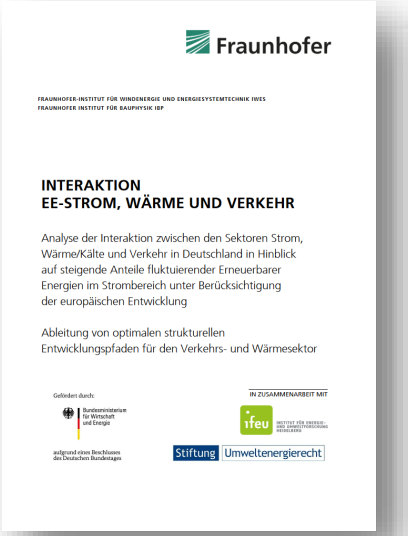
Klimaneutrale Wärmeversorgung für Deutschland

Norman Gerhardt
Fraunhofer-Institut für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik IEE

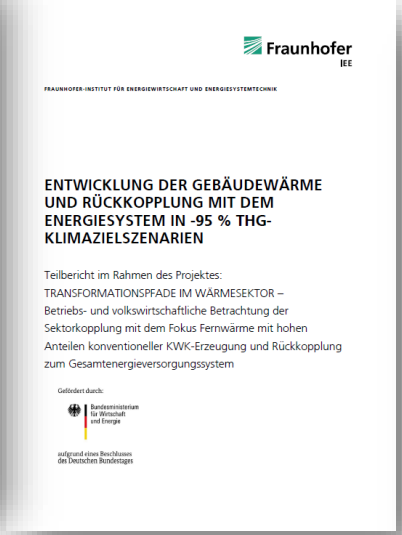
2015



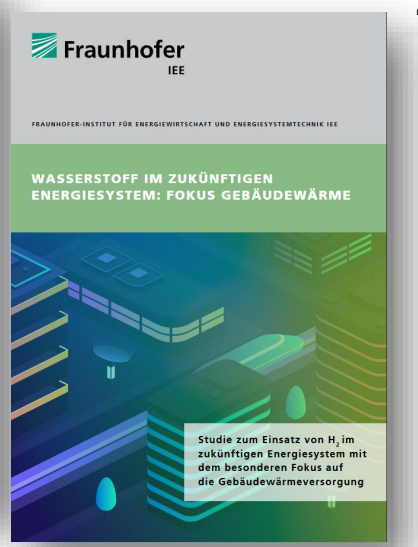
2017

2018

2019



2020

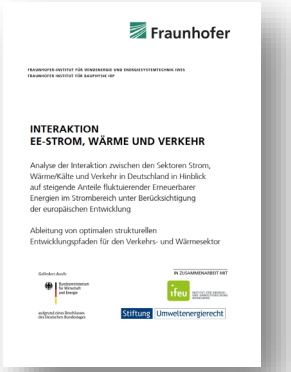


2021

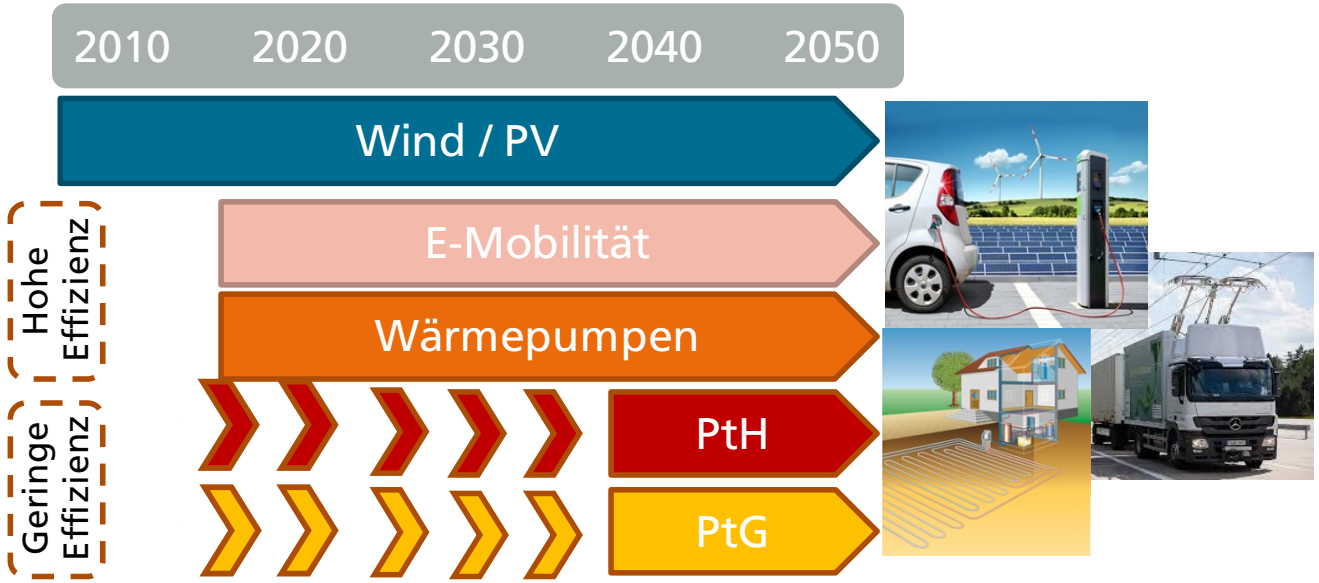
Konstanzer Forum Wärmezukunft
19. November 2021

Prognosen sind schwierig, besonders wenn sie die Zukunft betreffen …

- Technologische Innovationen, Digitalisierung, Wirtschaftsentwicklung, demografischer Wandel, politische Entscheidungen, …
  → trotz offener Entwicklung gibt es belastbare Schlussfolgerungen
- Grundverständnis - **Was ist Sektorkopplung?**
  1. Stromnutzung in anderen Energiesektoren (Wärme, Verkehr, Industrie) um dort CO_2 einzusparen
  2. Ausbau von zusätzlicher Windkraft und Photovoltaik für diese Energiesektoren
  3. Flexibilität der neuen Verbraucher am Strommarkt um diesen wetterabhängigen Strom zu integrieren



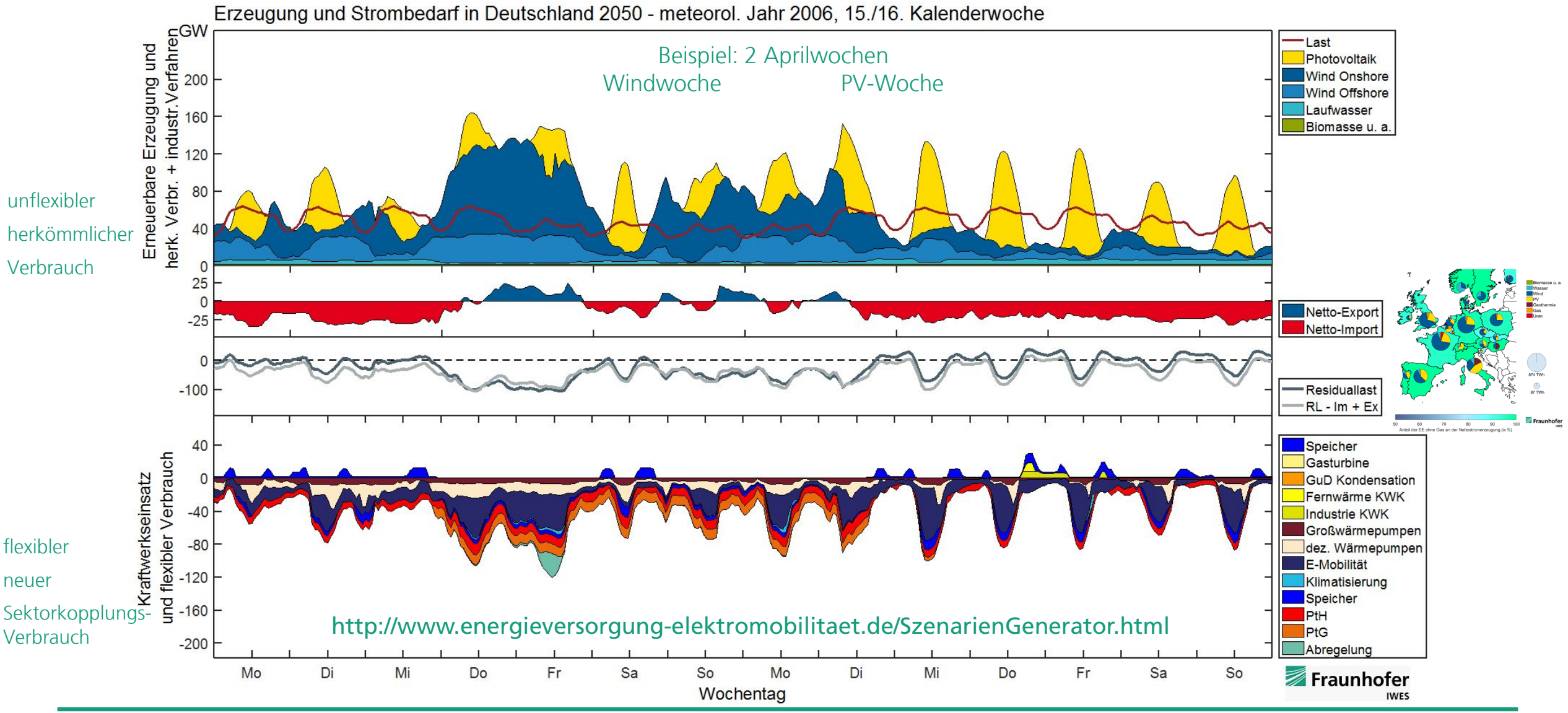
- Große Vielfallt an **Technologien** – aber **zwei grundsätzliche Einteilungen**:



- Pkw: BEV, PHEV, REEV; OH-Lkw, Batterie-Lkw, …
- dezentral. Wärmepump.; Groß-WP in der Industrie und in Wärmenetzen, …
- Elektrodenkessel in der Industrie und in Wärmenetzen; dezentral Heizstäbe, …
- H_2, PtG, PtL, …
- Neue el. Verfahren in der Industrie: H_2 für Stahl, Ammoniak / Elektrostahl

- **Versachlichung der Diskussion**: Wir erreichen wir aus heutiger Sicht ein vollständig dekarbonisiertes Energiesystem 2050

Wie sieht eine von fluktuierender EE-Einspeisung dominierte Welt aus?



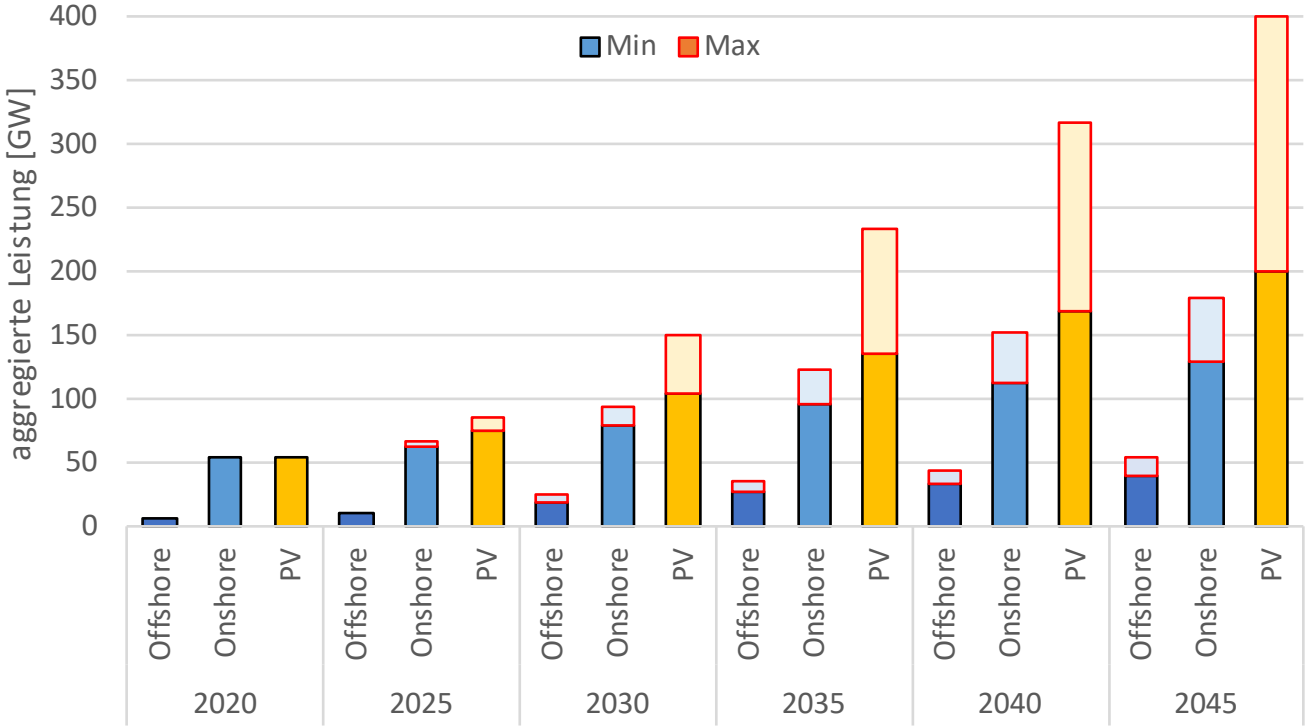
Die durch Sektorkopplung bedingte Verlagerungen der Emissionen wird kompensiert!

- Ausbau von **dezentralen Wärmepumpen** und **Fernwärme**,
  sowie Transformation Fernwärme hin zu Großwärmepumpen, Geothermie und Industrieabwärme

→ Verlagerungen der Emissionen vom dezentralen Bereich in den Emissionshandel (ETS, mit gedeckelten Emissionsbudget)

- **Schnellerer Ausstieg aus der Kohleverstromung** als 2035/38
- **Schnellerer EE-Ausbau** von Windkraft und Photovoltaik

Bandbreiten des EE-Ausbaus

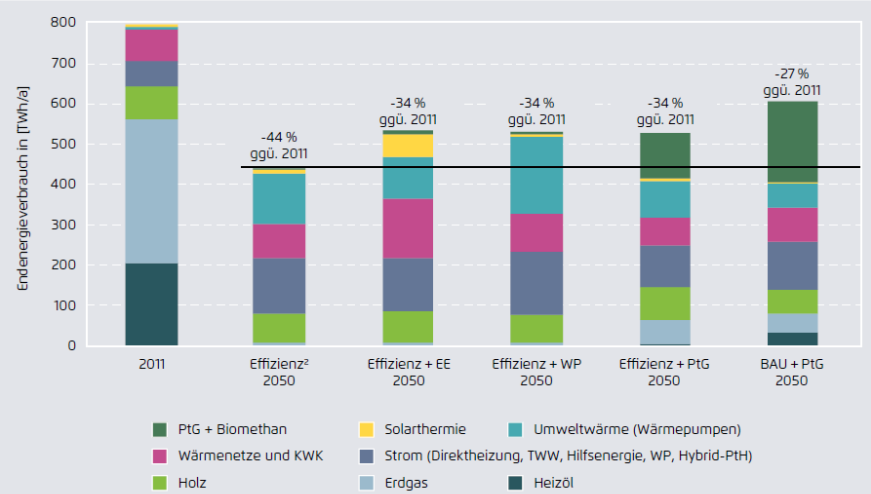


Fraunhofer IEE

Rolle der energetischen Gebäudesanierung?

- Eine hohe oder moderate Gebäudesanierung ist für die **gesamtwirtschaftlichen Kosten nicht entscheidend**. Ein höherer Wärmebedarf kann durch EE-Wärmeerzeuger und Ausbau der Wärmenetze gedeckt werden. Dies führt aber zu einem **höheren Stromverbrauch und Ausbaubedarf für Windkraft und Photovoltaik** in Deutschland.

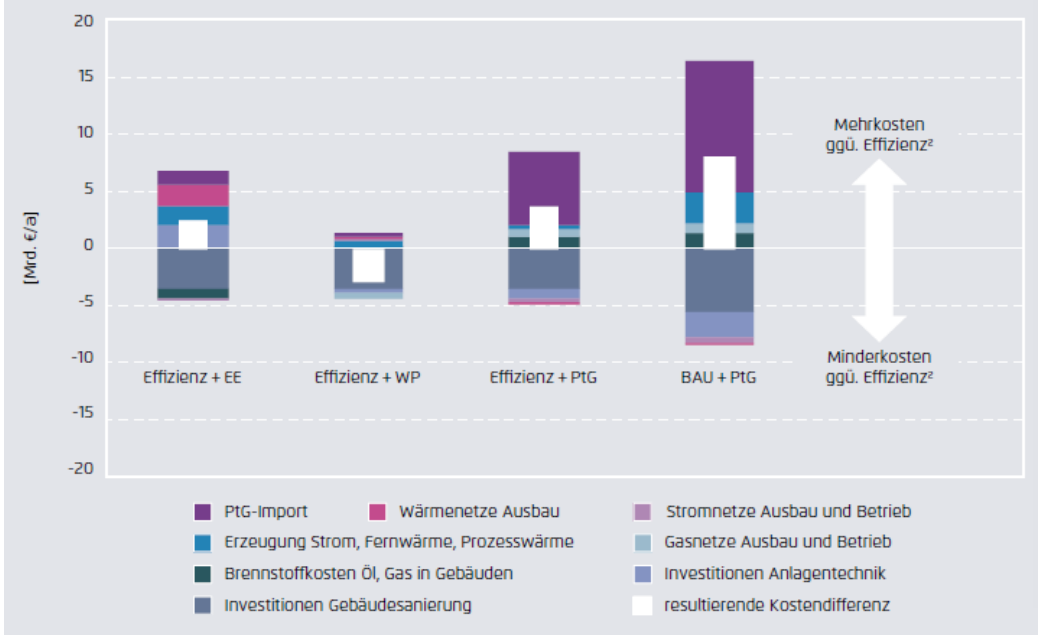
Unterschiedliche Strategien zur Zielerreichung in den Szenarien – Darstellung der Endenergieverbräuche und ihrer prozentualen Minderungen gegenüber 2011 im Gebäudebereich im Jahr 2050 — Abbildung 1



Randbedingungen der Szenarien:
THG-Minderungen gemäß:
→ Energiekonzept (-87,5 % in 2050)
→ Klimaschutzplan
→ *Effort-Sharing-Decision*
→ Bevölkerungsentwicklung bei stärkerer Zuwanderung

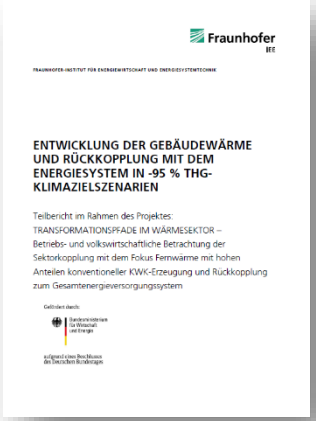
Szenarienbezeichnungen:
Effizienz²
Effizienz + Erneuerbare Energien (EE)
Effizienz + Wärmepumpen (WP)
Effizienz + *Power-to-Gas* (PtG)
Business as Usual (BAU) + *Power-to-Gas* (PtG)

Mittlere annuitätische Differenzkosten der Szenarien gegenüber dem Szenario Effizienz² nach Kostenart und Gesamtdifferenz — Abbildung 2

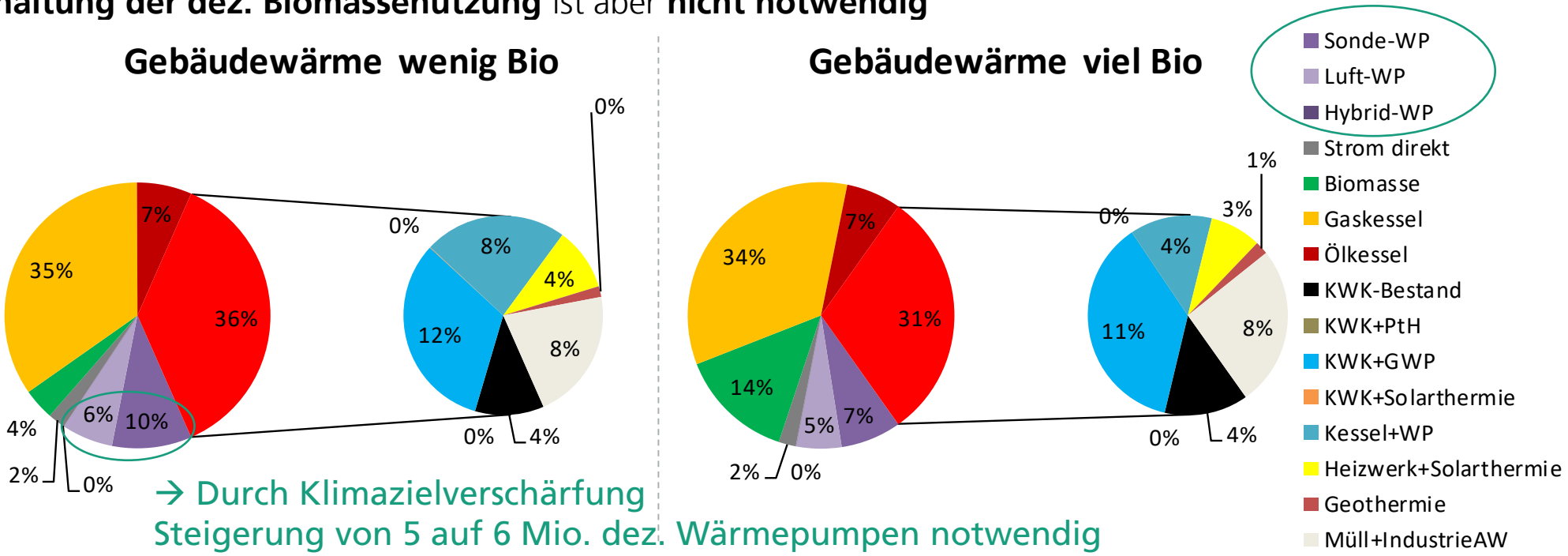


Sanierungskosten und Verteilnetzausbaukosten wurden in der Studie der Agora Energiewende behandelt.

Durch den starken Ausbau von großen Wärmenetzen kann das Sektorziel Gebäude 2030 leichter erreicht werden!

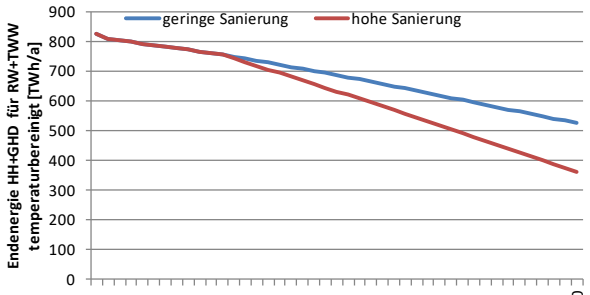


- Sektorziel für Gebäudewärme kann sowohl durch den starken Ausbau **dezentralen Wärmepumpen** und von **großen Wärmenetzen** (Verlagerung von Emissionen in den ETS-Bereich) als auch den Einsatz von **dezentraler Biomasse** (Allokation eines begrenzten Potenzials im Gebäudesektorbereich) erreicht werden.
- Ein frühzeitiger **Wärmenetzausbau** ist wirtschaftlich
  → **was ist realistisch umsetzbar?**
- Eine **Beibehaltung der dez. Biomassenutzung** ist aber **nicht notwendig**

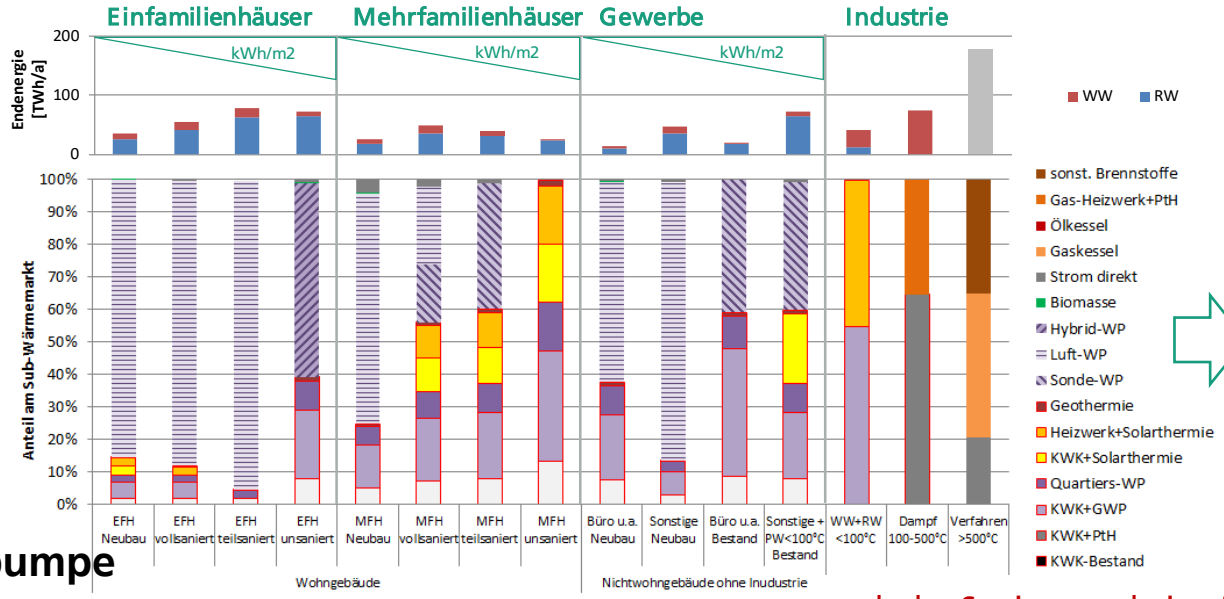


→ Durch Klimazielverschärfung
Steigerung von 5 auf 6 Mio. dez. Wärmepumpen notwendig

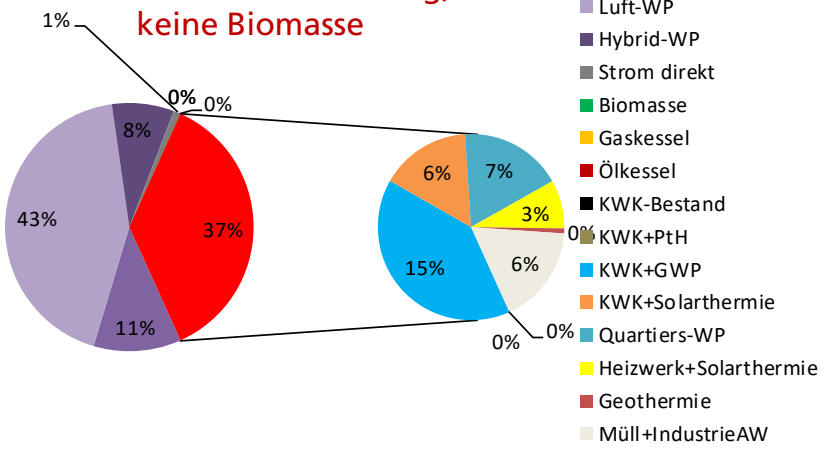
Langfristige Strategie - Gebäudewärme 2050 ...



moderate Sanierung, keine Biomasse

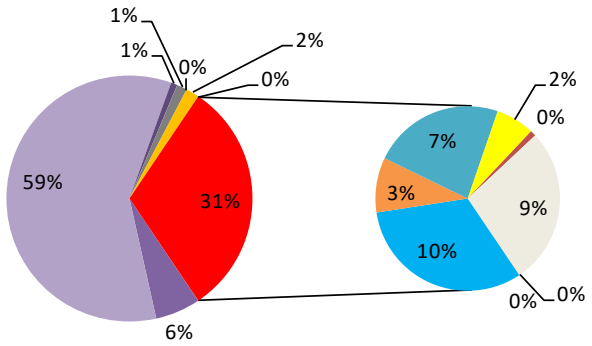


moderate Sanierung, keine Biomasse

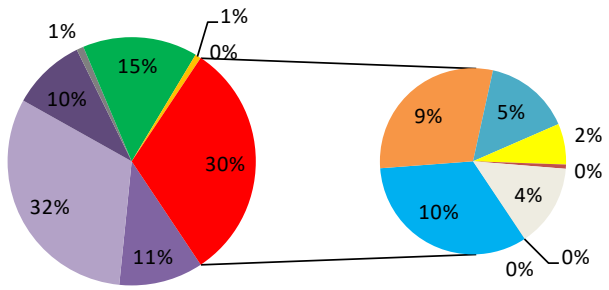


- Optimierter Gebäude-bestand:
  → Im Massen-markt Einfamilien-haus vor allem **Luftwärmepumpe**
- Wenn Biomasse dezentral eingesetzt wird, reduziert sich der Einsatz sowohl von Wärmepumpen als auch von Wärmenetzen.
- **Biomasse sollte vergleichbar zu PtX betrachtet werden**
  → Industrie, stoffliche Nutzung, Spitzenlast Fernwärme, ggf. negative Emissionen

hohe Sanierung, keine Biomasse



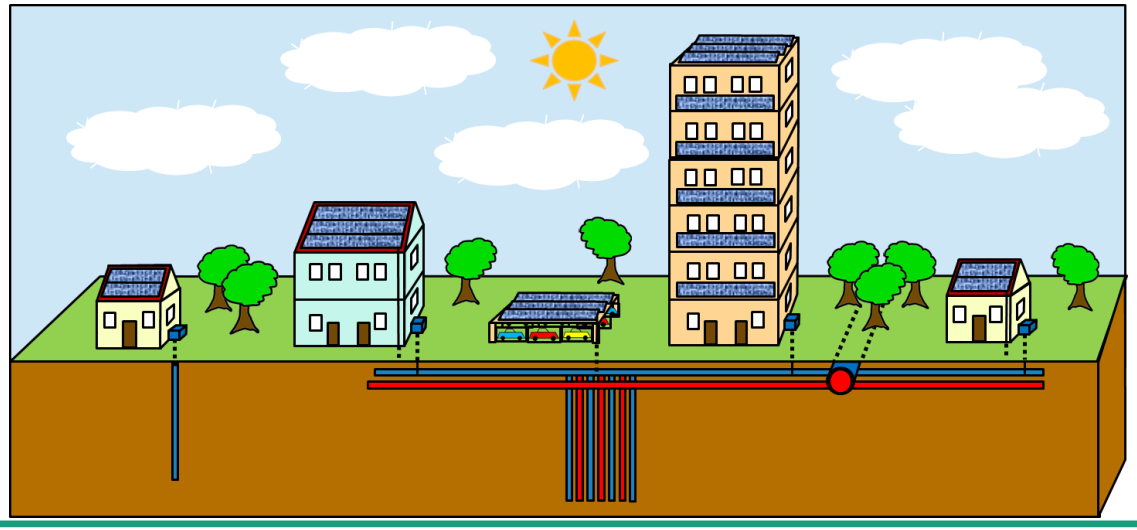
moderate Sanierung, Biomasse



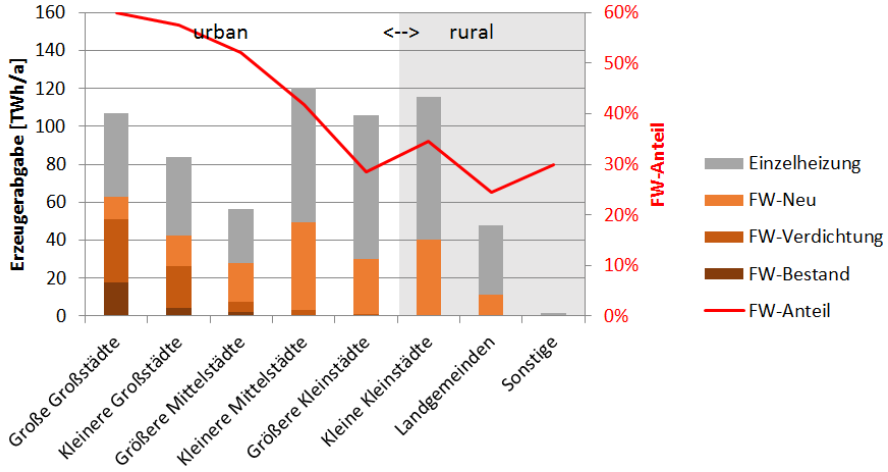
Technologische Freiheitsgrade - Quartierswärmepumpe

- Klassische Studien zum **Wärmenetzpotenzial** mit max. 60% Anschlussgrad
- Aber größere **Sondenfelder** für Quartierslösungen/Gebäudekomplexe
  - Notwendige **aktive Regeneration** erfordert zusätzliche Erschließung einer Wärmequelle, z.B. Solarthermie, Abwasserkanäle, Abwärme
  - Hohes Potenzial für **Bestandsgebäude** – aber regulatorische Fragen, …

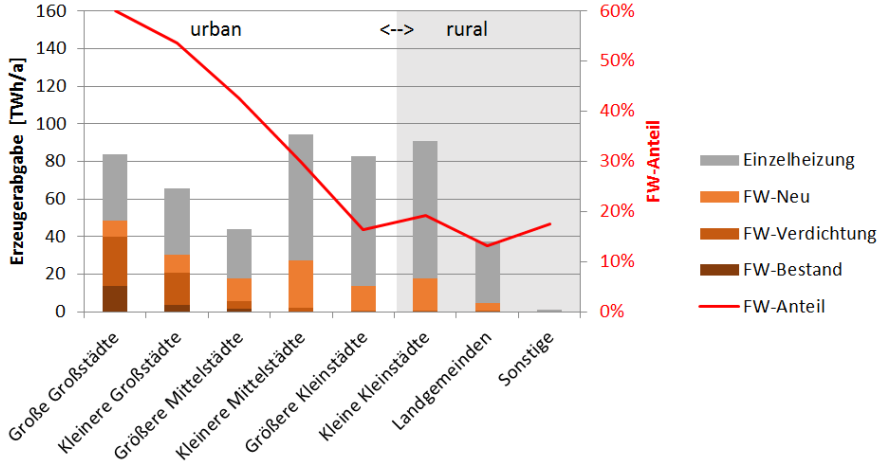
→ Kann den Anteil von Wärmenetz gegenüber dezentraler Versorgung noch verschieben → Wärmenetze >30%; mehr Nahwärme statt dezentralen Wärmepumpen im suburbanen Bereich



Moderate Dämmung → max. Potenzial von 44%



Moderate Dämmung → max. Potenzial von 35%



Alle reden über Wasserstoff …

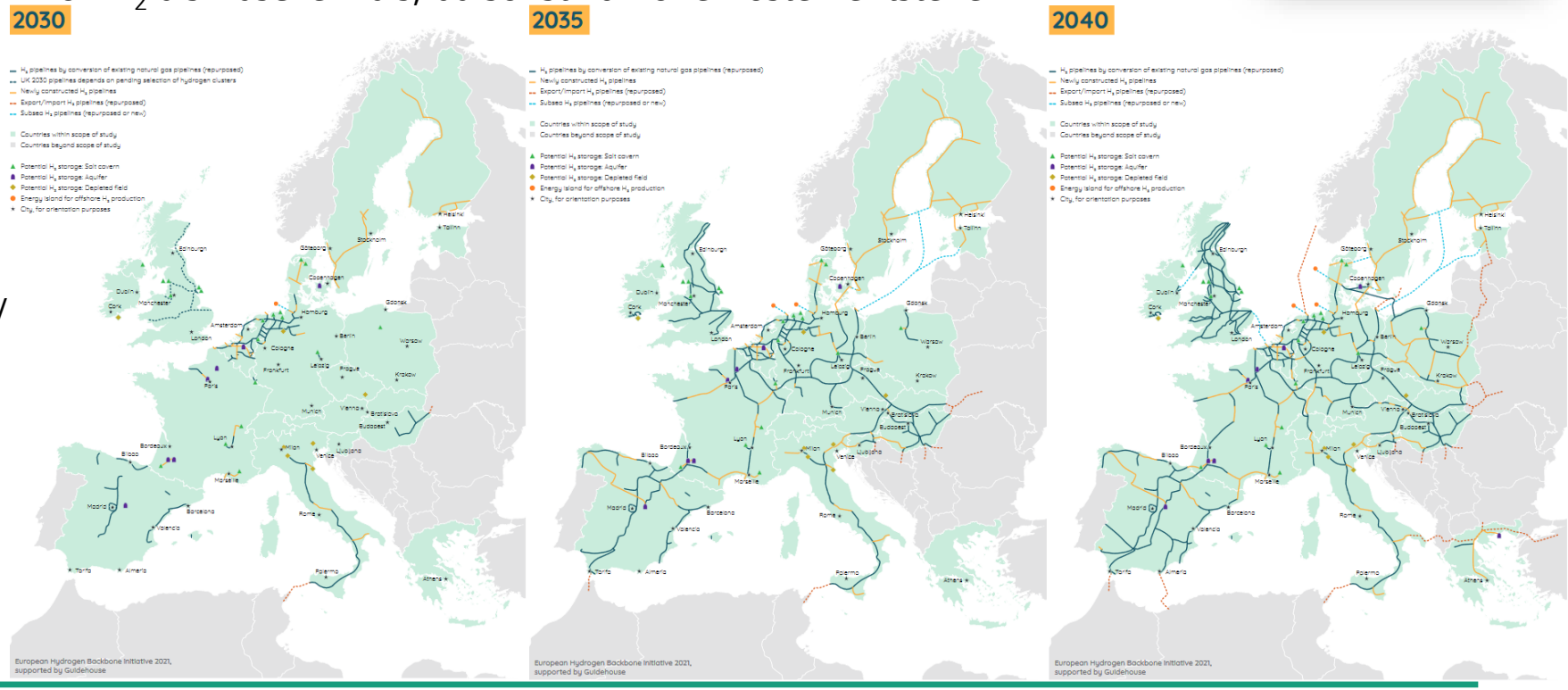
- Studie der europ. Gastransportnetzbetreiber "Extending the European Hydrogen Backbone"

  → Umwidmung/Transformation **Fernleitungsnetz** auf H_2 + langfristige Versorgung mit grünem Wasserstoff
  → **attraktiv für Industrie + Gaskraftwerke**

- Im **Verteilnetz** insbesondere Problem des Austausch von Gaskesseln vor Lebensdauerende
  → **Beimischung** von mehr als 20% Vol. H_2 als Flaschenhals, da sonst zu hohe Kosten entstehen

  - 20% Vol. H_2 sind aufgrund geringer Energiedichte nur 6,6% Energieanteil
    → **Klimanutzen gering**

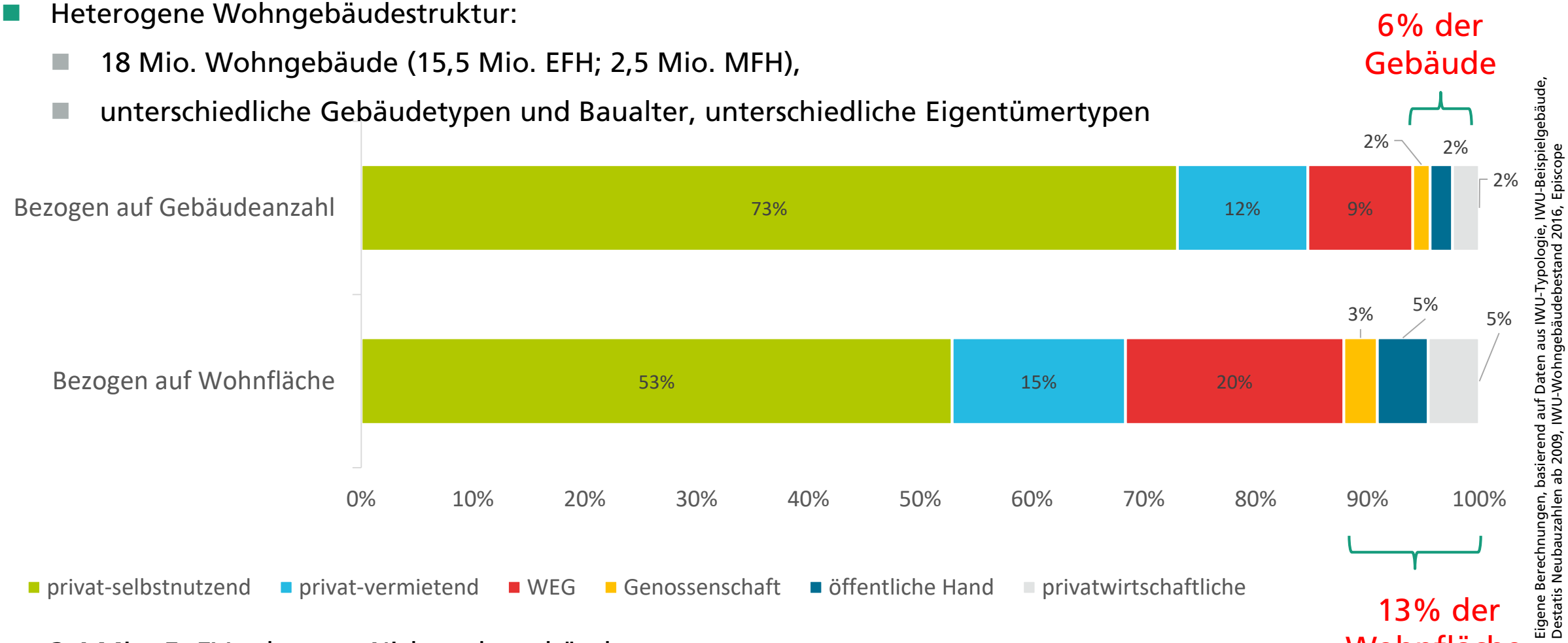
  - Nur kontinuierlicher Ersatz von Altanlagen durch H_2-ready würde eine langfristige Umstellung von 20% auf 100% H_2 zu geringeren Kosten theoretisch ermöglichen
    → **zu spät**



Quelle: Gas for Climate, 2021

Wann investiert der Gebäudeeigentümer? → Mieter-Vermieter-Dilema

- Heterogene Wohngebäudestruktur:
  - 18 Mio. Wohngebäude (15,5 Mio. EFH; 2,5 Mio. MFH),
  - unterschiedliche Gebäudetypen und Baualter, unterschiedliche Eigentümertypen



- 3,4 Mio. EnEV-relevante Nichtwohngebäude

→ **21,4 Mio. Gebäude für Wärmepumpen und Wärmenetze**

Sanierungshemmnisse und Lösungsansätze im Wohngebäudebereich

Betroffene Eigentümer	Alle Eigentümer	Alle Vermieter	Private Klein-vermieter	Alle Privateigentümer
Sanierungshemmnis	Externalisierte Klimaschäden	Ineffiziente Anreize Mietmarkt / Mietrecht		Persönliche Sanierungshemmnisse
Lösungsansätze	CO2-Bepreisung Ordnungsrecht Subventionen	Modernisierungsumlage an Energieeffizienz koppeln CO2-Bepreisung und Subventionen für Vermieter		Unterstützung bei Planung, Energieberatung und Bauaufsicht Verpflichtende individuelle Sanierungsfahrpläne

- Neben dem Ermöglichen von Einzelentscheidungen ist aufgrund der Infrastrukturabhängigkeit der Wärmeversorgung (Gasnetz vs. Wärmenetz) eine Ausweitung der kommunalen Wärmeleitplanung notwendig.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Norman Gerhardt
Leiter Energiewirtschaft und Systemanalyse

E-Mail: norman.gerhardt@iee.fraunhofer.de
Tel.: 0561 7294-274
Fraunhofer IEE
Königstor 59
34119 Kassel