

Kommunale Wärmewende mit Wärmepumpe

Sebastian Herkel
Wärmepumpe kommunal und urban – Südwestdeutschland
Online, 17.11.2022
www.ise.fraunhofer.de



Picture: Fraunhofer ISE

Wärmepumpen in der netzgebundenen Wärmeversorgung

Klimaziele für den Gebäudesektor

Minderungsziele der Sektoren bis zum Jahr 2030 (entsprechend Bundes-Klimaschutzgesetz)

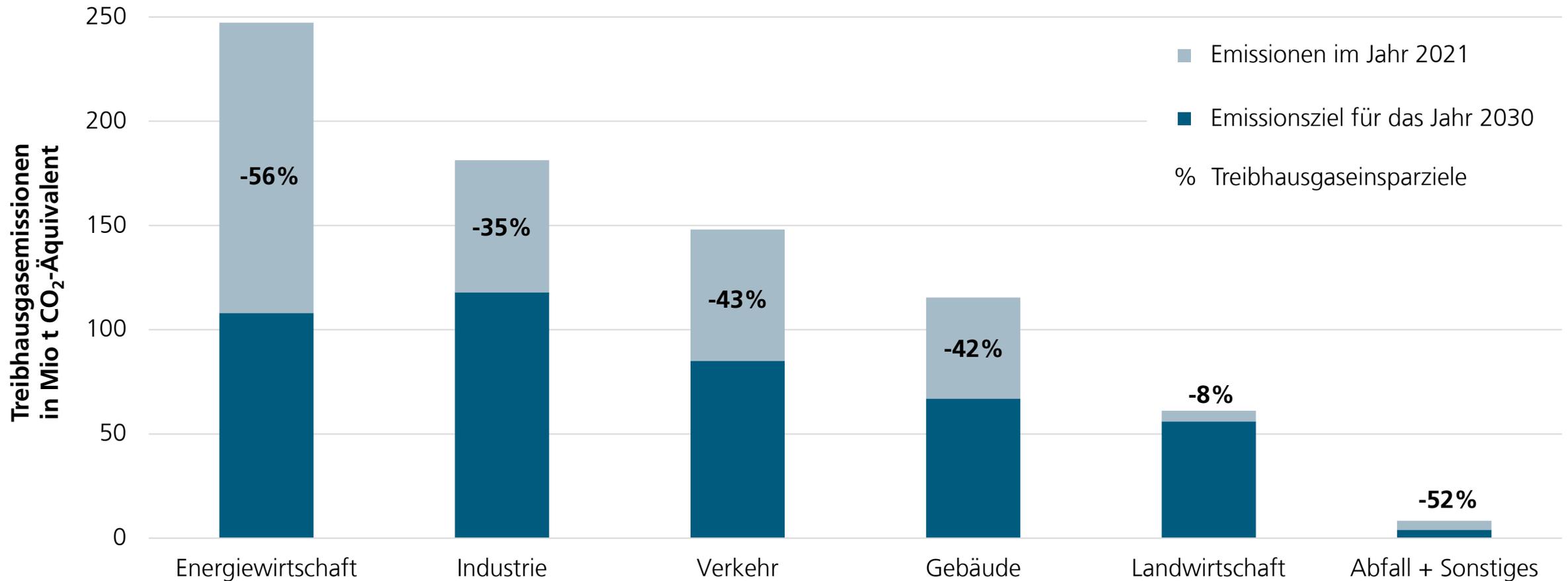


Abbildung angelehnt an Abbildung 1 aus „Verantwortung übernehmen – Der Gebäudebereich auf dem Weg zur Klimaneutralität“, Gutachten im Auftrag des ZIA Zentraler Immobilienausschuss e.V., Berlin (November 2021)

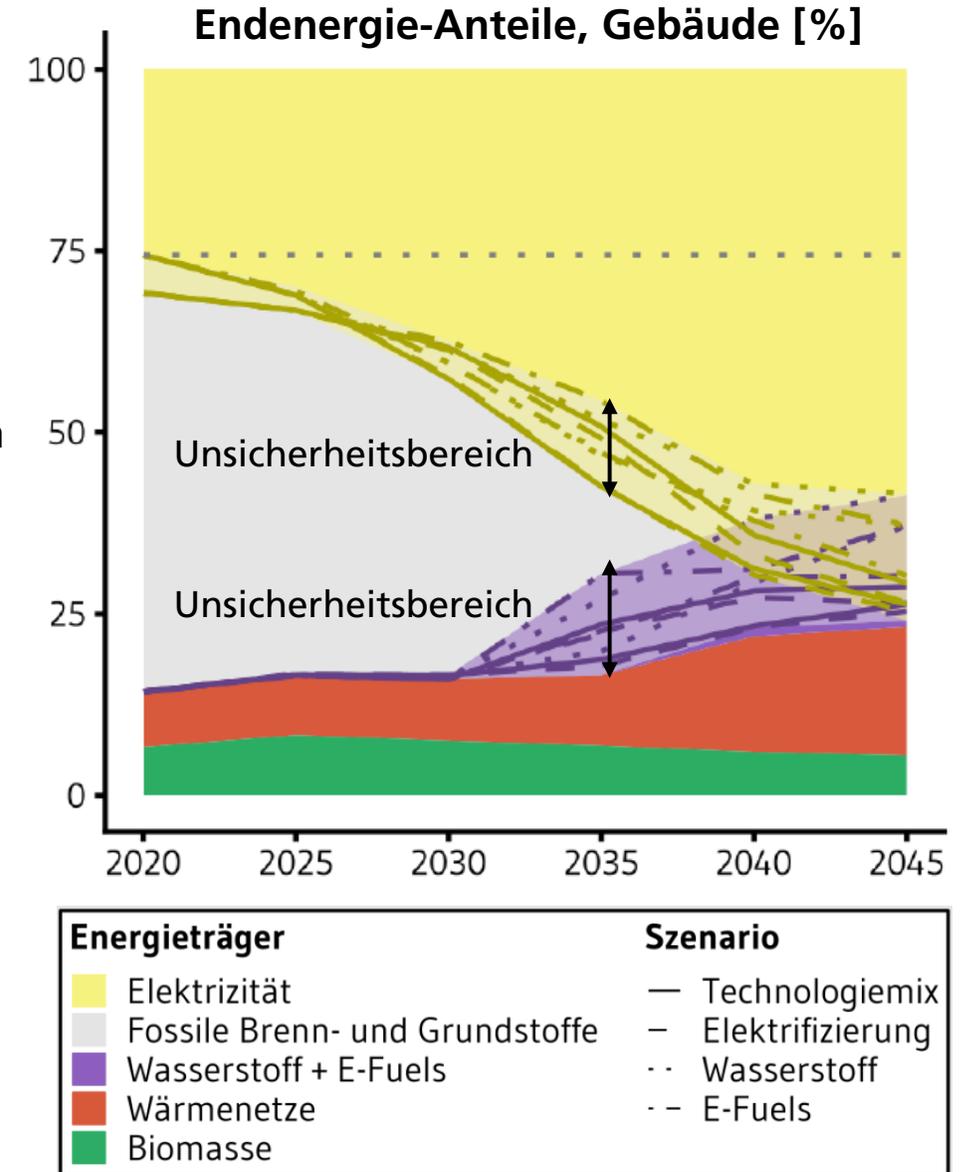
Energieträger im Gebäudesektor

Ergebnisse der Energiesystemanalyse – Top-Down Approach

Direkte Elektrifizierung vs. Wasserstoff u. E-Fuels

- Vergleich aktueller Studien (Ariadne, BDI, DENA, Agora, Langfristszenarien) zeigt übereinstimmend, dass bis zum Jahr 2030 indirekte Elektrifizierung im Gebäudesektor keine Rolle spielen wird
- Einigkeit besteht auch, dass direkte Elektrifizierung (Wärmepumpen) und Wärmenetze zentrale Bestandteile der Wärmewende sind
- Ab 2030 gibt es einen größeren Unsicherheitsbereich:
 - Einige Szenarien gehen davon aus, dass Wasserstoff und E-Fuels nahezu keine Rolle im Gebäudesektor spielen
 - Andere Szenarien sehen relevante Anteile im Jahr 2045
- Auswirkung auf Infrastrukturen nur in Verbindung mit Bottom-Up Betrachtung abzuleiten

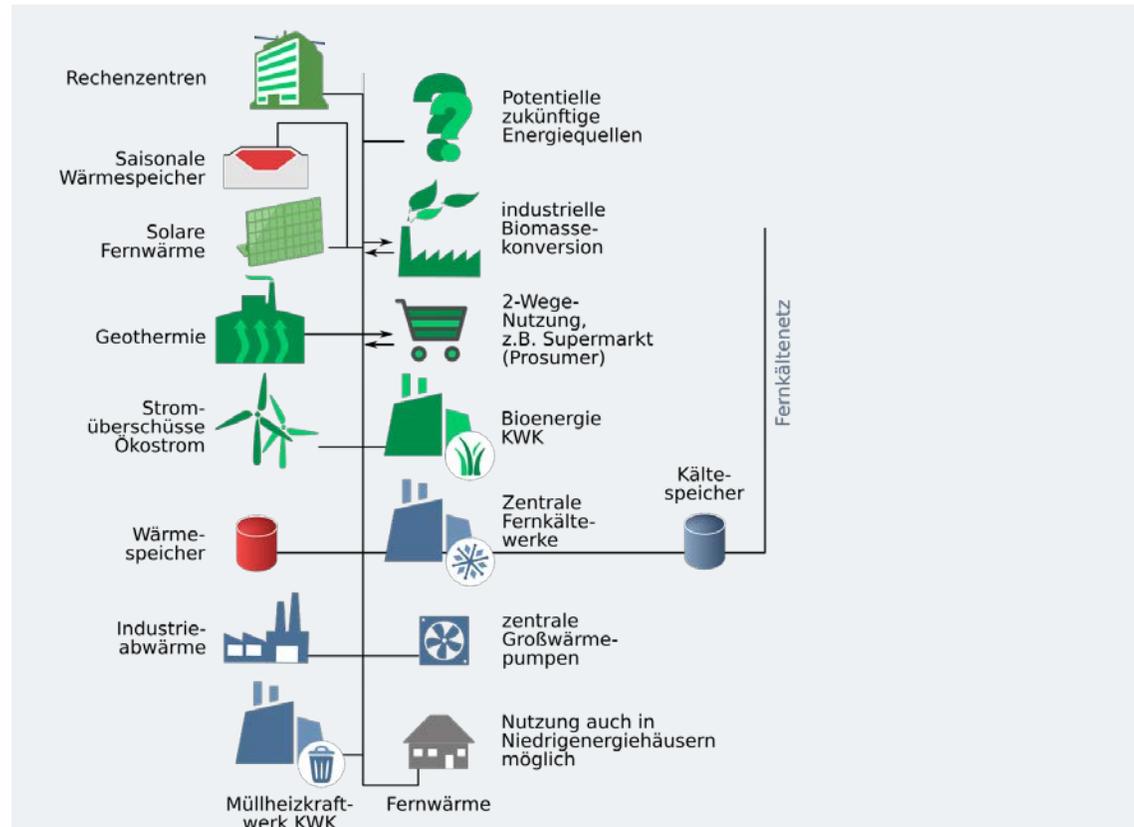
Wie sieht es in der Fernwärme aus?



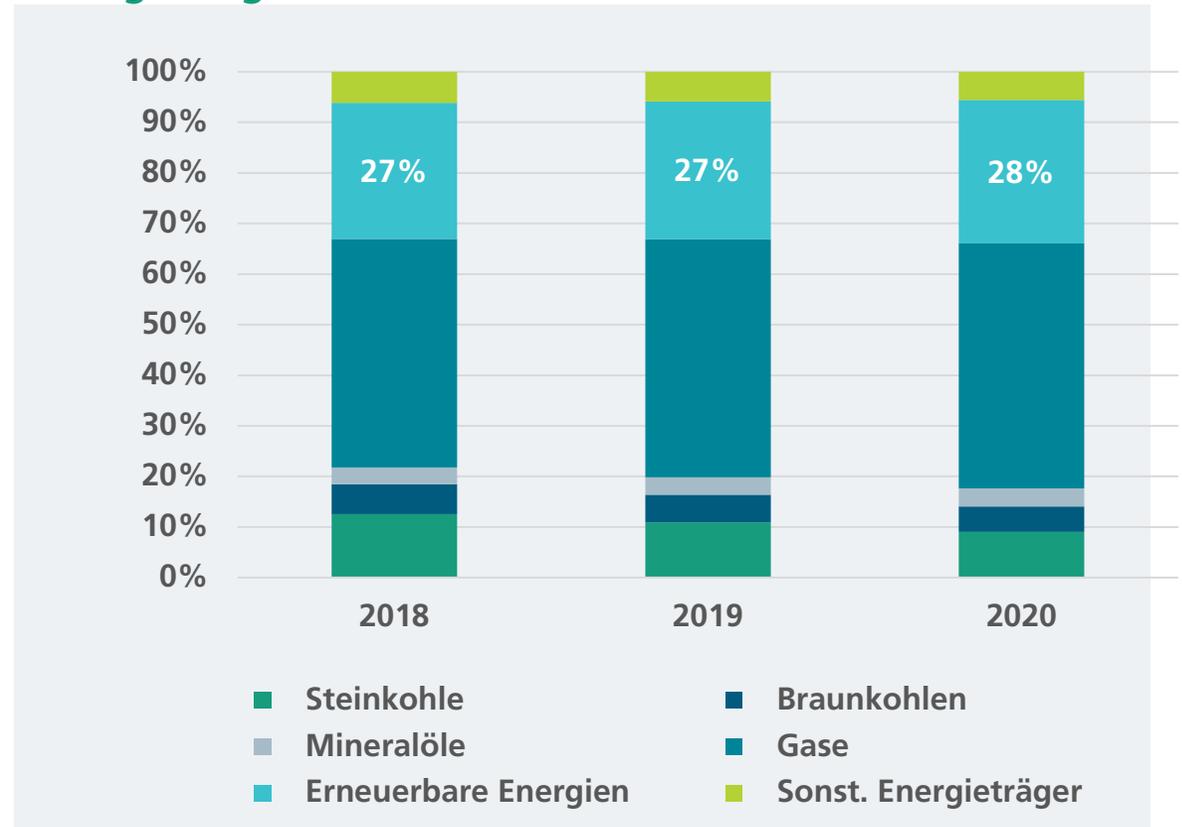
Fernwärme

Optionen der Defossilisierung

“5th Generation” Fernwärme



Energieträger KWK

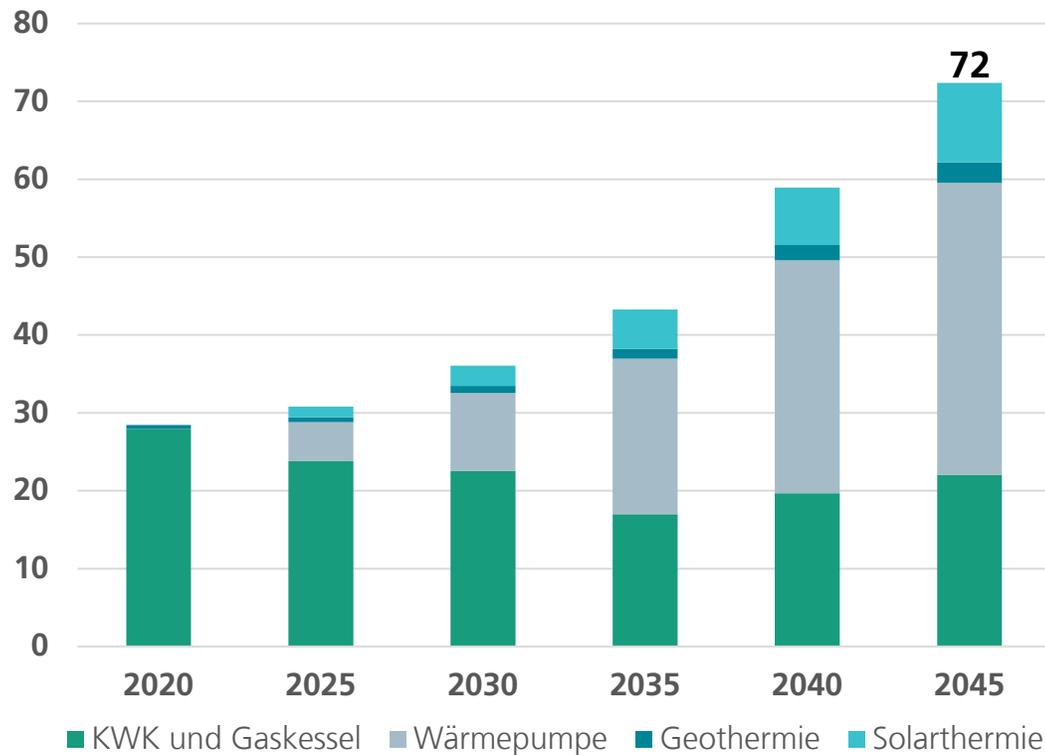


Entwicklung Leistung Fernwärme nach Energieträgern

Szenarien

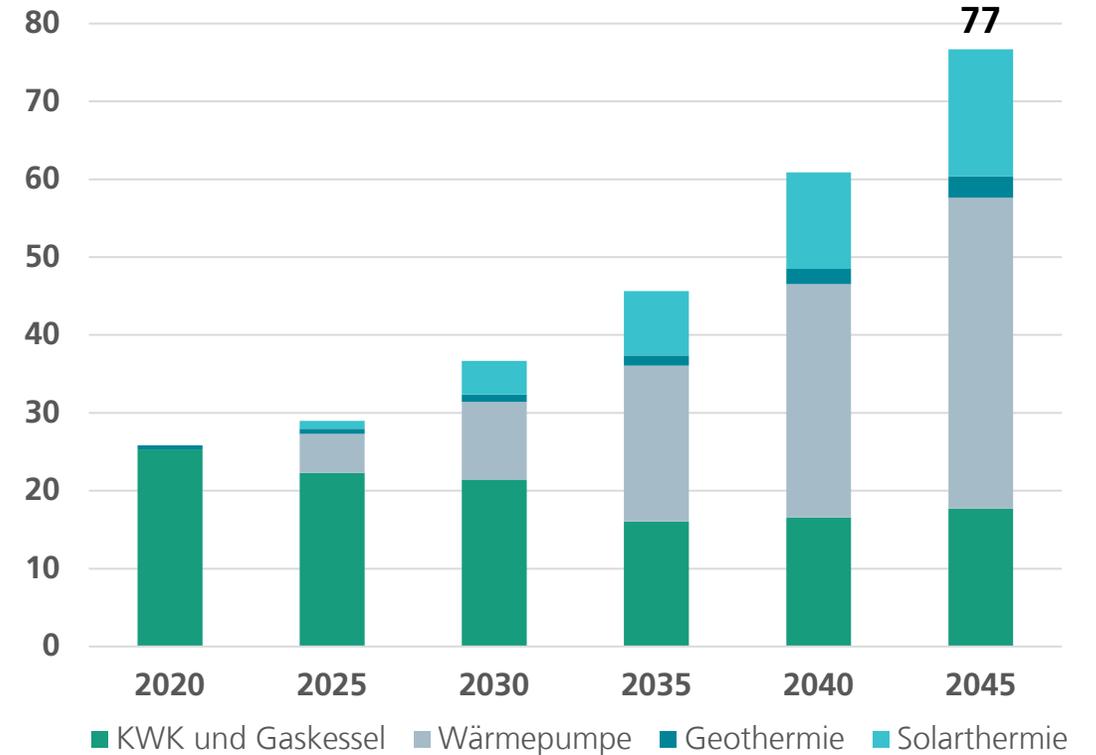
Szenario Energiesicherheit

Leistung Fernwärme GW



Szenario Balance

Leistung Fernwärme GW/a

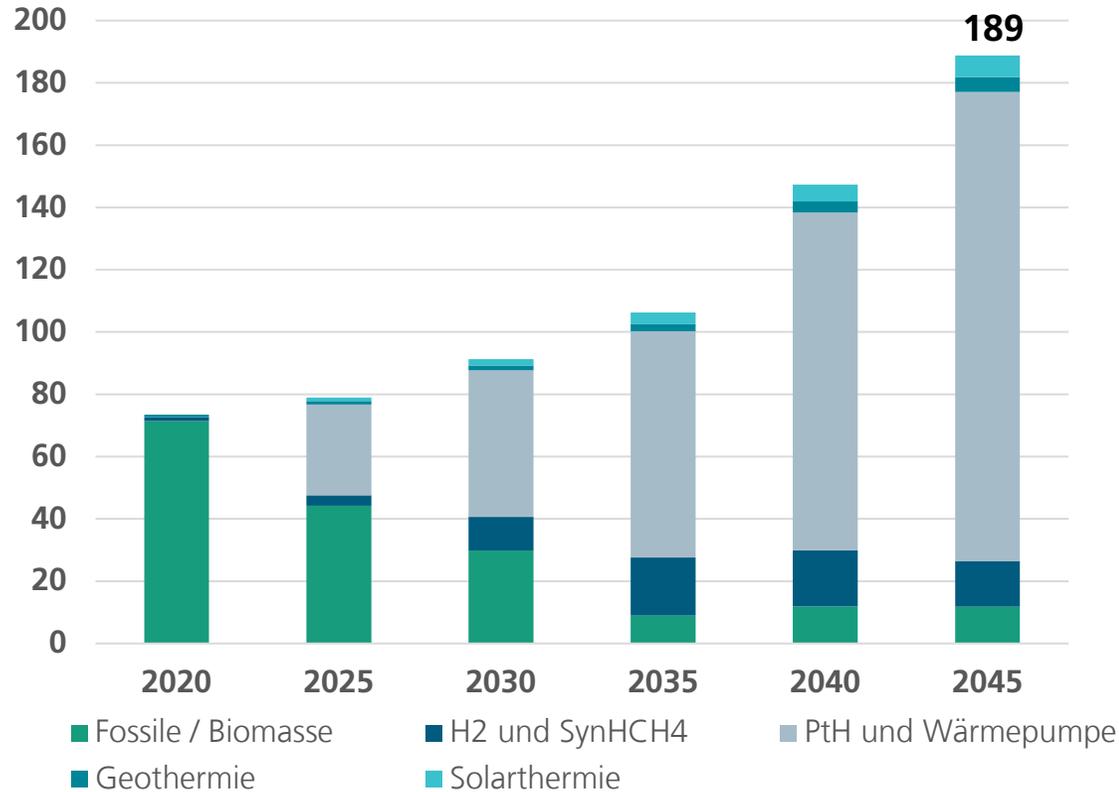


Entwicklung Bereitstellung Fernwärme nach Energieträgern

Szenarien

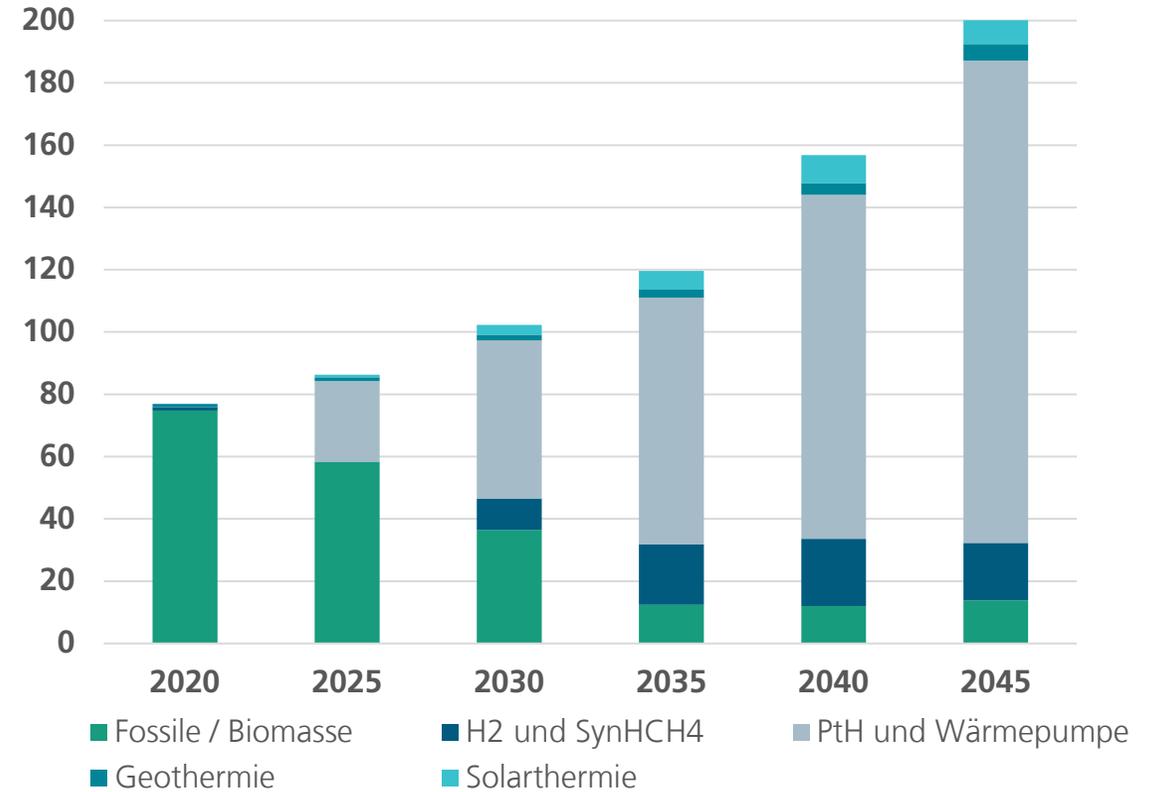
Szenario Energiesicherheit

Bereitstellung Fernwärme TWh/a



Szenario Balance

Bereitstellung Fernwärme TWh/a



Energiewirtschaftliche Randbedingungen auf lokale Ebene

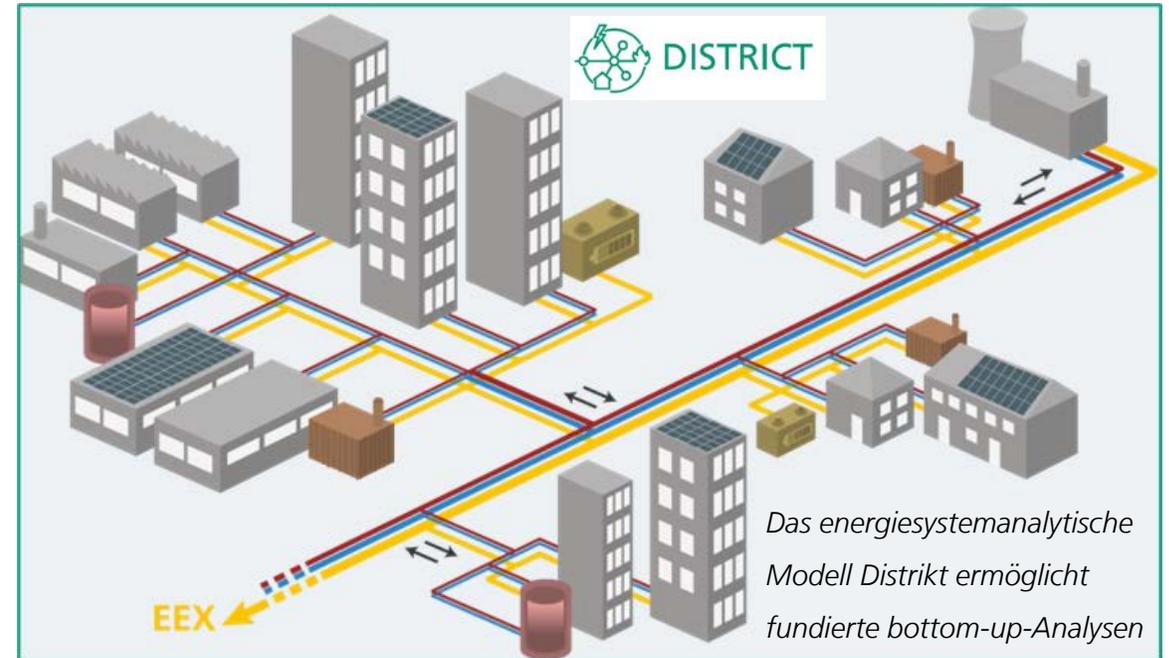
Auswirkungen und Anforderungen

Ergebnisse der Systemanalyse

- Elektrifizierung auch der Fernwärme
- Erdgas als Brücke verliert etwas an Bedeutung, Beschleunigung der Umstellung
- H₂ wird in der Fernwärme eingesetzt, allerdings nur im Rahmen der Verfügbarkeit im Wettbewerb mit anderen Sektoren und den sich daraus ergebenden Preisen
- KWK geht insgesamt zurück aufgrund zunehmender Ungleichzeitigkeit von Strom- und Wärmebedarf

aus lokaler Sicht kommen folgende Aspekte hinzu

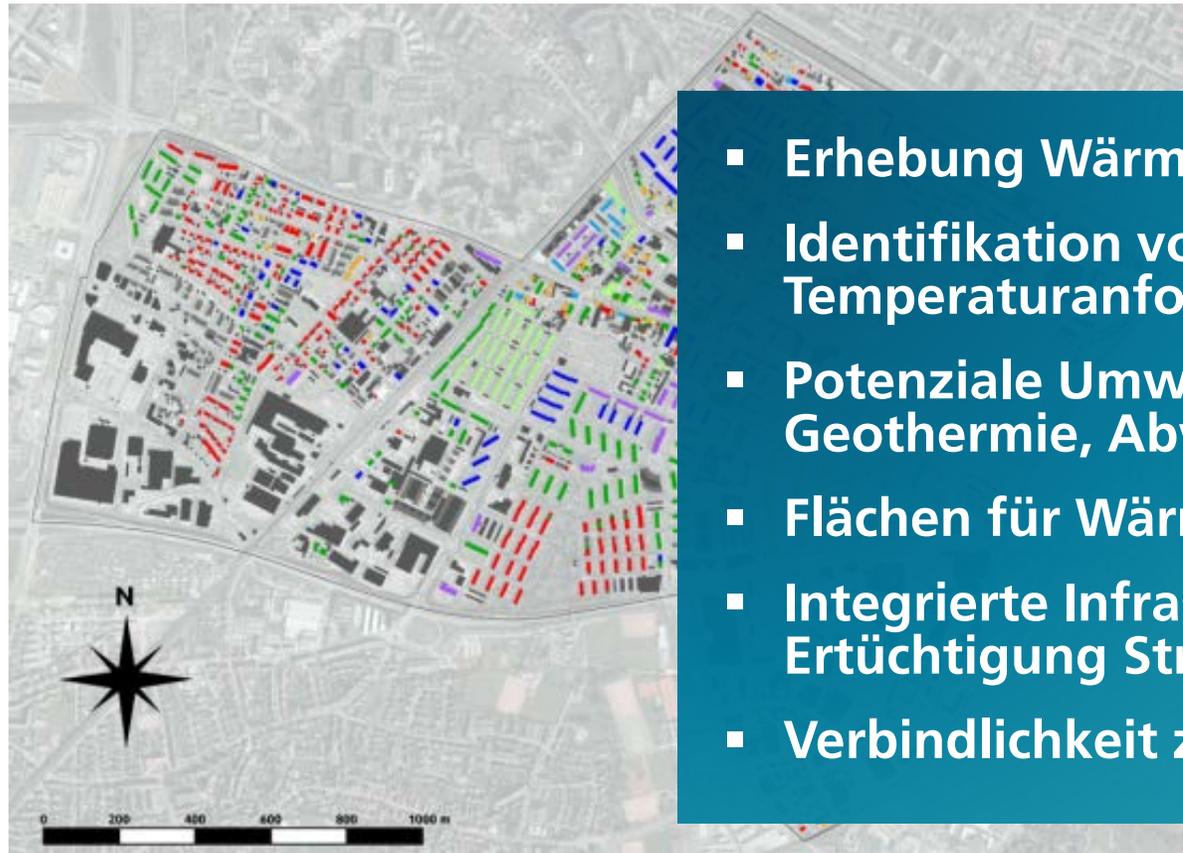
- Verfügbarkeit und Kosten für Erschließung der Umweltquellen lokal sehr unterschiedlich ausgeprägt, ebenso
- variiert Zeitpunkt der Verfügbarkeit einer H₂-Infrastruktur
- Lange Vorlaufzeiten für Infrastrukturprojekte
- Temperaturniveaus und Restriktionen in den Bestandswärmenetzen



Die kommunale Wärmeplanung ist ein zentrales Instrument, um lokale Gegebenheiten und damit relevante Einflussfaktoren zu adressieren und die Potentiale der Erneuerbaren zu heben

Kommunale Wärmeplanung

Zonierung und Gebäude/Lasttypisierung

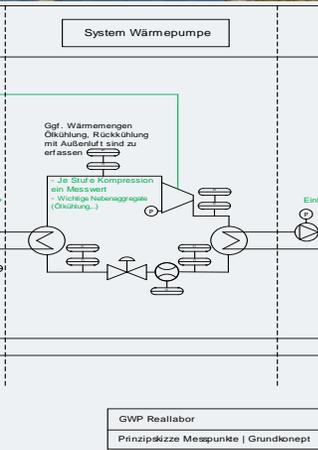


- Erhebung Wärmebedarfe und Infrastruktur
- Identifikation von Energiebedarfen und Temperaturanforderungen (insb. in der Prozesswärme)
- Potenzielle Umweltenergiequellen: Gewässer, Geothermie, Abwasser, Außenluft
- Flächen für Wärmeerzeugung identifizieren
- Integrierte Infrastrukturplanung: Wärmenetze und Ertüchtigung Stromnetze
- Verbindlichkeit zwischen den Akteuren herstellen



Quartiere und Reallabor Großwärmepumpen

Picture: Fraunhofer ISE



Quartierslösungen

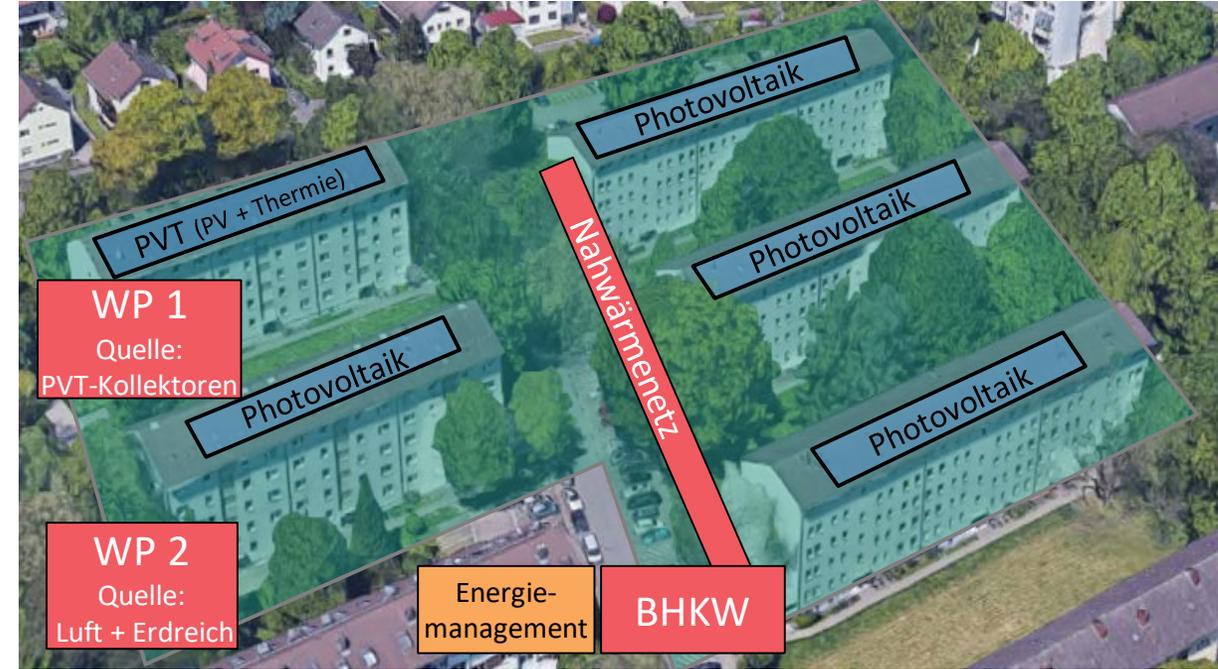
Beispiel Karlsruhe-Durlach

Wirtschaftliches und effizientes Energiekonzept

- Smarte Integration bewährter Technologien: Wärmepumpen, PV, BHKW
- Wirtschaftliches Betreiberkonzept durch Erzeugung des Wärmepumpenstroms mit PV + BHKW (Autarkiegrad 88%; Eigenverbrauchsanteil 81 %)
- Reduktion der CO₂-Emissionen um 52 % (basierend auf heutigen Emissionsfaktoren)

Technologie-Demonstration

- Erschließung von Umweltwärme im urbanen Kontext:
 - PV-Thermie-Kombikollektoren
 - Kombination von Luft + Erdreich
- Energiemanagement und Fehlererkennung durch KI-basierte Betriebsführung



Smartes Quartier Karlsruhe Durlach

© Google Earth, Map data: Google, GeoBasis-DE/BK

Modellcharakter: Hohe Übertragbarkeit auf weitere Quartiere

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Kraftwerksstandort Stuttgart-Münster

Aktuell: 3 Müllkessel, 3 Kohlekessel

$$P_{el} = 184 \text{ MW}_{el}$$

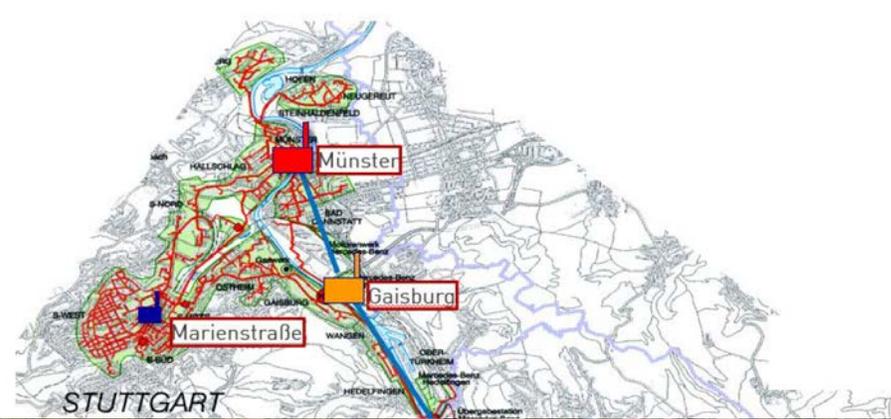
$$P_{th} = 447 \text{ MW}_{th}$$

Geplante Großwärmepumpe 22 MW_{th}

Wärmequelle: Kühlwasser

Kältemittel: R1234ze (mit Auffangsystem)

Standort mit sehr engen Platzverhältnissen unter
Beibehaltung der Versorgungsleistung



https://www.enbw.com/media/presse/docs/dokumente-zu-pressemitteilungen/2021/20210413_fuel_switch_stuttgart_muenster_ohne_sperfrist.pdf, EnBW (2019)

Fernheizwerk Neukölln AG

Kraftwerksstandort Weigandufer

Aktuell: 7 Großkesselanlagen und 8 BHKW

$$P_{el} = 11,4 \text{ MW}_{el}$$

$$P_{th} = 192 \text{ MW}_{th}$$

Erdgas, Steinkohle, Holzpellets, Biomethan und Heizöl

Geplante Großwärmepumpe 1,3 MW_{th}

Wärmequelle: BHKW Ladeluftkühlung

Kältemittel: R717 = Ammoniak (unter 300 kg)

Wärmespeicher 10.000 m³ und PtH-Anlage (P_{th}=10 MW_{th})



FHW Neukölln (2019)

Grosskraftwerk Mannheim AG (GKM)

Aktuell: 4 Heizkraftwerksblöcke

$$P_{el} = 1.958 \text{ MW}_{el}$$

$$P_{th} = 1.500 \text{ MW}_{th}$$

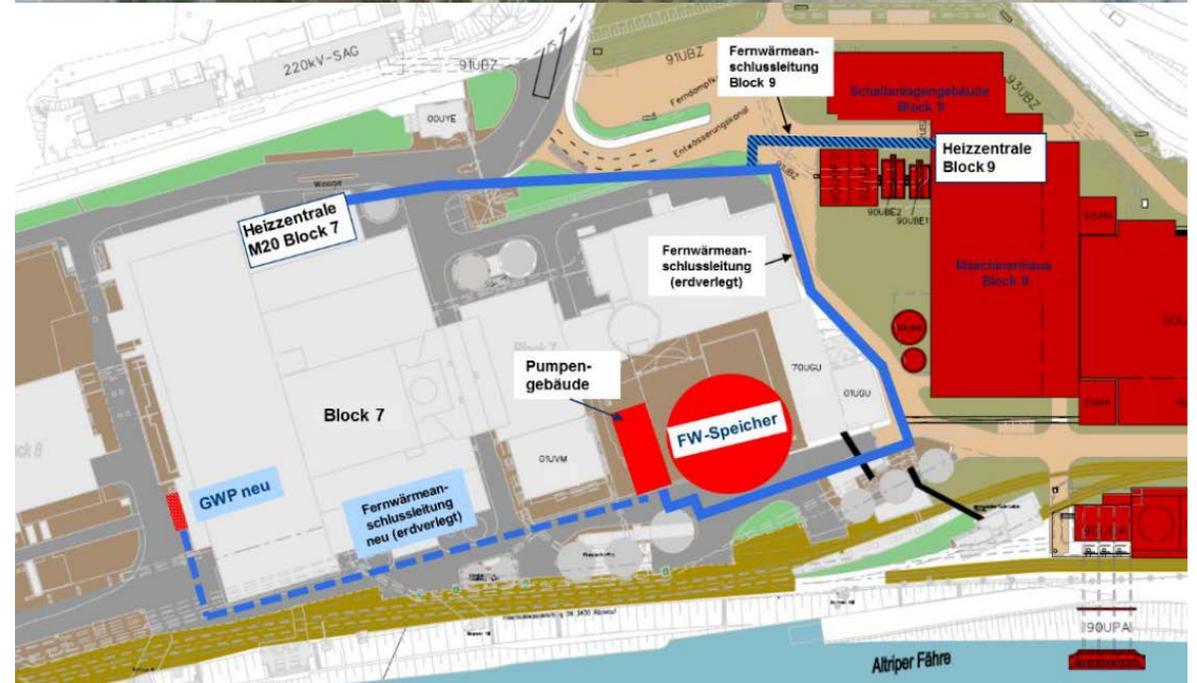
Brennstoff: Steinkohle

Leistung der Großwärmepumpe 20 MW_{th}

Wärmequellen: Rheinwasser / Kühlwasser

Kältemittel: R1234ze (mit Auffangsystem)

**Kurze Leitungswege, sehr gute Infrastruktur am Standort
vorhanden, 43.000 m³ Fernwärmespeicher**



Quelle: MVV Energie AG (2019)

Stadtwerke Rosenheim GmbH & Co. KG

MHKW Rosenheim

Aktuell: Müllkessel, Dampfturbinen, Heizwerke, BHKW

$$P_{el} = 33 \text{ MW}_{el}$$

$$P_{th} = 115 \text{ MW}_{th}$$

Müll, Erdgas, Biomethan, Holzgas

Leistung der Großwärmepumpe 1,5 MW_{th}

Wärmequelle: Bachwasser

Kältemittel: R717 = Ammoniak (unter 300 kg)

2 weitere GWP im Rahmen von iKWK vorgesehen



Quelle: Stadtwerke Rosenheim (2019)

<https://www.swro.de/de/unternehmen/presse/pressemeldungen/2021-09-17/erweiterung-der-waerme-erzeugungskapazitaeten-der>



Picture: Fraunhofer ISE

Wärmepumpen in Fernwärmenetzen Technologie

HT-/Industrie-/Groß-Wärmepumpen

Aktuelle FuE Vorhaben

Projekt KETEC

Hochtemperatur-WP mit A2L-A3 KM: Fernziel vollautomatischer, remote steuerbarer HT-WP-Versuchskreis

Projekt FernWP

Fernwärmeversorgung durch Wärmepumpen als Ersatz der Kohleverbrennung

Groß-WP: Demonstration und Aufbau Prototyp mit industriellem Partner

HTWP: Bewertung versch. KM und Evaluation von möglichen Kreisprozessen und Bauteilen, Pinch-Analyse

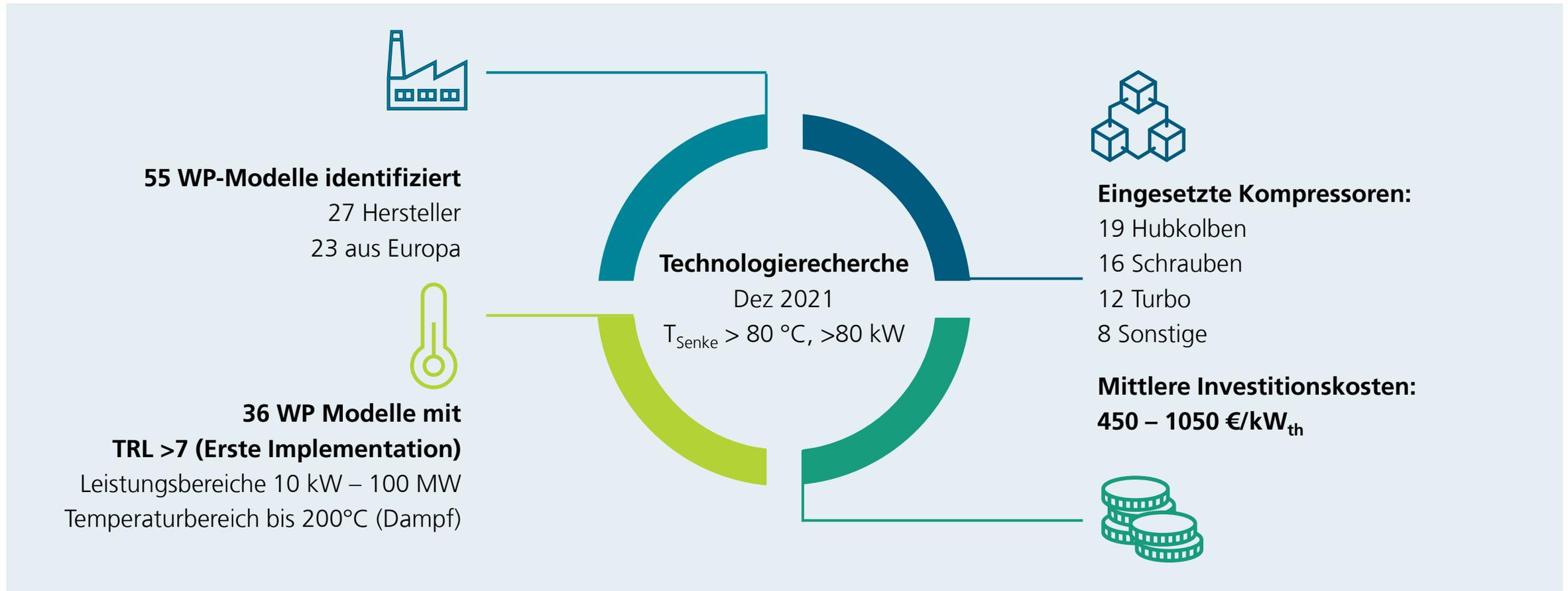


<https://www.ise.fraunhofer.de/de/forschungsprojekte/reallabor-grosswaermepumpen.html>



Technologie- und Marktübersicht Wärmepumpen für Fern- und Prozesswärme

Wärmepumpen bis 200°C Senktemperatur



Fazit

- Ein **klimaneutraler Gebäudesektor** erfordert eine **Vollversorgung mit erneuerbaren Energien**
- **Lokal verfügbare erneuerbare Energien**, insbesondere Solar- und Umweltenergie, können dazu wesentliche Beiträge liefern
- Umstieg auf **hohe Anteile direkter Stromnutzung in Verbindung mit Wärmepumpen** sowie **Fernwärme** spielen Schlüsselrolle für erneuerbar versorgte Gebäude und Quartiere
- **Wärmepumpen** sind auch in der **Fernwärme** wichtiger Teil der Lösung
- Die **kommunale Wärmeplanung** nimmt dabei eine wichtige Rolle ein

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Sebastian Herkel
sebastian.herkel@ise.fraunhofer.de
www.ise.fraunhofer.de