

# SYSTEMISCHE HERAUSFORDERUNG DER WÄRMEWENDE

FKZ 37EV17 105 0



©Fraunhofer ISE/Foto: Guido Kirsch

Fraunhofer ISE  
Öko-Institut  
Hamburg Institut

ThEGA-Forum 2021, 23.11.2021

[www.ise.fraunhofer.de](http://www.ise.fraunhofer.de)

[www.oeko.de](http://www.oeko.de)

[www.hamburg-institut.com](http://www.hamburg-institut.com)

---

# AGENDA

---

- Einführung in die Struktur des Projekts
- Ergebnisse der Szenarienanalyse
- Einordnung der Ergebnisse in aktuelle Studien
- Ergebnisse der Detailanalyse Wärmenetze
- Risiko- und Defizitanalyse
- Vorstellung der Instrumenten-Roadmap

# Systemische Herausforderungen der Wärmewende

## Struktur und Aufbau des Vorhabens

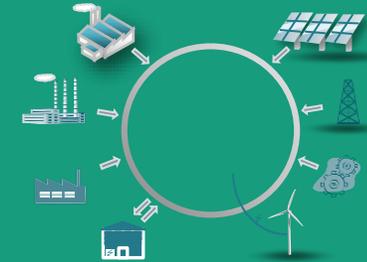
Entwicklung des Strom- und Wärmemarktes 2050  
Szenarienanalysen  
Schlüsseltechniken & -maßnahmen



Akteurinnen und Akteure der Wärmemärkte  
Entscheidende  
Anbietende  
Intermediäre



Rolle der Wärmenetze  
Potenziale und Hemmnisse



### Risiko- und Defizitanalyse hinsichtlich der Zielbilder



# Systemische Herausforderungen der Wärmewende [SysWaerme]

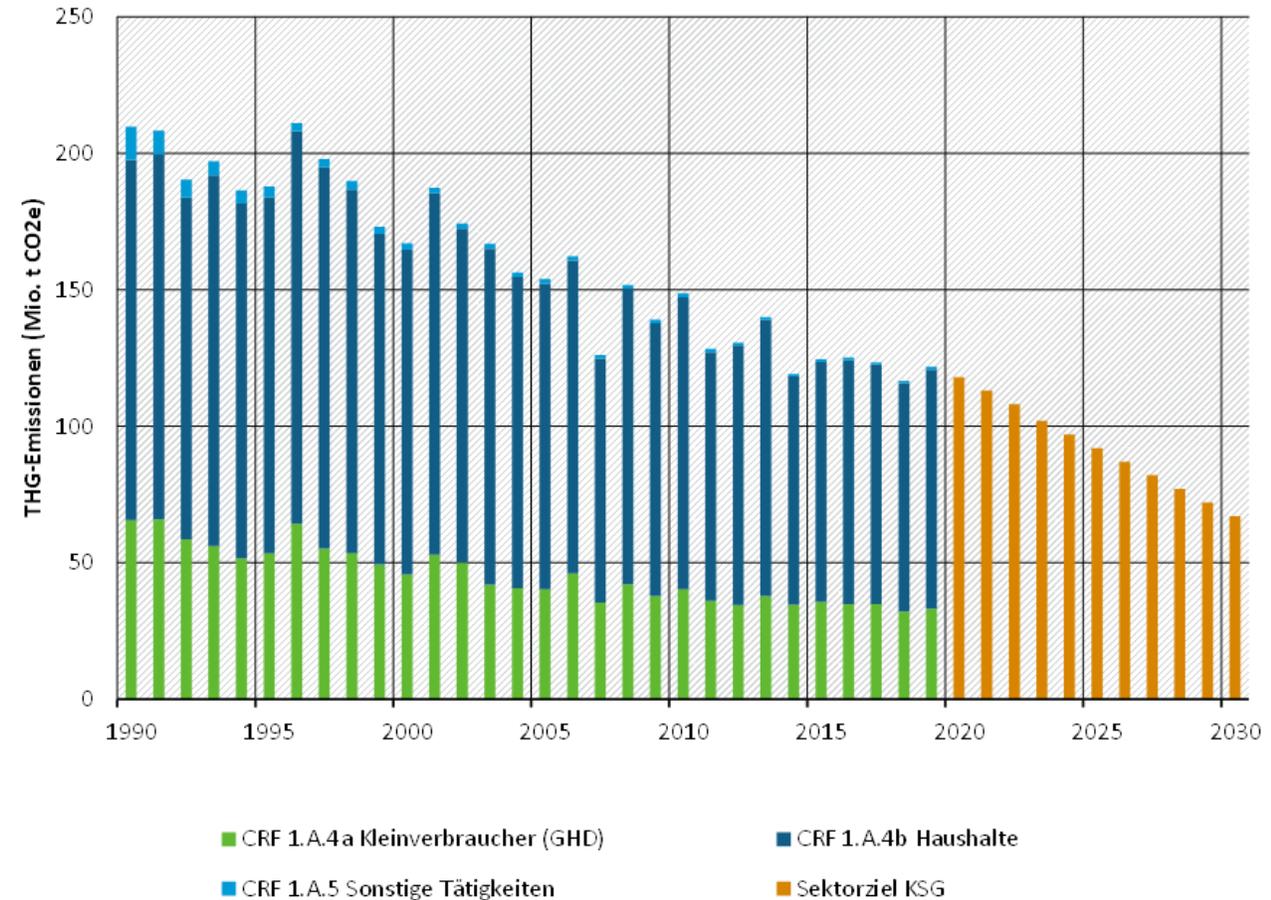
## Struktur und Aufbau des Vorhabens

- Metastudie zur Transformation des Energiesystems
  - Analyse Transformationspfade
  - Identifizierung Schlüsselmaßnahmen und -techniken
  - Entwicklung und Bewertung ausgewählter politischer Instrumente
  - Wirkanalyse Akteurinnen und Akteure im Wärmemarkt
  - Risiko- und Defizitanalyse
  - Rolle der Wärmenetze
- 2 Zielbereiche:
  - Zielbereich 1: nahezu klimaneutraler Gebäudebestand
  - Zielbereich 2: THG-Minderung in Deutschland um 95% (gegenüber 1990)

# Ergebnisse der Szenarienanalyse

## THG-Emissionen des Gebäudesektors

- Emissionen im Gebäudesektor müssen nach KSG bis 2030 auf 67 Mio. tCO<sub>2e</sub> sinken: Minderung um 68% ggü. 1990
- Bilanzierung nach Quellprinzip → Strom für WP und Fernwärme werden dem Umwandlungssektor zugerechnet
- Emissionen 2020: 120 Mio. tCO<sub>2e</sub> (-43% ggü. 1990) → Gebäudesektor hat als einziger Ziele des KSG verfehlt
- In 10 Jahren Minderung um 25%-Punkte nötig: zw. 1990 und 2020 im Mittel -14% pro Dekade!
- Netto-Treibhausgasneutralität bis 2045 nach KSG: Bisher noch keine Sektorverteilung
- Studien gehen von ca. 2-3 tCO<sub>2e</sub> 2045 im Gebäudesektor aus.

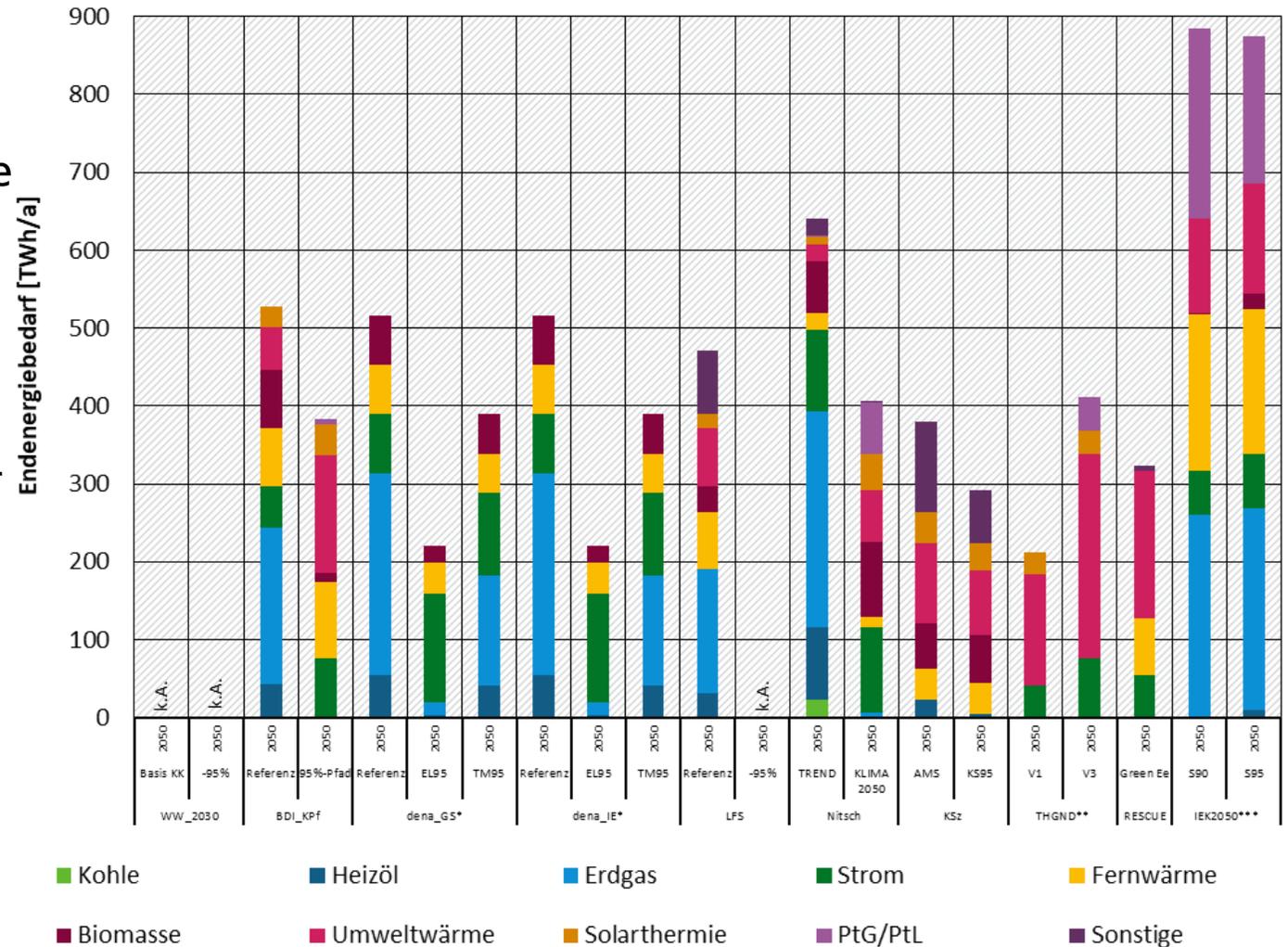


Quelle: Umweltbundesamt (UBA) (2020), KSG

# Ergebnisse der Szenarienanalyse

## Endenergieverbrauch im Gebäudesektor 2050 [Zielbereich: -95% THG]

- Wohnfläche/Nutzfläche: **Zunahme Wohnfläche** (exogene Vorgabe), kaum Angaben zur Entwicklung der Nutzfläche
- Reduktion Endenergiebedarf in Geb. bis zu **-64%**
- EE-Anteil an Endenergie bis zu **93%**, (WP bis zu 16 Mio. in 2050; FW bis zu 26%; Biomasse & PtX: sehr verschiedener Umfang)
- Sanierungsrate (energetisch): In Zielszenarien Anstieg von heute 1,0 auf 1,4 bis 3,9 (2050)
- Sanierungstiefe: In Zielszenarien Leitstandard für alle zukünftigen Sanierungen zwischen KfW-40 & KfW-55, teilw. „Passivhausstandard“



# Einordnung der Ergebnisse in aktuelle Studien [THG-Neutralität 2045]

## dena: Leitstudie Aufbruch Klimaneutralität

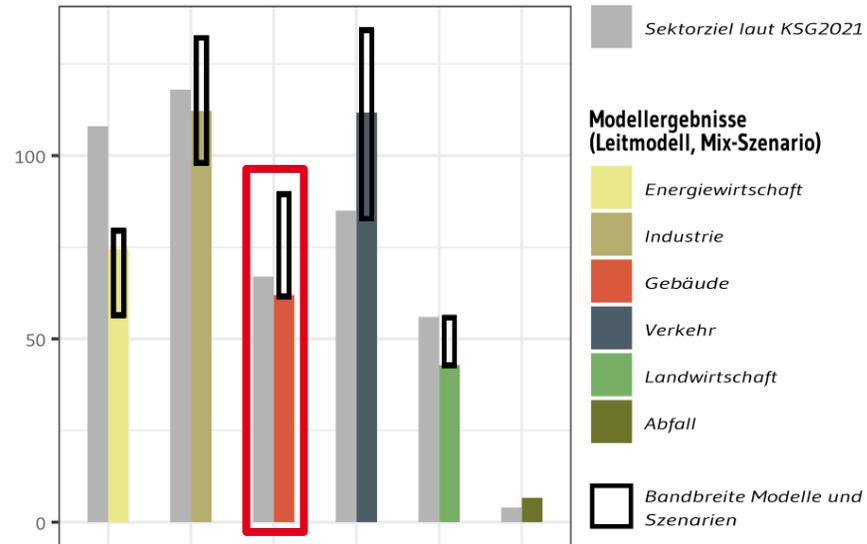
- Endenergiebedarf Gebäudesektor mit 424 TWh/a (ohne IKT und sonstigen Strom) im Bereich der 2050er Szenarien, etwas geringer als andere 2045 Szenarien
- Wärmepumpen (Strom) dominierende Technologien, kein signifikanter Ausbau der Fernwärme
- Gasförmigen Energieträgern (Wasserstoff) kommt mit ca. 100 TWh/a eine wichtige Rolle zu

Quelle: dena (2021): dena-Leitstudie Aufbruch Klimaneutralität. Deutsche Energie-Agentur.

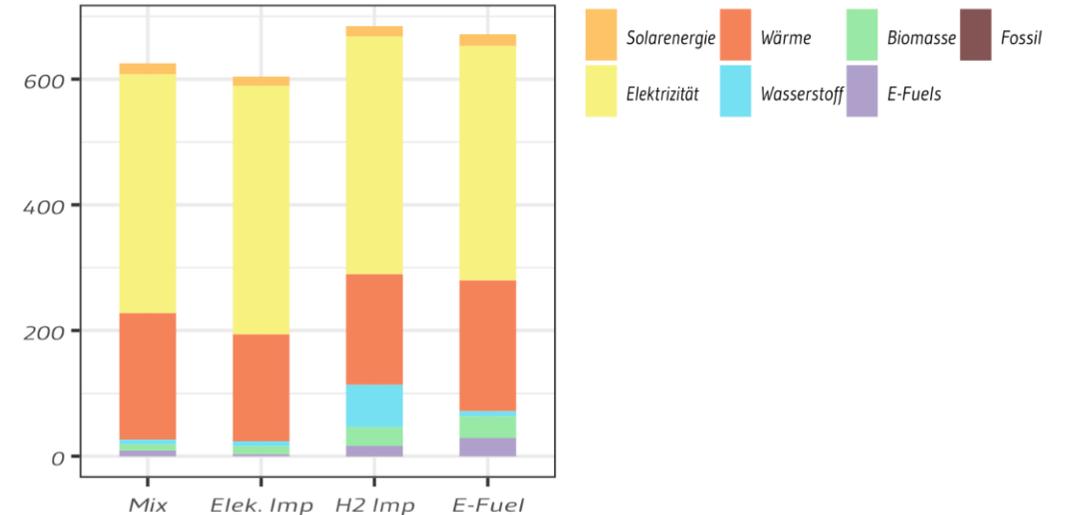
# Einordnung der Ergebnisse in aktuelle Studien [THG-Neutralität 2045]

## Ariadne-Modellvergleich: Deutschland auf dem Weg zur Klimaneutralität 2045

Sektorale Emissionen 2030 [MtCO<sub>2</sub>äq/a]



Endenergienachfrage Gebäudesektor 2045 [TWh]



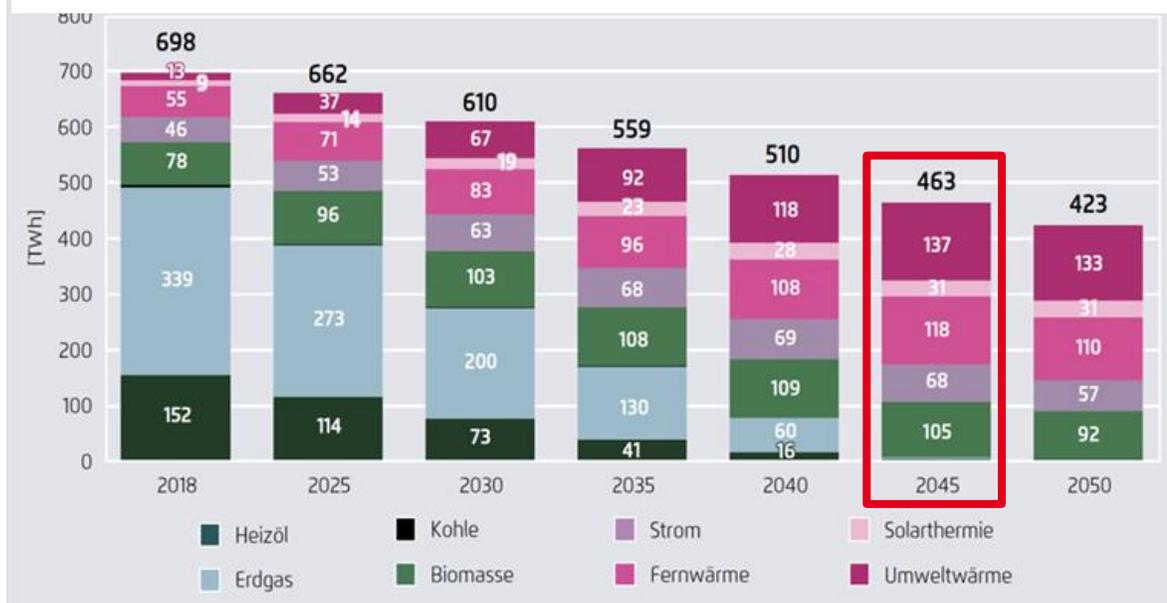
- Szenarien mit Zielerreichung 2045 verfehlen teilweise Zwischenziele 2030 im Gebäudesektor
- Endenergiebedarf Gebäudesektor ca. 600 TWh/a umfasst auch Haushaltsstromanwendungen
- Fernwärme und Wärmepumpen dominierende Technologien
- Wasserstoff und E-Fuels sind die dritte Option, aber nur bei tatsächlicher günstiger Verfügbarkeit.

Luderer et al. (2021): Deutschland auf dem Weg zur Klimaneutralität 2045. Szenarien und Pfade im Modellvergleich. Ariadne-Report.

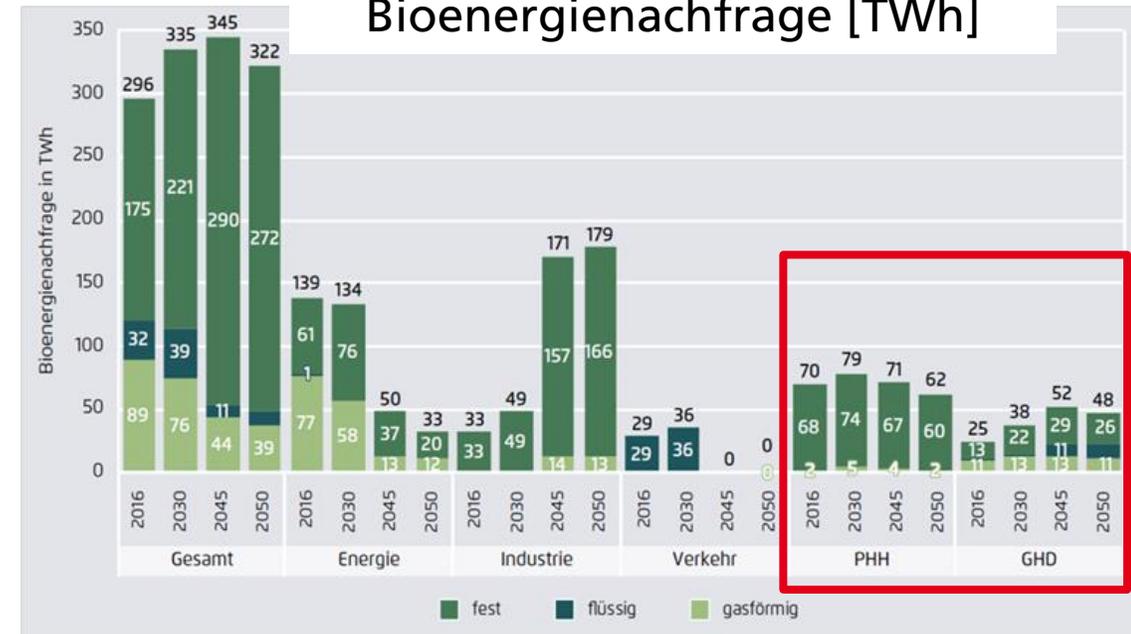
# Einordnung der Ergebnisse in aktuelle Studien [THG-Neutralität 2045]

## Agora: Klimaneutrales Deutschland 2045

Endenergienachfrage Gebäudesektor [TWh]



Bioenergienachfrage [TWh]



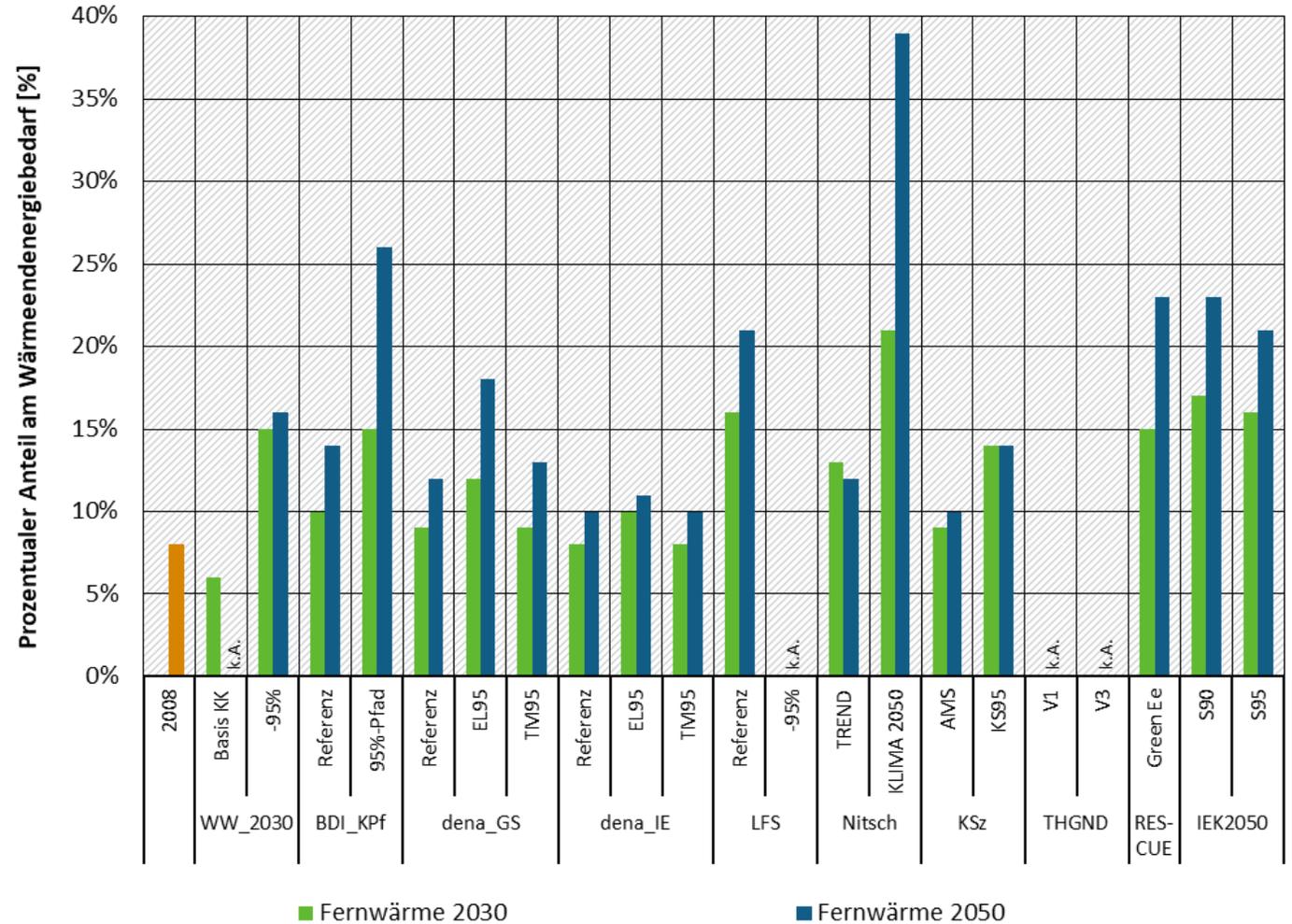
- Endenergiebedarf Gebäudesektor mit 463 TWh/a im Bereich der 2050er Szenarien
- Fernwärme und Wärmepumpen (Strom & Umweltwärme) dominierende Technologien
- Bioenergie stagniert bei WG und nimmt etwas zu bei NWG → nicht zentrale Technologie im Gebäudesektor

Quelle: Prognos et al. (2021): Klimaneutrales Deutschland 2045 - Langfassung. Prognos AG, Öko-Institut & Wuppertal-Institut i.A. von Stiftung Klimaneutralität, Agora Energiewende & Agora Verkehrswende.

# Ergebnisse der Szenarienanalyse

## Entwicklung des Fernwärmeanteils [Zielbereich: -95% THG]

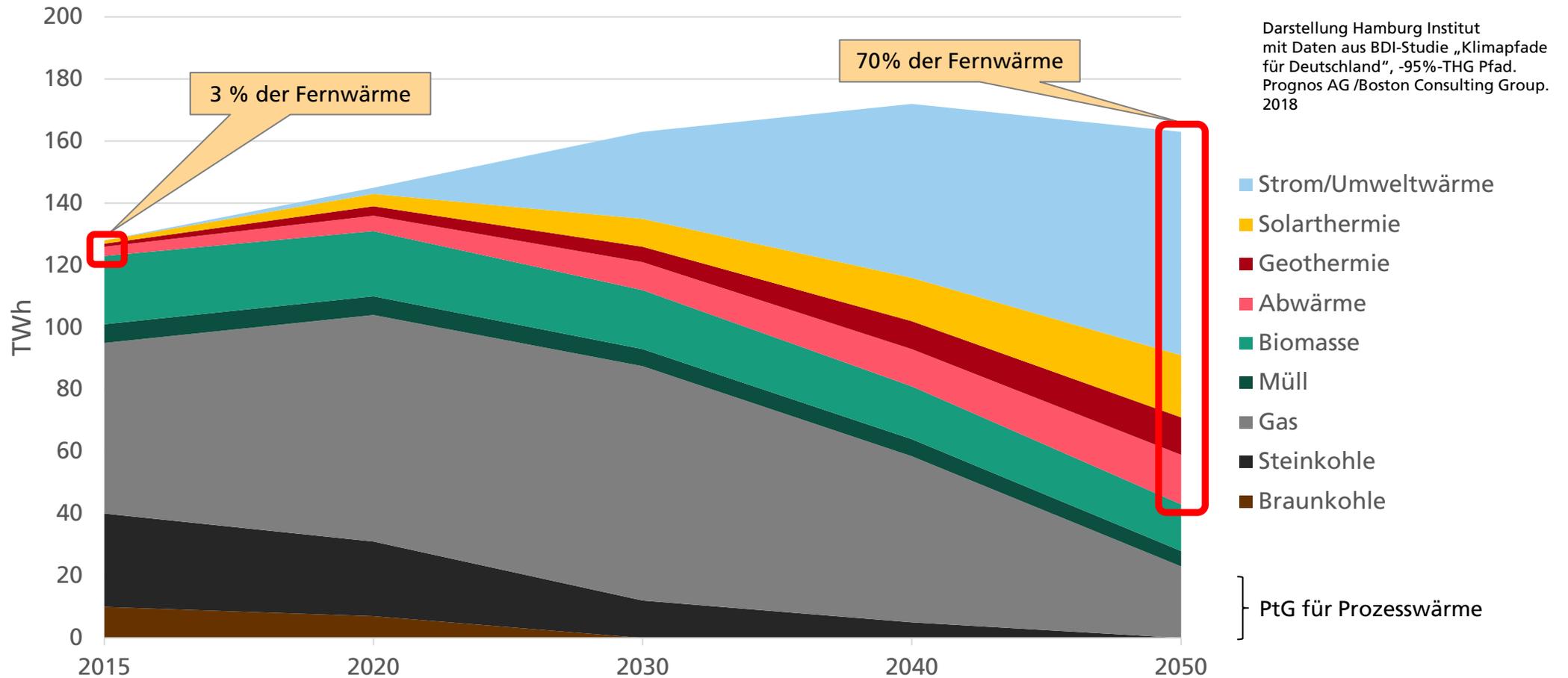
- **Bestandsdaten** im Bereich der Fernwärme gegenüber Strom- und Gasversorgung nur in **schlechterer Qualität und Detailtiefe** vorhanden (u.a. kein Anzahl der Wärmenetze und deren installierte Trassenlängen)
- Anstieg des Fernwärmeanteils in allen Szenarien: **Auf 10 bis 39% des Endenergieverbrauchs (2050)**
- Zukünftige Fernwärme-Erzeugung stärker von lokalen Voraussetzungen abhängig. Weniger KWK in Zukunft.
- Hydraulische Optimierung der Verteilsysteme (Absenkung Systemtemperatur, Wärmespeicher) notwendig



# Ergebnisse der Detailanalyse Wärmenetze

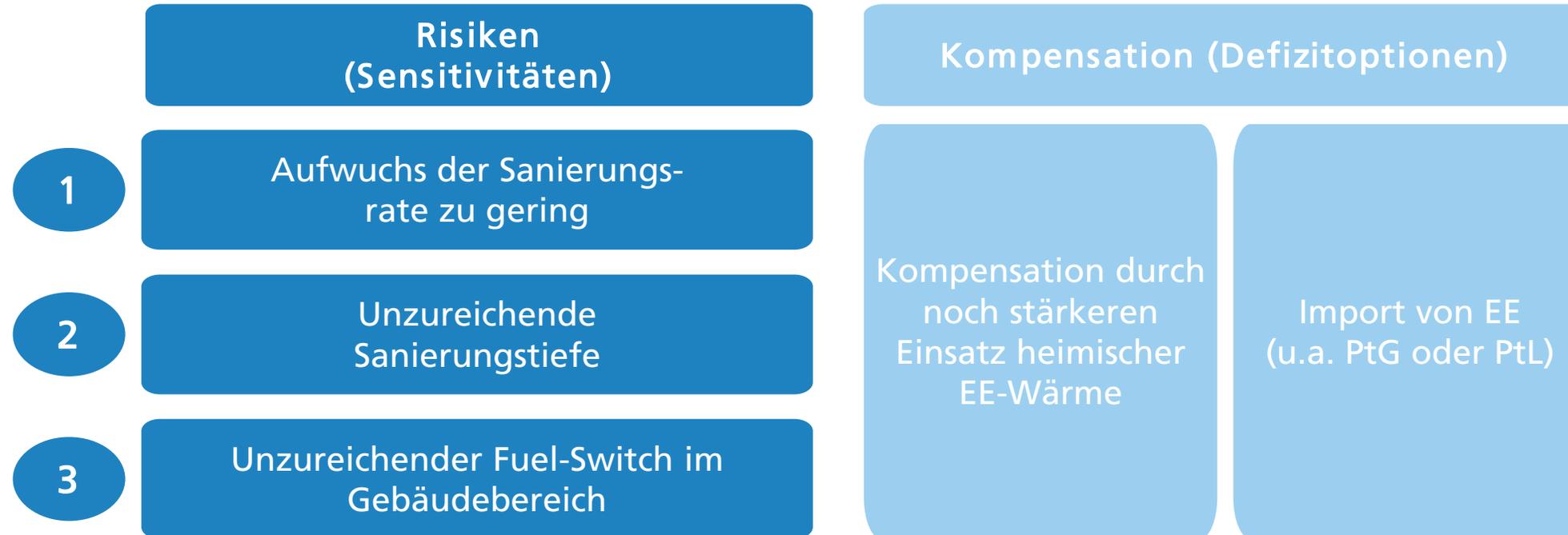
## Dekarbonisierungspfad der Fernwärme [Zielbereich: -95% THG]

Szenario zur Erzeugung der Fernwärme in Deutschland



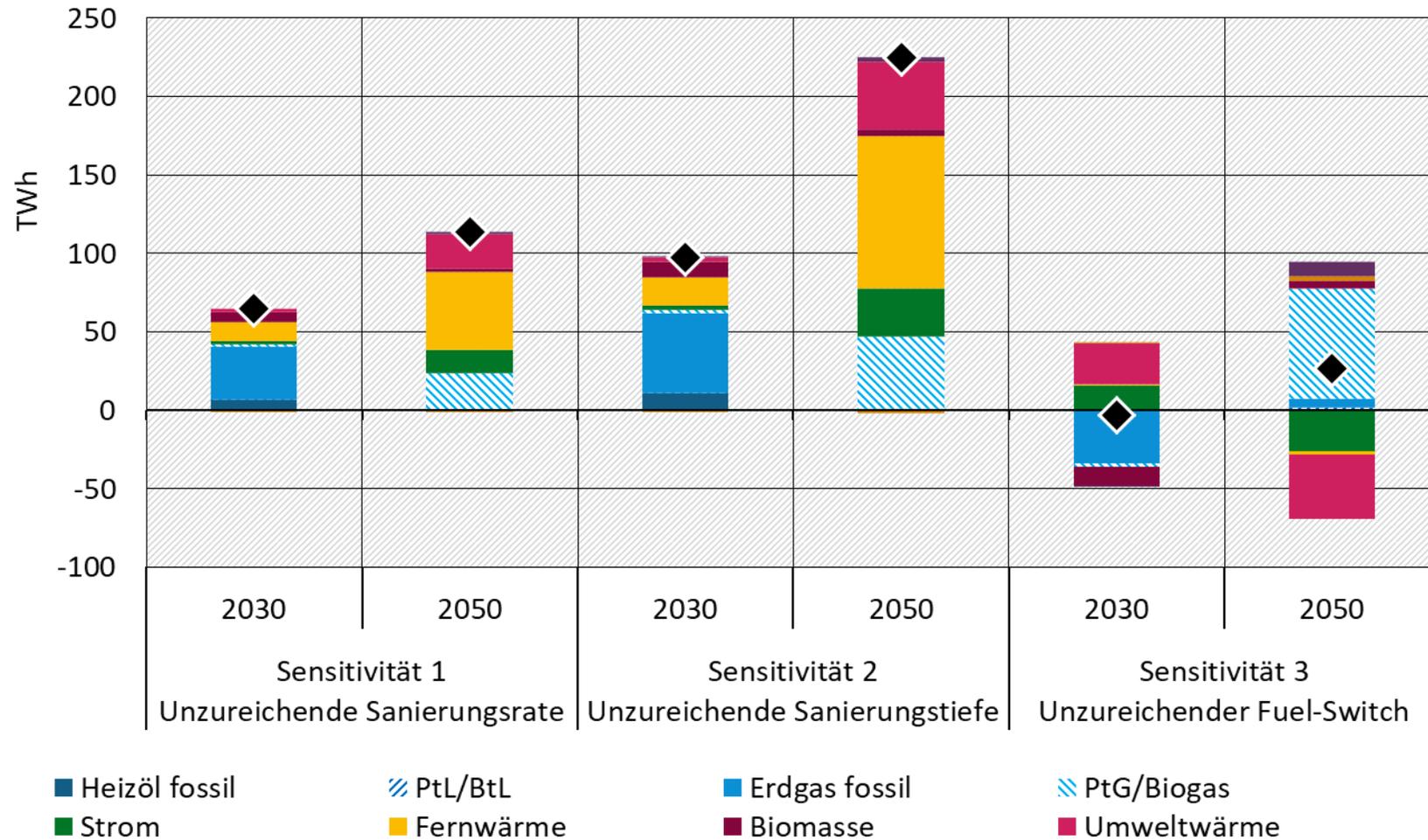
# Risiko- und Defizitanalyse

## Sensitivitäten und Kompensationsoptionen



# Risiko- und Defizitanalyse

## Differenz Endenergiebedarf Gebäudewärme



	Sen. PV+WP	ST
<b>S1</b>	Strombedarf: +35 TWh PV-Leistung: +35 Gw <sub>el</sub>	Kollektorfläche /Geb.: +7 m <sup>2</sup>
<b>S2</b>	Strombedarf: +70 TWh PV-Leistung: +70 Gw <sub>el</sub>	Kollektorfläche /Geb.: +13 m <sup>2</sup>
<b>S3</b>	Nicht möglich	Kollektorfläche /Geb.: +3 m <sup>2</sup>

# Roadmap

## Ziele und Herangehensweise

- Formulieren strategischer Leitplanken und Handlungsempfehlungen für politische Weichenstellungen für die Wärmewende im Gebäudesektor
- 3 Zeithorizonte:
  - 2020 – 2025
  - 2025 – 2035
  - 2035 – 2050
- 2 Roadmaps pro Zielbereich:
  - Maßnahmen Roadmap
  - Instrumenten Roadmap (Darstellung eines exemplarischen Instrumentensets)

- Instrumenten-Kategorien:
  - Ordnungsrecht
  - Förderung
  - Information/Beratung
  - Sonstige Instrumente

- Themenblöcke:

Rahmenbedingungen

Bedarfsreduktion

Versorgungstechniken

Wärmenetze

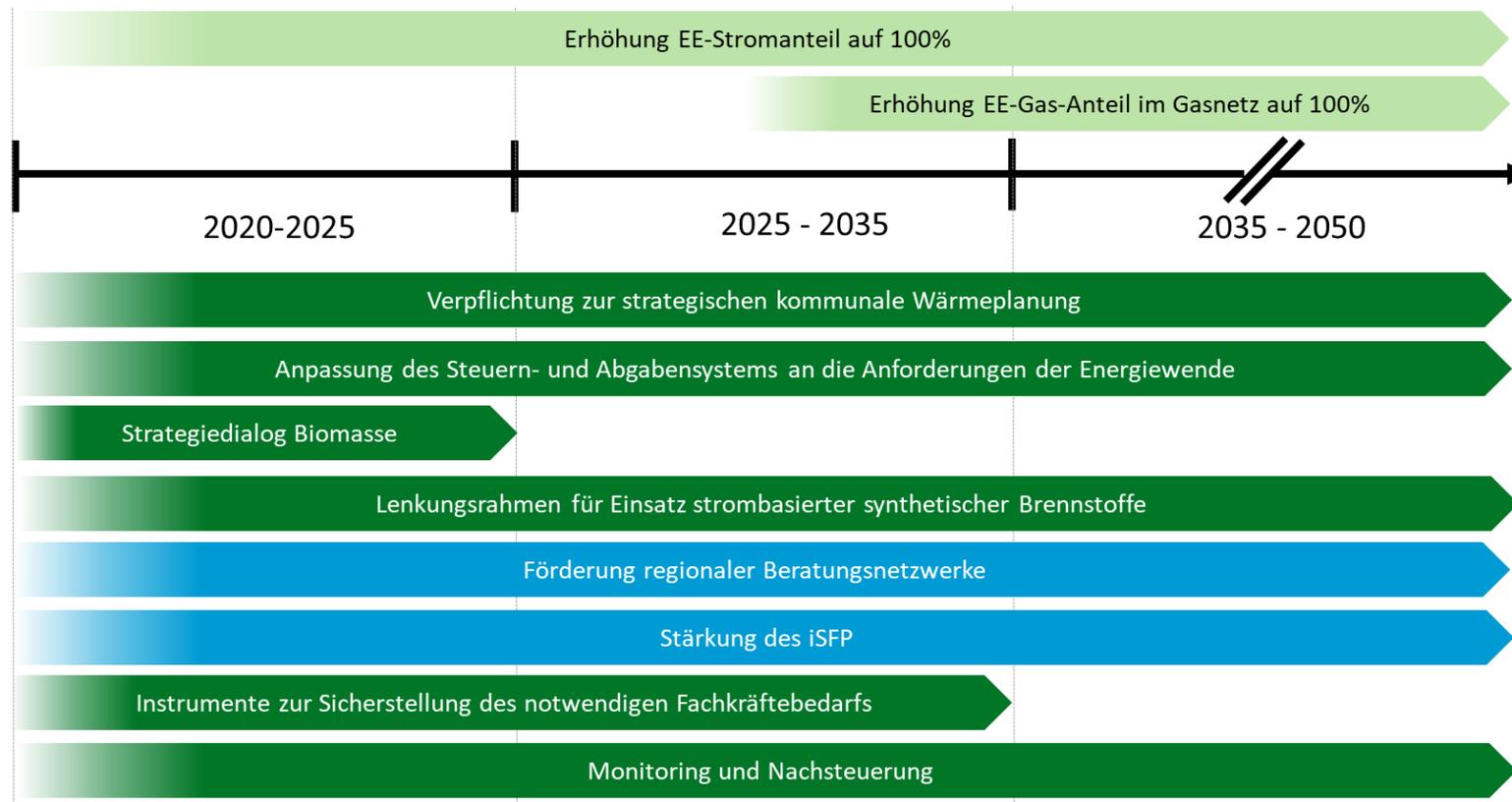
# Instrumenten-Roadmap

## Übergeordnete Instrumente

Legende



Sonstige Instrumente



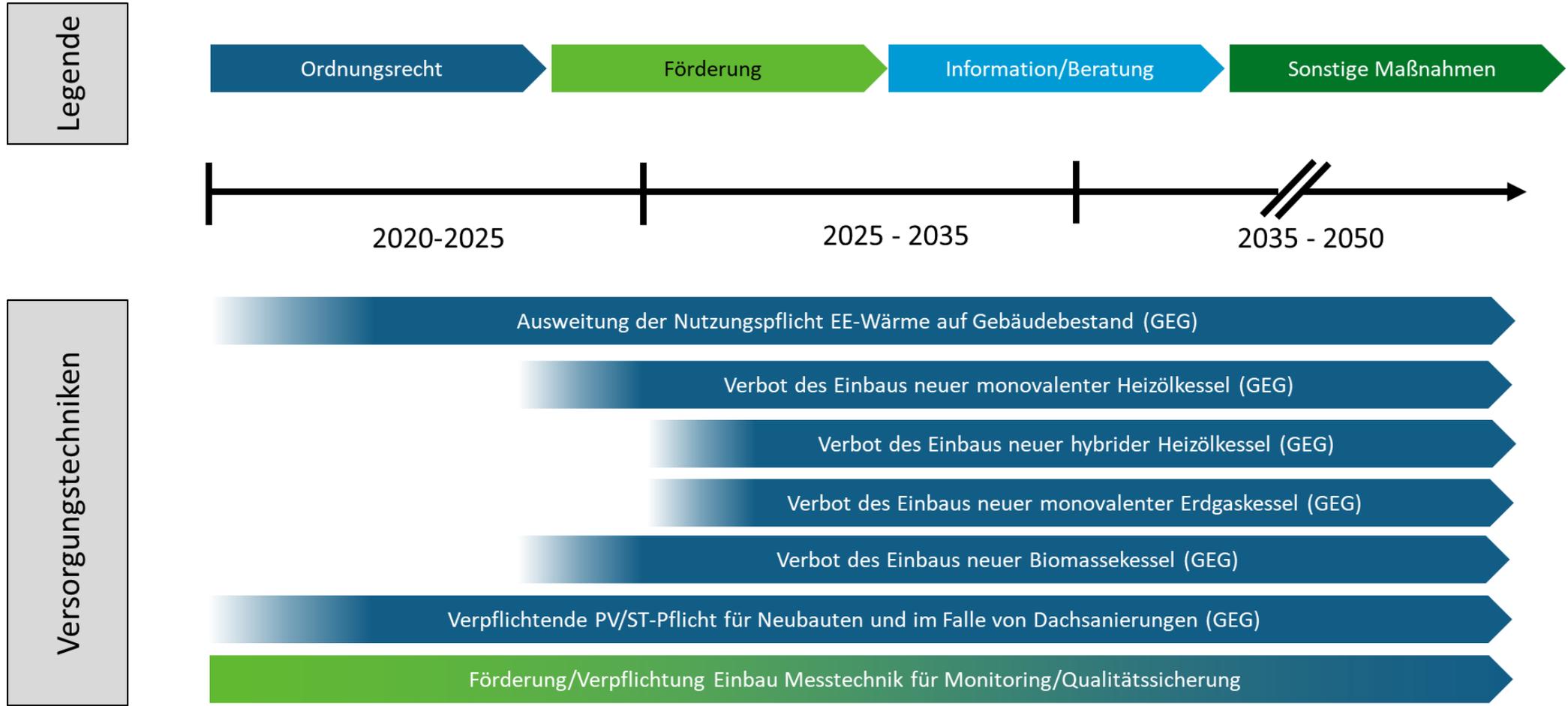
# Instrumenten-Roadmap

## Instrumente – Versorgungstechniken und Bedarfsreduktion



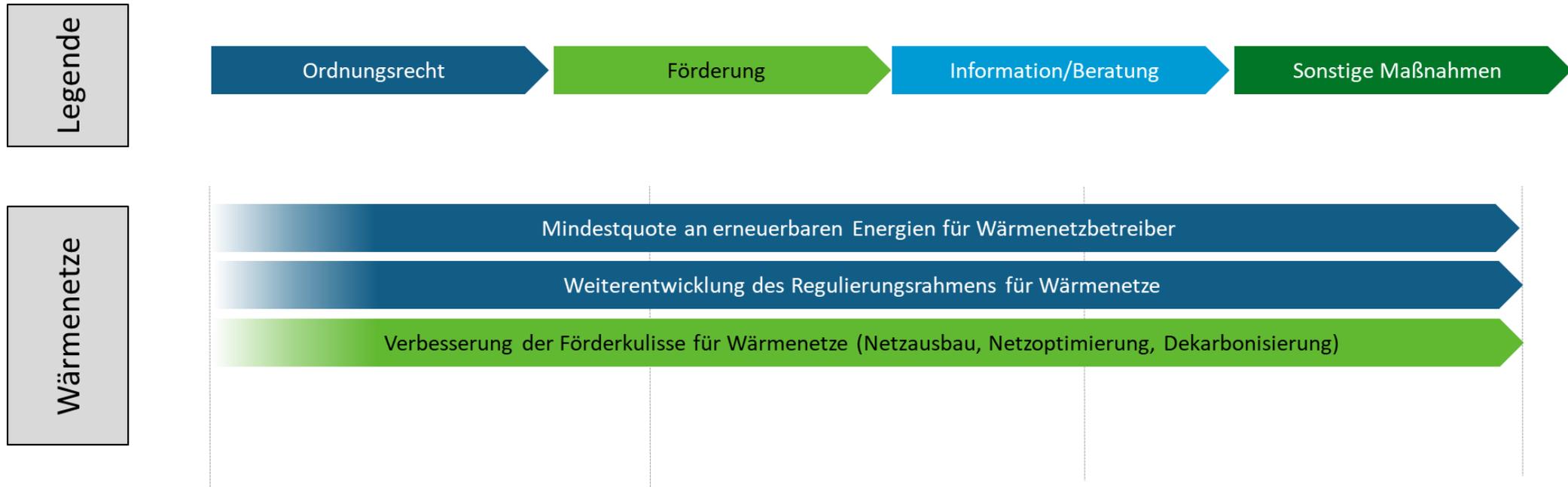
# Instrumenten-Roadmap

## Instrumente – Versorgungstechniken



# Instrumenten-Roadmap

## Instrumente – Wärmenetze

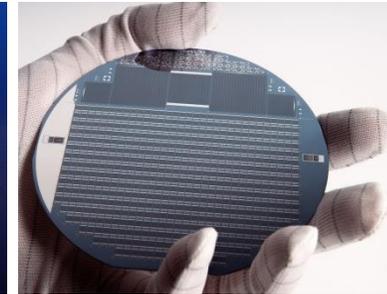
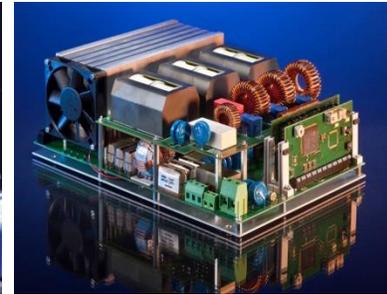


# Instrumenten-Roadmap

## Schlussfolgerungen Instrumente

- Das Ziel eines klimaneutralen Gebäudebestandes erfordert **erhebliche Änderungen** im Hinblick auf die Instrumentierung. Bestehende Instrumente (z.B. Förderprogramme) müssen **zielkonformer** ausgestaltet werden, **zusätzliche Instrumente** sind zu implementieren.
- Die langen Investitionszyklen des Gebäudesektors und der Infrastrukturen der Wärmeversorgung erfordern viele Anpassungen **innerhalb der kommenden fünf Jahre**, insbesondere bei Instrumenten, die Gebäudehülle und Wärmenetze adressieren; gilt auch im Hinblick auf endliche Aufwuchsgeschwindigkeiten zentraler Schlüsseltechniken (z.B. Wärmepumpen).
- Angesichts der ambitionierten Zielmarke sowie der Vielzahl und Heterogenität der Akteur\*innen, wird dem **Ordnungsrecht** eine bedeutende steuernde Rolle zukommen, begleitet durch **umfangreiche Fördermaßnahmen**.
- Zentral erscheint eine **koordinierte strategische Planung der Wärmewende vor Ort**, weitere strategische Weichenstellungen (z.B. zur Allokation der Biomasse oder zum Einsatz strombasierter Brennstoffe) müssen durch die Instrumente abgebildet werden.
- Es bedarf einer größeren politischen Aufmerksamkeit für das Problem des **Fachkräftemangels**.

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Robert Meyer

[robert.meyer@ise.fraunhofer.de](mailto:robert.meyer@ise.fraunhofer.de)



Benjamin Köhler

[b.koehler@oeko.de](mailto:b.koehler@oeko.de)

