Für Mensch & Umwelt

Umwelt Bundesamt

Neumünster – Fokus: Wärme

Wärmeversorgung von Gebäuden – Perspektiven bis 2045

Joscha Steinbrenner
UBA V 1.2 – Strategien und Szenarien zu Klimaschutz und Energie

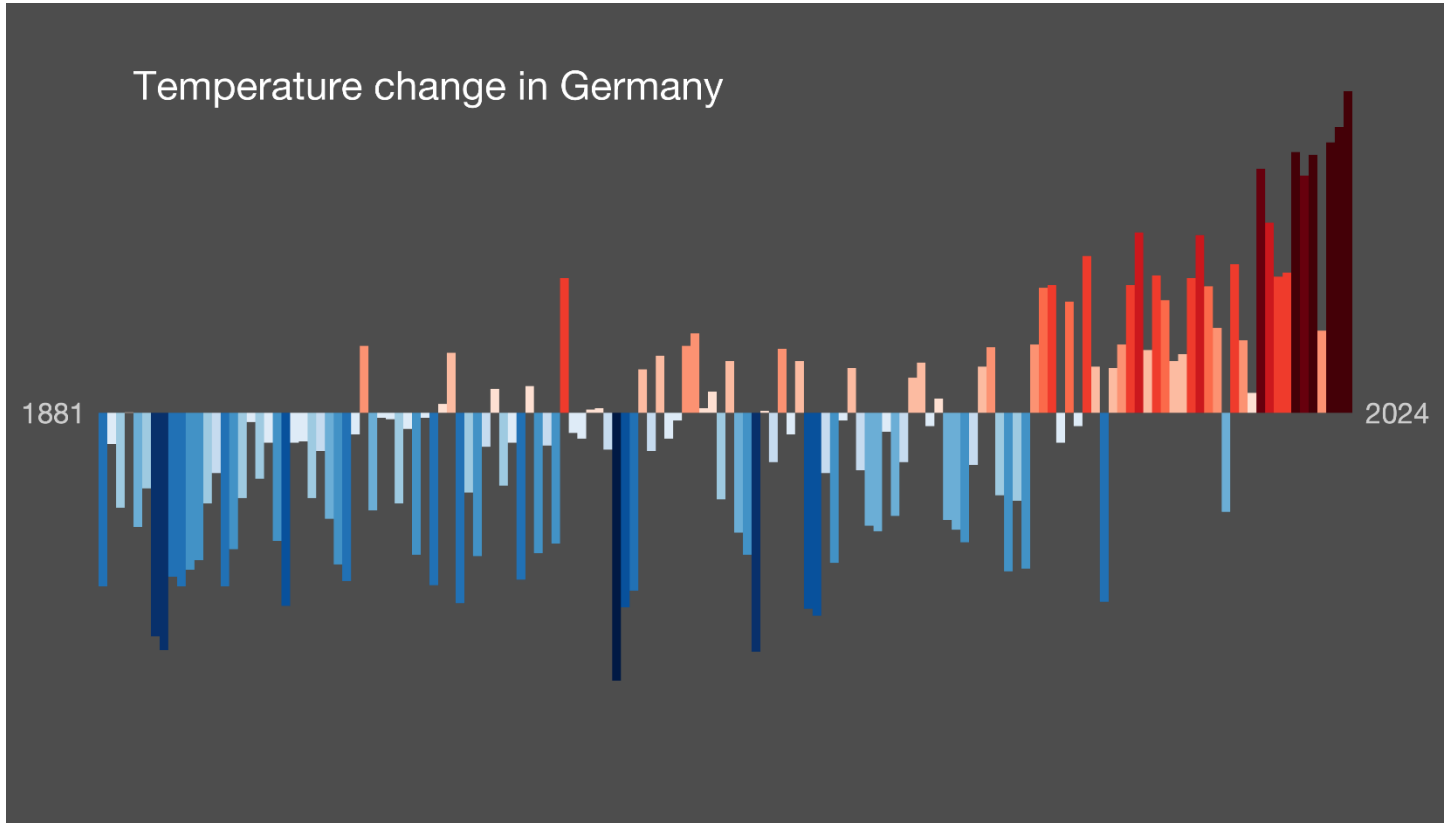
50 Jahre Umweltbundesamt 1974–2024

Warum 2045? Klimawandel & Klimaziele

Deutschland hat gesetzliche und internationale Verpflichtungen zur Erreichung von Klimazielen: Übereinkunft von Paris, EU, Bundes-Klimaschutzgesetz.

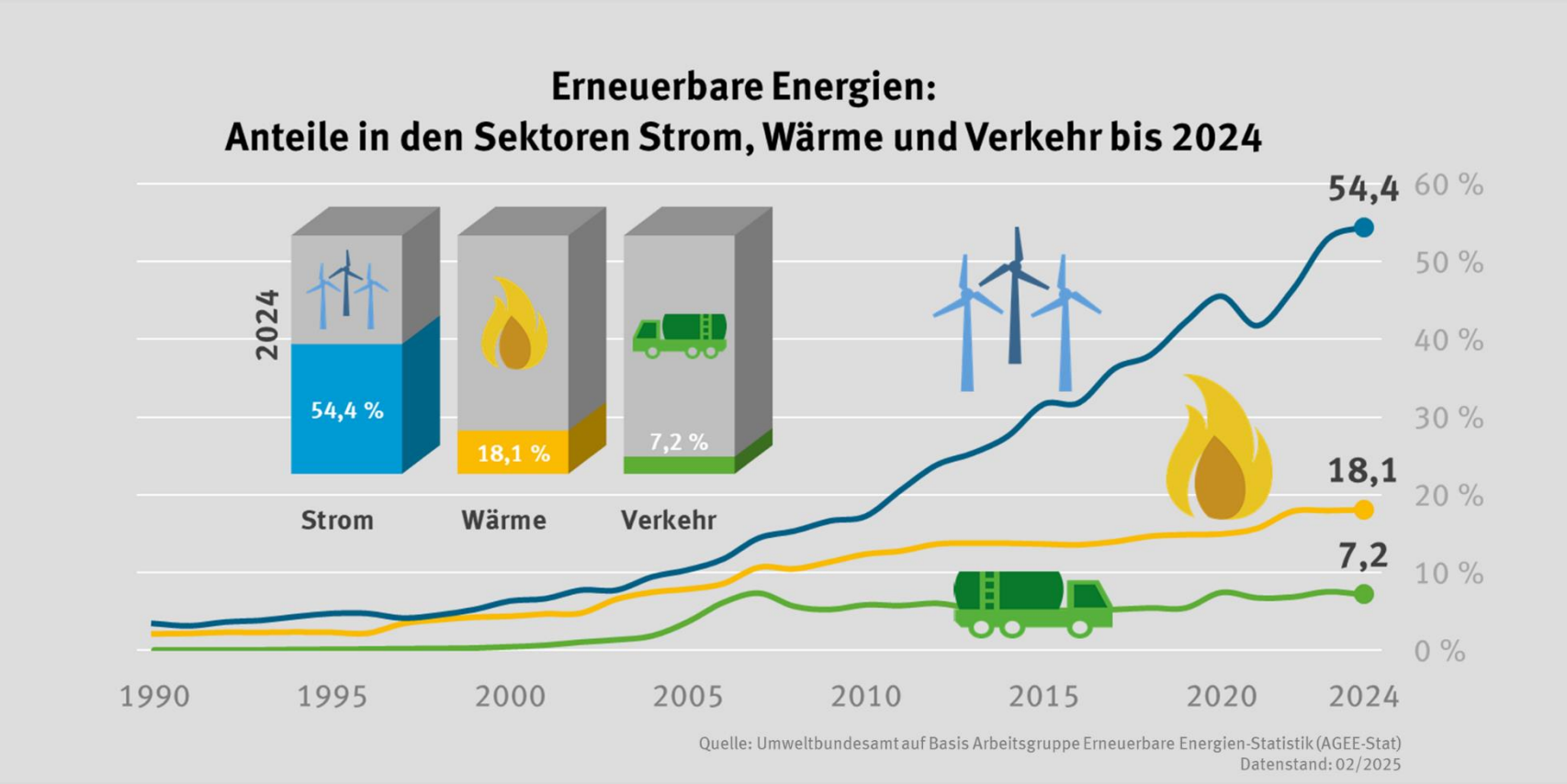
Deutschland hat sich verpflichtet 2045 Treibhausgasneutralität zu erreichen.

Dafür ist die Energiewende entscheidet. Auch bei der Wärmeversorgung von Gebäuden.



Quelle: https://showyourstripes.info/b/europe/germany/all

Erneuerbare Energien sind das Rückgrat der Energiewende



Quelle:
https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-in-zahlen

Treibhausgas-Projektionen für Deutschland 2025

Treibhausgas-Projektionen 2025
Veröffentlicht Juni 2025
Link

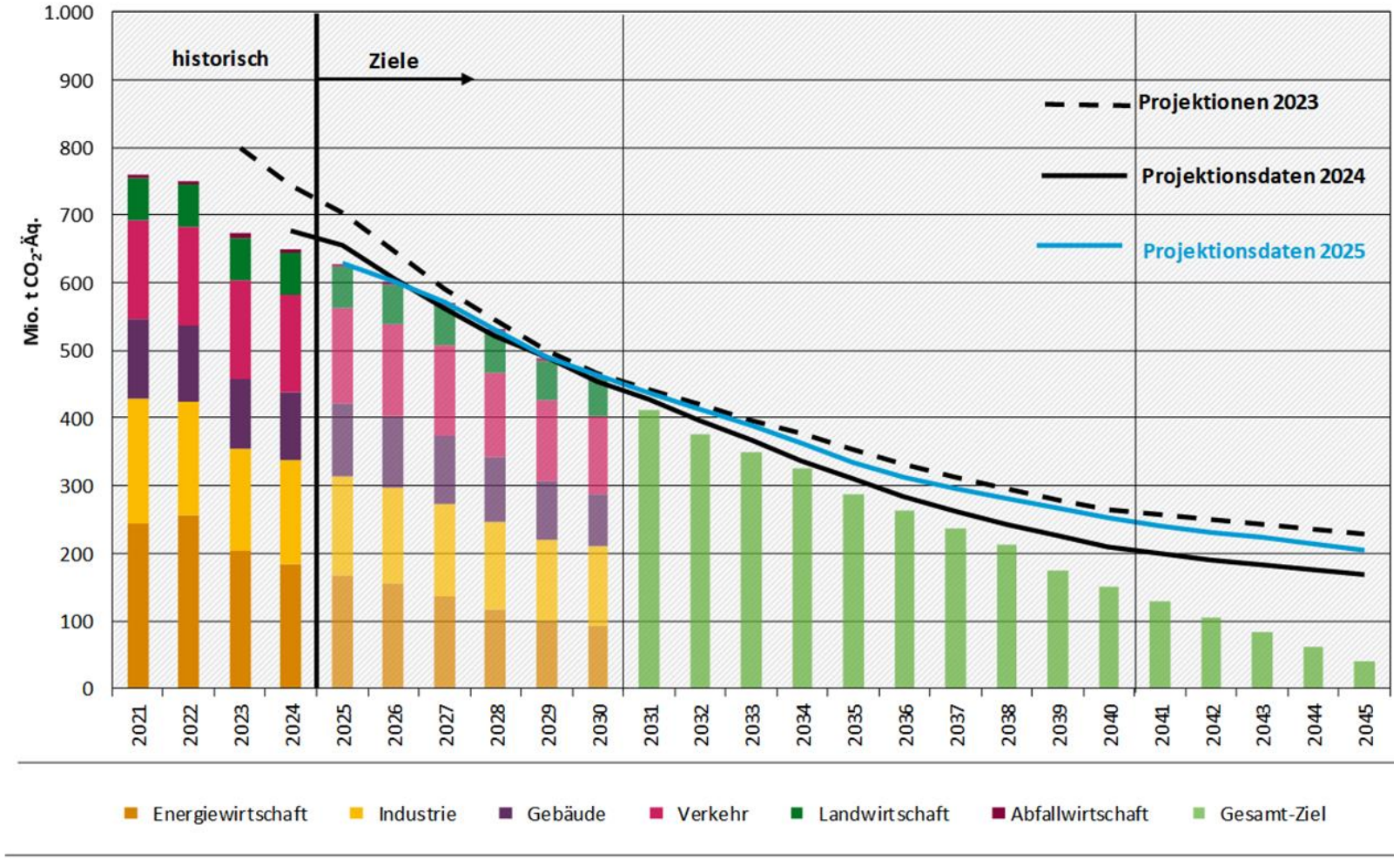
Berichtspflicht der Bundesregierung gegenüber der EU, UN und dem Bundestag nach EU Governance-Verordnung und Bundes-Klimaschutzgesetz.

Modelliert die aktuell in Kraft befindlichen politischen Instrumente und deren Wirkung.

Veröffentlichung der Zahlen in der Kompakt-Version zum 15.03. jedes Jahr.

Anschließend Prüfung und Bewertung durch den Expertenrat für Klimafragen

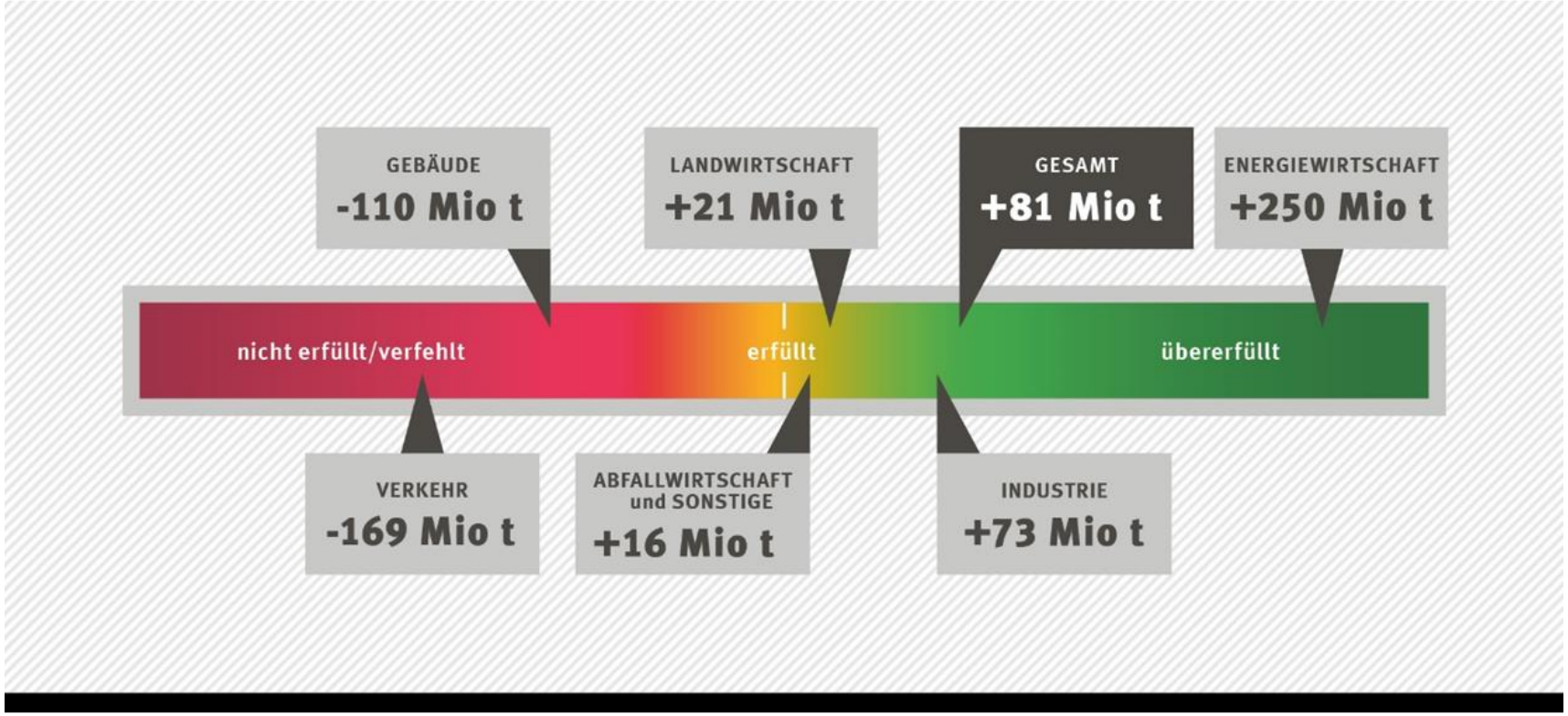
Projektionsdaten 2025:
Entwicklung der gesamten Treibhausgasemissionen



Quelle: eigene Darstellung, Umweltbundesamt auf Basis historischer Daten Umweltbundesamt THG-Inventar

Projektionen: Öko-Institut, Fraunhofer-ISI, Prognos, M-Five, IREES, Thünen-Institut

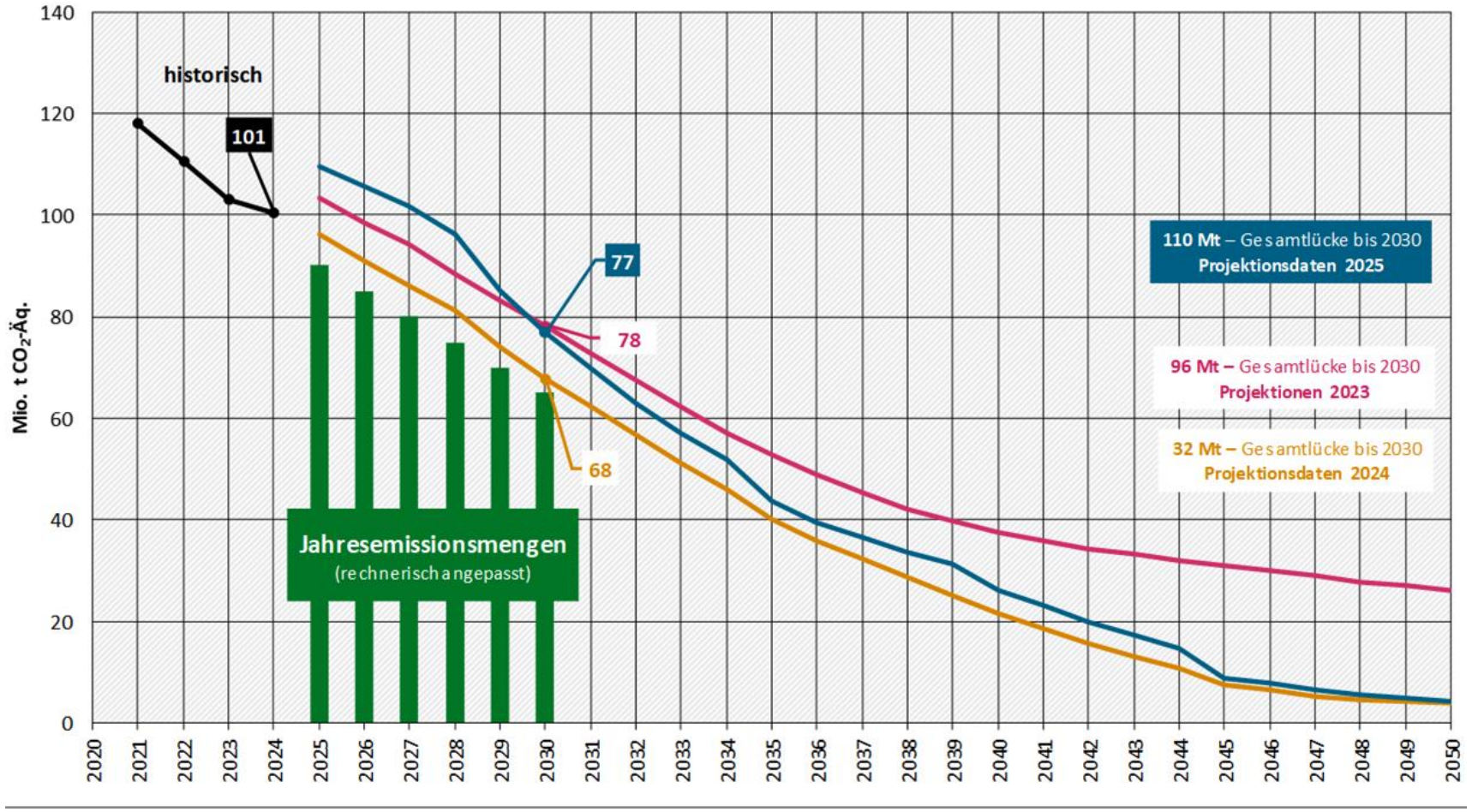
Projektionsdaten 2025:
Zielerreichung/Zielverfehlung der KSG-Sektoren und gesamt (2021-2030)



Quelle: eigene Darstellung, Umweltbundesamt

Hinweis: durch Gegenüberstellung der kumulierten Emissionsmengen nach Projektionsdaten 2025 mit kumulierten Jahresemissionsmengen nach KSG

Projektionsdaten 2025: Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Sektor Gebäude



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

Projektionen: Öko-Institut, IREES

Hinweis: Von 2021-2023 wurden die veröffentlichten Emissionen der Berichtsjahre, für 2024 die Emissionsdaten des Vorjahres und ab 2025 die rechnerisch angepassten Jahresemissionsmengen verwendet.

Wie sähe eine Zukunft aus in der der Gebäudesektor die Ziele erreicht?

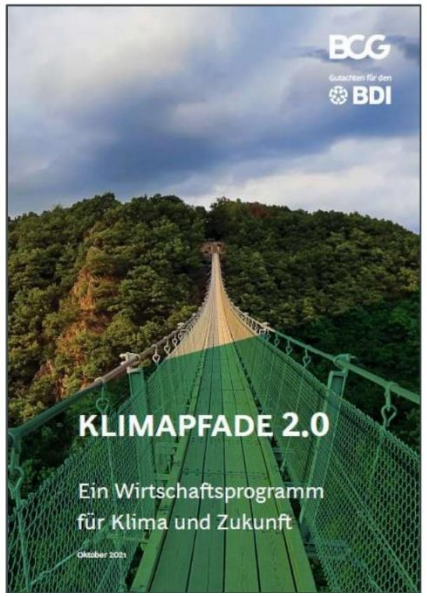
Welche Gemeinsamkeiten bei verschiedenen Antworten gibt es?

Klimaschutzszenarien

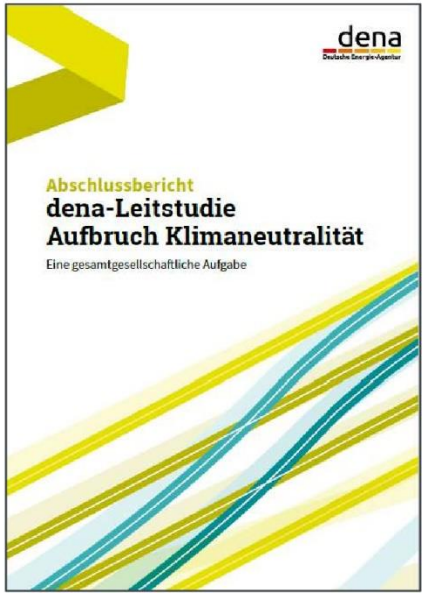
„Big 5“ Klimaschutzszenarien

Agora Energiewende

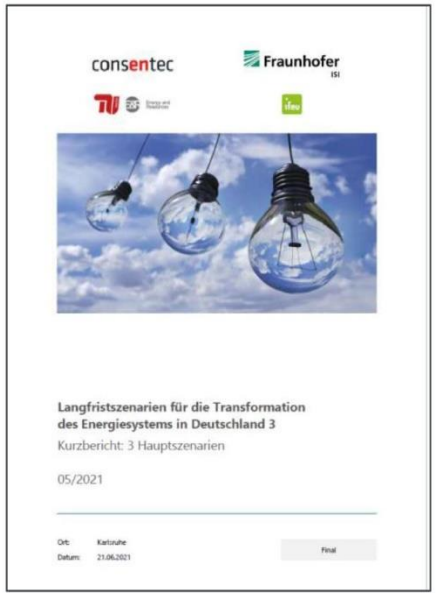
BDI



dena



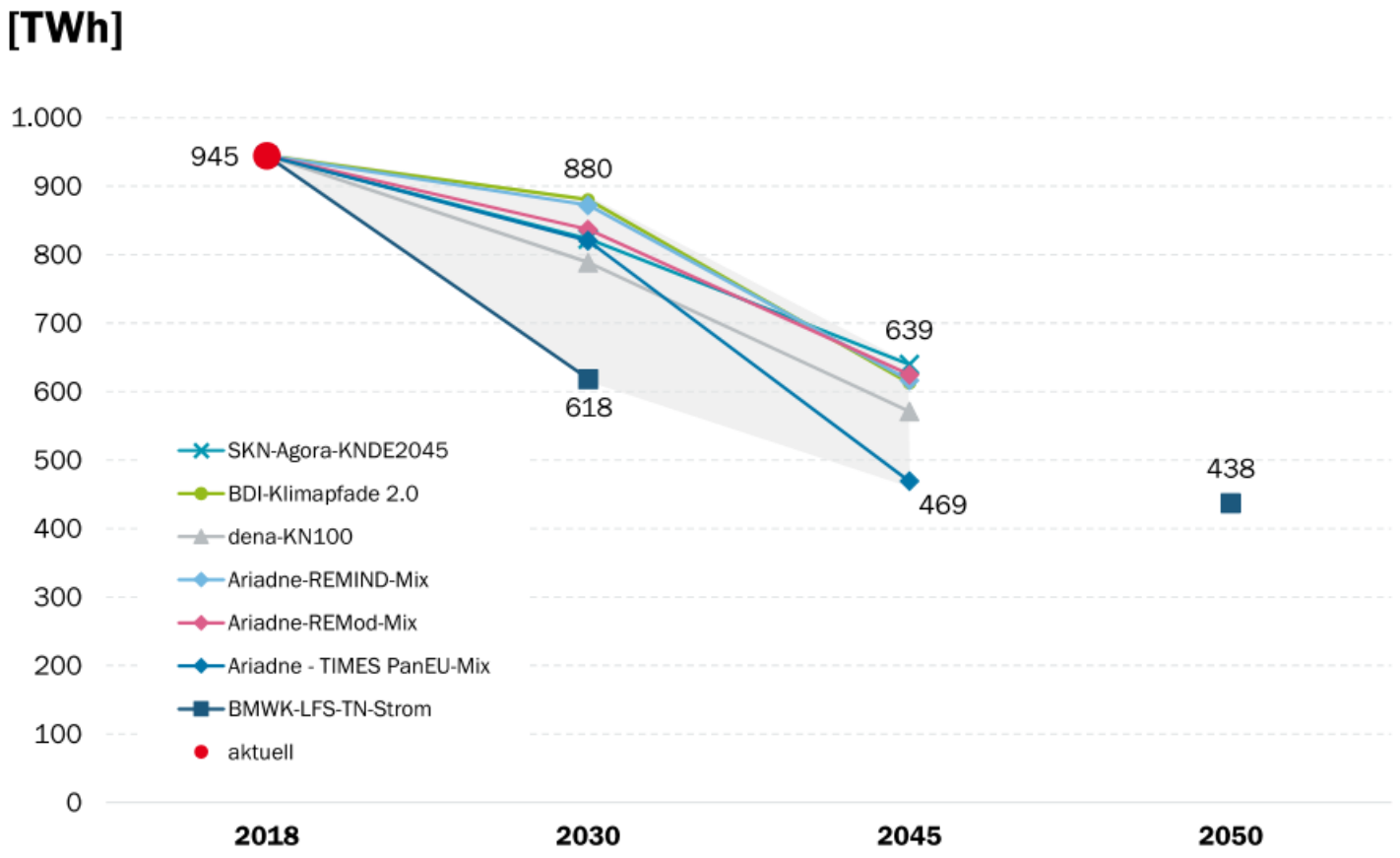
BMWE



Ariadne

Quelle: https://www.stiftung-klima.de/app/uploads/2022/03/2022-03-16-Big5_Szenarienvergleich_final.pdf

„Big 5“ Klimaschutzszenarien – Endenergieverbrauch Gebäude

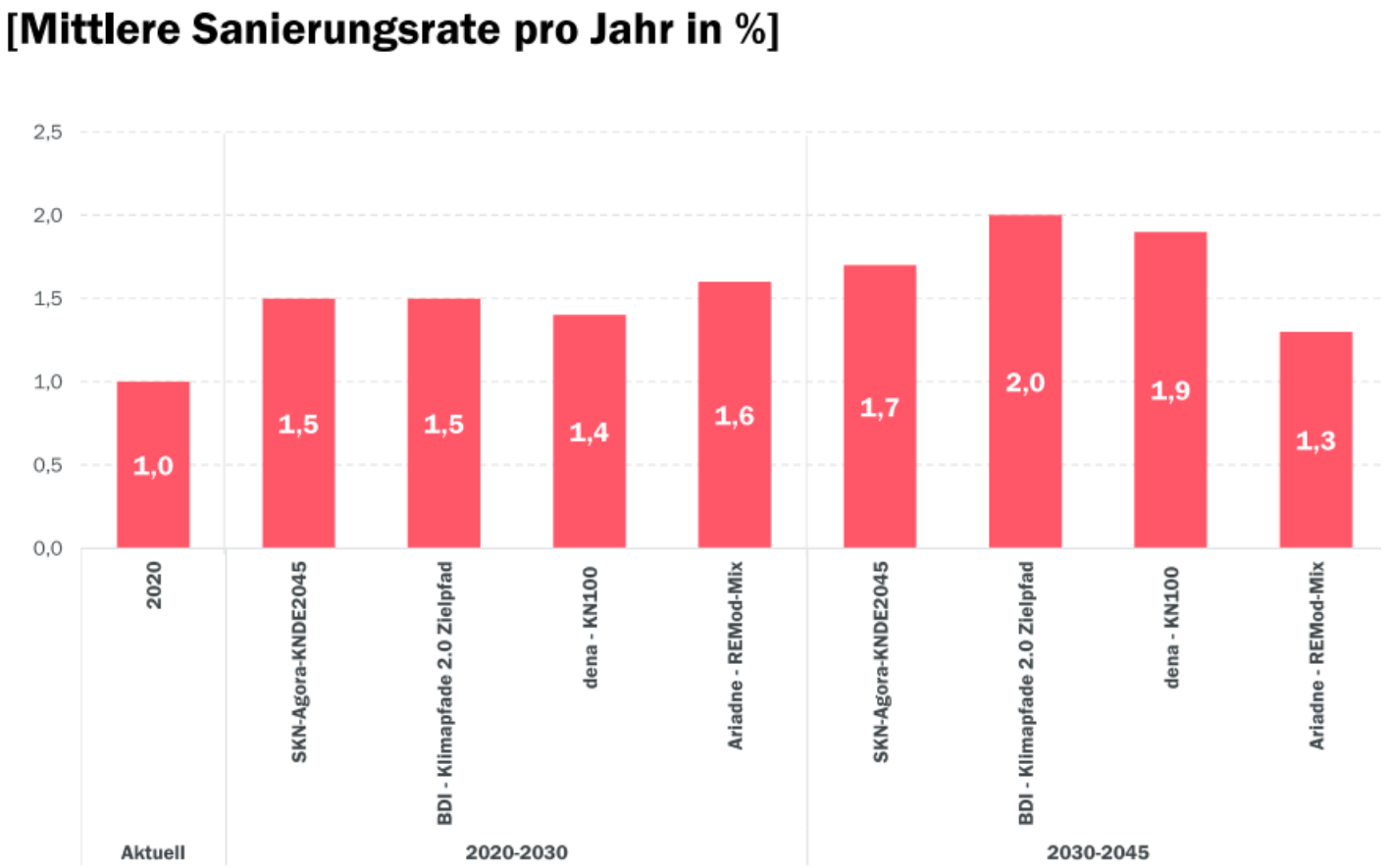


Private Haushalte und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen

Hinweis: Bei den Ariadne-Szenarien und bei dena-KN100 wurde die Umgebungswärme im EEV nicht mitausgewiesen.

Quelle: https://www.stiftung-klima.de/app/uploads/2022/03/2022-03-16-Big5_Szenarienvergleich_final.pdf

„Big 5“ Klimaschutzszenarien – Sanierung

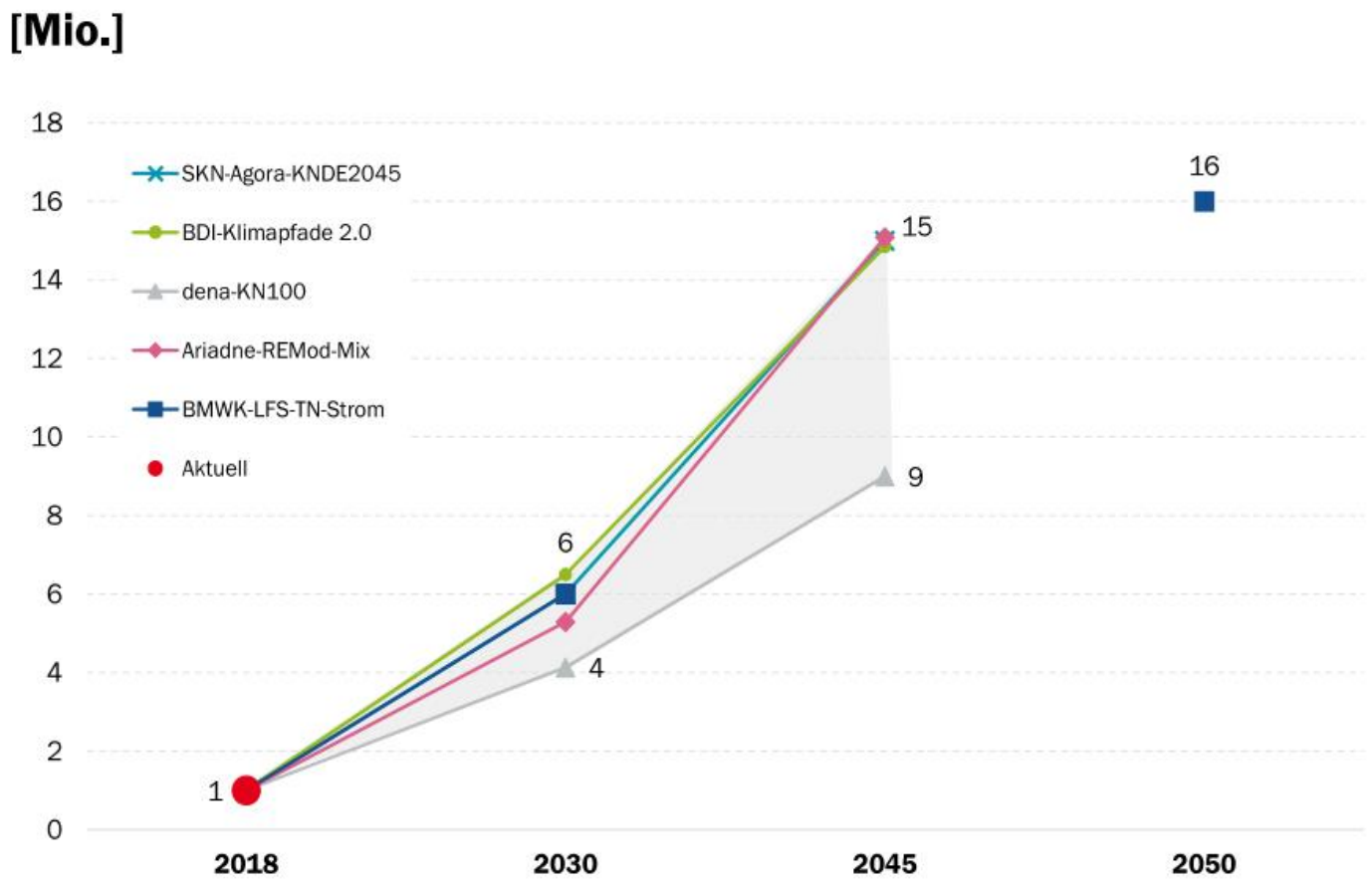


Aktueller Wert 2024 liegt bei ungefähr 0,7 %/a

Hinweis: Angabe einer durchschnittlichen Sanierungsrate über EZFH, MFH und GHD
Hinweis: dena KN100 Angaben nur über PHH, k.A. bei GHD
Hinweis: BMWK LFS TN-Strom – keine Angaben über Sanierungsraten

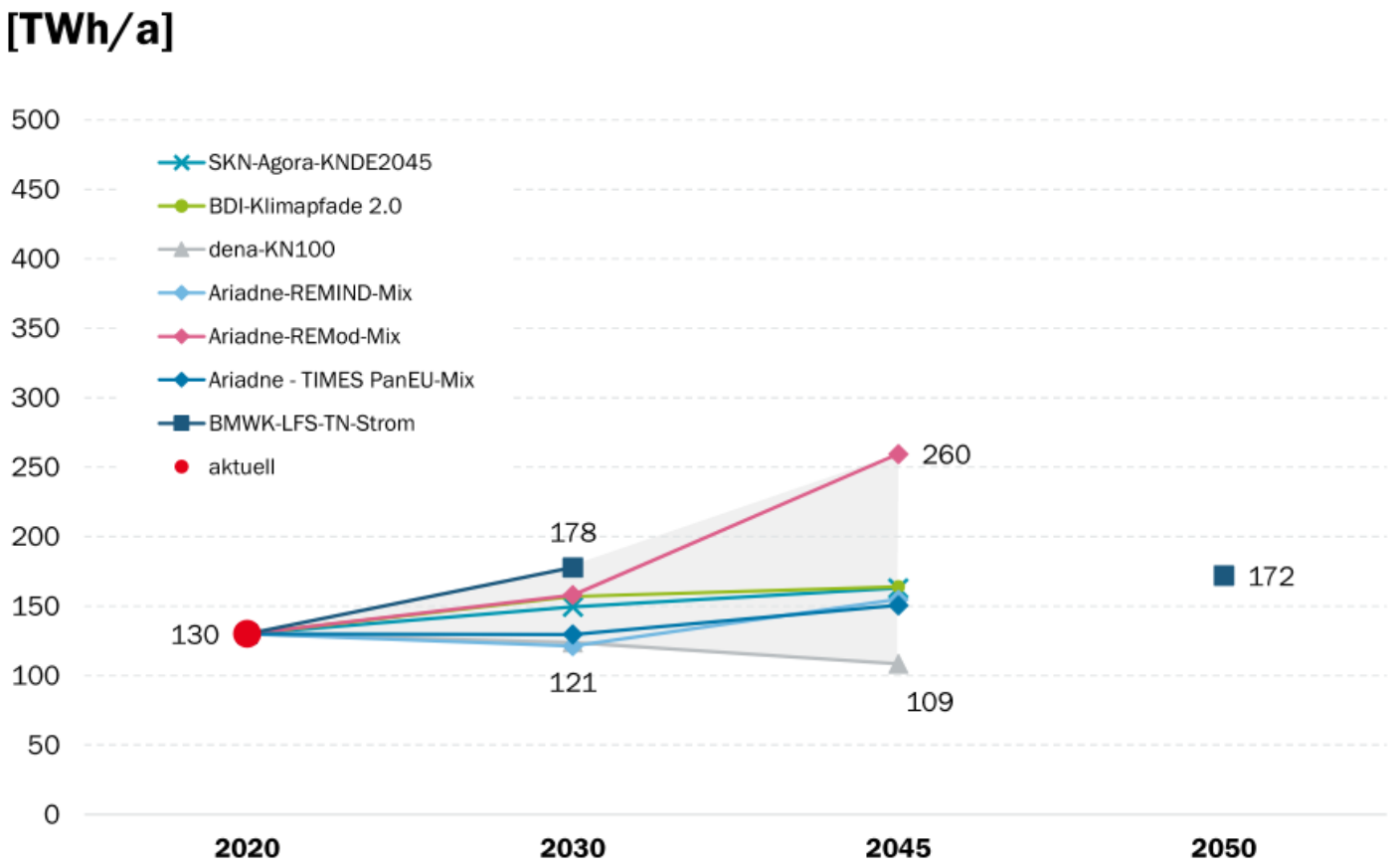
Quelle:
https://www.stiftung-klima.de/app/uploads/2022/03/2022-03-16-Big5_Szenarienvergleich_final.pdf

„Big 5“ Klimaschutzszenarien – Anzahl Wärmepumpen



Quelle: https://www.stiftung-klima.de/app/uploads/2022/03/2022-03-16-Big5_Szenarienvergleich_final.pdf

„Big 5“ Klimaschutzszenarien – Endenergieverbrauch Fernwärme



Quelle: https://www.stiftung-klima.de/app/uploads/2022/03/2022-03-16-Big5_Szenarienvergleich_final.pdf

Aktuelle Klimaschutzszenarien des Umweltbundesamts

„Big 5“ Klimaschutzszenarien

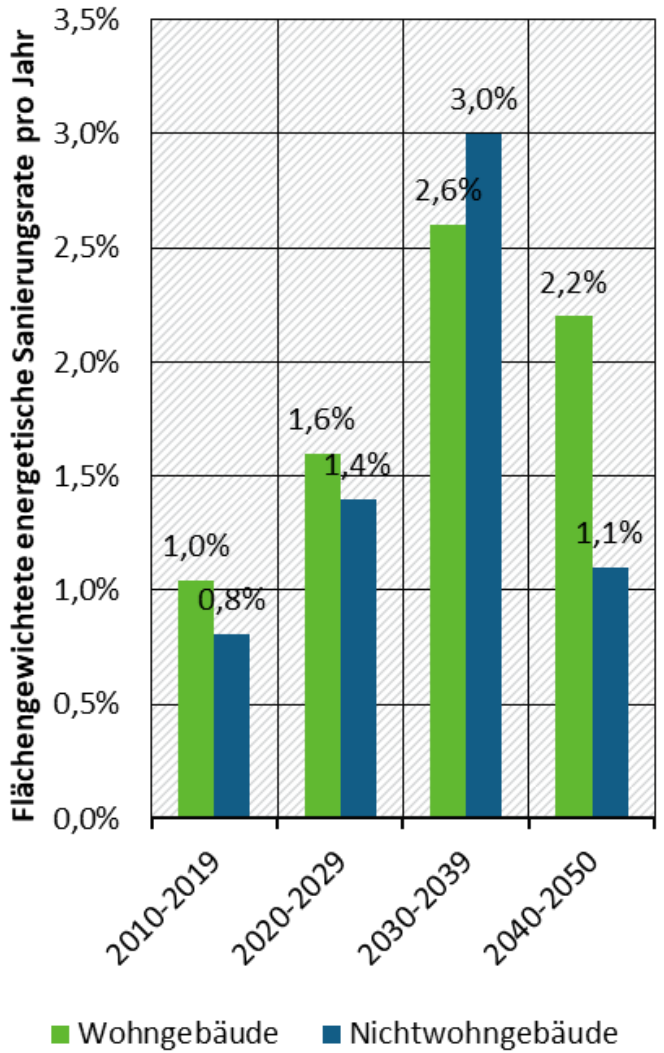
RESCUE www.umweltbundesamt.de/rescue

CARE – kurz vor der Veröffentlichung

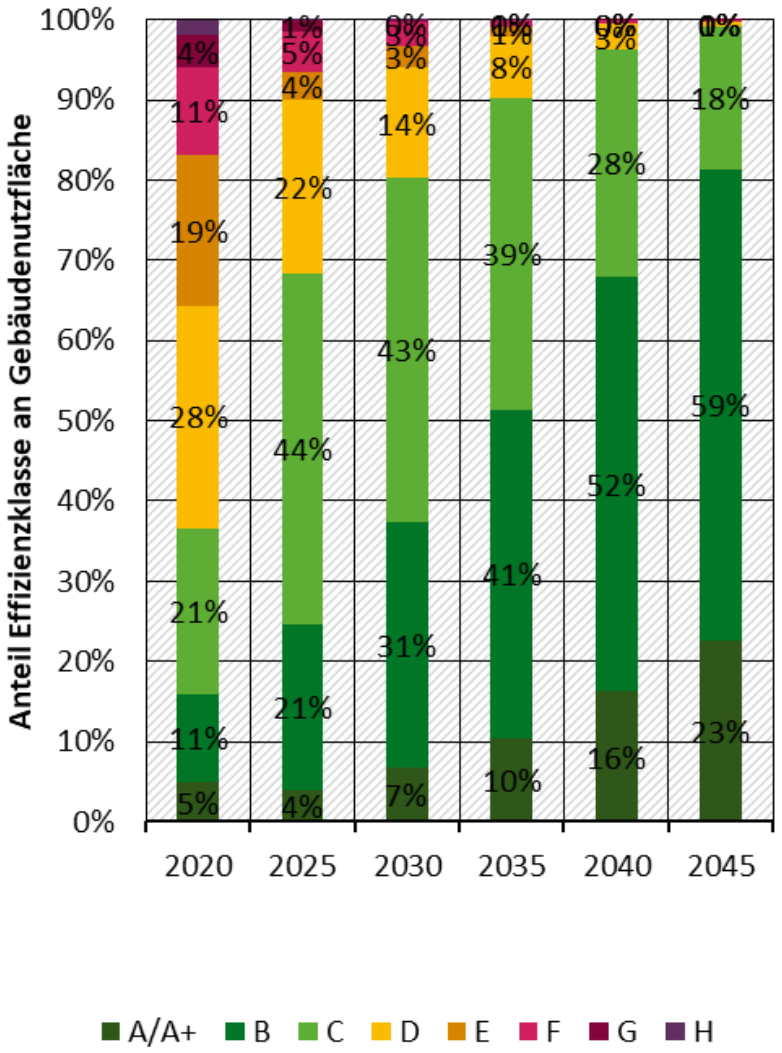
Quelle: https://www.stiftung-klima.de/app/uploads/2022/03/2022-03-16-Big5_Szenarienvergleich_final.pdf

CARESupreme: Sanierung und Effizienzklassen

Sanierungsquote



Entwicklung der Effizienzklassenverteilung



Quelle: UBA, 2025 (unveröffentlicht)

Quelle: Öko-Institut (Modellierung ab 2020), Cischinsky und Diefenbach (2018) (historische Sanierungsrate Wohngebäude), Hörner (2022) (historische Sanierungsrate Nichtwohngebäude), Energieausweisdatenbank aus Bei der Wieden und Braungardt (2023) (Verteilung 2020)

Warum ist Energieeffizienz ein so zentraler Teil des Zielbilds?

IFEU (2025):

„Die künftig erforderliche Menge an Wärmepumpenstrom in Deutschland wird überwiegend durch den Anteil unsanierter Gebäude bestimmt. Wenn nur die schlechtesten Gebäude saniert werden, können 6.000 Windkraftanlagen eingespart werden.“

Quelle: „Mit guten Gebäuden zum Ziel – Wie Klimaschutz im Gebäudebestand zu schaffen ist“, ifeu (2025), LINK

Warum ist Energieeffizienz ein so zentraler Teil des Zielbilds?

IFEU (2025):
„Die künftig erforderliche Menge an Wärmepumpenstrom in Deutschland wird überwiegend durch den Anteil unsanierter Gebäude bestimmt. Wenn nur die schlechtesten Gebäude saniert werden, können 6.000 Windkraftanlagen eingespart werden."

Quelle: „Mit guten Gebäuden zum Ziel – Wie Klimaschutz im Gebäudebestand zu schaffen ist", ifeu (2025), LINK

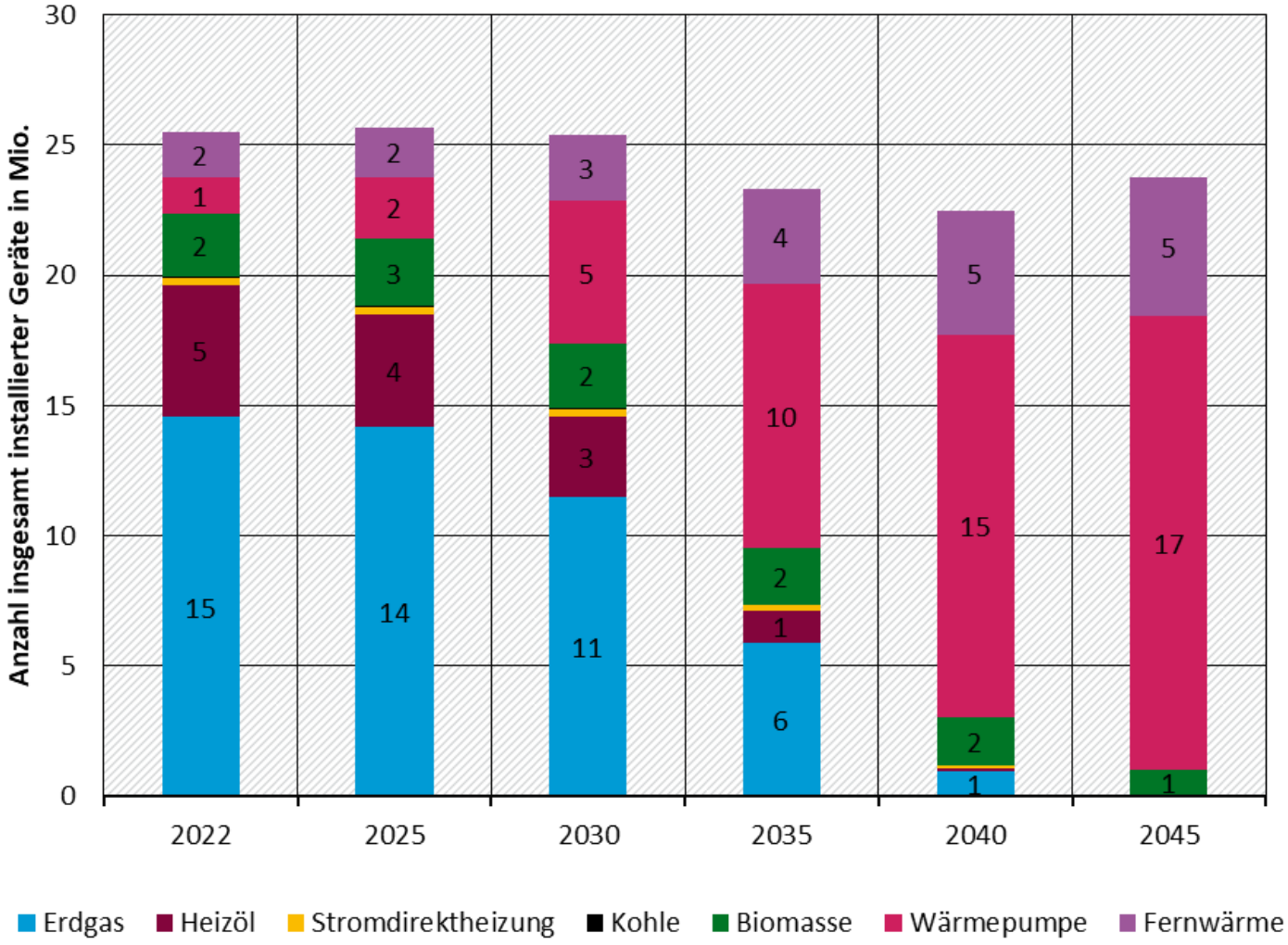
VORTEILE FÜR DAS ENERGIESYSTEM

- Steigerung der Effizienz von Wärmepumpe senken den Strombedarf weiter
- Resilienz von Gebäuden gegen Auswirkungen des Klimawandels – gerade auch in heißen Sommern
- Flexibilität gegenüber dem Stromsystem durch hohe Speicherwirkung der Gebäude in Zeiten knappen Stromangebots
- Geringere Energieimportabhängigkeit
- Teilweise Vermeidung von Neubau

VORTEILE FÜR DIE BEWOHNER*INNEN

- Gesteigerte Behaglichkeit
- Resilienz gegen schwankende / steigende Energiekosten

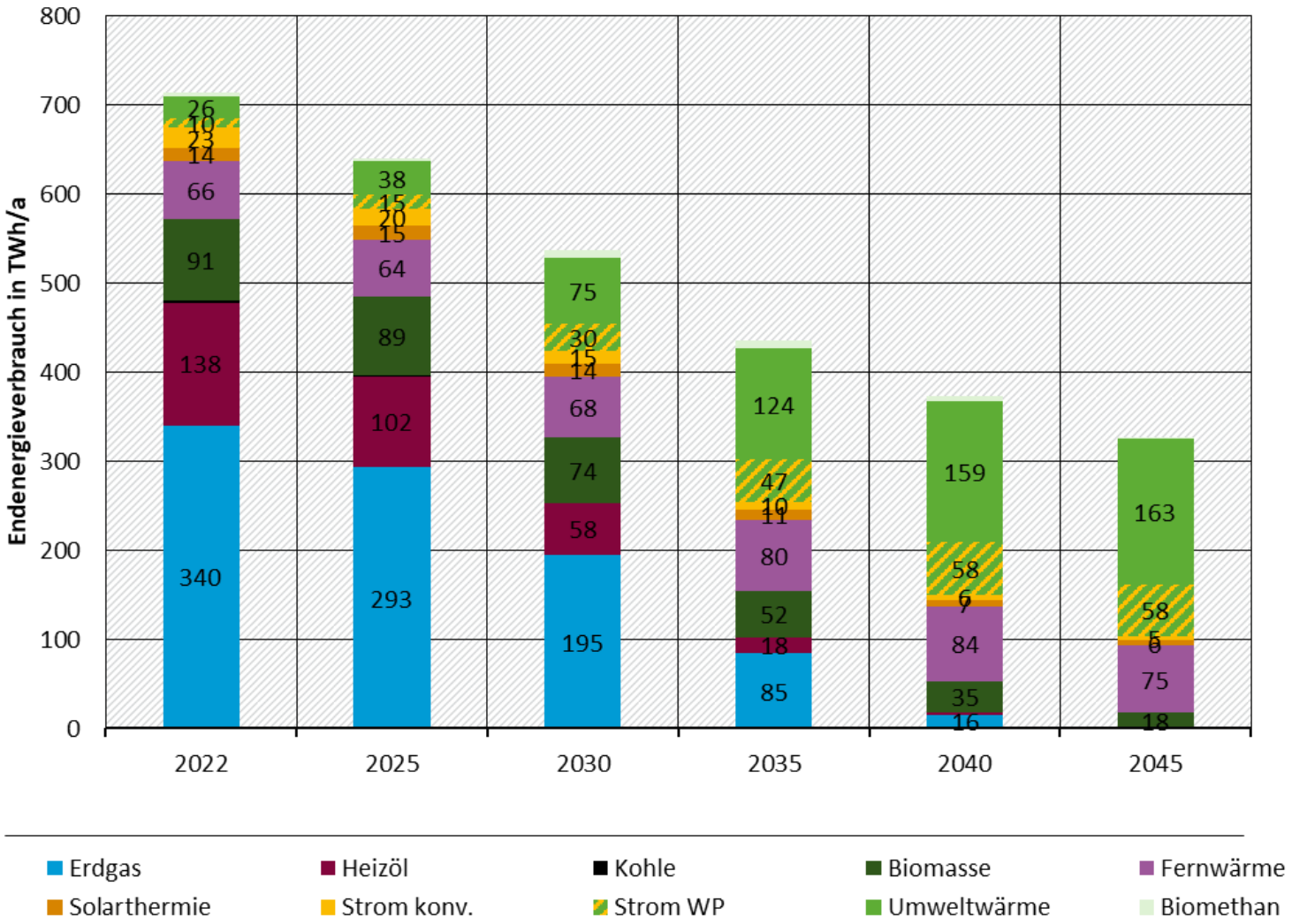
CARESupreme: Entwicklung der installierten primären Wärmeerzeuger in Mio. in Wohn- und Nichtwohngebäuden



Quelle: UBA, 2025 (unveröffentlicht)

Anmerkung: Hier werden die insgesamt verbauten Geräte angegeben. Ein Mehrfamilienhaus mit Gas-Etagenheizung taucht mit mehr als einem Gerät auf, ebenso Gebäude, die dezentralen mit Biomasse beheizt werden. Große Gebäude werden von mehreren Wärmepumpengeräten versorgt (Kaskadierung).

CARESupreme: Endenergieverbrauch für Raumwärme und Warmwasser je Energieträger

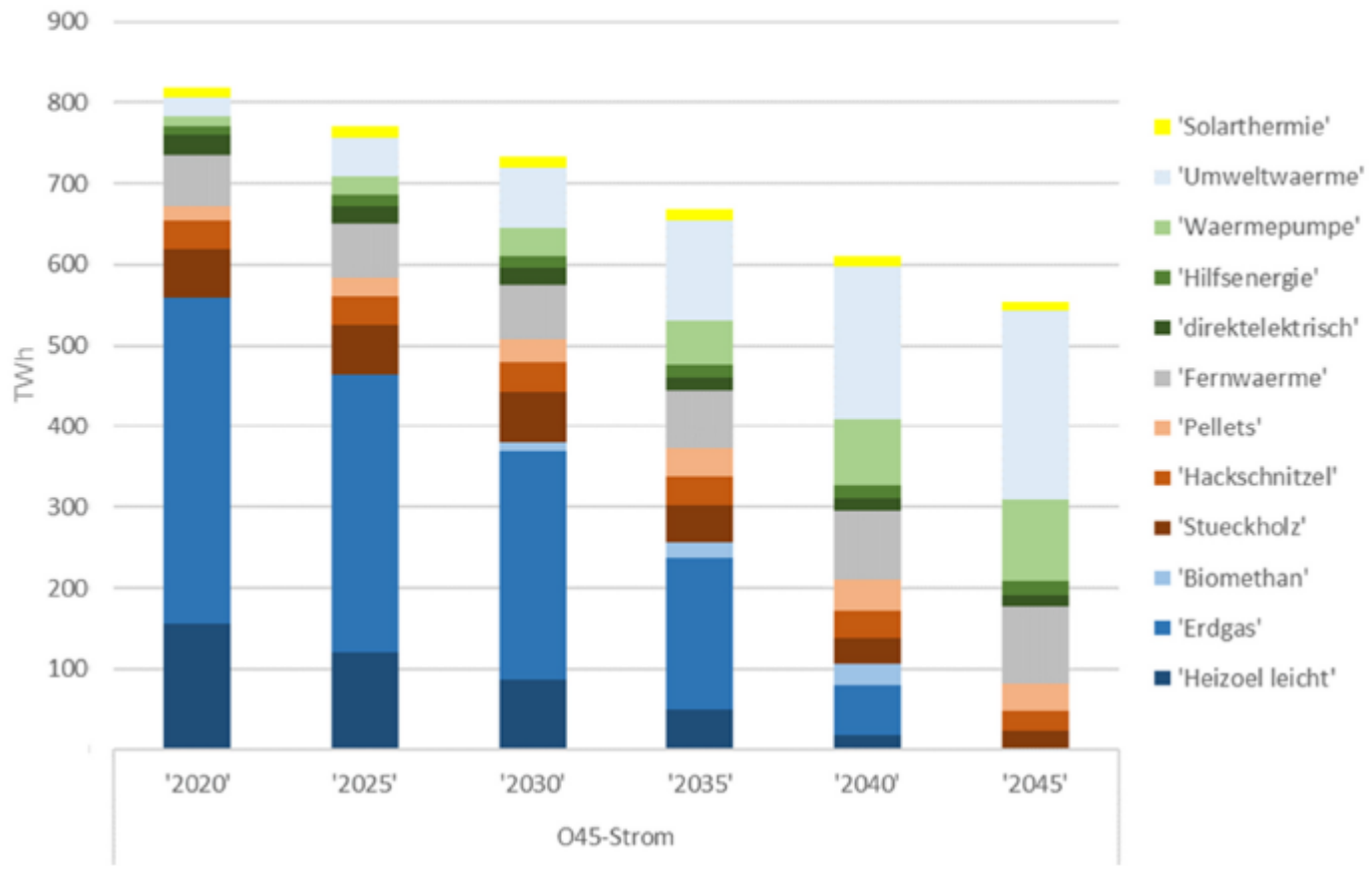


Quelle: UBA, 2025 (unveröffentlicht)

Anmerkungen:
Strom konv. = konventionelle Stromdirektheizungen,
Strom WP = Wärmepumpen

Kurz-Überblick weitere Zielszenarien

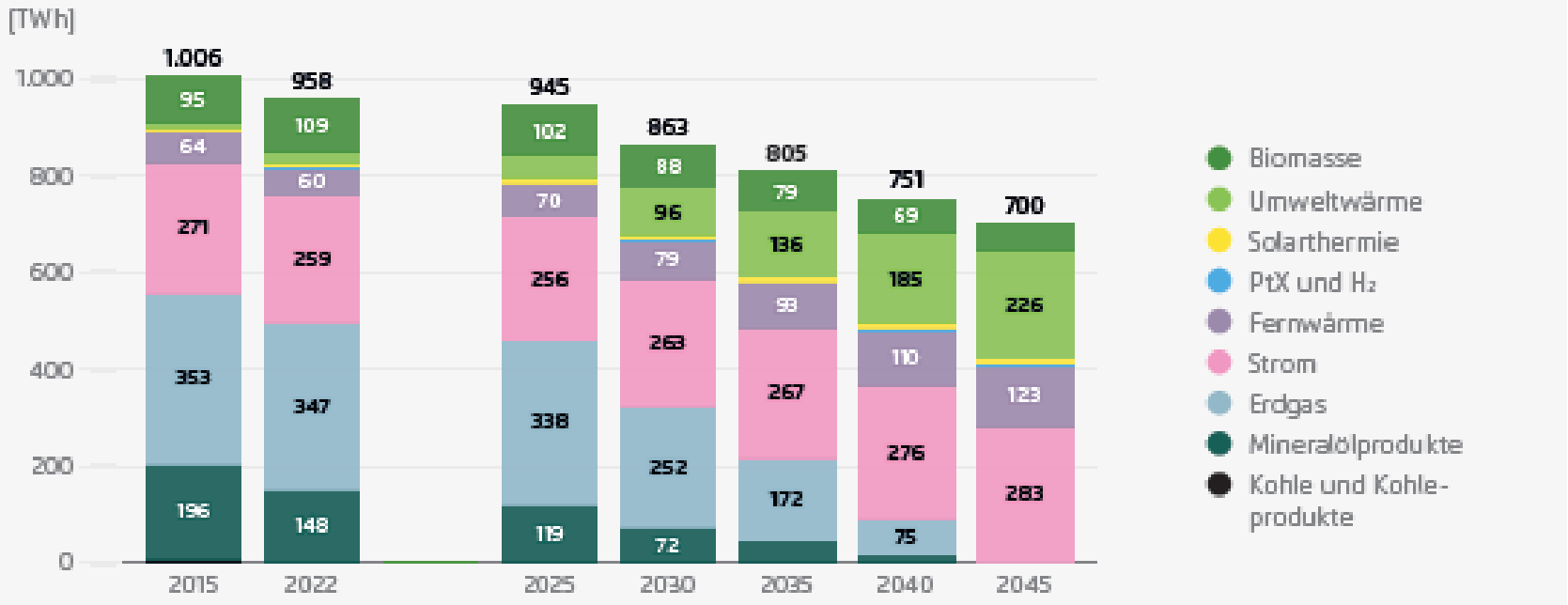
Abbildung 1-3: Endenergieverbrauch für Raumwärme und Warmwasser in privaten Haushalten und GHD im Szenario O45-Strom



Langfristszenarien O45-Strom – Fraunhofer ISI et al. (2024) für BMWK
LINK

Kurz-Überblick weitere Zielszenarien

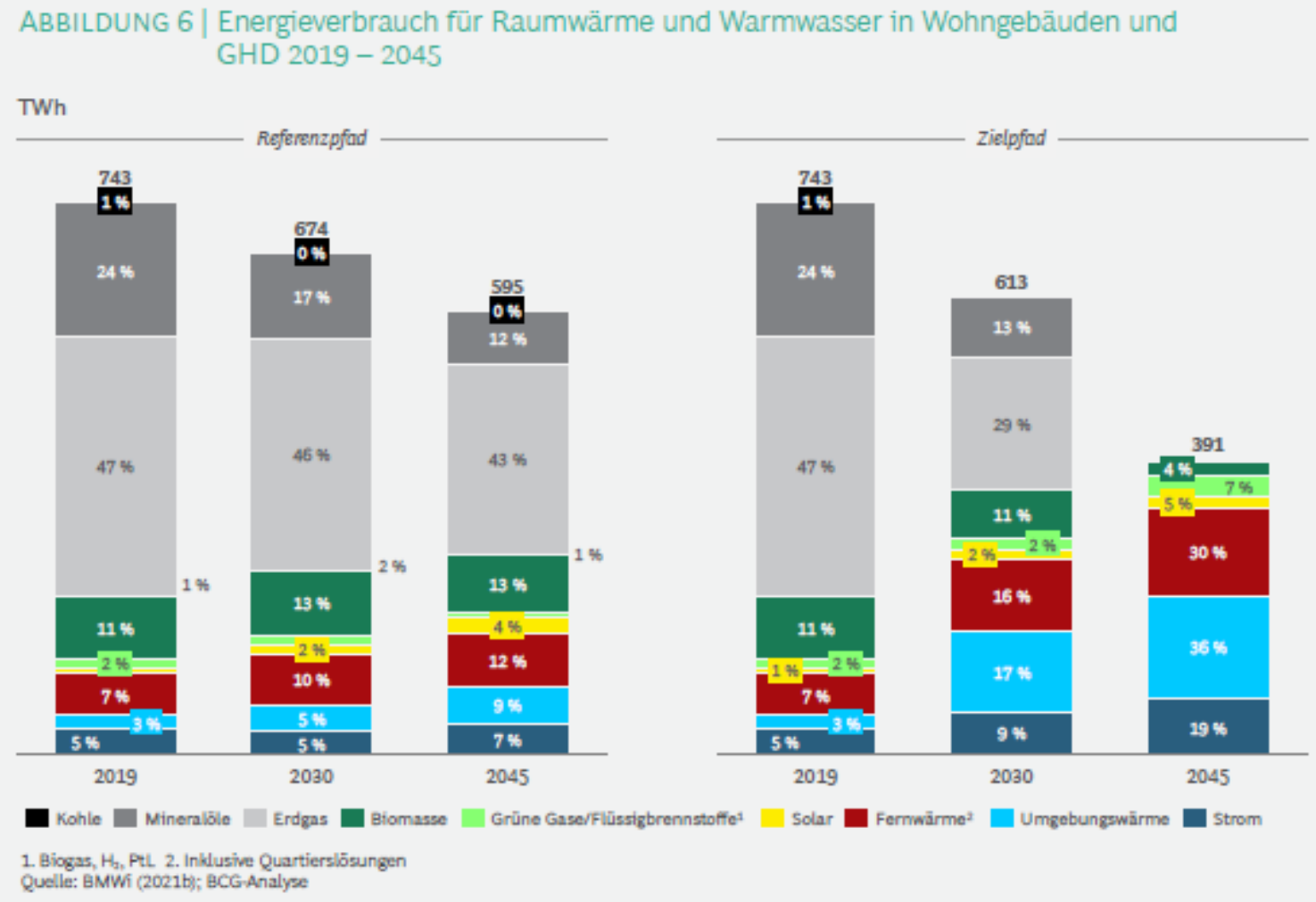
Endenergieverbrauch nach Energieträgern im Gebäudesektor → Abb. 22



Agora Energiewende und Prognos (2024), historische Daten: AG Energiebilanzen und UBA (2024).

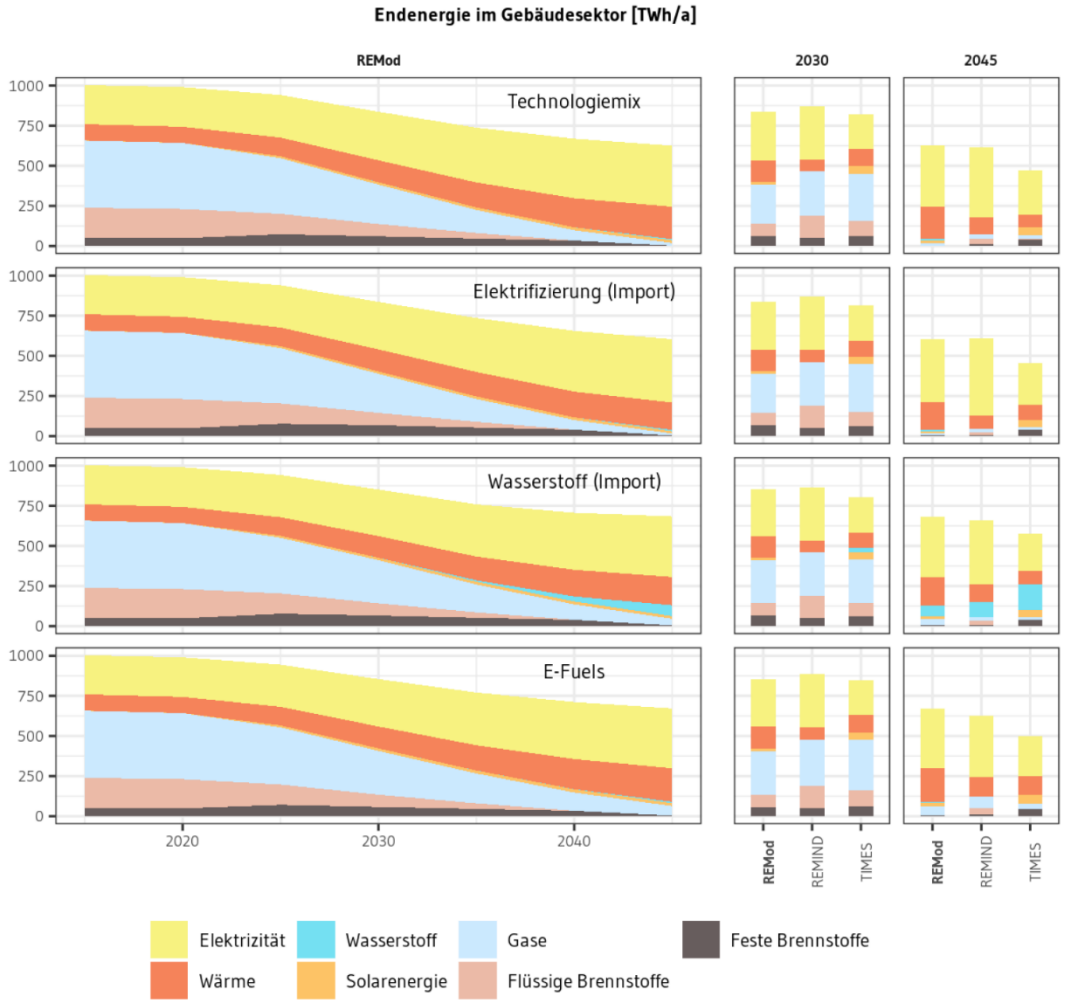
Klimaneutrales Deutschland 2045 – Prognos et al. (2024) für Agora Energiewende
LINK

Kurz-Überblick weitere Zielszenarien



Klimapfade 2.0 – BCG (2021) für BDI
LINK

Kurz-Überblick weitere Zielszenarien

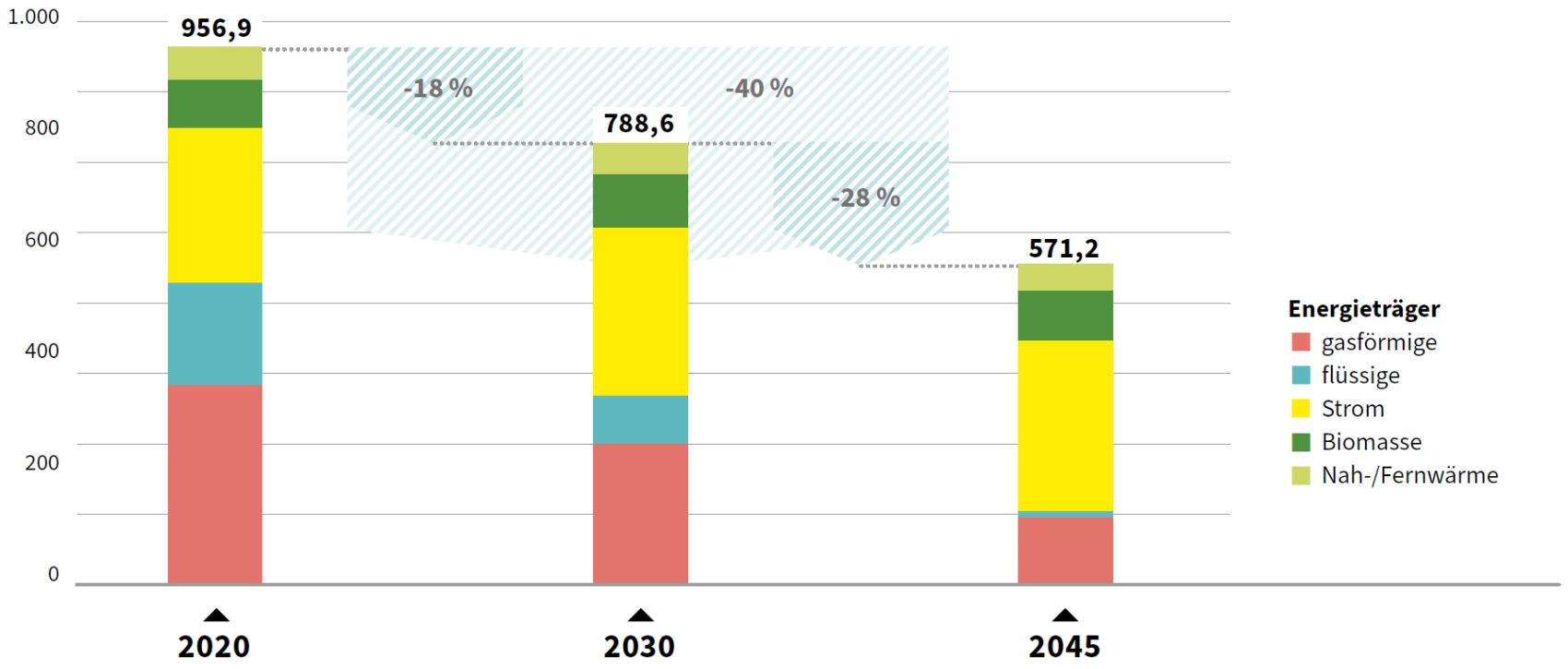


Ariadne-Report: Deutschland auf dem Weg zur Klimaneutralität 2045 (2021) im Rahmen der Kopernikus Projekte
LINK

Kurz-Überblick weitere Zielszenarien

Abb. 6.2 Energiebedarf und -verwendung im Gebäudesektor

Angaben in TWh



dena-Leitstudie: Aufbruch Klimaneutralität
dena et al. (2021)
LINK

Fazit aus den Szenarien | Politik-Instrumente

Sehr unterschiedliche Modellierungen kommen mit den vorhandenen Techniken zu sehr ähnlichen Lösungswelten.

Fazit aus den Szenarien | Politik-Instrumente

Sehr unterschiedliche Modellierungen kommen mit den vorhandenen Techniken zu sehr ähnlichen Lösungswelten.

Politik-Instrumente müssen heute und künftig den Rahmen für das Handeln setzen.

- Zielkompatibler Neubau
- Sanierungen anreizen
- Treibhausgasneutrale Heizungen
  - Wärmepumpen und Anschluss an Fernwärme
  - Brennstoffbasierte Heizungen wie Biomasse/Holz oder Wasserstoff nur in Ausnahme- & Härtefällen

Kaum Öl- und Gasheizungen 2045

- Der Einsatz fossiler Brennstoffe ist grundlegend nicht kompatibel mit dem Ziel der Treibhausgasneutralität 2045
- Brennstoffe könnten synthetisch aus erneuerbarem Strom hergestellt werden (z.B. Wasserstoff)

Kaum Öl- und Gasheizungen 2045

- Der Einsatz fossiler Brennstoffe ist grundlegend nicht kompatibel mit dem Ziel der Treibhausgasneutralität 2045
- Brennstoffe könnten synthetisch aus erneuerbarem Strom hergestellt werden (z.B. Wasserstoff)

- Es gelten aber die Rahmenbedingungen:
  - Umwandlungsschritte gehen immer mit Energieverlusten einher
  - Ursprung der Energie
    - Früher: fossilen Brennstoffen
    - Künftig: Storm aus erneuerbaren Energien
  - → Direkte Nutzung systemisch der effizienteste Weg

Kaum Öl- und Gasheizungen 2045

- Der Einsatz fossiler Brennstoffe ist grundlegend nicht kompatibel mit dem Ziel der Treibhausgasneutralität 2045
- Brennstoffe könnten synthetisch aus erneuerbarem Strom hergestellt werden (z.B. Wasserstoff)

- Es gelten aber die Rahmenbedingungen:
  - Umwandlungsschritte gehen immer mit Energieverlusten einher
  - Ursprung der Energie
    - Früher: fossilen Brennstoffen
    - Künftig: Storm aus erneuerbaren Energien
  - → Direkte Nutzung systemisch der effizienteste Weg

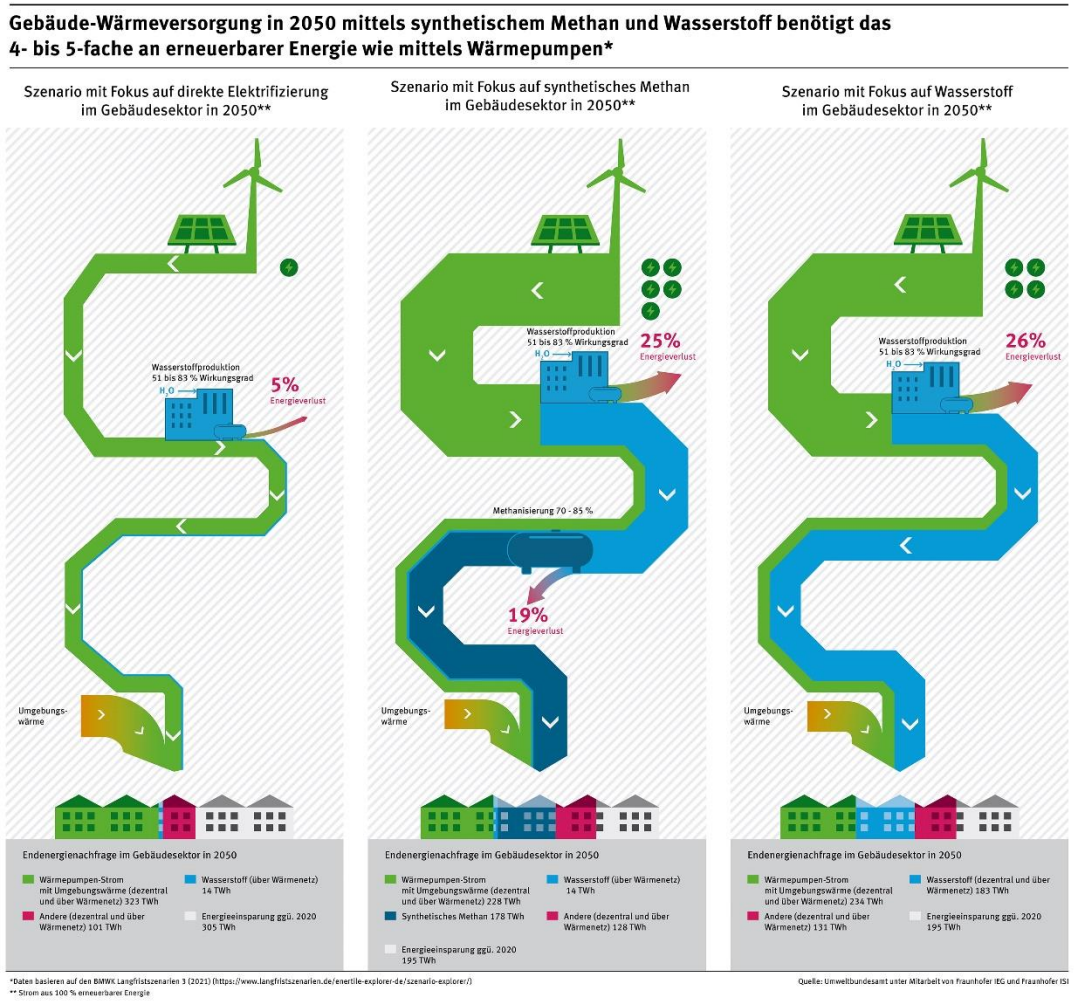
  - Zusätzlich haben Wärmepumpen Jahresarbeitszahlen von oft mehr als 3!

Kaum Öl- und Gasheizungen 2045

- Der Einsatz foss
  Treibhausgasne
- Brennstoffe kön Wasserstoff)

- Es gelten aber d
  - Umwandlung
  - Ursprung der
    - Früher: foss
    - Künftig: Sto
  - → Direkte Nu

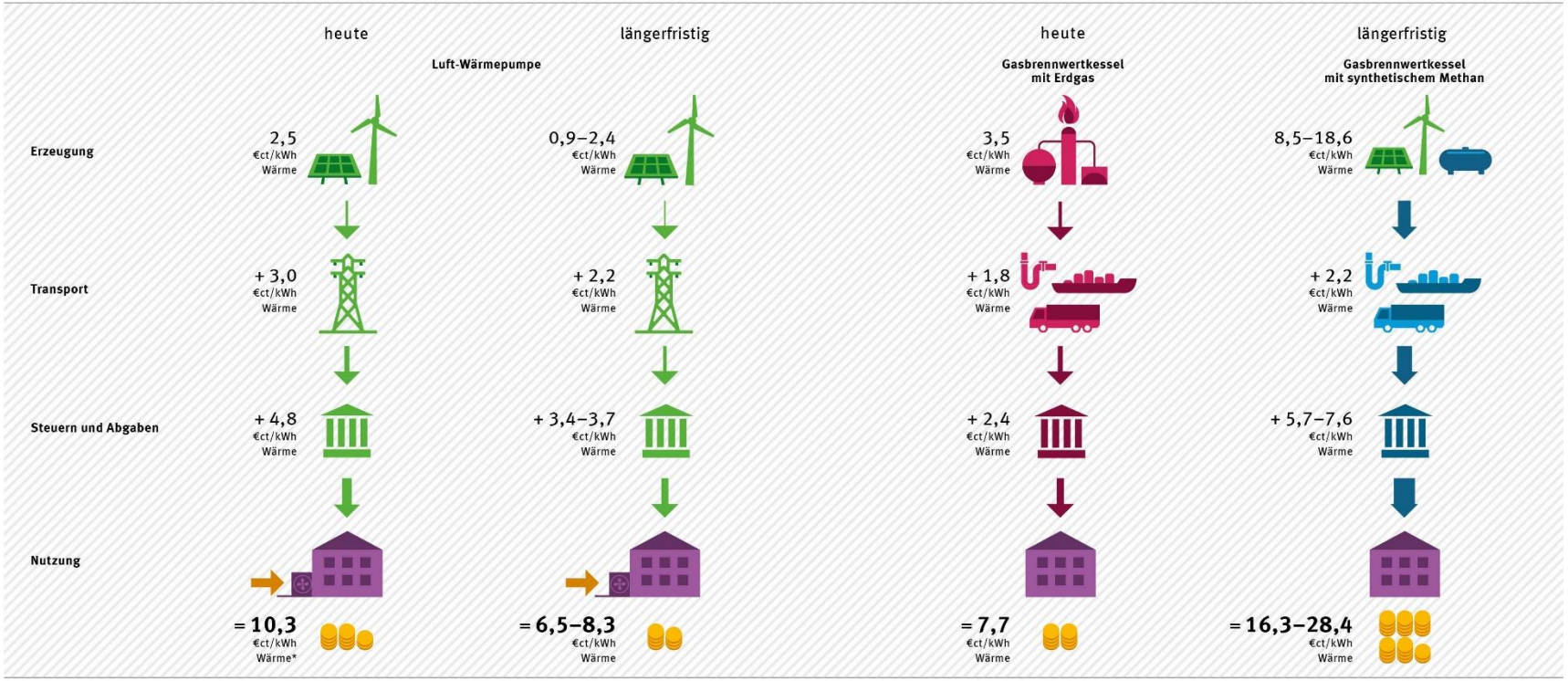
  - Zusätzlich hab



Quelle: UBA unter Mitarbeit Fraunhofer IEG und Fraunhofer ISI

Langfristige Kosten von Gas- und Öl-Heizungen

Vergleich der Kosten von Gasbrennwertkesseln und Wärmepumpen zur Erzeugung von Heizenergie – heute und längerfristig



* 7,7–10,3 €ct/kWhWärme je nach Jahresarbeitszahl (kennzeichnet die Effizienz einer Wärmepumpe, Annahme JAZ = 3 heute und JAZ = 4 längerfristig)

Quelle: Umweltbundesamt unter Mitarbeit von Fraunhofer IEG und Fraunhofer ISI

Quelle: UBA unter Mitarbeit Fraunhofer IEG und Fraunhofer ISI

Heutige und künftige Preise von fossilen Energieträgern

Fossile Energieträger zuletzt nach dem Angriffskrieg Russlands gegen die Ukraine sprunghaft extrem gestiegen.

Das Risiko großer Preissprünge und -unsicherheiten besteht bei einer starken Importabgängigkeit und unsicheren Weltlage auch weiterhin.

CO_2-Preis

- Brennstoffemissionshandelsgesetz
  - Festpreisphase 2021-2025
- EU Emissions Trading Scheme II ab 2027
  - Versteigerungsphase mit Preisdämfpungsmechanismus
  - EU-Klimasozialfonds
- **Nachfrage ↔ Angebot ➔ (CO_2-)Preis**
  - Angebot: „Mengenziel“ („Cap“)
  - ETS-Minderungspfad: -5,1…-5,4 %/a
  - 2030 sind 200-300 €/t denkbar
- Rahmenbedingungen müssen Marktversagen vorbeugen
- **CO_2-Preis bei Investitionen einkalkulieren!**

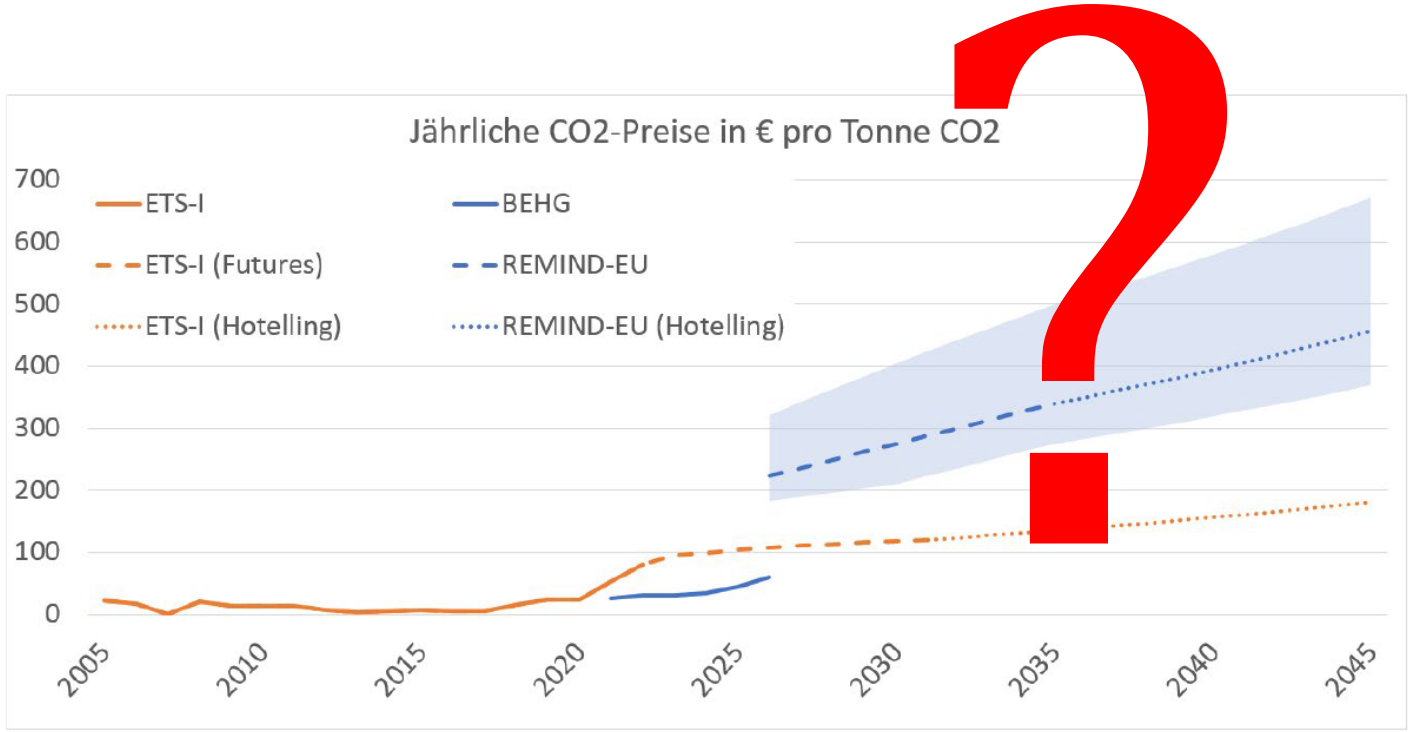


Abbildung 1: Bisherige und mögliche zukünftige CO2-Preisentwicklung für Industrie & Energie (EU ETS-I) sowie im Verkehrs- und Gebäudesektor (BEHG, ab 2027 EU-ETS II, hier basierend auf REMIND-EU Modellrechnungen).
Quelle: eigene Darstellung basierend auf REMIND-EU-Preisen, vgl. Pietzcker et al. 2021, historischen EU-ETS Preisen, vgl. Ember 2023, und ETS-Futures-Preisen im Dezember des jeweiligen Jahres, vgl. European Energy Exchange AG 2023.

Quellen:
https://www.mcc-berlin.net/fileadmin/data/C18_MCC_Publications/2023_MCC_CO2-Bepreisung_Klimaneutralit%C3%A4t_Verkehr_Geb%C3%A4ude.pdf
https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/einfuehrung-eines-emissionshandelssystems-fuer

CO_2-Preis

Theoretische Beispielrechnung

- Typischer Verbrauch eines Einfamilienhauses sind 15.000 bis 20.000 kWh pro Jahr

Es ergäben sich zusätzliche Kosten für:

- **Gas-Heizung**
  2030: 600 bis 1200 €/a
  2040: 950 bis 2200 €/a

- **Öl-Heizung**
  2030: 800 bis 1600 €/a
  2040: 1300 bis 3000 €/a

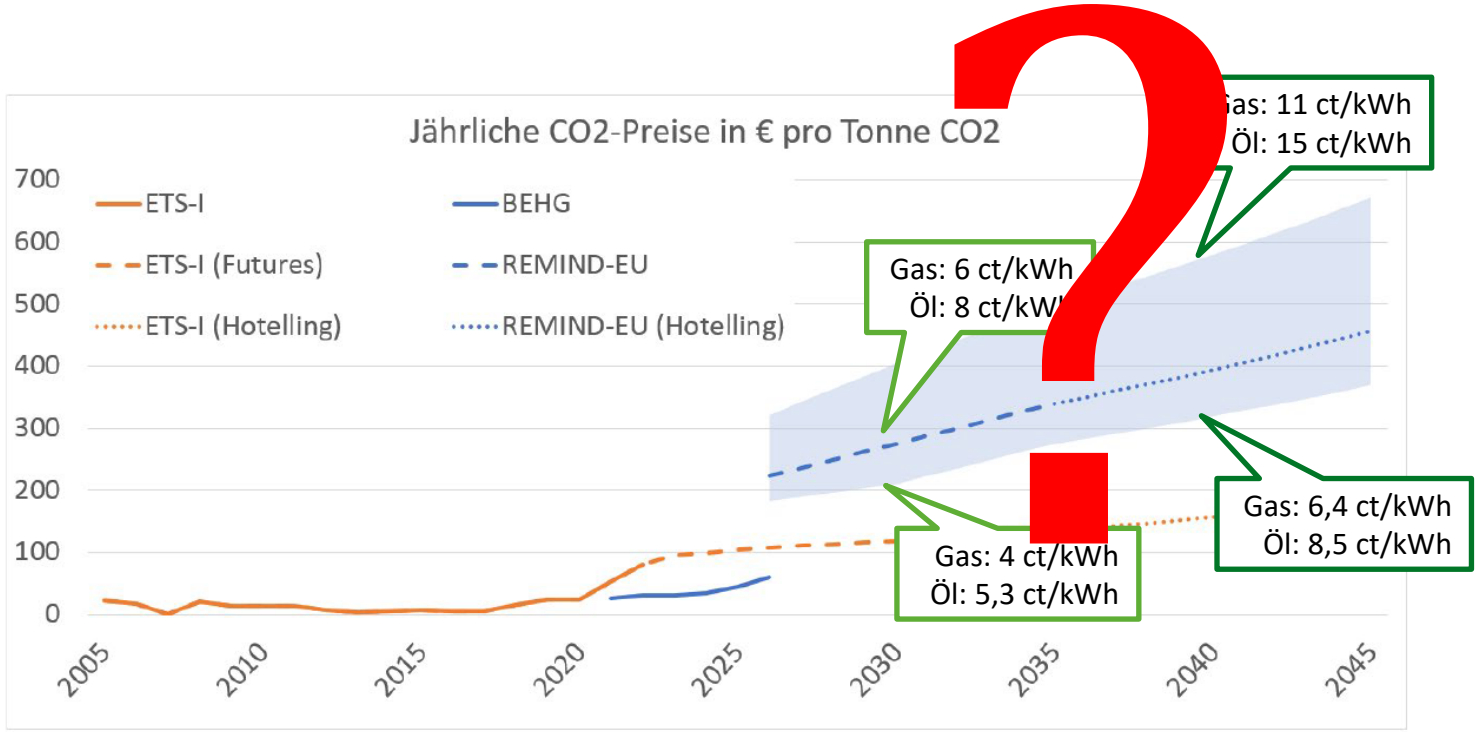


Abbildung 1: Bisherige und mögliche zukünftige CO2-Preisentwicklung für Industrie & Energie (EU ETS-I) sowie im Verkehrs- und Gebäudesektor (BEHG, ab 2027 EU-ETS II, hier basierend auf REMIND-EU Modellrechnungen).
Quelle: eigene Darstellung basierend auf REMIND-EU-Preisen, vgl. Pietzcker et al. 2021, historischen EU-ETS Preisen, vgl. Ember 2023, und ETS-Futures-Preisen im Dezember des jeweiligen Jahres, vgl. European Energy Exchange AG 2023.

Quellen:
https://www.mcc-berlin.net/fileadmin/data/C18_MCC_Publications/2023_MCC_CO2-Bepreisung_Klimaneutralit%C3%A4t_Verkehr_Geb%C3%A4ude.pdf
https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/einfuehrung-eines-emissionshandelssystems-fuer

Fazit

Fazit

FOSSILE ENERGIETRÄGER

Preise zunehmend unsicher

Müssen teurer werden oder anderweitig aus dem System

Fazit

FOSSILE ENERGIETRÄGER

Preise zunehmend unsicher

Müssen teurer werden oder anderweitig aus dem System

WASSERSTOFF UND SYNTHETISCHE BRENNSTOFFE

Werden lange Zeit nicht verfügbar sein. Für Gebäude eventuell nie.

Werden immer die teurere Option bleiben, weil sehr ineffizient

Fazit

FOSSILE ENERGIETRÄGER

Preise zunehmend unsicher

Müssen teurer werden oder anderweitig aus dem System

WASSERSTOFF UND SYNTHETISCHE BRENNSTOFFE

Werden lange Zeit nicht verfügbar sein. Für Gebäude eventuell nie.

Werden immer die teurere Option bleiben, weil sehr ineffizient

BIOMASSE

Begrenzte nachhaltig verfügbare Potentiale

Werden teurer je mehr die Nachfrage steigt

Fazit

FOSSILE ENERGIETRÄGER
Preise zunehmend unsicher
Müssen teurer werden oder anderweitig aus dem System

WASSERSTOFF UND SYNTHETISCHE BRENNSTOFFE
Werden lange Zeit nicht verfügbar sein. Für Gebäude eventuell nie.
Werden immer die teurere Option bleiben, weil sehr ineffizient

BIOMASSE
Begrenzte nachhaltig verfügbare Potentiale
Werden teurer je mehr die Nachfrage steigt

SYSTEMISCH BESTE ANTWORTEN
Effizienzsteigerung, Wärmepumpen & Fernwärme

→ Die Politik wird den entsprechenden Rahmen setzen müssen, um die Klimaziele zu erreichen (und hat dies heute bereits teilweise getan).

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Joscha Steinbrenner

Umweltbundesamt
Fachgebiet V 1.2 – Strategien und Szenarien zu Klimaschutz und Energie

50 Jahre Umweltbundesamt 1974–2024

Umwelt Bundesamt