt oder Produktionsmengen von ausgewählten Alternativen angegeben, aber viele nicht)
- Transparenz und Datenverfügbarkeit könnten verbessert werden, Angabe von konkreten zentralen (Kern-) Indikatoren; was sind Setzungen/Inputs und was sind Outputs und wie sind diese verknüpft?



t: tonnes, CAPEX: capital expenditures, OPEX: operating expenditures, ETS: Emissions Trading Scheme

THG-Emissionen des Industriesektors

- Die historischen Werte sind aktuell (Anfang 2024) einige Megatonnen unter der letzten Statistik (Anfang 2023).
- Der Projektionsbericht 24 unterscheidet sich deutlich vom Projektionsbericht 23. Die Differenz ist im Jahr 2024 mit 24 Mt noch erheblich, schrumpft Anfang der 2030er auf nurmehr 2 Mt und steigt bis zum Jahr 2045 wieder auf 11 Mt.





© iStock-Lalocracio.jpg

Verkehr

Auswirkungen der Rahmendaten

Rahmendaten: Einfluss auf die THG-Emissionen im Verkehr begrenzt einschätzbar.

- Der genaue Einfluss von **BIP und Bevölkerung** auf die Verkehrsentwicklung ist **unklar**.
- Die angenommenen **Preisentwicklungen für konventioneller Kraftstoffe** sind plausibel. Es lassen sich aktuell eher Argumente für höhere Kraftstoffpreis-Projektionen finden als im Projektionsbericht 2024 angenommen.
- **Tiefe Kraftstoffpreise** führen tendenziell zu einer erhöhten Verkehrsnachfrage sowie einer Steigerung der Attraktivität von **konventionellen Fahrzeugen**. Damit wären bei höheren Kraftstoffpreisen auch niedrigere Emissionen im Verkehr möglich.
- Die zugrunde gelegten **Ladestrompreise** für Elektrofahrzeuge gehen aus dem Daten nicht hervor.
- Insgesamt können die genauen Wirkketten und Interaktionen zwischen den Rahmendaten und der Verkehrsnachfrage sowie der Flottenentwicklung **nur begrenzt nachvollzogen werden**.

Annahmen und Entwicklungen

Verkehrsleistung und Fahrleistung

- Die Entwicklung der Verkehrsleistung (für Personen- wie auch Güterverkehr) beruht wahrscheinlich auf dem **MKS-REF-2050-Szenario*** (Vermutung basierend auf Vergleich mit Projektionsbericht 2023).
- Die Entwicklung der **Personenverkehrsleistung** scheint **plausibel und robust** zu sein (hier generell geringe Bandbreite zwischen verschiedenen Szenarien). Das Durchschnittsalter von Pkw ist in den vergangenen 20 Jahren um 2,5 Jahre gestiegen, die im Verhältnis zum Bestand tendenziell abnehmenden Neuzulassungen im Projektionsbericht setzen diesen Trend fort.
- Bezüglich der **Güterverkehrsleistung** stellt der Projektionsbericht eine von vielen plausiblen Entwicklungen dar. Insbesondere **nach 2030 ist die Unsicherheit jedoch recht groß**, so erwartet bspw. die gleitende **Langfrist-Verkehrsprognose des BMDV** im Jahr 2046 eine um 16 % höhere Verkehrsleistung als im Projektionsbericht 2024**. Somit liegen auch die THG-Emissionen im Projektionsbericht bezüglich dieses Indikators eher am unteren Rand.
- Die Fahrleistung des **Straßengüterverkehrs** (SNF und LNF) **steigt** im Projektionsbericht schneller an als die entsprechende **Güterverkehrsleistung**. **Somit sinkt die durchschnittliche Beladung** über die Zeit. Dies würde eine **Trendumkehr darstellen**, da **in den vergangenen Jahrzehnten ein Sinken der durchschnittlichen Beladung nicht beobachtet wurde**. Diese Trendumkehr erachten wir aufgrund der Veränderung der Güterstruktur als möglich. Nichtsdestotrotz handelt es sich hierbei im Gegensatz zu dem gesamten Niveau der Verkehrsleistung um eine konservative Annahme, die die **Güterverkehrsemissionen im MMS-Szenario durch eine geringere Effizienz eher erhöht**.

* Das Szenario wurde im Rahmen der Wissenschaftlichen Beratung und Begleitung des BMDV zur Weiterentwicklung der Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie im Auftrag des BMDV entwickelt. Zugang: <https://publica.fraunhofer.de/entities/publication/762c3beb-027a-4e05-9576-d30eeb4389b9/details>

** Gleitende Langfrist-Verkehrsprognose 2021-2022, Stand vom 01.03.2023, https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Anlage/K/prognose-berichtgleitende-langfrist-verkehrsprognose.pdf?__blob=publicationFile

Instrumente im Verkehrssektor

Die wichtigsten fünf Instrumente laut Projektionsbericht 2024

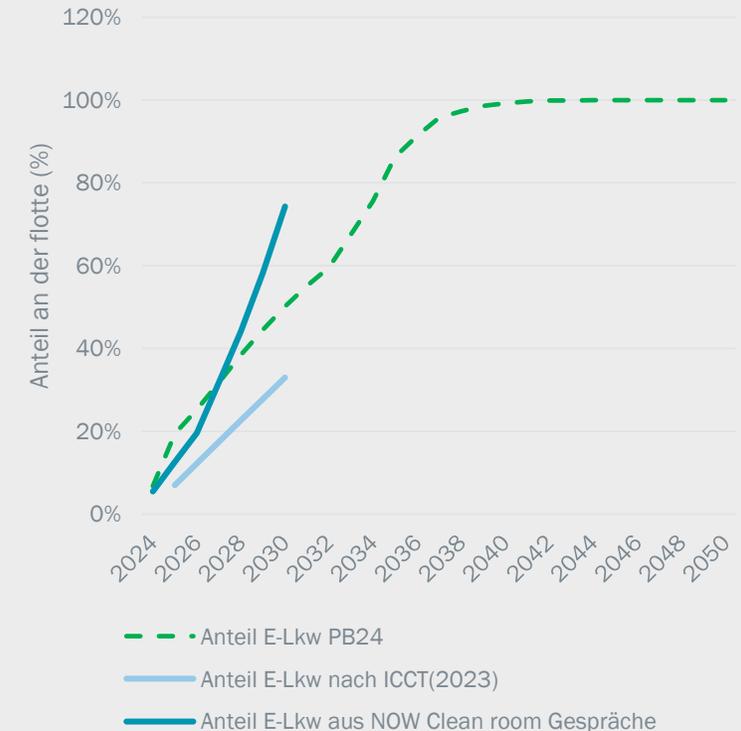
- CO₂-Emissionsstandards für Pkw und LNF
 - CO₂-Emissionsstandards für schwere Nutzfahrzeuge
 - CO₂-Differenzierung der Lkw-Maut und Erweiterung der Maut auf Lkw mit mehr als 3,5 t technisch zulässiger Gesamtmasse
 - THG-Quote/RED
 - CO₂-Bepreisung für die Sektoren Verkehr und Wärme (BEHG) - sektorübergreifend
-
- Laut Projektionsbericht 2023 (MWMS) sind die genannten Instrumente für 89% der THG-Minderung im Jahr 2030 ggü. einem Referenzszenario verantwortlich.
 - Die Ausgestaltung dieser Instrumente entspricht dem **aktuellen Umsetzungsstand außer** bei den **CO₂-Emissionsstandards für schwere Nutzfahrzeuge**, welche **seither verschärft** wurden (-45 % in 2030 statt 30% ggü. der Emissionsreferenz Juli 2019- Juli 2020).
 - Somit sind die **fünf Instrumente**, denen der Projektionsbericht den Großteil der THG-Minderung zuweist, **nicht direkt vom KTF-Urteil betroffen**. Allerdings sollte die (zumindest kurzfristige) **psychologische und ökonomische Wirkung des Wegfalls von Kaufprämien nicht unterschätzt** werden. Diese könnte dazu führen, dass die den genannten Instrumenten **zugeordnete THG-Minderung nicht vollständig realisiert** werden kann.

Instrumentenwirkung

(1/2)

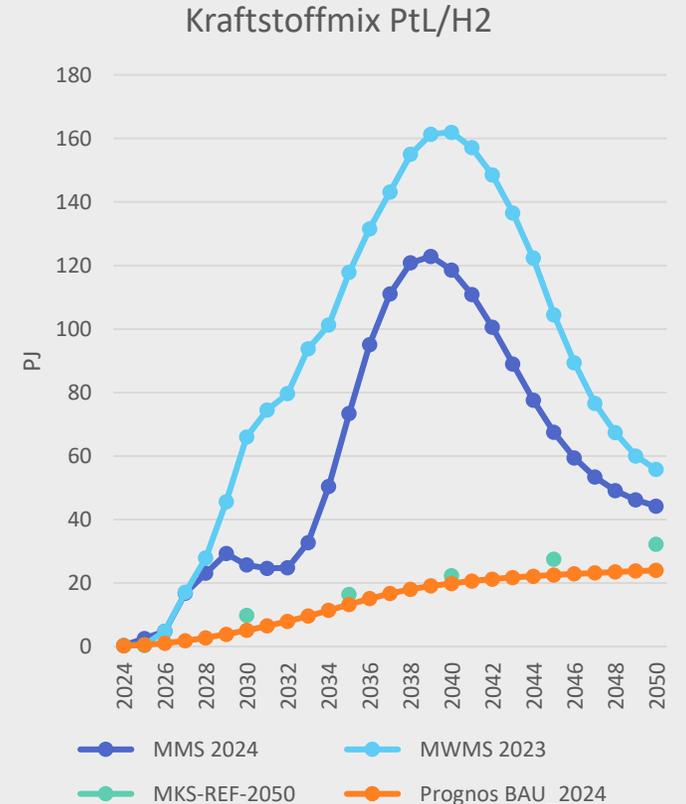
Wirkung der CO₂-Emissionsstandards und der CO₂-Differenzierung der Lkw-Maut zur Elektrifizierung

- Die **Neuzulassungszahlen von E-Pkw** folgen den CO₂-Emissionsstandards und erscheinen daher **plausibel**.
- Der Projektionsbericht prognostiziert zusätzlich **hohe Neuzulassungszahlen** und damit auch hohe elektrische Fahrleistungen **von E-Lkw**:
 - 16.900, d. h. 19% der Lkw-Neuzulassungen im Jahr 2025
 - 47.300, d. h. 50% der Lkw-Neuzulassungen im Jahr 2030
- **Kurzfristig erscheint die Elektrifizierungsrate sehr ambitioniert**:
 - Im Jahr 2023 wurden ca. 2.100 E-Lkw neu zugelassen. Somit prognostiziert der Projektionsbericht eine **Verachtfachung der Neuzulassungen innerhalb von zwei Jahren**.
 - Auch nach den Planungen der Hersteller verläuft der Anstieg der Neuzulassungen zunächst langsamer (NOW, 2023).
- **Langfristig (bis 2030) ist die Elektrifizierungsrate optimistisch, aber denkbar**
 - Die **Neuzulassungsanteile bedeuten eine deutliche Überschreitung der novellierten CO₂-Reduktionsvorgaben der europäischen Flottengrenzwerte** von 45% in 2030 (entspricht ca. 30 % Nullemissions-Lkw). Bei Pkw wurden deutliche Übererfüllungen der Zielwerte bislang nicht beobachtet.
 - Die CO₂-abhängige Lkw-Maut hat die Wirtschaftlichkeit von E-Lkw deutlich verbessert. Der abrupte Wegfall der Förderung verursacht derzeit jedoch Unsicherheit bei den Lkw-Betreibern.
 - Aus dem Projektionsbericht geht nicht hervor, **inwiefern potenzielle Begrenzungen durch die Verfügbarkeit von Ladeinfrastruktur** berücksichtigt wurden, was ein wichtiger Begrenzungsfaktor wäre.



THG-Quote und CO₂-Standards: Strom-, Wasserstoff- und PtL-Verbrauch

- Aus der sehr hohen Elektrifizierungsquote von Lkw folgt im Projektionsbericht ein **hoher Strombedarf** des Verkehrssektors z.B. liegt das Niveau des MMS 24 mit **306 PJ in 2030 nah am H₂-Szenario der Langfristszenarien*** mit 302 PJ, **welches aber ein Klimaszenario ist.** Es wird vermutet, dass der hohe Stromverbrauch an der e-Pkw/LNF- und e-Lkw-Flotte liegt. Die e-Busflotte ist in dieser Hinsicht nicht relevant, da die Busse nur 0,5 % der FL** ausmachen.
- Die Biokraftstoffmenge folgen vermutlich den Vorgaben der THG-Quote, aber da der **Kraftstoffverbrauch pro Verkehrsträger nicht angegeben** wird, kann dies nicht überprüft werden.
- **Wasserstoff- und PtL-Bedarf** werden im Projektionsbericht **nur gemeinsam ausgewiesen**, was die **Analyse erschwert**.
- Der **starke Anstieg des H₂-/PtL-Verbrauchs von 2033 bis 2039** und der anschließende schnelle Rückgang gehen **vermutlich auf die Nutzung von Wasserstoff als „Brückentechnologie“** im Schwerverkehr zurück (vgl. Projektionsbericht t 2023). Es erscheint eher unplausibel, dass eine komplett neue Technologie eingeführt und die zugehörige Infrastruktur im großen Maßstab nur für etwas mehr als zehn Jahre errichtet wird.
- Möglicherweise würde ohne den hohen Stromverbrauch und die hohe Menge Wasserstoff/PtL die THG-Quote in 2030 nicht erfüllt.



Plausibilität der verwendeten Methodik

Solides Verkehrsmodell, aber keine Dokumentation der Wirkungskette verfügbar.

- Das TEMPS-Modell beruht auf einem **Neuzulassungsmodell*** (Berücksichtigung von CO₂-Zielwerten für Neufahrzeuge, Anschaffungspreisen von Fahrzeugen, Energie- und CO₂-Preisen) und einem **Antriebswahlmodell**, das im Wesentlichen auf den **Nutzerkosten** (TCO) basiert.
- **Offene Fragen** zur Methodik:
 - **Welche exogenen Quellen, welche Annahmen und welche Wirkungskette** wurden für die Ableitung der relevanten Parameter des Verkehrssektors im Detail verwendet?
 - Inwiefern wurden **Plausibilitätsgrenzen**, z.B. bzgl. Infrastrukturausbau und Kapazität ggü. reinen TCO-Analysen berücksichtigt?
- Die THG-Emissionen wurden an der offiziellen THG-Berichterstattung für die letzten Berichtsjahre kalibriert und entsprechend ist **das Modell hinsichtlich der Ausgangssituation auf dem aktuellen Stand**.

THG-Emissionen des Verkehrssektors

Robustheit des Sektorergebnisses

- Der Projektionsbericht prognostiziert THG-Emissionen des Verkehrs in Höhe von 111 Mt CO₂eq im Jahr 2030 und 15 Mt. CO₂eq im Jahr 2045. Dies entspricht einer Minderung von 24% (2030) bzw. 90% (2045) gegenüber dem Jahr 2023.
- Die kumulierte **Lücke zum KSG-Zielpfad** beträgt von 2024 bis 2030 lt. Projektionsbericht **180 Mt CO₂eq.**
- **Die resultierenden THG-Emissionen werden im Wesentlichen als plausibel erachtet.**
- Die vorhergesagten Neuzulassungszahlen von **elektrischen Lkw** und entsprechend die elektrische Lkw-Fahrleistung erscheinen sehr ambitioniert. Unter der nach Einschätzung der Gutachter realistischen Annahme, dass (wie bislang bei Pkw) keine signifikante Übererfüllung der Flottengrenzwerte stattfindet, würden deutlich höhere THG-Emissionen aus dem Straßengüterverkehr resultieren.
- Die im Projektionsbericht modellierte nur temporäre Nutzung größerer Mengen von **Wasserstoff in Lkw (Brückentechnologie?)** wirkt fraglich, dieser Punkt stellt auch eine Unsicherheit für die resultierenden THG-Emissionen dar.

- Die vom Projektionsbericht 2024 **erwartete Zielverfehlung bis 2030 ist entsprechend sicher.**



Gebäude

Auswirkungen der Rahmendaten

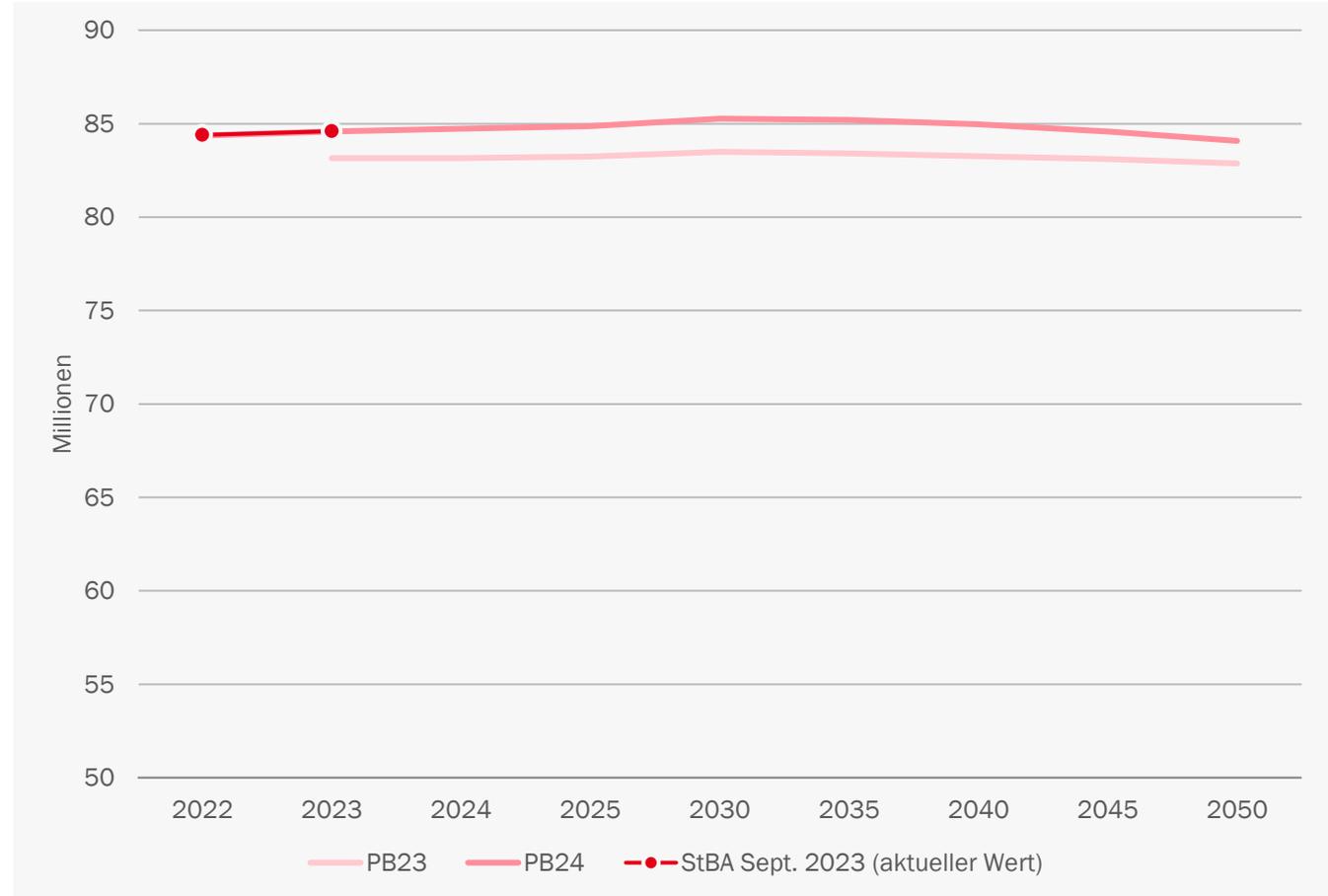
Bevölkerung – höheres Niveau als im Projektionsbericht 23 – weitgehend identische Entwicklung

- Von den publizierten Rahmendaten ist die unterstellte Entwicklung der Bevölkerung von direkter Relevanz für den Gebäudesektor. Im Projektionsbericht 24 wird die vom statistischen Bundesamt publizierte Anzahl für das Jahr 2023 anhand einer mittleren Variante der aktuellen 15. Bevölkerungsvorausberechnung fortgeschrieben.
- Es werden außerdem Sensitivitäten für eine höhere und eine tiefere Bevölkerung gerechnet (+/-1% im Jahr 2030). Die Gesamt-THG verändern sich gemäß den Sensitivitäten in etwa proportional zur Bevölkerung. Die Ergebnisse der Sensitivitäten werden nicht nach Sektoren disaggregiert. Die Auswirkung der höheren/tieferen Bevölkerung auf die THG-Emissionen im Gebäudesektor werden nicht dargestellt.
- Es wird hier vermutet, dass der Effekt einer abweichenden Bevölkerungsentwicklung auf die THG-Emissionen im Gebäudesektor nur einen schwachen Einfluss ausübt:
 - Einerseits verändert sich die Bevölkerung insgesamt nur langsam und es sind nur geringe prozentuale Abweichungen zu erwarten – in der Sensitivität bspw. +/-1%.
 - Die THG-Emissionen werden überwiegend durch die Raumwärme verursacht. Die erhöhte Nachfrage nach Raumwärme würde zumindest teilweise über zusätzlichen Neubau gedeckt. Neubauten verursachen ab 2024 in der Regel keine direkten THG-Emissionen mehr. Der Verbrauch an Baumaterialien kann jedoch im Industriesektor zu höheren Emissionen führen.

Auswirkungen der Rahmendaten

Bevölkerung – höheres Niveau als im Projektionsbericht 23 – weitgehend identische Entwicklung

- Anpassung am aktuellen Rand (2023) im Vergleich zu Projektionsbericht 23.
- Fortschreibung gemäß mittlerem Bevölkerungsszenario des Statistischen Bundesamtes (aktuelle Bevölkerungsvoraus-berechnung)
- Entwicklung mit schwacher Dynamik, Niveau jedoch deutlich höher als in Ausgaben früherer Jahre.
- Im Verlauf der letzten Jahre wurde vom Statistischen Bundesamt das Niveau/die Höhe der Bevölkerung wiederholt nach oben angepasst. Vor diesem Hintergrund sollte die Sensitivität etwas stärker vom Hauptszenario abweichen.

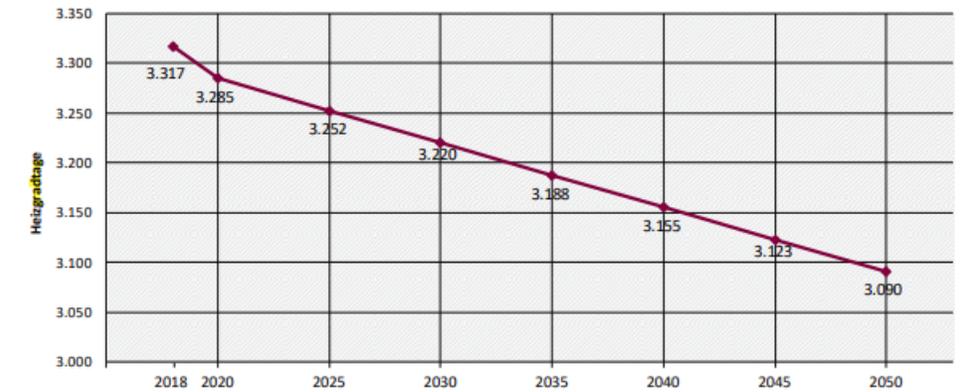


Auswirkungen der Rahmendaten

Klimaerwärmung: unterstellte Entwicklung der Gradtagszahlen (GTZ) – nur noch sehr warme Winter?

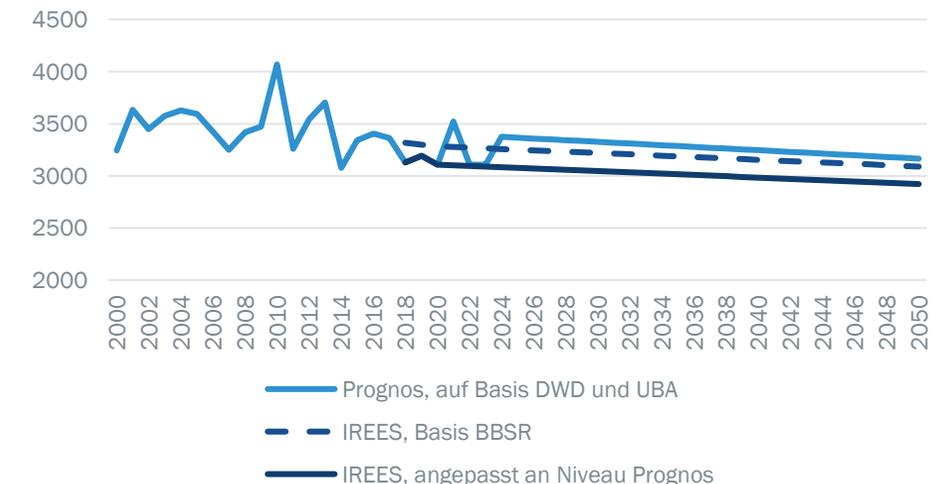
- Im Vorabpapier zum Projektionsbericht 24 werden keine Angaben zu den GTZ veröffentlicht, im Bericht zum Projektionsbericht 23 sind Werte veröffentlicht (s. Abb. rechts oben).
- Langfristig Entwicklung im Projektionsbericht 23: zugrunde gelegt ist ein Mittelwert zwischen den Klimaszenarien RCP 4.5 und RCP 8.5 für das Jahr 2050.
- Die Abbildung suggeriert, dass die Fortschreibung bis zum Jahr 2050 mittels linearer Interpolation ausgehend vom Jahr 2020 erfolgt.
- Das Jahr 2020 war ein sehr warmes Jahr. Nebst dem Jahr 2014 war es das wärmste Jahr im Zeitraum bis 2021 (in Bezug auf die GTZ).
- Das gewählte Vorgehen könnte zur Folge haben, dass alle Jahre ab dem Jahr 2020 in der Modellierung wärmer sind als das bereits sehr warme Jahr 2020.
- Würde für die Fortschreibung der Mittelwert des Referenzzeitraums 2000-2020 als Ausgangspunkt angesetzt, lägen die GTZ im Zeitraum bis 2030 rund 8-9% höher (s. Abb. Rechts unten). Dadurch wären die THG-Emissionen des Raumwärmeverbrauchs im Jahr 2030 entsprechend höher (bei sonst identischen Annahmen wie im Projektionsbericht 24). Auch in den zwischen Jahren bis 2030 wären die THG-Emissionen höher.

Abbildung 51: Entwicklung der Heizgradtage im Zeitraum 2018 bis 2050



Quelle: Berechnungen IREES auf Basis von BBSR (2017)

Grattagszahlen für D



Hinweis: um die unterstellten Entwicklungen der GTZ aus verschiedenen Quellen mit unterschiedlichen Wetterstationen vergleichbar zu machen, wurden die Werte des Projektionsbericht (IREES) an das Niveau von Prognos angeglichen und mit den ursprünglichen Veränderungsdaten fortgeschrieben. Relevant ist der Ausgangspunkt für die Fortschreibung.

Instrumente im Sektor

Wirkung und zusätzliche Einsparung im Vergleich zum Projektionsbericht 23

- Die THG-Emissionen im MMS-24 sind im Jahr 2030 rund 10 Mt CO₂eq tiefer als im MMS des Projektionsbericht 23.
- Als wirksamste Instrumente werden die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) und das GEG mit der 65%-EE-Anforderung genannt.
- Im Projektionsbericht 24 im BEG unterstellte Fördermittel: 2024: 9 Mrd., ab 2025 9-11 Mrd. Aufgrund der Kürzungen infolge des KTF-Urteils Ende 2023 könnte die Wirkung des BEG kleiner ausfallen als modelliert. Dies wird jedoch von den Gutachtern aktuell als wenig wahrscheinlich betrachtet, zumindest im Jahr 2024 könnten gegebenenfalls sogar etwas mehr Mittel zur Verfügung stehen.
- Zur 65%-EE-Anforderung:
 - Die Wirkung der 65%-Anforderung wurde im Projektionsbericht 23 auf rund 13 Mt CO₂eq bis zum Jahr 2030 geschätzt.
 - Eine eigene Abschätzung zur 65%-EE-Anforderung zeigte eine ähnlich hohe Einsparwirkung.
 - Konkret startet der Heizungstausch durch die Verschränkung mit der kommunalen Wärmeplanung später als ursprünglich angedacht, deshalb ist Effekt im PB 24 auch etwas geringer. Die Differenz zwischen PB 24 und PB 23 scheint insofern plausibel.
 - Grundsätzliche bestehen bei der Umsetzung der 65%-EE-Anforderung erhebliche Unsicherheiten, da zurzeit schwer vorauszusehen ist, wie die kommunalen Wärmepläne ausgestaltet sein werden und welche Übergangsfristen sich ergeben (zukünftige Anschluss an Fernwärme, H2-Netz). Die Umstellung auf EE-Anlagen könnte sich verzögern und die Einsparungen verringern.
 - Im PB 24 erfolgt aus Sicht der Gutachter eine eher konservative, vorsichtige Umsetzung: der Indikator „Durchschnittlicher Anteil klimaneutraler Wärmeversorgung an Neuinstallationen“ steigt ab 2024 weitgehend linear an. Bei einer ambitionierten Umsetzung der EE-Anforderung wäre auch ein schnellerer Anstieg der EE-Anteile ab 2024 mit größeren Einsparungen denkbar.

Plausibilität der verwendeten Methodik

Modellierung des Gebäudesektors

- Vorbemerkung: Eine vertiefte Modellanalyse ist im Rahmen des Vorhabens nicht möglich, Die „Analyse“ beschränkt sich auf einige generelle Anmerkungen und Beobachtungen.
- Für die Gebäudemodellierung werden zwei Hauptmodelle verwendet:
 - das Modell INVERT/EE-Lab von IREES für den Bereich Wohn- und Nichtwohngebäude und
 - das Modell Forecast von Fraunhofer-ISI für die übrigen Verwendungszwecke des Gebäudesektors (u.a. gewerbliche Prozesse, mechanische Energie, Beleuchtung, Elektrogeräte). Das Forecast Modell wird auch für den Industriesektor genutzt (Teilmodell Forecast industry, siehe Kapitel Industrie).
- Beide Modelle sind seit vielen Jahren im Einsatz und wurden kontinuierlich weiterentwickelt. Sie wurden in vielen Projekten eingesetzt und im Rahmen dieser Projekte diskutiert und plausibilisiert.
- Es handelt sich um technoökonomische, bottom-up-Simulationsmodelle. Diese Art von Modellen sind aus Sicht der Gutachter gut für die Fragestellung (Projektionen) geeignet, da sie einerseits eine Vielzahl an Technologien detailliert abbilden können und gleichzeitig vermögen sie ökonomische und aktEURsspezifische Aspekte zu berücksichtigen (u.a. für die Abbildung von Investitionsentscheidungen).

Plausibilität der verwendeten Methodik - II

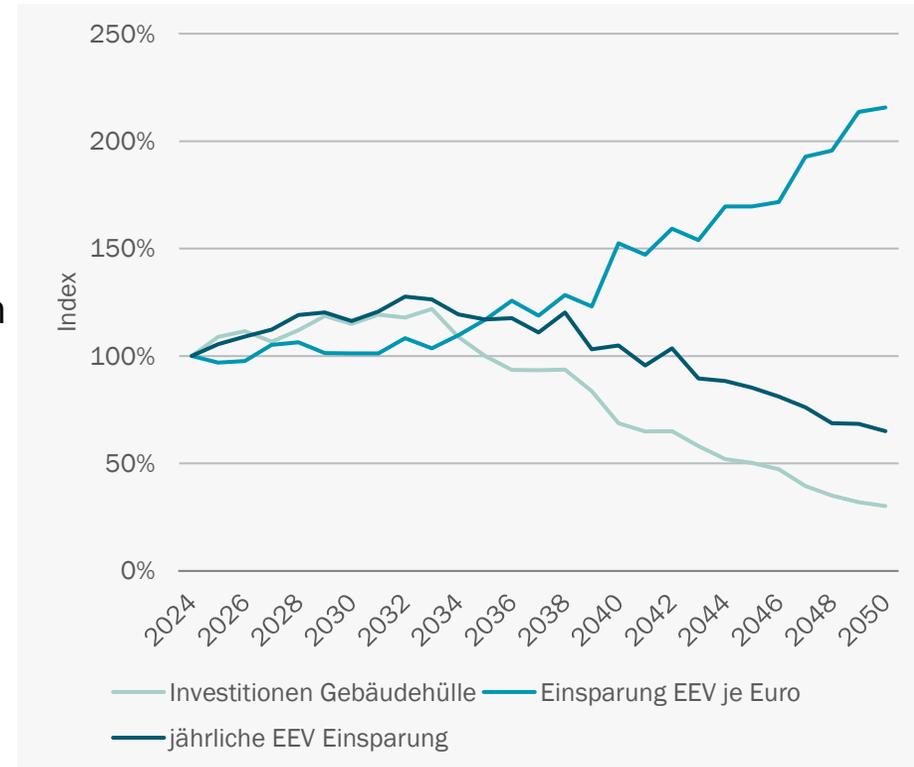
Zu prüfende Punkte

- Flächenentwicklung Nichtwohngebäude (NWG):
 - Im Gebäudesektor ist die beheizte Gebäudefläche ein wichtiger Treiber für den Raumwärmeverbrauch. Die Fläche in NWG ist gekoppelt an die wirtschaftliche Entwicklung der Branchen und der Erwerbstätigen nach Branchen.
 - Die konsistente Kopplung der exogenen Rahmendaten (Erwerbstätigen nach Branchen), der Modellierung des GHD-Sektors in Forecast-Tertiary und der Modellierung der NWG-Flächen im Modell Invert/EE-Lab ist aus den gesichteten Unterlagen (noch) nicht ersichtlich.
 - Allgemein wäre eine (detailliertere) Veröffentlichung der Flächenentwicklung (nach Gebäudetypen) hilfreich für das Verständnis der Entwicklung (oder sind die Flächen publiziert, wurden jedoch nicht aufgefunden?)
- Modellierung Elektrogeräte:
 - Gemäß Modell-Dokumentation im Projektionsbericht werden beim Bestand an Geräten Verschiebungen zwischen den Effizienzklassen explizit modelliert, wobei die Diffusionsgeschwindigkeit direkt mit der Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen zusammenhänge.
 - Bei der Wahl von Elektrogeräten dürfte die Wirtschaftlichkeit nur einen sehr geringen Einfluss auf den Kaufentscheid ausüben, andere Faktoren wie Funktionalitäten, Labels, dürften genauso wichtig sein. Wie werden die übrigen Faktoren berücksichtigt?

Plausibilität der Kernindikatoren im Gebäudesektor

Investitionen in die energetische Sanierung der Gebäudehülle – abnehmende Kosten für Sanierungen?

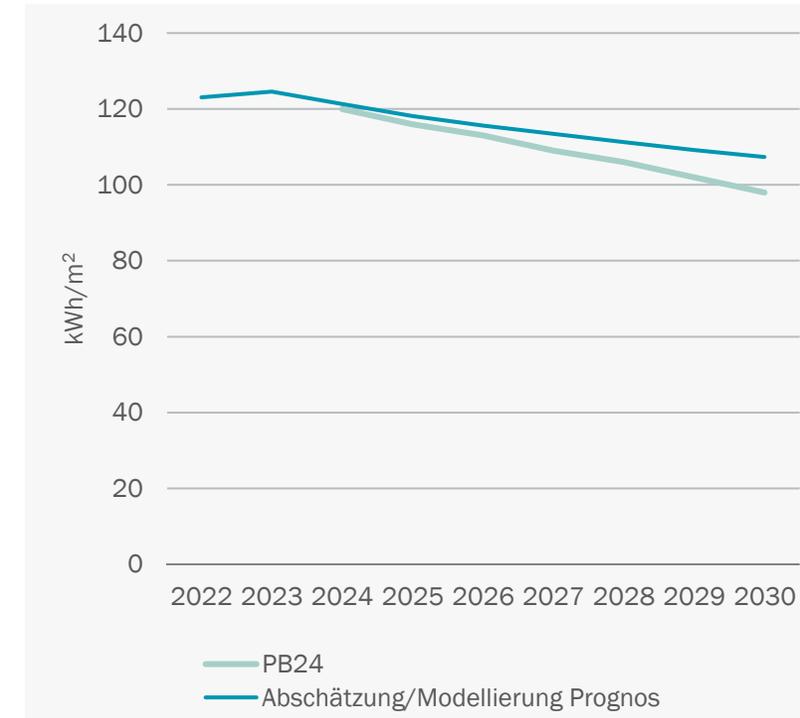
- Einsparung durch Sanierung (in TWh): gemäß dem Indikator werden im MMS-24 jährlich zusätzliche rund 10-12 TWh eingespart. Umgerechnet auf die sanierte Fläche dürfte dies einer Einsparung von rund 130-160 kWh/m² entsprechen (eher hoch?).
- Bezogen auf den gesamten Endenergieverbrauch für Raumwärme entspricht dies einer Reduktion von rund 1,5%/Jahr.
- Nach 2040 nehmen die jährlichen Einsparungen leicht ab; 2045 betragen sie noch rund 9 TWh/Jahr.
- Der Indikator „Investitionen in die energetische Sanierung der Gebäudehülle“ wird bereits in paar Jahre früher rückläufig. Die aus den jährlichen Einsparungen und den Investitionen in die Gebäudesanierung berechnete spez. Energieeinsparung je investiertem Euro steigt hingegen stark an. Diese Entwicklung ist ohne weitere Erklärungen noch nicht nachvollziehbar, insbesondere vor dem Hintergrund der historisch steigenden Baukosten (Baupreisindex).
- In den letzten 20 Jahren sind die Baukosten (deutlich) stärker gestiegen als die allgemeine Teuerung. Würde dieser Trend fortgeschrieben, würden bei gleichbleibender Sanierungsaktivität die Investitionen in Sanierungen ansteigen.



Plausibilität der Kernindikatoren im Gebäudesektor

Weitere Faktoren zur Reduktion des Raumwärmeverbrauchs – deutlicher Rückgang des spez. Verbrauchs

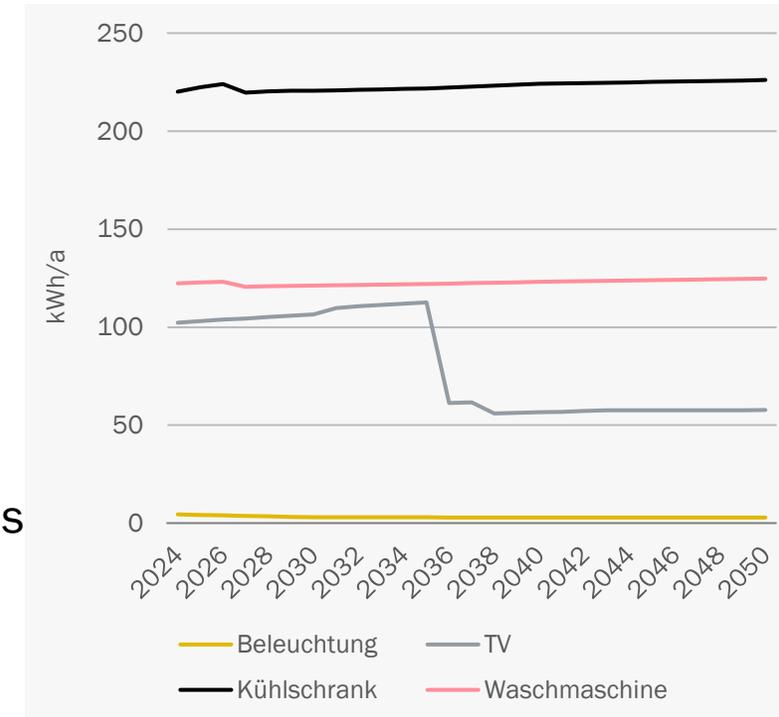
- Zusätzlich zur energetischen Sanierung der Gebäude tragen weitere Maßnahmen zur Reduktion des Verbrauchs bei. Unter den Kernindikatoren ausgewiesen sind die Einsparungen durch den Wechsel von alten Wärmeerzeugern und das wärmer werdende Klima.
- Aus den veröffentlichten Daten lassen sich folgende jährliche Reduktionsraten ableiten (jeweils bezogen auf den Endenergieverbrauch):
 - Wärmeerzeuger: rund -0,7%/Jahr
 - Klimaerwärmung: rund -0,3%/Jahr
- Die Raten scheinen grundsätzlich plausibel. Die Reduktion bei der Klimaerwärmung fällt etwas hoch aus im Vergleich zur Entwicklung der GTZ, dies kann aber auch mit der Unschärfe der ad-hoc-Abschätzung zusammenhängen.
- Die Entwicklung des ausgewiesenen spez. Verbrauchs für Raumwärme scheint ebenfalls plausibel, das Niveau des spez. Verbrauchs ist bis 2024 beinahe identisch zu den eigenen Abschätzungen (Prognos). Im Projektionsbericht 24 ist jedoch der Rückgang bis 2030 höher/schneller.



Plausibilität der Kernindikatoren im Gebäudesektor

Verbrauch von Elektrogeräten – ausgewählte Darstellung erlaubt keine Gesamteinschätzung

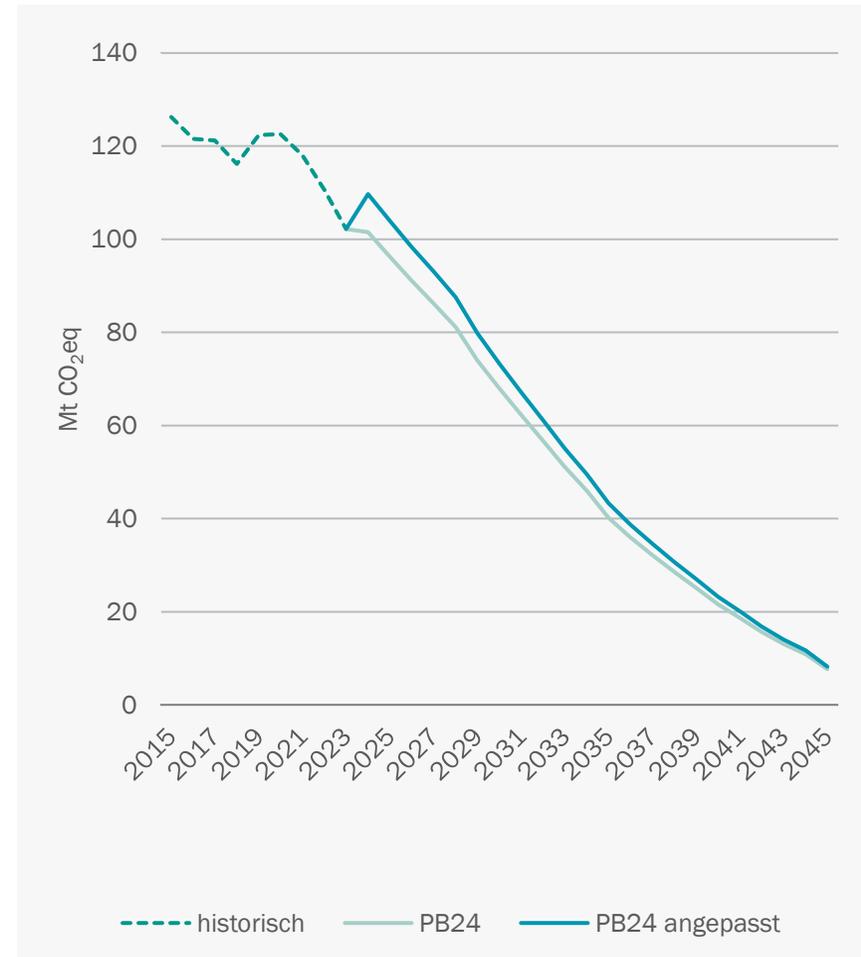
- Durch die Nutzung der Elektrogeräte und Elektroanwendungen entstehen keine direkten THG-Emissionen im Gebäudesektor. Sie beeinflussen jedoch die Höhe des Stromverbrauchs und damit die THG-Emissionen des Sektors Energiewirtschaft.
- In den bisherigen Veröffentlichungen fehlen Angaben zum Stromverbrauch nach Sektoren und Anwendungen. Dargestellt sind nur Angaben zum spezifischen Verbrauch einzelner Geräte.
- Dabei sind jedoch keine Angaben zur Menge der eingesetzten Geräte vorhanden und es gibt auch keine Angaben zum absoluten Verbrauch der Gerätebestände. Die Auswahl der ausgewiesenen Indikatoren lässt keine Gesamteinschätzung des Stromverbrauchs zu.
- Die dargestellten spezifischen Verbrauchswerte der ausgewählten Geräte sind grundsätzlich stimmig, Ausnahme sind:
 - die Werte bei TV nach 2035 (Knick? Wohl ein Übertragungsfehler)
 - die Einheit bei der Beleuchtung ist unklar (Verbrauch je Leuchte?)
 - die Werte für die Kühlschränke sind sehr hoch, „reine“ Kühlschränke weisen deutlich tiefere Werte auf – sind hier Kühl-Gefrier-Kombi-Geräte gemeint?



THG-Emissionen des Gebäudesektors

Gesamtbeurteilung der THG-Emissionsentwicklung

- Die Auswahl der bisher publizierten Annahmen macht eine Plausibilisierung der Ergebnisse des Projektionsbericht 24 nur punktuell möglich.
- Die Reduktion des Endenergieverbrauchs wird als eher bzw. leicht optimistisch beurteilt (evtl. aufgrund der Annahme geringer Sanierungs-/Baukosten).
- Die 65%-Anforderung wird als zentrales zusätzliches Instrument im vgl. zum Projektionsbericht 23 hervorgehoben. Hier bestehen Unsicherheiten bei der effektiven Umsetzung, u.a. der Ausgestaltung der kommunalen Wärmepläne. Der unterstellte lineare Hochlauf der EE-Anteile am Absatz (Kernindikator) wird als konservative/vorsichtige Implementierung eingeschätzt. Der Rückgang der fossilen Anlagen könnte auch schneller stattfinden (stärkere Reduktion der THG-Emissionen).
- Dennoch ist das THG-Emissionsniveau aufgrund der gewählten Methode zur Berücksichtigung der Klimaerwärmung wahrscheinlich zu tief angesetzt. Würde die Fortschreibung der Klimaerwärmung von der mittleren Witterung der Jahre 2000-2020 ausgehen, würde der Raumwärmebedarf im Projektionszeitraum um rund 8-9% höher liegen (und damit auch die THG-Emissionen für die Erzeugung der Raumwärme).



Projektionsbericht 24 angepasst: einfache Anpassung langsamere Klimaerwärmung (Niveaueinstellung)



© Fotolia - Dreadlock

Landwirtschaft

Instrumente / Methode / THG-Emissionen

Methodische Anpassungen machen Zielerreichung einfach

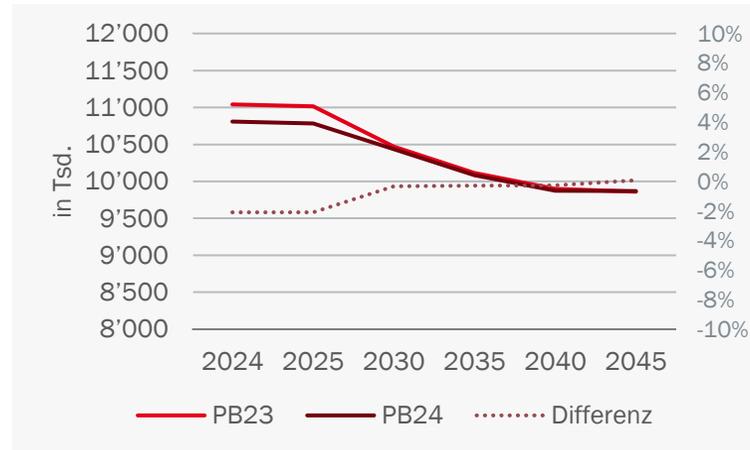
- Es sind keine neuen Klimaschutzinstrumente hinzugekommen.
- Die bestehenden Instrumente haben gemäß Projektionsbericht 23 nur einen geringen Einfluss, respektive nur eine begrenzte Reduktionswirkung, insgesamt rund 1,5-2 Mt/a, davon
 - Stickstoffüberschüsse: 0,5-0,7 Mt/a
 - mehr Öko-Landbau 0,3-0,4 Mt/a
 - Energie rund 0,5 Mt/a
- Methodische Anpassungen:
 - MMS24 : neue GWP- für Methan (höher) und Lachgas (tiefer)
 - Bereits im Projektionsbericht 23 wurde die Berechnung der Lachgas-Emissionen angepasst. Dies verringerte die THG-Emissionen ggü. früheren Jahren/Projektionsbericht um rund 5 Mt, dadurch wird die Zielerreichung 2030 im Sektor stark vereinfacht
- THG-Emissionen: am aktuellen Rand um 1,5 Mt und 2030 noch rund 0,5 Mt geringer als im Projektionsbericht 23, dies ist im Wesentlichen auf die tieferen Tierbestände zurückzuführen.

Auswirkungen der Rahmendaten

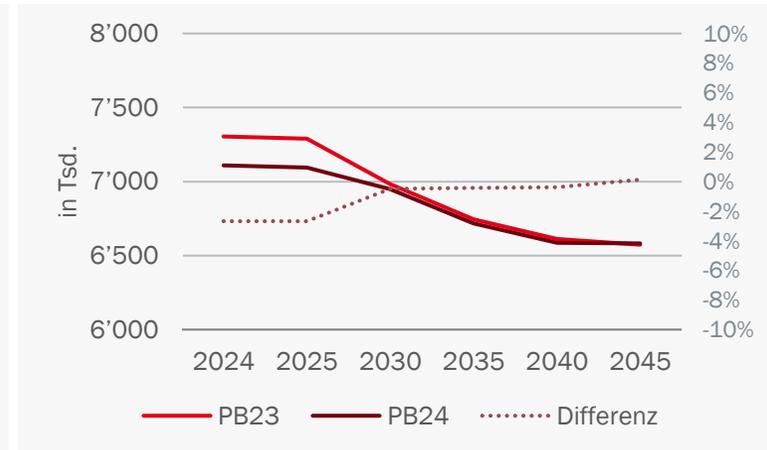
Tierbestände

- Anpassungen bei den Tierbeständen: Die Bestände im Projektionsbericht 24 liegen generell unter den Beständen im Projektionsbericht 23, dies betrifft insbesondere die Schweine und das Geflügel. Bis 2030 konvergieren die alten und neuen Bestandsentwicklungen.
- Die Tierbestände haben einen direkten Einfluss auf die THG-Emissionen des Bereichs „Fermentation bei der Verdauung“ – welcher für annähernd 50% der Sektor-Emissionen ursächlich ist.
- Auch der Düngemiteleinsatz ist um rund 6% geringer als im Projektionsbericht 23 (weniger Stickstoff-Emissionen)

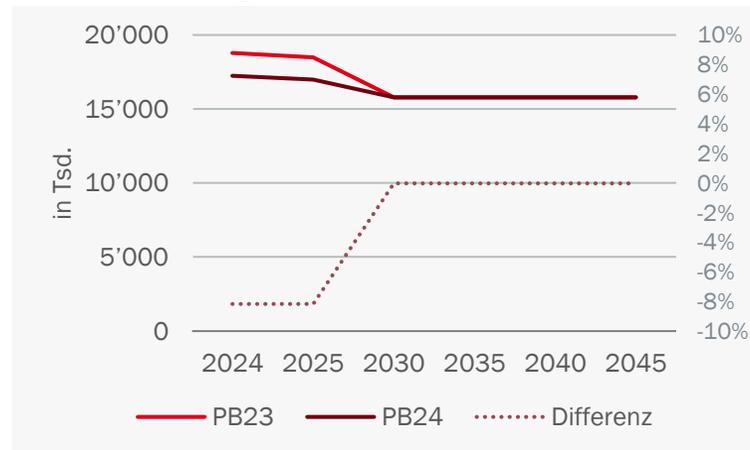
Milchkühe und andere Rinder



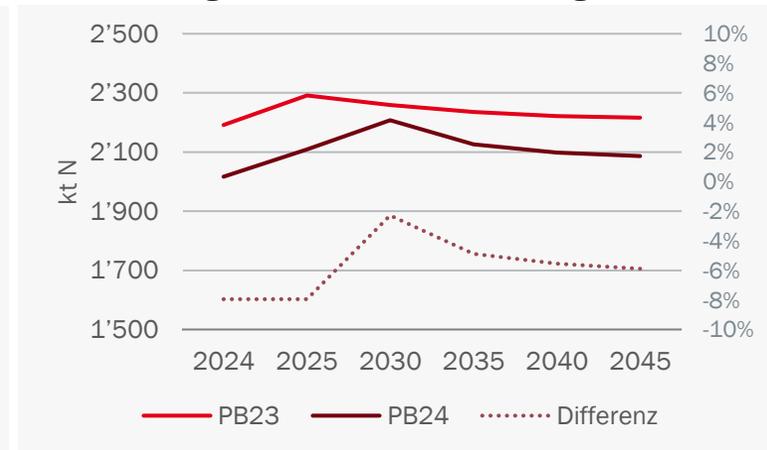
Schweine



Geflügel



Mineraldünger und Wirtschaftsdünger





© iStock - Victorburnside

Abfall

Instrumente / Methode / THG-Emissionen

Methodische Anpassungen führen zu tieferen THG-Emissionen

- Es sind keine neuen Klimaschutzinstrumente hinzugekommen, keine Änderungen zum Projektionsbericht 23.
- Die THG-Emissionen des Sektors sind neu um rund 30% geringer als im Projektionsbericht 23.
- Ursache sind methodische Änderungen bei der Berechnung von Methanemissionen aus Deponien, dadurch reduzieren sich die Methanemissionen im Abfallsektor um rund 50%.
- Hinweis: Im Projektionsbericht 23 wurde bei den GWP von denen des 4. Sachstandsberichts (AR4) auf die GWP des 5. Sachstandsberichts (AR5) umgestellt → höhere Wirkung von Methan und deshalb höhere THG-Emissionen des Abfallsektors im Vergleich zum Projektionsbericht 21



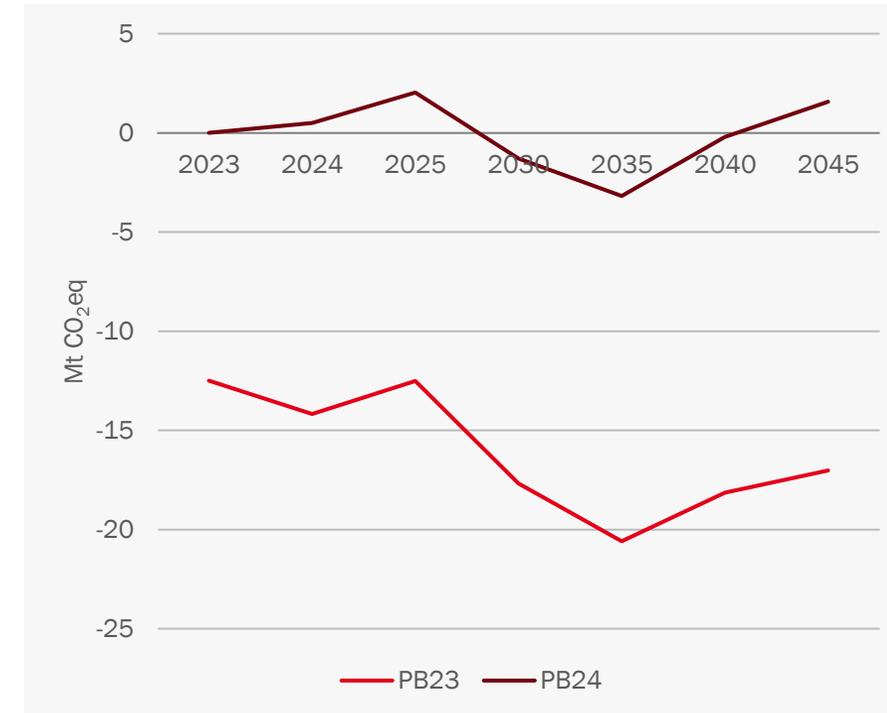
© AdobeStock - Tobias Arnelger

LULUCF

Rahmendaten / Instrumente / Methode / THG-Emissionen

Anpassung der Methode: aus der Senke wird eine Quelle

- Die Annahmen zu den Flächen und zur Flächenentwicklung haben sich kaum verändert, die Grünlandfläche ist geringfügig höher, die Siedlungsfläche etwas kleiner (absolute Unterschiede sind gering; < 1 Mio. ha).
- Ein zusätzliches Instrument im Vergleich zu Projektionsbericht 23: Honorierung der Ökosystemleistung des Waldes
- THG-Emissionen liegen dennoch rund 15 Mt höher als im Projektionsbericht 23, Quelle und keine Senke, Ziele werden deutlich verfehlt.
- Als Ursache für die Abweichung zum Projektionsbericht 23 werden Anpassungen bei der Methode aufgeführt, insbesondere wurden neue Landnutzungssubkategorien berücksichtigt, darunter Methanemissionen aus künstlichen Gewässern (z. B. Fischteiche).



Impressum/Disclaimer

Autoren und Kontakt

Projektleitung:

Alex Auf der Maur

alex.aufdermaur@prognos.com

Andreas Kemmler (Stv. PL)

Alexander Piégsa

Aurel Wunsch

Fabian Muralter

Inka Ziegenhagen

Jan Limbers

Marco Wunsch

Sven Kreidelmeyer

Ifeu (Verkehr):

Marie Colson

Julius Jöhrens

Alle Inhalte dieses Werkes, insbesondere Texte, Abbildungen und Grafiken, sind urheberrechtlich geschützt. Das Urheberrecht liegt, soweit nicht ausdrücklich anders gekennzeichnet, bei der Prognos AG. Jede Art der Vervielfältigung, Verbreitung, öffentlichen Zugänglichmachung oder andere Nutzung bedarf der ausdrücklichen, schriftlichen Zustimmung der Prognos AG.

Stand: Mai, 2024



Wir geben Orientierung.

Prognos AG – Europäisches Zentrum
für Wirtschaftsforschung und
Strategieberatung