

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

www.oeko.de

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

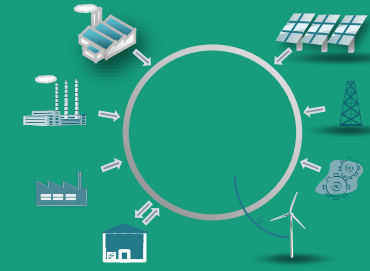
Entwicklung des Strom- und Wärmemarktes 2050
Szenarienanalysen
Schlüsseltechniken & -maßnahmen



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]

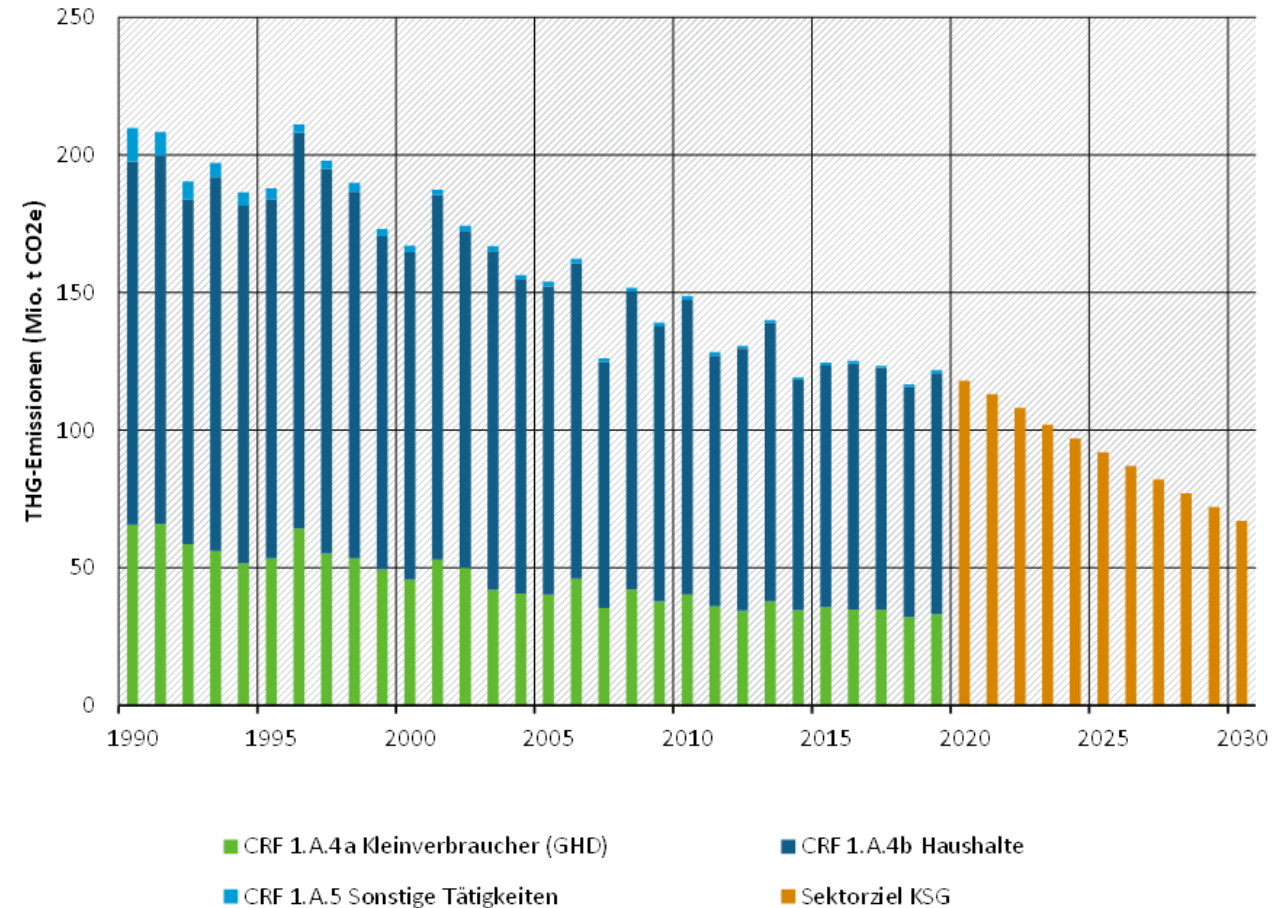
Struktur und Aufbau des Vorhabens

- 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_{2e} sinken: Minderung um 68% ggü. 1990
- Bilanzierung nach Quellprinzip → Strom für WP und Fernwärme werden dem Umwandlungssektor zugerechnet
- Emissionen 2020: 120 Mio. tCO_{2e} (-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_{2e} 2045 im Gebäudesektor aus.

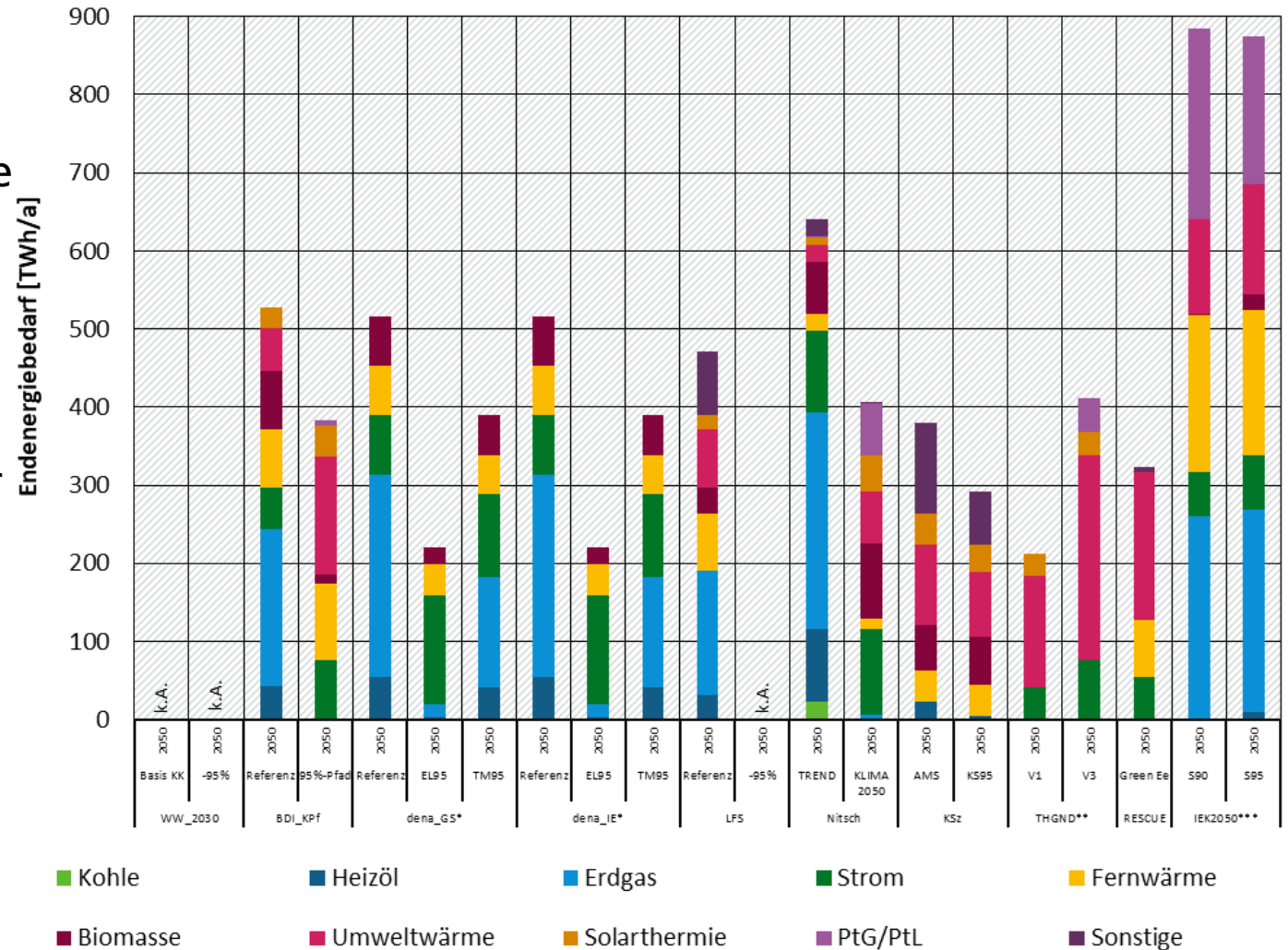


Quelle: Umweltbundesamt (UBA) (2020), KSG

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

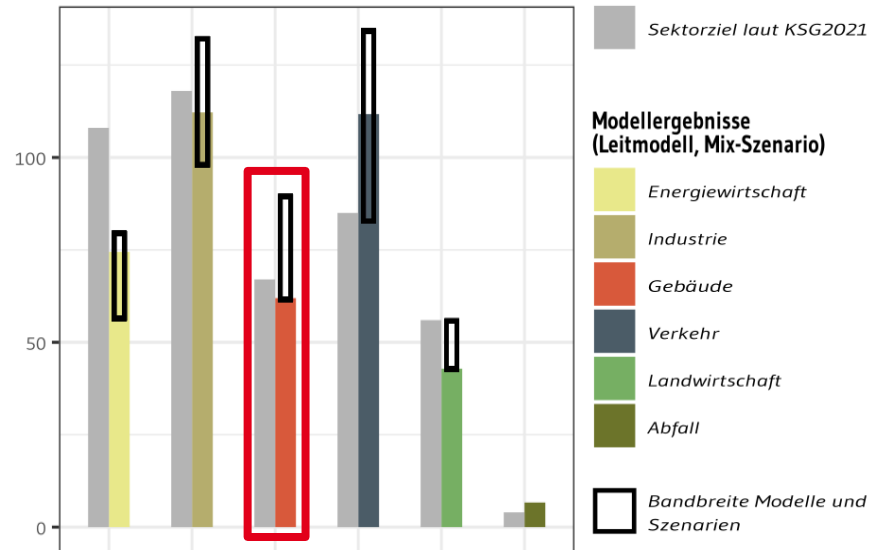
- Endenergiebedarf Gebäudesektor mit 424 TWh/a (ohne IKT und sonstigen Strom) im Bereich der 2050er Szenarien, etwas geringer als andere 2045 Szenarien
- Wärmepumpen (Strom) dominierende Technologien, kein signifikanter Ausbau der Fernwärme
- Gasförmigen Energieträgern (Wasserstoff) kommt mit ca. 100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

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

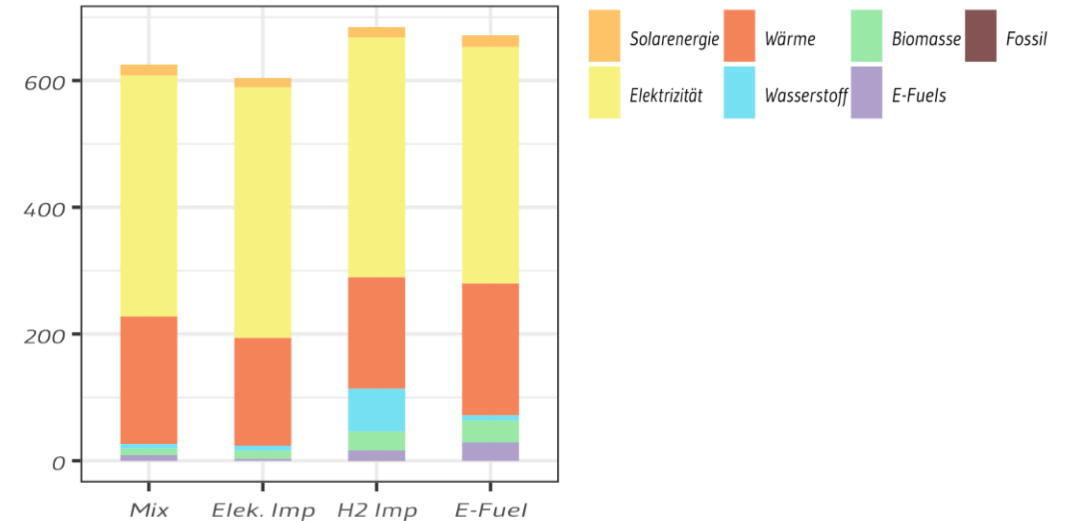
Einordnung der Ergebnisse in aktuelle Studien [THG-Neutralität 2045]

Ariadne-Modellvergleich: Deutschland auf dem Weg zur Klimaneutralität 2045

Sektorale Emissionen 2030 [MtCO₂äq/a]



Endenergienachfrage Gebäudesektor 2045 [TWh]



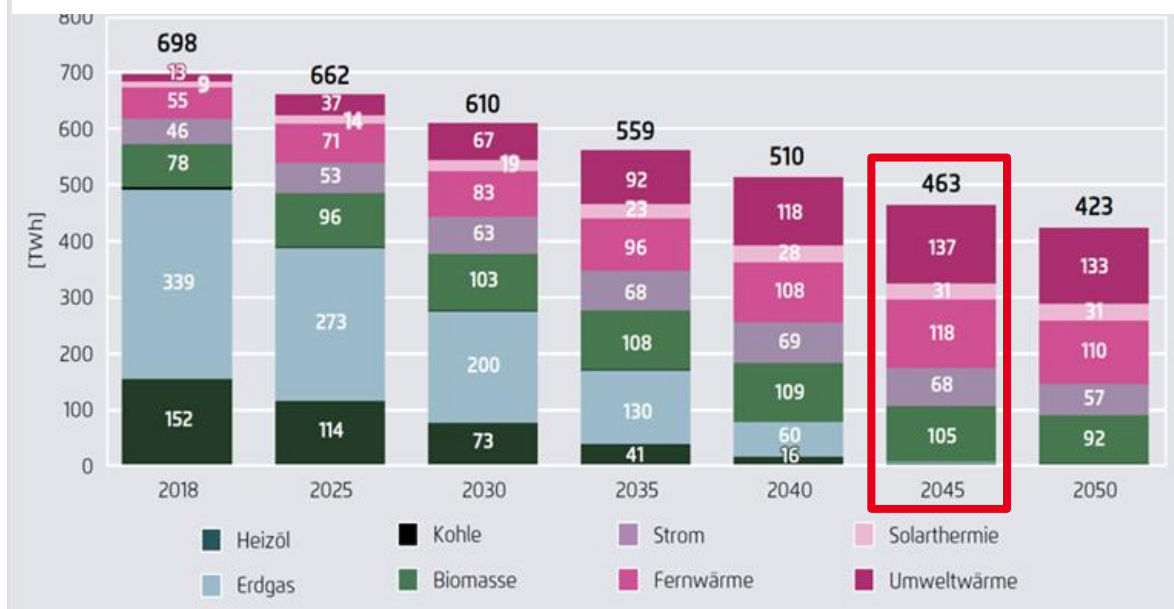
- Szenarien mit Zielerreichung 2045 verfehlen teilweise Zwischenziele 2030 im Gebäudesektor
- Endenergiebedarf Gebäudesektor ca. 600 TWh/a umfasst auch Haushaltsstromanwendungen
- Fernwärme und Wärmepumpen dominierende Technologien
- Wasserstoff und E-Fuels sind die dritte Option, aber nur bei tatsächlicher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

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

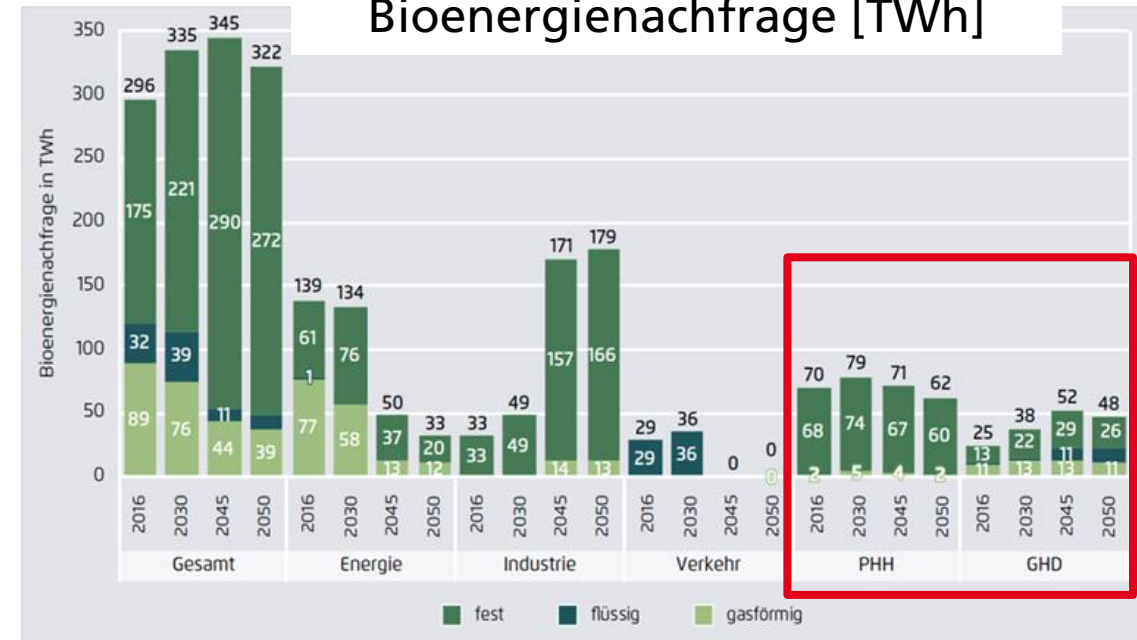
Einordnung der Ergebnisse in aktuelle Studien [THG-Neutralität 2045]

Agora: Klimaneutrales Deutschland 2045

Endenergienachfrage Gebäudesektor [TWh]



Bioenergienachfrage [TWh]



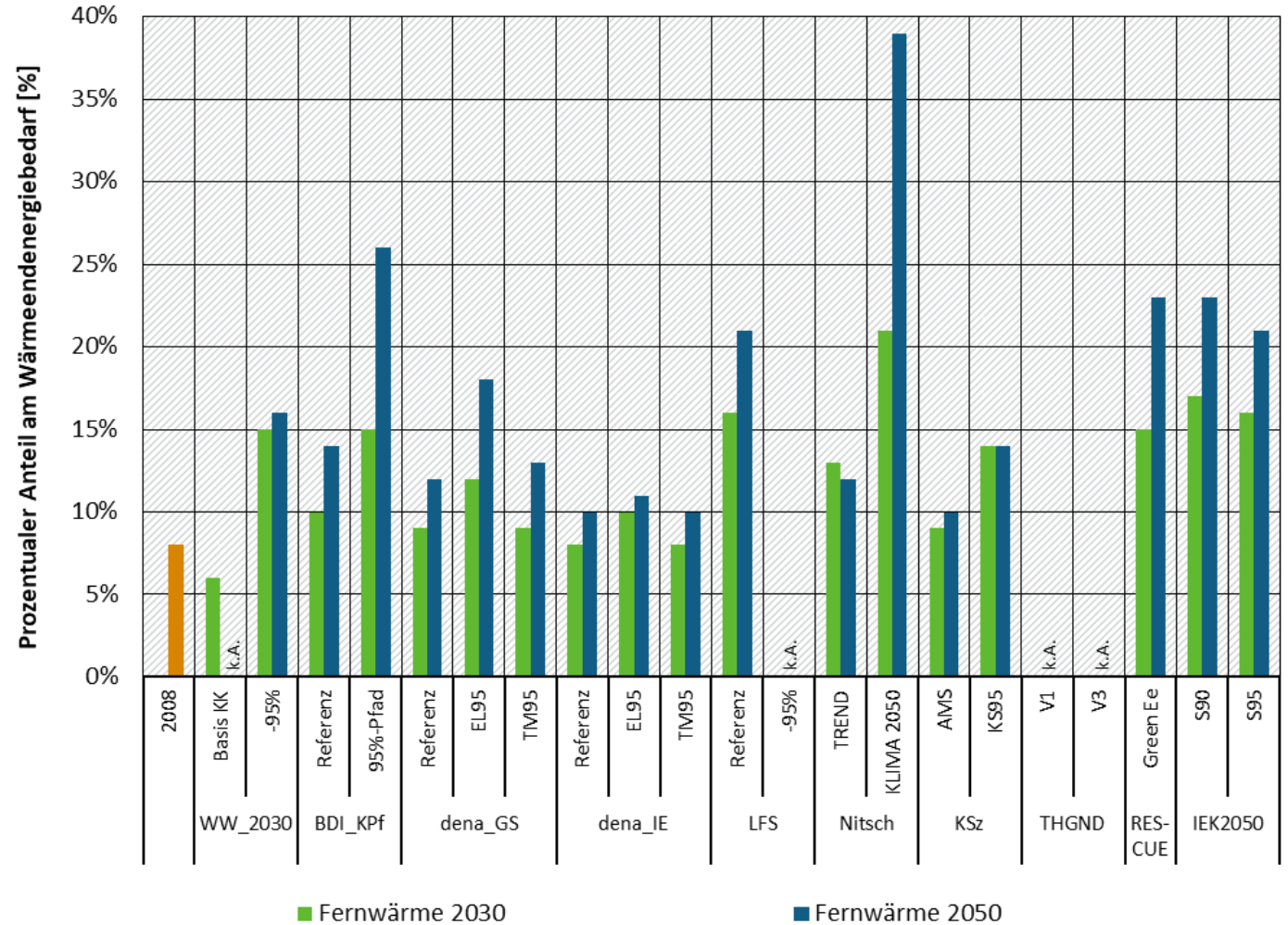
- Endenergiebedarf Gebäudesektor mit 463 TWh/a im Bereich der 2050er Szenarien
- Fernwärme und Wärmepumpen (Strom & Umweltwärme) dominierende Technologien
- Bioenergie stagniert bei WG und nimmt etwas zu bei NWG → nicht zentrale Technologie im Gebäudesektor

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]

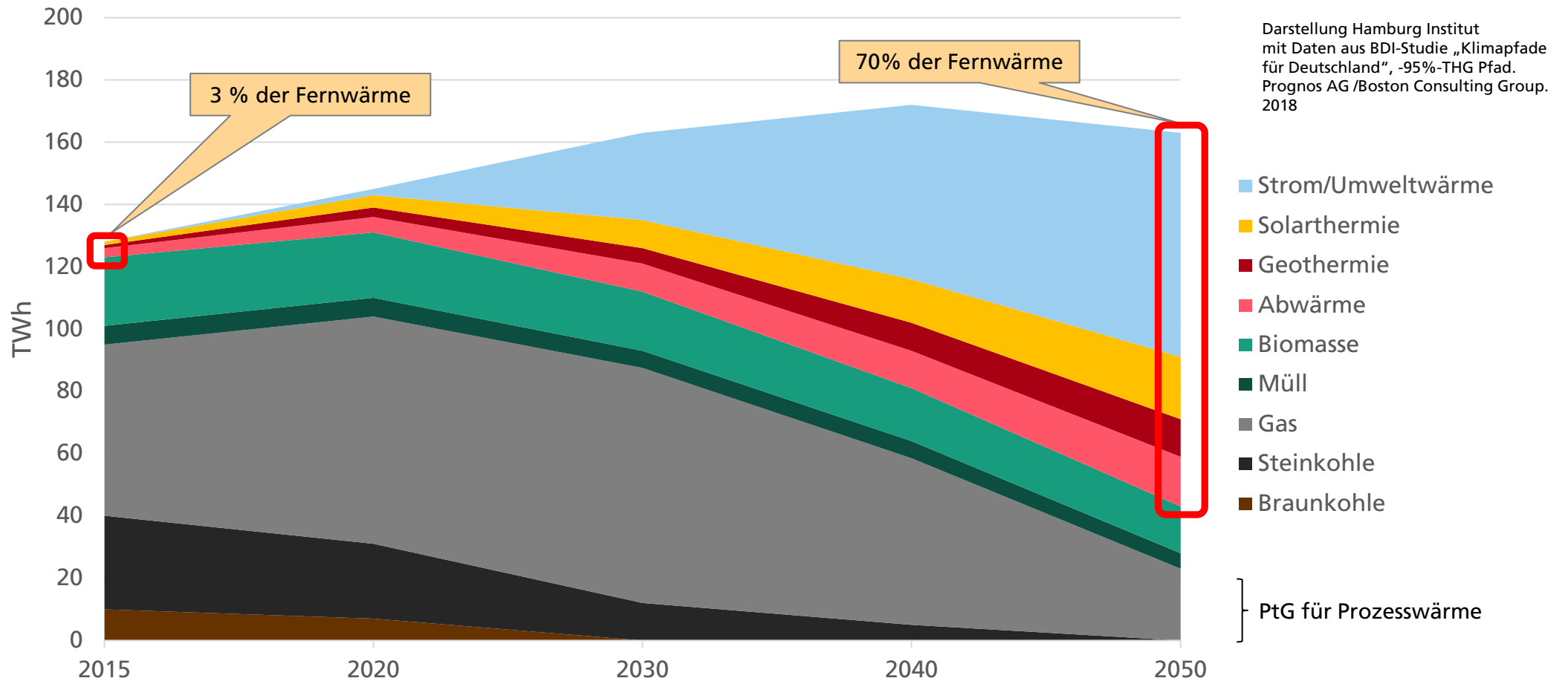
- **Bestandsdaten** im Bereich der Fernwärme gegenüber Strom- und Gasversorgung nur in **schlechterer Qualität und Detailtiefe** vorhanden (u.a. kein Anzahl der Wärmenetze und deren installierte Trassenlängen)
- Anstieg des Fernwärmeanteils in allen Szenarien: **Auf 10 bis 39% des Endenergieverbrauchs (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

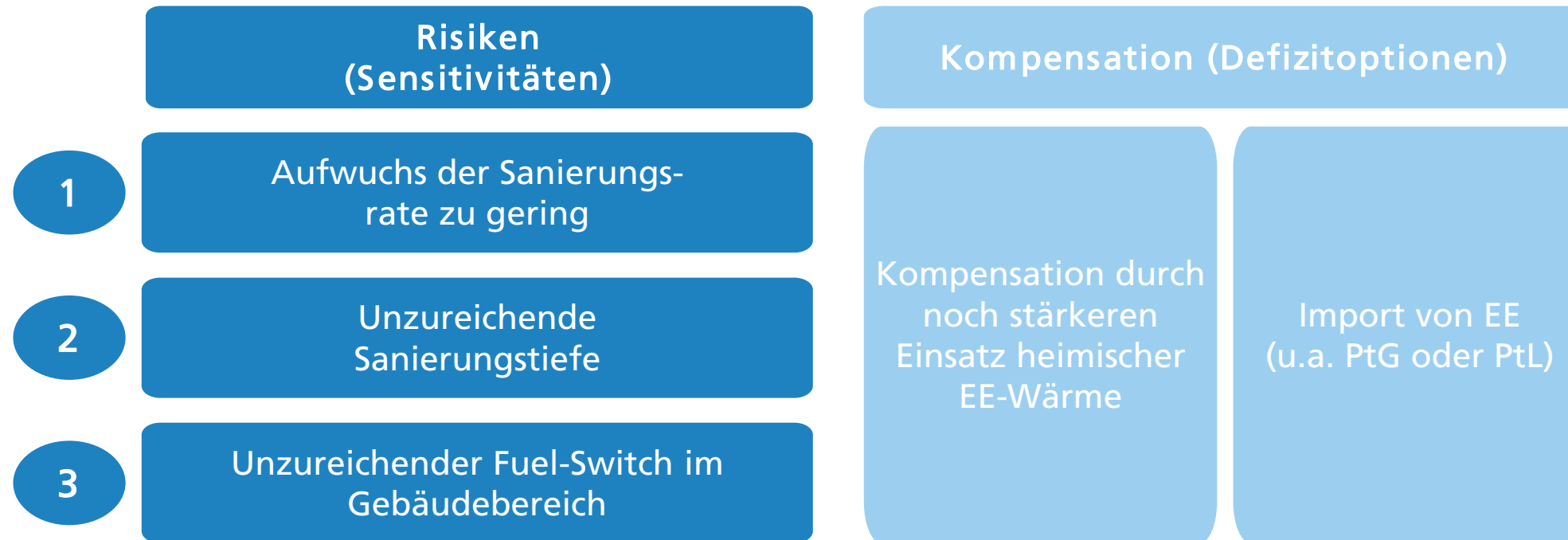
Dekarbonisierungspfad der Fernwärme [Zielbereich: -95% THG]

Szenario zur Erzeugung der Fernwärme in Deutschland



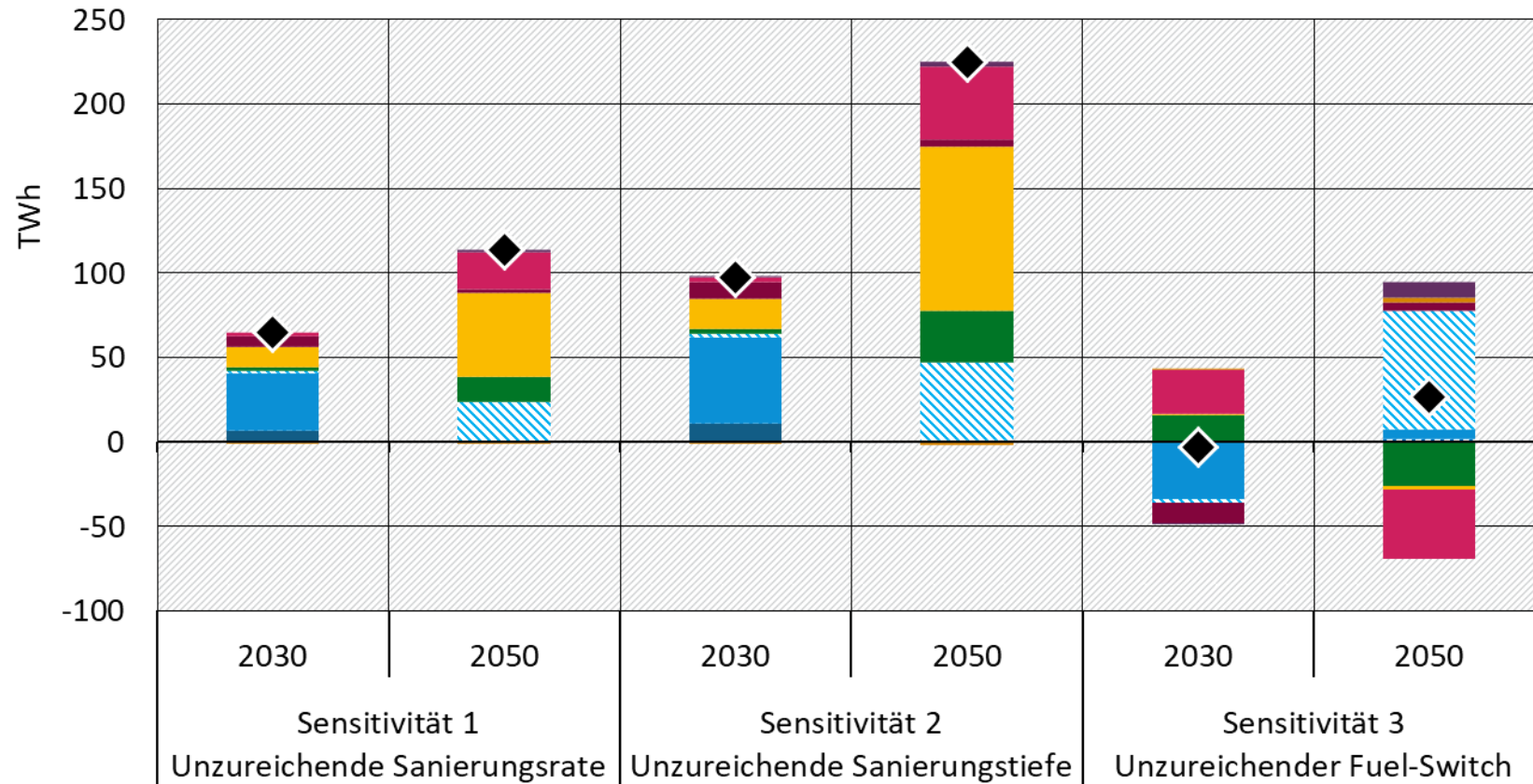
Risiko- und Defizitanalyse

Sensitivitäten und Kompensationsoptionen



Risiko- und Defizitanalyse

Differenz Endenergiebedarf Gebäudewärme



	Sen. PV+WP	ST
S1	Strombedarf: +35 TWh PV-Leistung: +35 Gw _{el}	Kollektorfläche /Geb.: +7 m ²
S2	Strombedarf: +70 TWh PV-Leistung: +70 Gw _{el}	Kollektorfläche /Geb.: +13 m ²
S3	Nicht möglich	Kollektorfläche /Geb.: +3 m ²

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

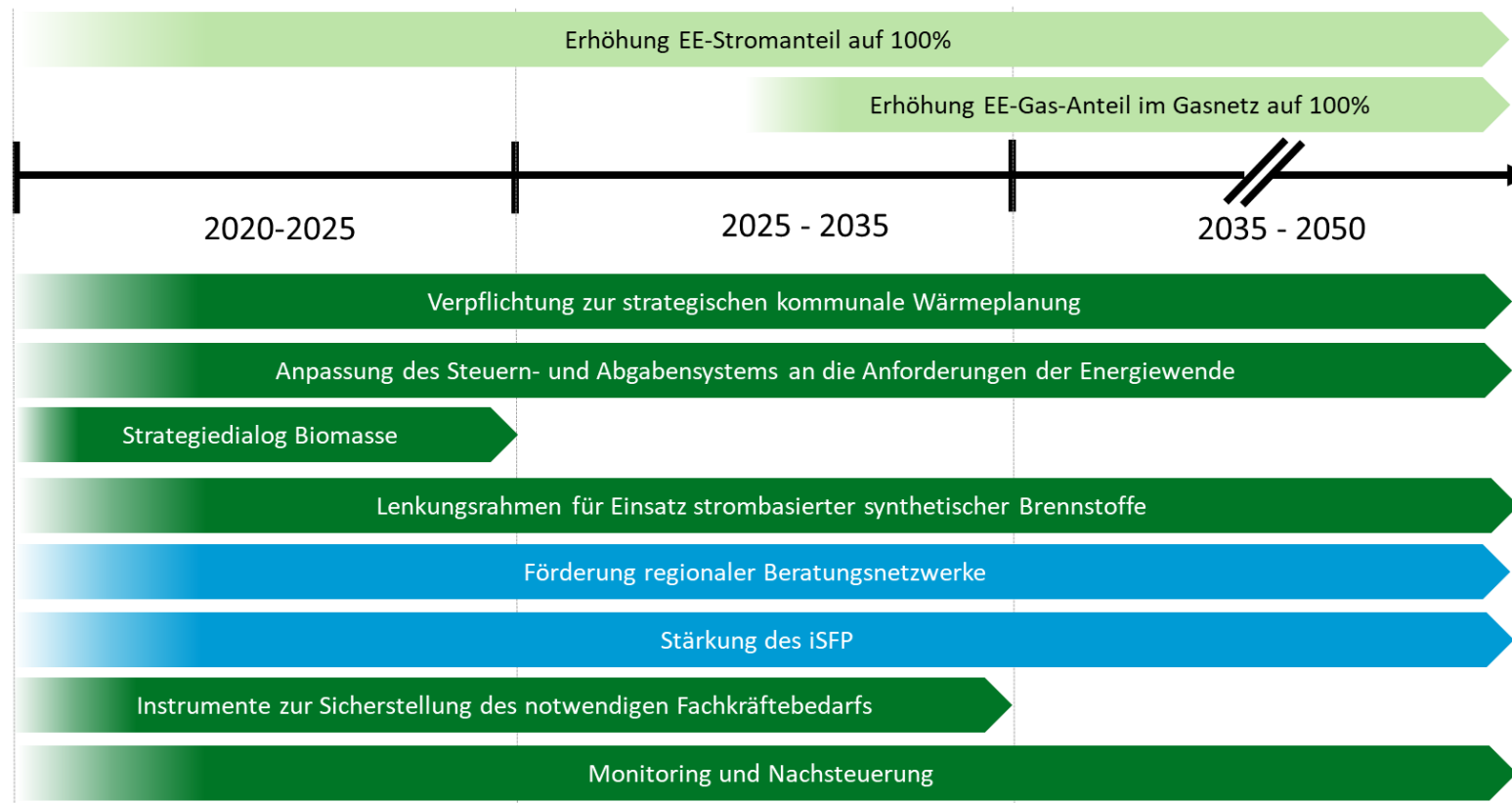
Instrumenten-Roadmap

Übergeordnete Instrumente

Legende

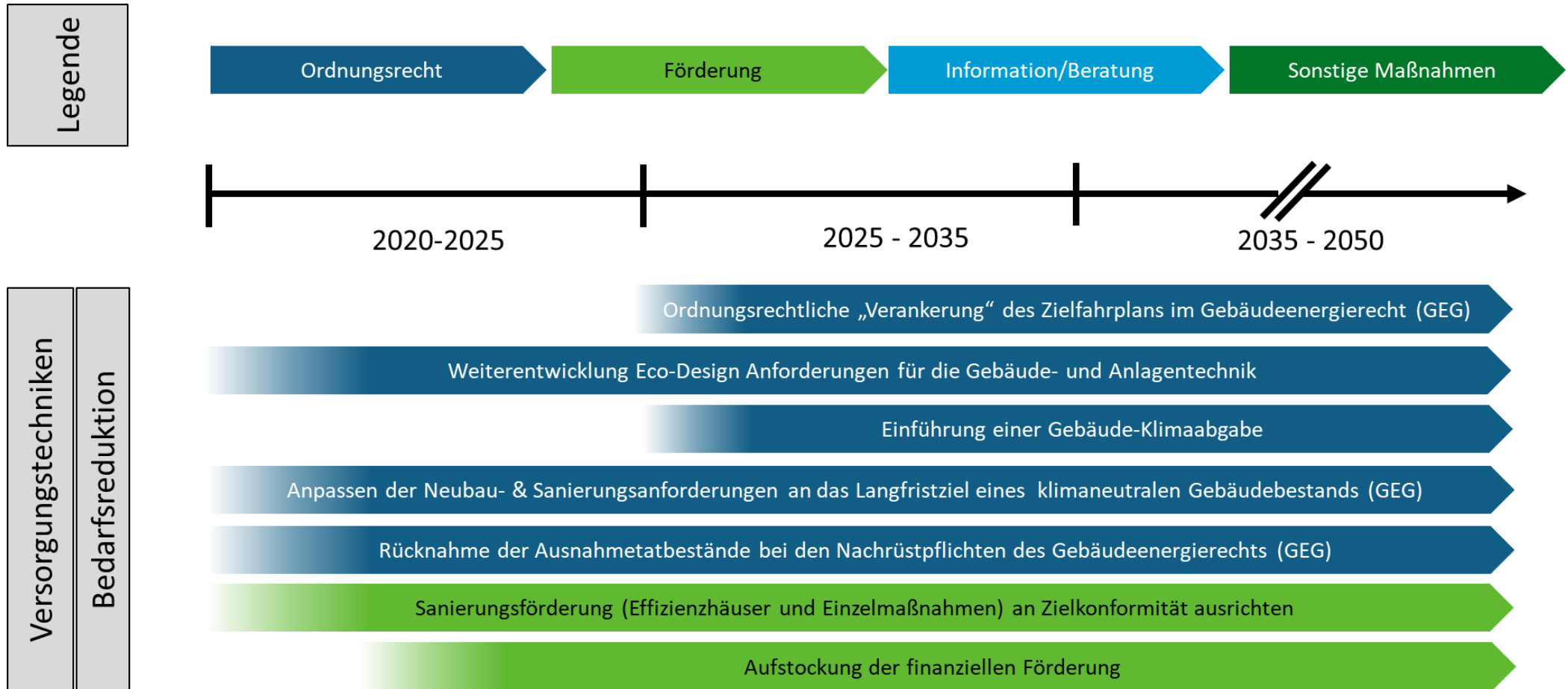


Sonstige Instrumente



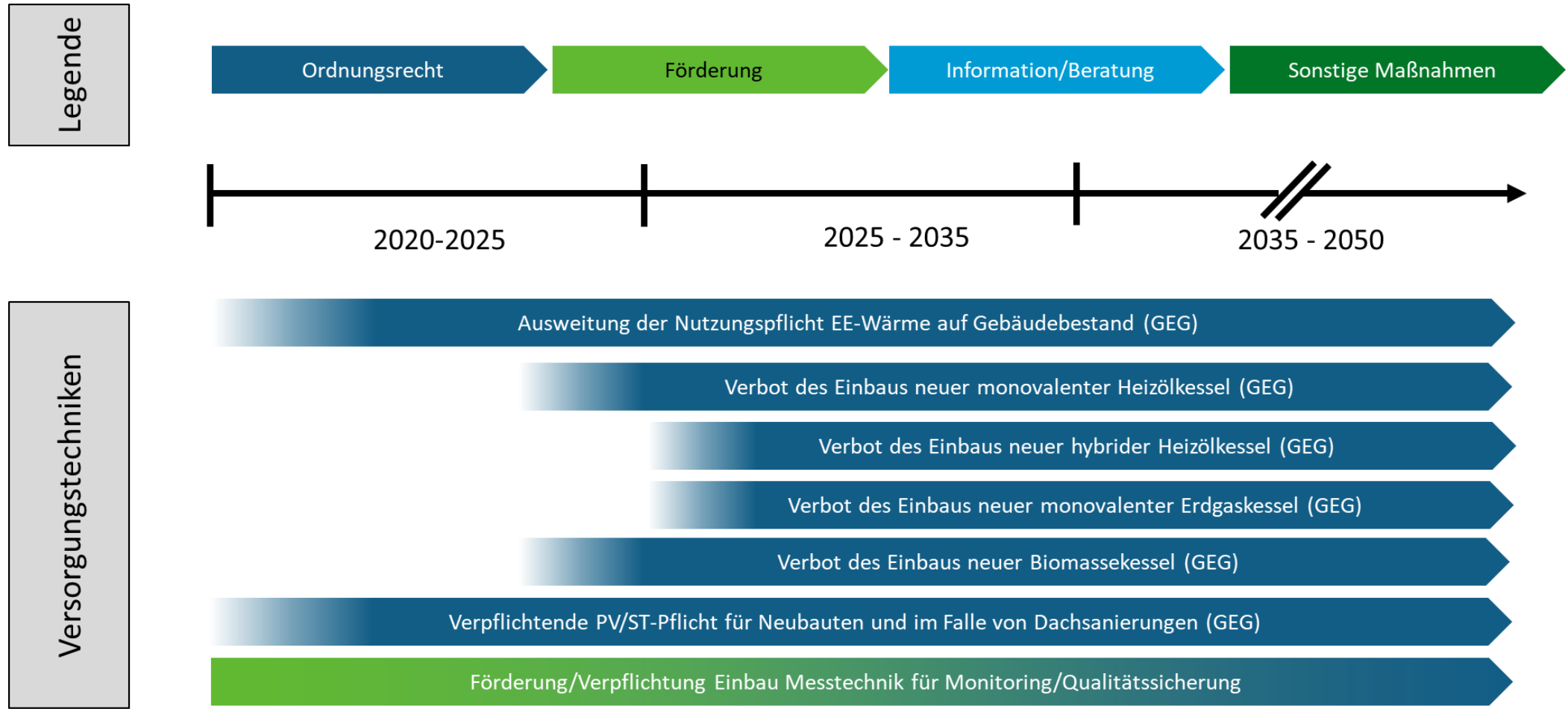
Instrumenten-Roadmap

Instrumente – Versorgungstechniken und Bedarfsreduktion



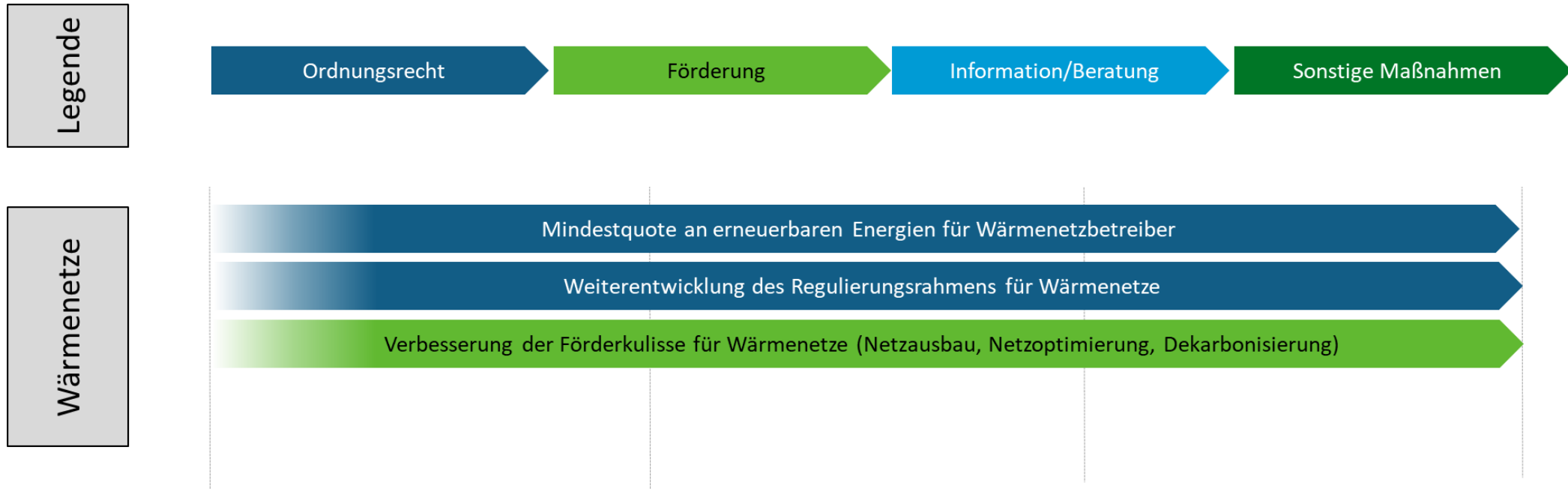
Instrumenten-Roadmap

Instrumente – Versorgungstechniken



Instrumenten-Roadmap

Instrumente – Wärmenetze

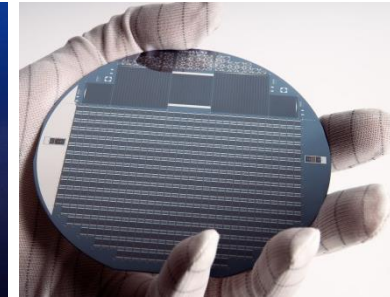
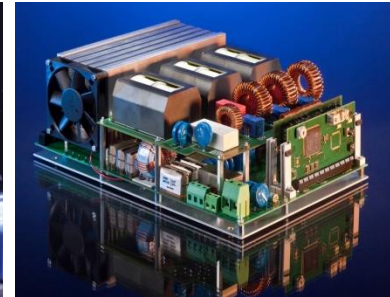


Instrumenten-Roadmap

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



Benjamin Köhler

b.koehler@oeko.de

