

Energiepolitischen Online-Frühstück
»Klima- und Energiepolitik nach der Wahl –
Wege zum Konsens und zur Zielerreichung«

19. März 2025

Impuls

Prof. Dr. Hans-Martin Henning, Fraunhofer ISE

 **Fraunhofer**
ISE

 **INATECH**
INSTITUT FÜR NACHHALTIGE
TECHNISCHE SYSTEME

universität freiburg

Agenda

1. Treibhausgasemissionen – Bisherige Entwicklung und Trends in Deutschland
2. Investitionen zum Aufbau eines klimaneutralen Energiesystems
3. Kernelemente der künftigen Klimaschutzpolitik

Agenda

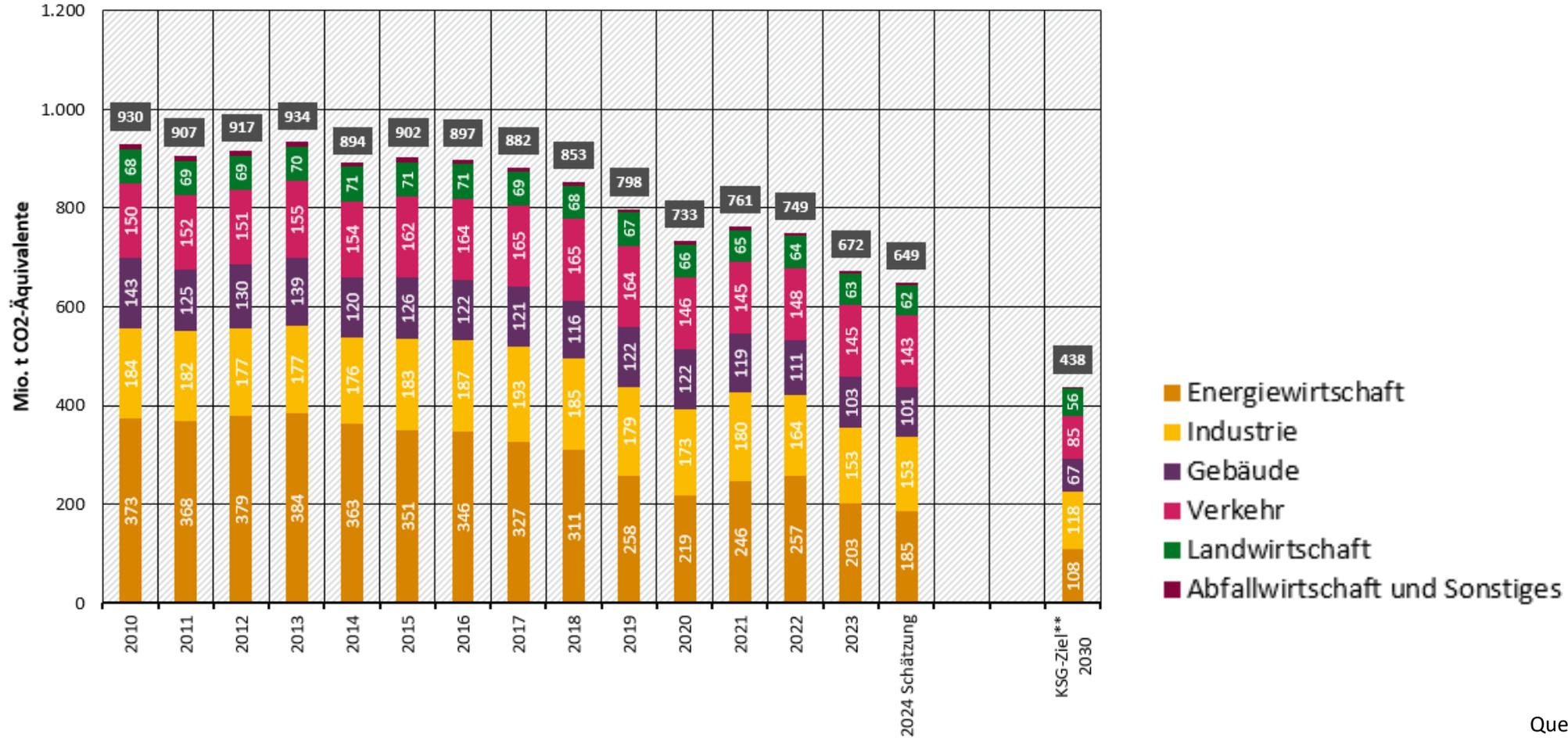
1. Treibhausgasemissionen – Bisherige Entwicklung und Trends in Deutschland

2. Investitionen zum Aufbau eines klimaneutralen Energiesystems

3. Kernelemente der künftigen Klimaschutzpolitik

THG-Emissionen Deutschlands nach KSG-Sektoren

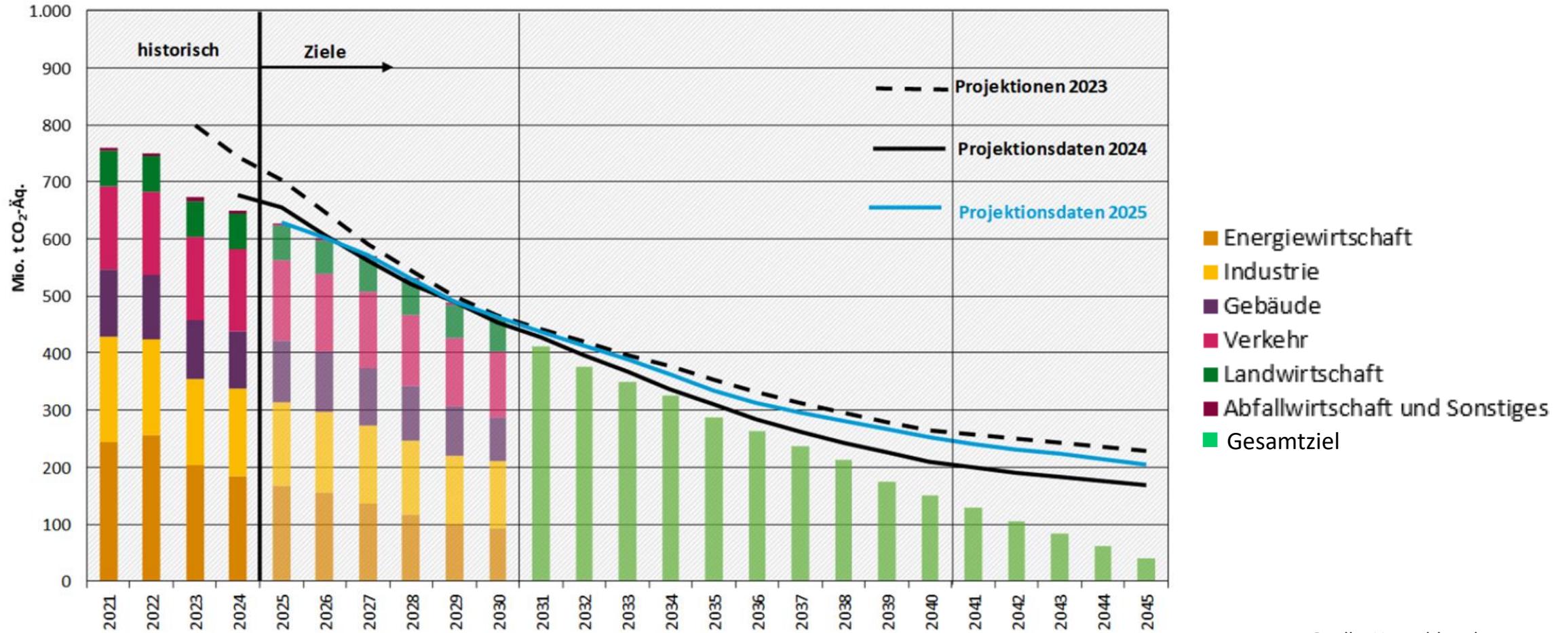
UBA-Daten, veröffentlicht am 15.3.2025



Quelle: Umweltbundesamt

THG-Projektion Deutschlands nach KSG-Sektoren

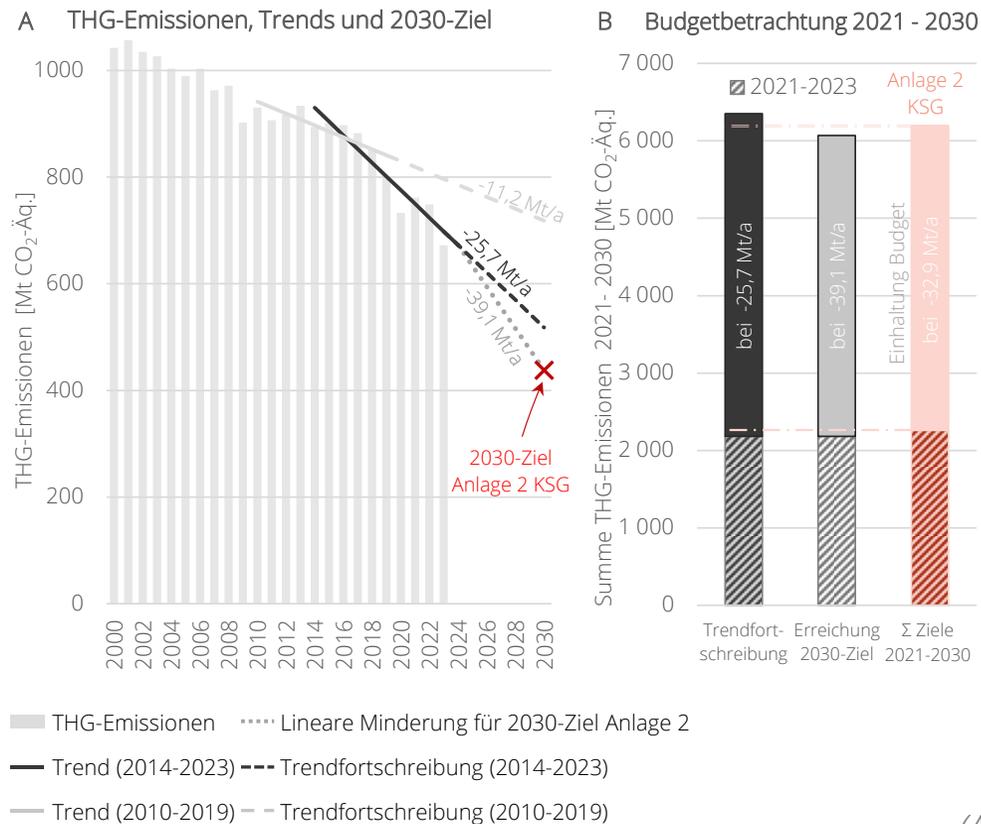
Projektion, veröffentlicht durch das UBA am 15.3.2025



Quelle: Umweltbundesamt

Sektorübergreifende THG-Emissionen

Entwicklungen, Trends und Zielerreichung



(Abb. Z1)

(Quelle: Zweijahresgutachten, ERK 2024)

- Die gesamten THG-Emissionen (ohne LULUCF) sind im Zeitraum von 2021 bis 2023 gesunken. Die Emissionsrückgänge waren ausreichend, um die zulässigen Jahresemissionsmenge in den Jahren 2021 bis 2023 einzuhalten.
- Es ist eine Beschleunigung der Reduktion der THG-Emissionen zu beobachten.
- Bei Fortsetzen beider linearen Trends (2010-2019 und 2014-2023) würde die festgelegte Jahresemissionsmenge für das Jahr 2030 gemäß Anlage 2a KSG überschritten und das THG-Budget bis zum Jahr 2030 nicht eingehalten werden.

(Z 17 ff.)

Anteile der Sektoren an der Minderung (ex-post)

<i>(Tab. 1)</i>	Beobachtete mittlere Minderungsrate 2014–2023	
	Absolute Reduktion [Mt CO ₂ -Äq. pro Jahr]	Anteil an gesamter Reduktion [%]
Sektorenübergreifend (ohne LULUCF)	25,7	100
Energiewirtschaft	18,1	70
Industrie	2,7	10
Gebäude	1,3	5
Verkehr	2,0	8
Landwirtschaft	1,0	4
Abfallwirtschaft & Sonstiges	0,4	2

(Quelle: Zweijahresgutachten, ERK 2024)

Anteile der Sektoren an der Minderung (ex-post und ex-ante)

(Tab. 1)	Beobachtete mittlere Minderungsrate 2014–2023		Implizierte mittlere Minderungsrate durch die 2030-Ziele aus Anlage 2 und Anlage 2a KSG (ausgehend vom 2024-Wert des 10-Jahres-Trends) 2024–2030	
	Absolute Reduktion [Mt CO ₂ -Äq. pro Jahr]	Anteil an gesamter Reduktion [%]	Absolute Reduktion [Mt CO ₂ -Äq. pro Jahr]	Anteil an gesamter Reduktion [%]
Sektorenübergreifend (ohne LULUCF)	25,7	100	39,1*	100
Energiewirtschaft	18,1	70	13,5	34
Industrie	2,7	10	7,4	19
Gebäude	1,3	5	8,3	21
Verkehr	2,0	8	10,0	25
Landwirtschaft	1,0	4	1	3
Abfallwirtschaft & Sonstiges	0,4	2	0,1	0

(Quelle: Zweijahresgutachten, ERK 2024)

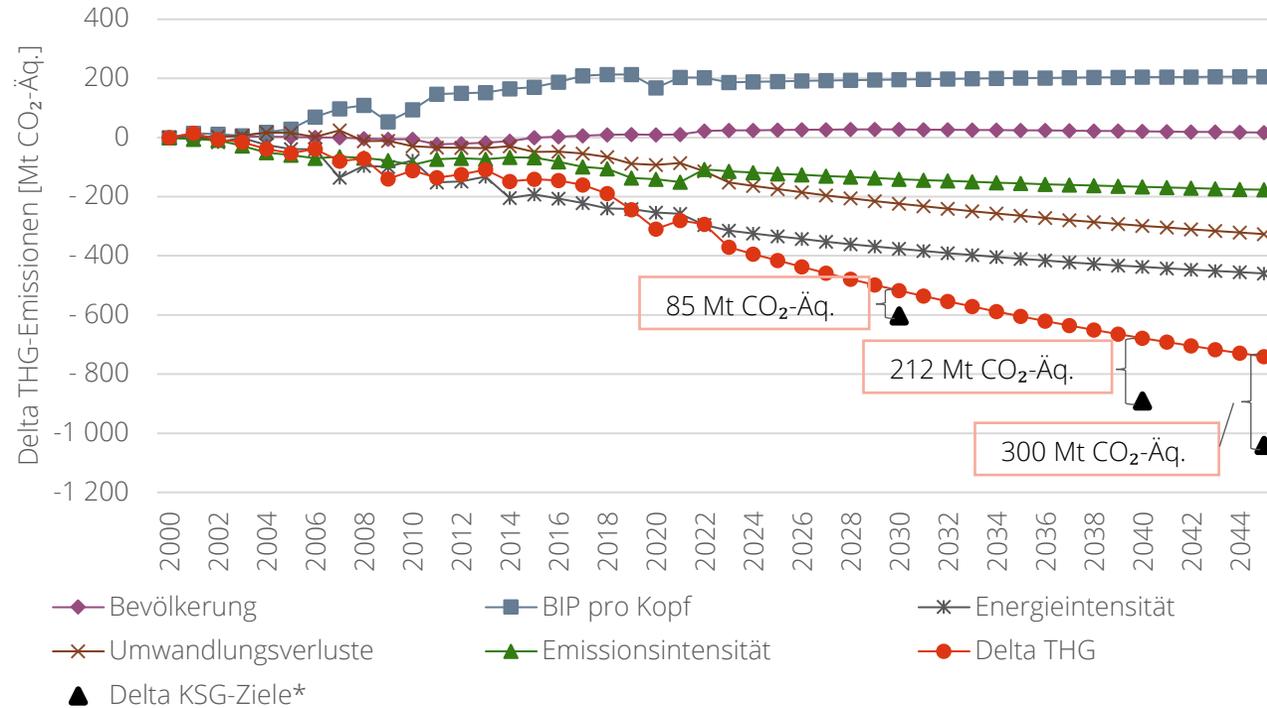
Anteile der Sektoren an der Minderung (ex-post und ex-ante)

(Tab. 1)	Beobachtete mittlere Minderungsrate 2014–2023		Implizierte mittlere Minderungsrate durch die 2030-Ziele aus Anlage 2 und Anlage 2a KSG (ausgehend vom 2024-Wert des 10-Jahres-Trends) 2024–2030		Implizierte mittlere Minderungsrate, falls beobachtete Anteile beibehalten würden (ausgehend vom 2024-Wert des 10-Jahres-Trends) 2024–2030	
	Absolute Reduktion [Mt CO ₂ -Äq. pro Jahr]	Anteil an gesamter Reduktion [%]	Absolute Reduktion [Mt CO ₂ -Äq. pro Jahr]	Anteil an gesamter Reduktion [%]	Absolute Reduktion [Mt CO ₂ -Äq. pro Jahr]	Anteil an gesamter Reduktion [%]
Sektorenübergreifend (ohne LULUCF)	25,7	100	39,1*	100	39,1*	100
Energiewirtschaft	18,1	70	13,5	34	27,4	70
Industrie	2,7	10	7,4	19	4,0	10
Gebäude	1,3	5	8,3	21	1,9	5
Verkehr	2,0	8	10,0	25	3,0	8
Landwirtschaft	1,0	4	1	3	1,5	4
Abfallwirtschaft & Sonstiges	0,4	2	0,1	0	0,6	2

(Quelle: Zweijahresgutachten, ERK 2024)

Ex-post und ex-ante Dekomposition der sektorübergreifenden THG-Emissionen

Unter der Annahme einer Trendfortschreibung (2014-2023)



$$THG_{Gesamt} = Bev \cdot \frac{BIP}{Bev} \cdot \frac{EEV}{BIP} \cdot \frac{PEV}{EEV} \cdot \frac{THG_{Gesamt}}{PEV}$$

(Abb. 5)

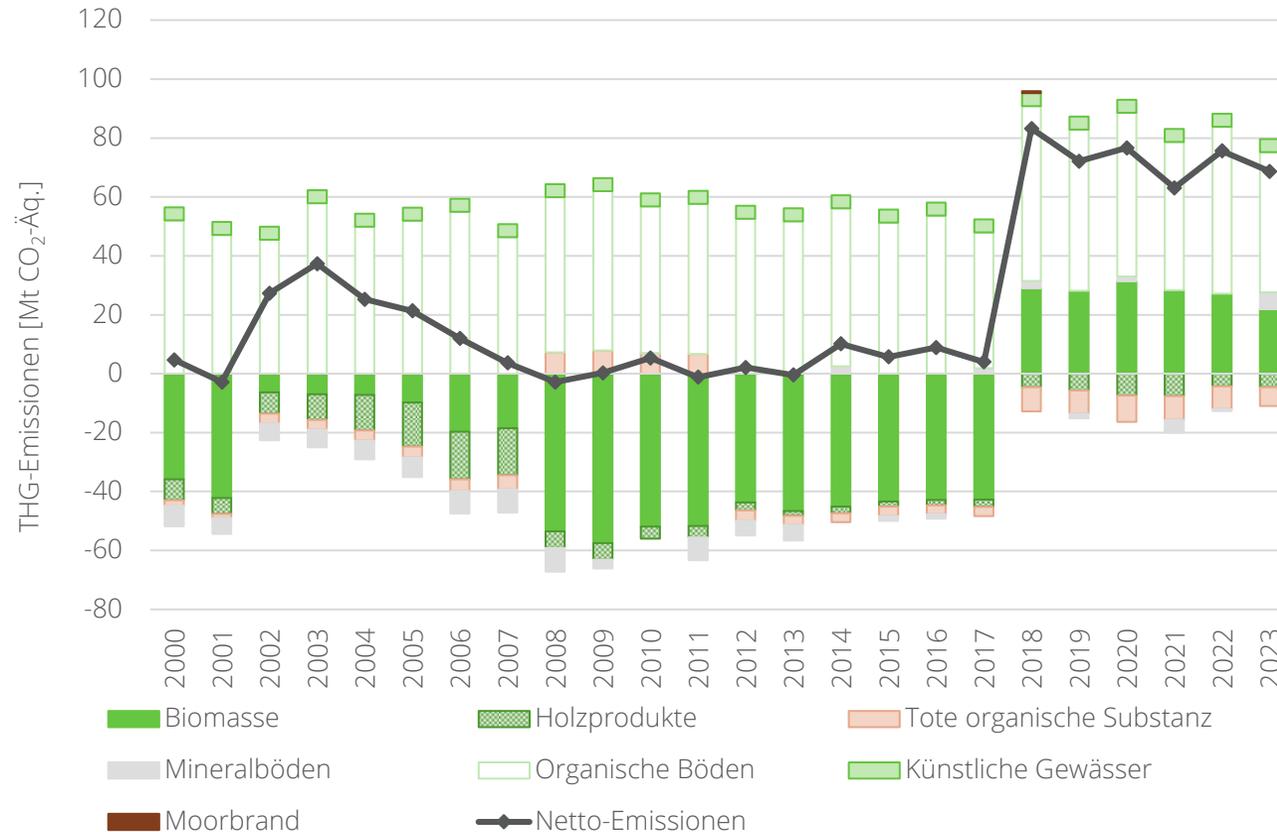
- Eine ex-ante Dekomposition der sektorübergreifenden THG-Emissionen zeigt, dass bei einer Trendfortschreibung der Faktoren der ex-post Dekomposition aus dem Zeitraum von 2014 bis 2023, die Klimaschutzziele gemäß § 3 des Bundes-Klimaschutzgesetzes in den Jahren 2030, 2040 und 2045 überschritten würden.
- Die Überschreitungen würden 85 Mt CO₂-Äq. im Jahr 2030, 212 Mt CO₂-Äq. im Jahr 2040 und 300 Mt CO₂-Äq. im Jahr 2045 betragen.

(RZ 28)

(Quelle: Zweijahresgutachten, ERK 2024)

Entwicklung der THG-Emissionen des Sektors LULUCF nach Kohlenstoff-Pools

Jährliche Veränderung seit dem Jahr 2000



(Abb. 23)

- Die Netto-Emissionen des Sektors LULUCF belaufen sich im Jahr 2023 auf 68,7 Mt CO₂-Äq., etwa 10 % der gesamten THG-Emissionen (ohne LULUCF).
- Der drastische Anstieg der Netto-Emissionen aus dem Wald, der seit 2018 zu beobachten ist, ist vorwiegend auf den Ausfall von Fichtenbeständen zurückzuführen.
- Für andere Nadel- und für alle Laubbaumarten wird weiterhin eine (rückläufige) Senkenleistung ausgewiesen.

(RZ 109)

(Quelle: Zweijahresgutachten, ERK 2024)

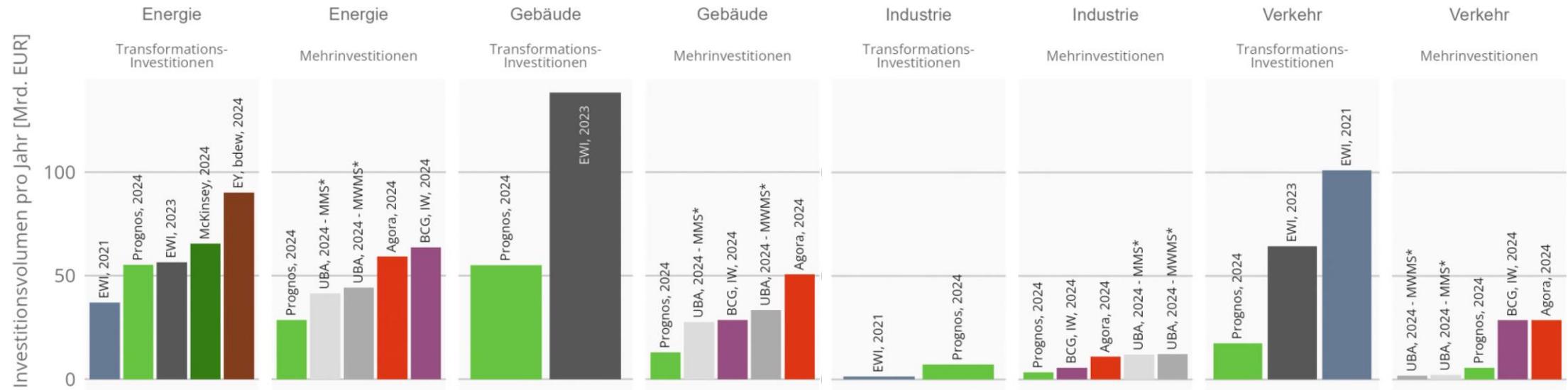
Agenda

1. Treibhausgasemissionen – Bisherige Entwicklung und Trends in Deutschland

2. Investitionen zum Aufbau eines klimaneutralen Energiesystems

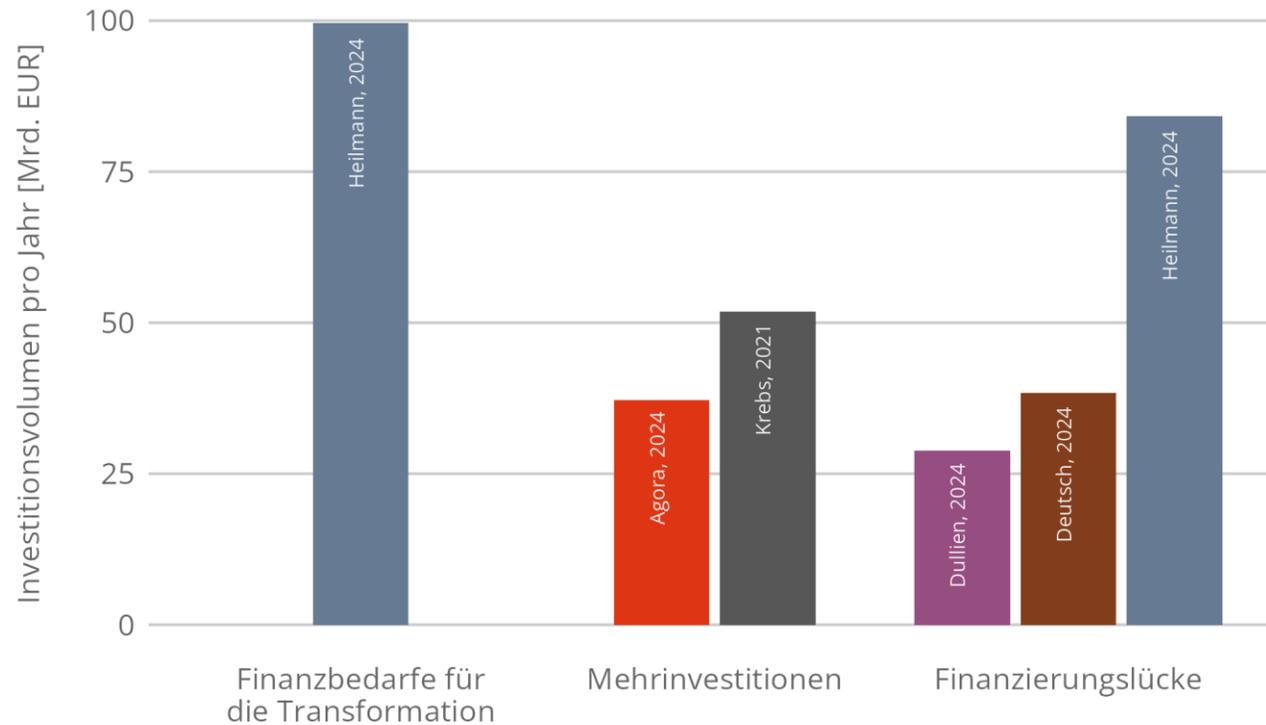
3. Kernelemente der künftigen Klimaschutzpolitik

Jährliche projizierte Investitionsvolumina bis zum Jahr 2030 nach Investitionsaggregat und Sektoren



Übergreifend werden 135 bis 255 Mrd. Euro pro Jahr angesetzt. Diese Bandbreite entspricht 3,2 bis 6 % des BIP.

Jährliche projizierte Finanzierungsvolumina der öffentlichen Hand bis 2030



(Abb. 29)

- Öffentliche Mehrinvestitionen belaufen sich laut Krebs und Steitz (2021) und Agora Think Tanks (2024) auf 37 bis 52 Mrd. Euro pro Jahr.
- Drei der betrachteten Studien zum öffentlichen Finanzierungsvolumen weisen eine projizierte Finanzierungslücke aus, die in der Größenordnung von 29 bis 84 Mrd. Euro pro Jahr liegt.

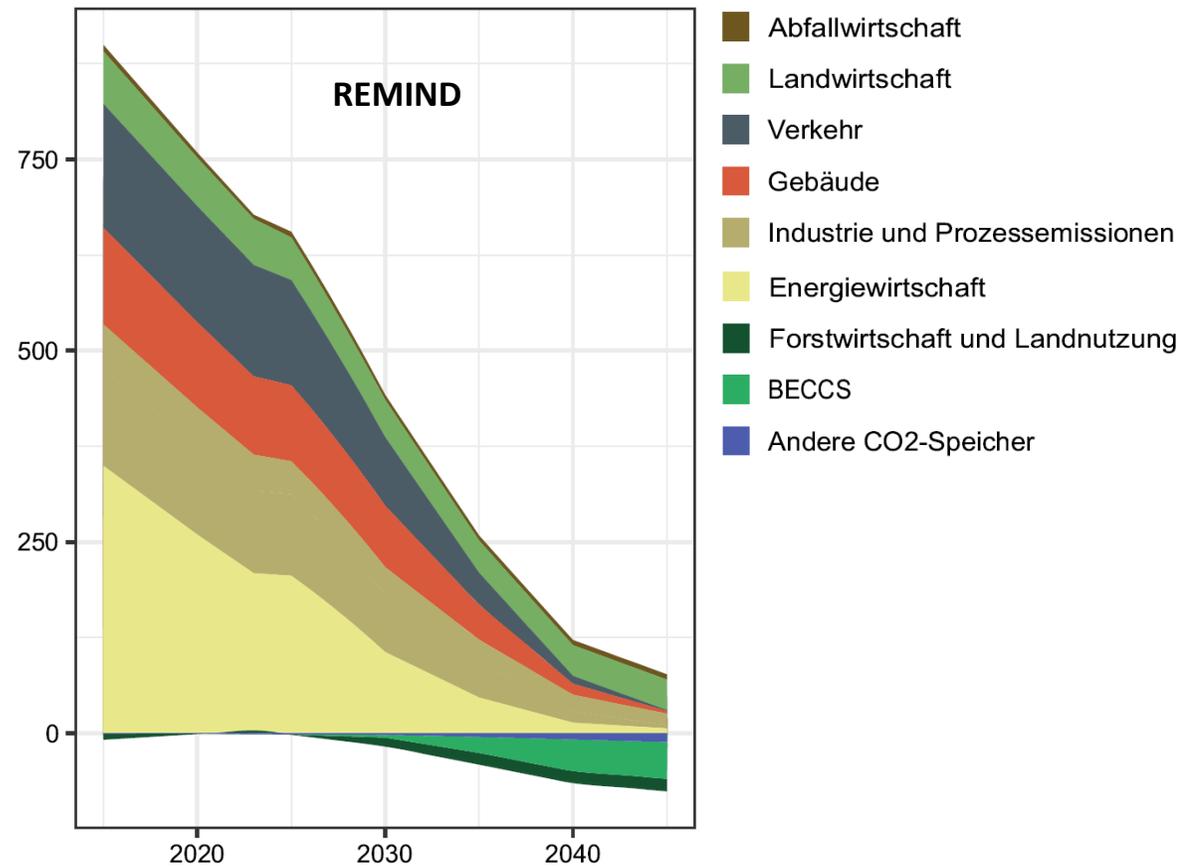
(RZ 215 f.)

(Quelle: Zweijahresgutachten, ERK 2024)

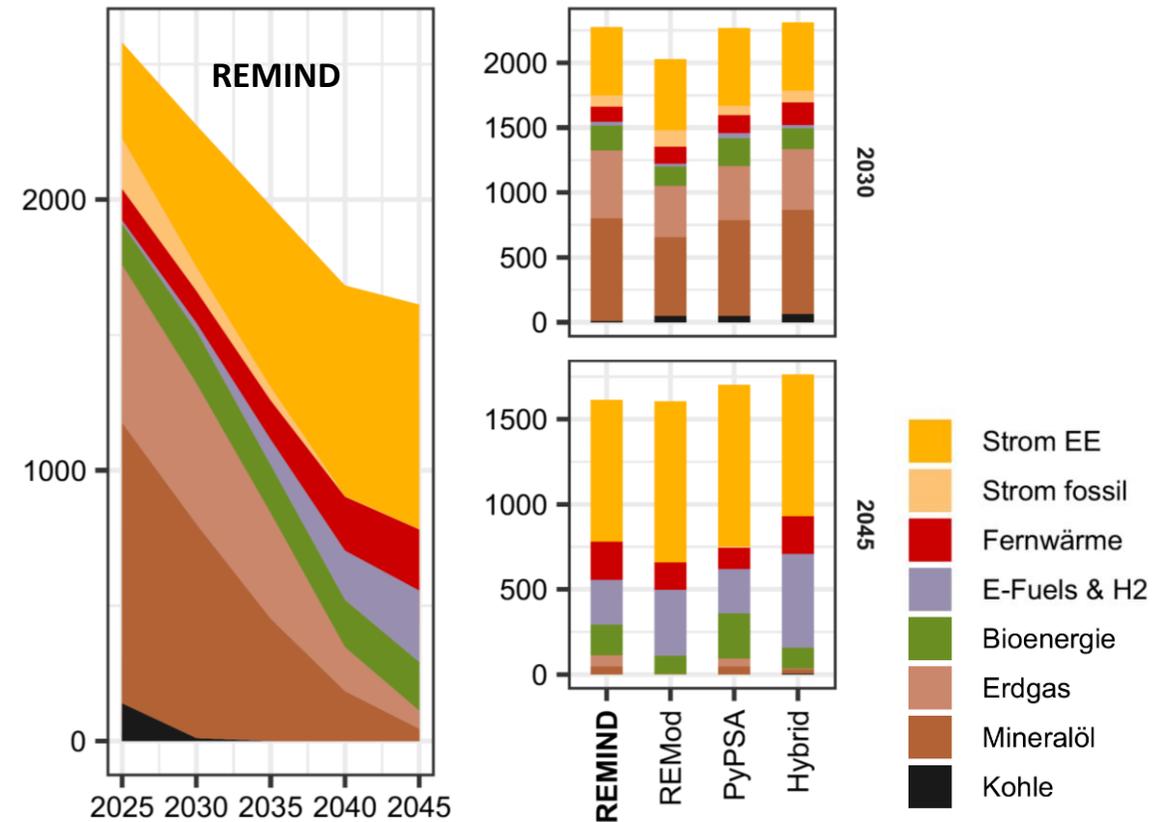
Kopernikus-Projekt Ariadne, »Die Energiewende kosteneffizient gestalten« (2025)

Entwicklung der Treibhausgasemissionen und des Gesamtenergiebedarfs Deutschland (Szenario Mix)

Treibhausgasemissionen [Mt CO₂äq/a]



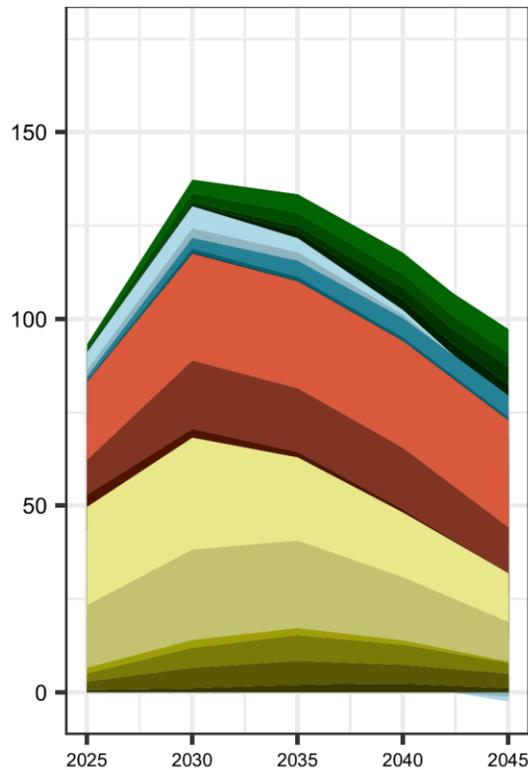
Gesamtenergiebedarf [TWh/a]



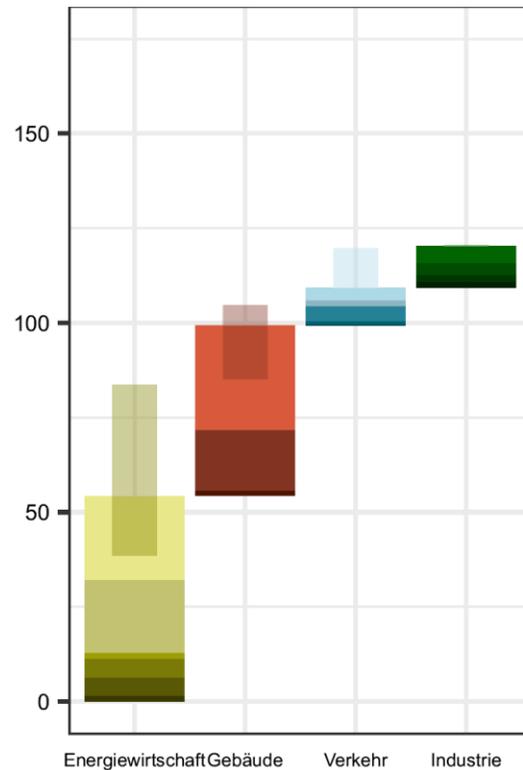
Kopernikus-Projekt Ariadne, »Die Energiewende kosteneffizient gestalten« (2025)

Jährlicher Investitionsbedarf für die Energiewende

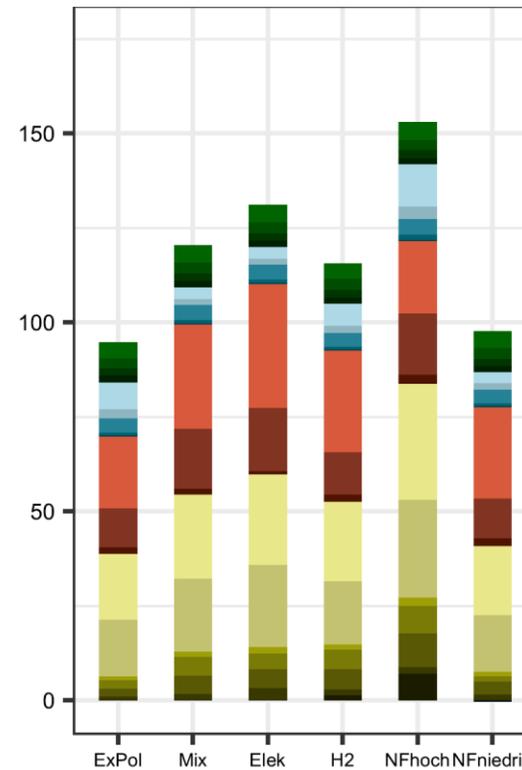
a) Jährlicher Investitionsbedarf für die Energiewende, Mix-Szenario [Mrd €/a]



b) Jährliche Investitionen im Mittel in 2025-2045, Mix-Szenario [Mrd €/a]



c) Jährliche Investitionen im Mittel in 2025-2045 [Mrd €/a]

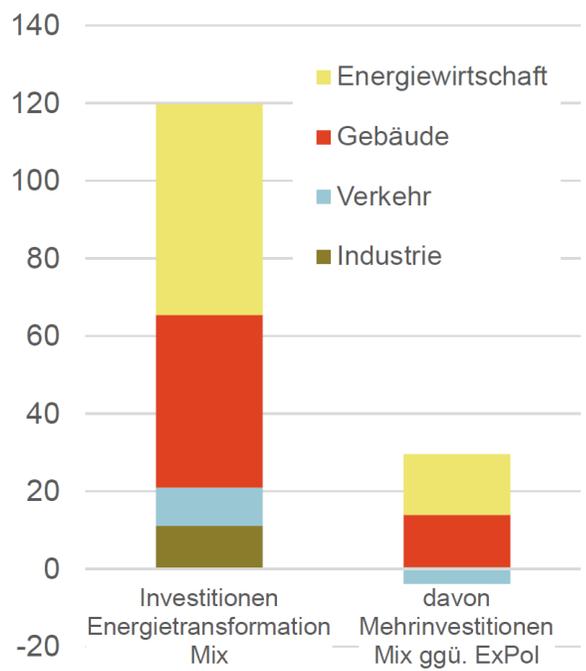


- Schiene und Straße
- Wärmeerzeugung (Brennstoffwechsel)
- Energieeffizienz
- Neue Prozesse
- CO2-Abscheidung
- Alternative Antriebe Pkw
- Alternative Antriebe Lkw
- Lade-/Tankinfrastruktur Pkw
- Lade-/Tankinfrastruktur Lkw
- Lade-/Tankinfrastruktur Andere
- Wasserstoffnetz
- Direct Air Capture
- Sanierung
- Erneuerbare Wärme
- Wärmenetz + Anschlüsse
- Erneuerbare Stromerzeugung
- Stromnetze + Speicher
- Backup-Kraftwerke (Gas, H2, CCS)
- Erneuerbare Fernwärmeerzeugung
- H2-Elektrolyse und P2X-Anlagen

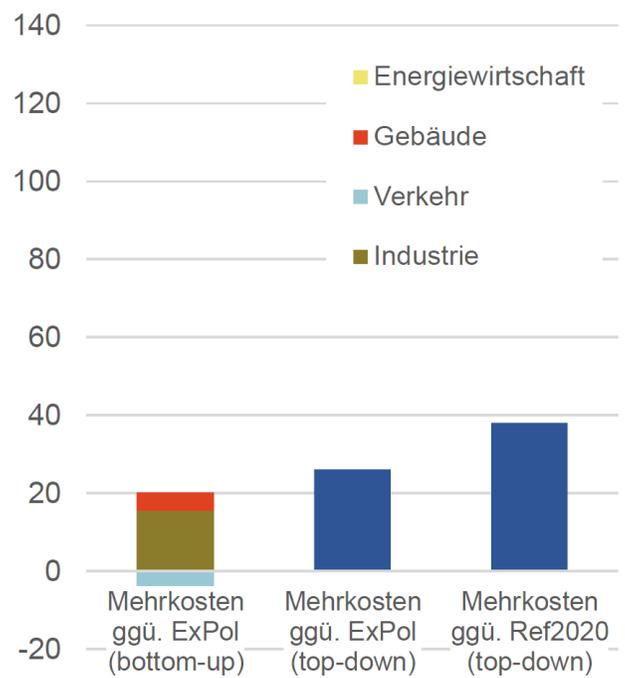
Kopernikus-Projekt Ariadne, »Die Energiewende kosteneffizient gestalten« (2025)

Vergleich verschiedener Kostenmetriken

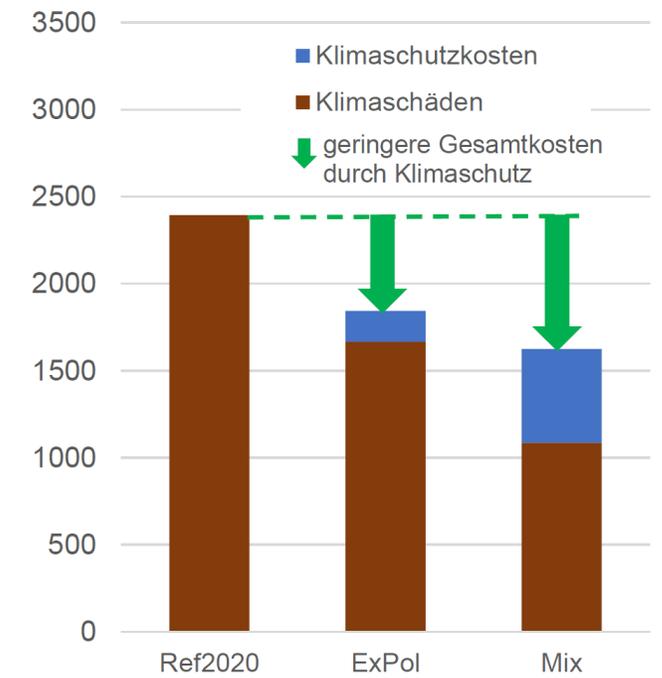
a) Investitionen im Mix-Szenario, im Mittel in 2025-45 [Mrd €/a]



b) Mehrkosten Klimaneutralität im Mix-Szenario, im Mittel in 2025-2045 [Mrd €/a]



c) Gesamtbetrachtung Klima-schäden und Klimaschutzkosten, kumuliert 2025-2045 [Mrd €/a]



Agenda

1. Treibhausgasemissionen – Bisherige Entwicklung und Trends in Deutschland
2. Investitionen zum Aufbau eines klimaneutralen Energiesystems
3. Kernelemente der künftigen Klimaschutzpolitik

Einbettung von Klimaschutzpolitik in eine politische Gesamtstrategie

Die dargestellte Situation erfordert aus Sicht des Expertenrates eine erheblich stärkere Einbettung klimapolitischer Maßnahmen in eine politische Gesamtstrategie, die sämtliche relevanten Politikfelder umfasst. [...]. Der Expertenrat hat bereits in früheren Dokumenten darauf hingewiesen, dass Klimaschutzpolitik in enger Wechselwirkung mit anderen Politikfeldern steht, und ein konsistentes Gesamtkonzept für die deutsche Klimaschutzpolitik angemahnt. Aus Sicht des Expertenrats haben Dringlichkeit und Relevanz dieser Überlegungen durch die skizzierten Veränderungen und die neuen Herausforderungen für Deutschland und die EU erheblich zugenommen. (RZ 232)

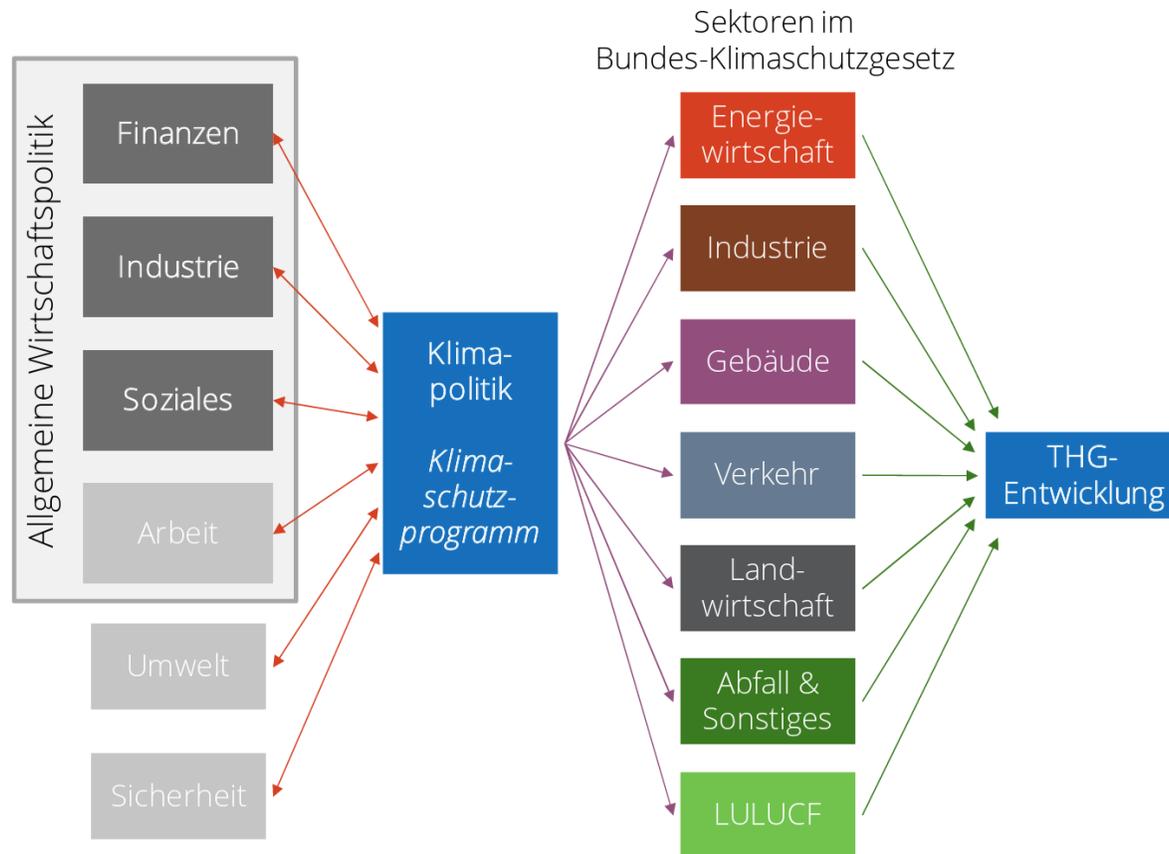


**Ausführungen für
Wechselwirkungen
mit Klimaschutzpolitik**

**Potenzielle
Synergieeffekte**

**Potenzielle
Zielkonflikte**

Wechselwirkungen der Klimapolitik mit anderen Politikfeldern



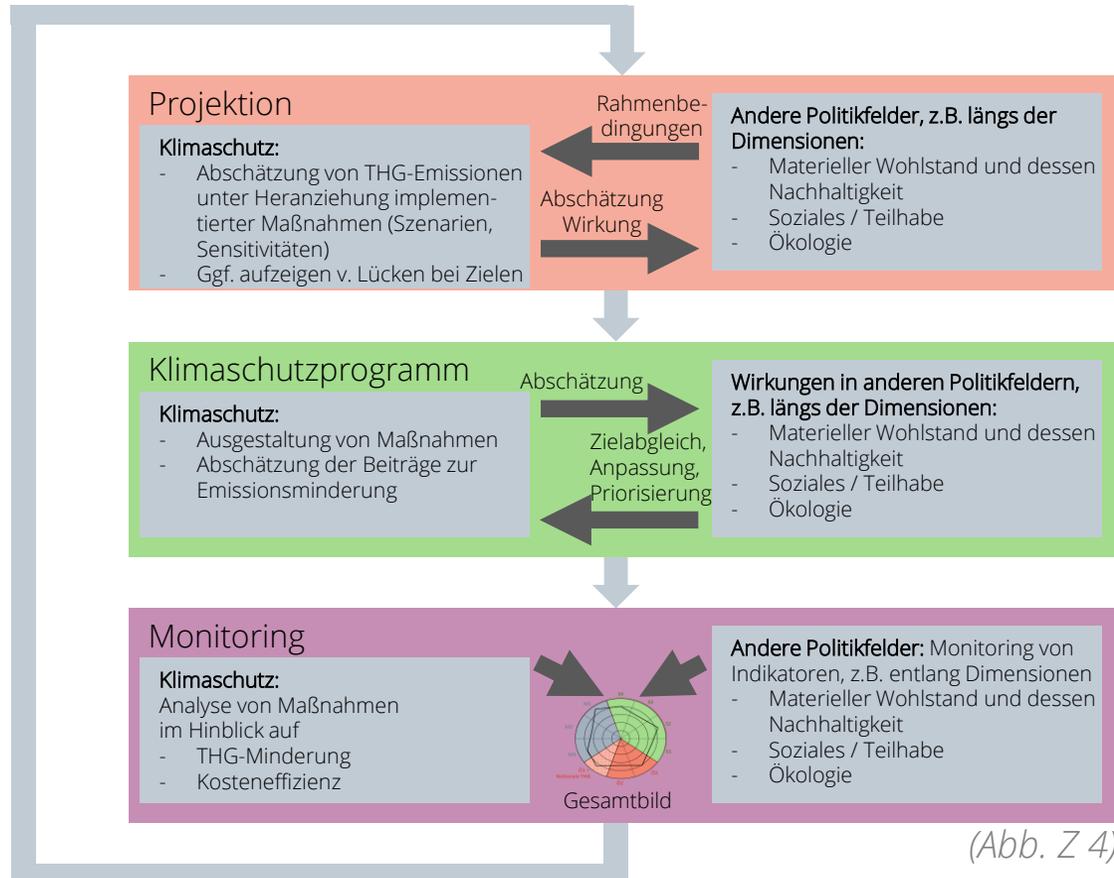
- Es wird deutlich, dass die Wirkung von Klimaschutzpolitik fördernd oder hemmend auf andere Politikfelder ausfallen kann.
- Dies unterstreicht die Notwendigkeit einer möglichst wissenschafts-basierten Analyse von Wechselwirkungen als Basis für den notwendigen politisch-gesellschaftlichen Diskurs und politische Entscheidungen.
- Auch zeigt sich die Möglichkeit von Gestaltungsspielräumen, die es zu erkennen und zu nutzen gilt.

(Abb. 33)

(Rz 240)

(Quelle: Zweijahresgutachten, ERK 2024)

Umsetzung zukünftiger Klimaschutzpolitik mit umfassender Einbettung in eine politische Gesamtstrategie



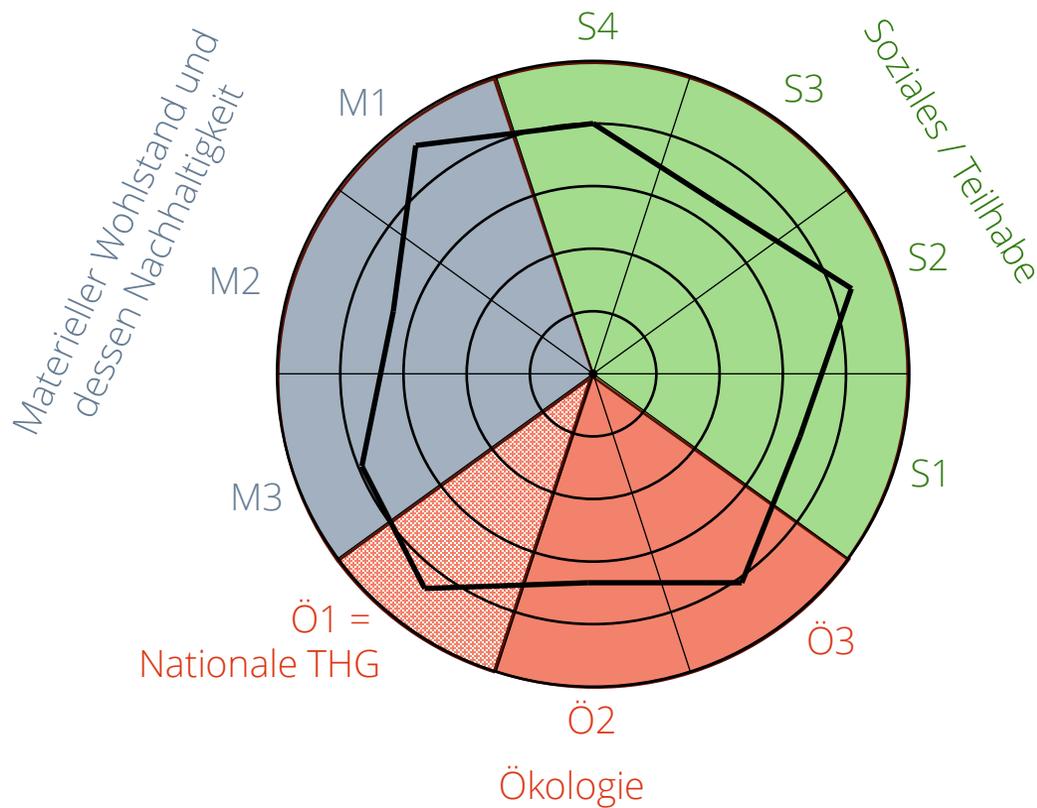
(Quelle: Zweijahresgutachten, ERK 2024)

- Die umfassende Einbettung der Klimaschutzpolitik in den gesamtpolitischen Kontext bedeutet, dass zukünftige Klimaschutzprogramme und die darin enthaltenen Maßnahmen unter stärkerer Einbeziehung von Wechselwirkungen mit anderen Politikfeldern gestaltet werden müssen, um unerwünschte Auswirkungen zu minimieren und Synergien zu maximieren.
- Auch der Erstellung von Klimaschutzprogrammen vor- und nachgelagerte Prozessschritte (Zielüberprüfung ex-post und ex-ante; Monitoring von Maßnahmen und ihrer Wirksamkeit) müssen entsprechend umfassender angelegt sein und umgesetzt werden.

(Z Klimaschutzpolitik)

Exemplarische Darstellung eines Multi-Zielsystems

Visualisierung im Hinblick auf Zielerreichung



- Für die Entwicklung eines umfassenden Zielsystems benötigt es eine Verständigung auf ein System geeigneter Indikatoren, das dieses Zielsystem möglichst vollständig und zugleich handhabbar abbildet und eine Überprüfung im Hinblick auf die Zielerreichung ermöglicht.
- Ein Indikatorensystem, welches der Expertenrat als möglichen Ausgangspunkt hierfür erachtet, ist das Indikatorensystem der Enquete-Kommission (2013).
- Dieses besteht aus zehn Leitindikatoren, mit denen die drei als grundsätzlich relevant erachteten Dimensionen „Materieller Wohlstand“, „Soziales/Teilhabe“ und „Ökologie“ erfasst werden. (RZ 243)

(Quelle: Zweijahresgutachten, ERK 2024)

(Abb. 30)

Klimapolitik nach der Wahl – Wege zum Konsens und zur Zielerreichung

Persönliche Einschätzungen und Ableitungen

»First Cost Dilemma«

- Anfangskosten (Investitionen) sind an vielen Stellen ein Hemmnis, selbst bei erwartbarer Wirtschaftlichkeit über die Lebensdauer
- Grundsätzlich Bevorzugung von (ggf. staatlich abgesicherter) Finanzierung über Kredite statt Förderung

(Soziale) Zielgenauigkeit

- Einsatz von Finanzierungsinstrumenten zielgenau dort, wo dies aus sozialen Gründen geboten ist
- Gezielte Programme zur Vermeidung von Energiearmut und Ermöglichung von Teilhabe an Energiewende
- Vermeidung von Mitnahmeeffekten

Identifikation und Adressierung von Synergien

- Gezielte Unterstützung von Maßnahmen, die zugleich heimische Wertschöpfung und Wettbewerbsfähigkeit stärken
- Stärkung von Forschung, Innovationen und Transfer

Elektrizitätssystem

Kernelemente für die künftige Entwicklung

Netzdienliche PV-Stromproduktion stärken

- Anreize für Zubau von PV-Kraftwerke jenseits Süd-Ausrichtung verstärken
- Stärkere Anreize oder Strafen, um Einspeisung bei negativen Börsenstrompreisen zu vermeiden; technische Eingriffsfähigkeiten der Netzbetreiber ausbauen

Netzdienlichen Ausbau und Betrieb von Stromspeichern stärken

Zubau:

- Hürden für Nachrüstung bestehender PV-Kraftwerken mit Speichern senken bzw. Anreize schaffen
- Netzanschlusskosten verringern
- Genehmigungsverfahren/Vorgenehmigung für stationären Großspeichern verringern, insbesondere bei der Nachrüstung an Netzknotenpunkten (wie Trafostationen)

Betrieb:

- Ermöglichung des Speicherns und Einspeisens von Netzstrom ohne Bezahlung doppelter Netzgebühren
- Kleine Speicher mit PV: Vergütete Fernsteuerbarkeit bei Netzenspässen; Anreize für netzdienlichen Betrieb
- Große Speicher: Vergütung des Einsatzes zur Behebung von Netzproblemen (Momentanreserve,...)
- Mobile Speicher: bidirektionalen Betrieb stärken, bspw. durch Gleichstellung bei Netzentgelten

Netzdienlichen Verbrauch stärken

- Flächendeckender Smart-Meter-Einbau für netzdienlich variable, besser flexible Stromtarife
- Netzdienlichen Betrieb von Ladeboxen, Wärmepumpen, Waschmaschinen etc. technisch ermöglichen und finanziell anreizen
- Netzdienliche Nutzung von Ladestationen im öffentlichen Raum und am Arbeitsplatz anreizen

Gebäudesektor

Kernelemente für die künftige Entwicklung

- Der Gebäudesektor hat sehr lange Investitionszyklen, daher ist die **Planbarkeit von Anforderungen und von Maßnahmen** ein sehr wichtiger Faktor
- Dementsprechend sollte der im aktuellen Politikmix gewählte Ansatz durch **Ordnungsrecht im Gebäudeenergiegesetz (GEG) und Wärmeplanungsgesetz kombiniert mit Förderung** grundsätzlich beibehalten werden, ggf. mit einer stärkeren **Fokussierung auf Kosteneffizienz** der Förderung und **sozial gestaffelt**
- Trotz einer **zunehmenden Bedeutung des Energieträgerwechsels** bleibt die **Bedarfsreduzierung durch Sanierung** wichtig, auch wegen entlastender Wirkung auf die Energieversorgungsinfrastruktur
- Es gibt eine enge Wechselwirkung zwischen der verfügbaren Energieinfrastruktur und der Wahl des Heizungssystems. Deshalb werden auch bei einem grundsätzlich technologieoffenen Ansatz nicht an allen Orten alle Lösungen zur Verfügung stehen.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit...

Prof. Dr. Hans-Martin Henning

Institutsleiter

hans-martin.henning@ise.fraunhofer.de

Fraunhofer ISE

Heidenhofstrasse 2

79110 Freiburg, Germany

www.ise.fraunhofer.de

 **Fraunhofer**
ISE

 **INATECH**
INSTITUT FÜR NACHHALTIGE
TECHNISCHE SYSTEME

universität freiburg