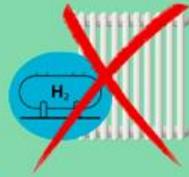


**Wasserstoff nicht
verheizen**



**Vorbilder der Wärmeplanung
für deine Kommune**

Online-Werkstatt am

06.05.2024



Ulrike Jordan,
Prof. Solar- und Anlagentechnik
Wärme-Vision für Kassel



Holger Kesten,
Klimaschutzmanager
Q&A zum Wärmeplan in Sindelfingen



Bausteine der kommunalen Wärmeplanung in Kassel

apl. Prof. Dr. Ulrike Jordan

Universität Kassel,
Fachgebiet Solar- und Anlagentechnik

6.5.2024, Online-Vortrag

- Angewandte Forschung und Entwicklung zu thermischen Energiesystemen
- ca. 25 Mitarbeiter:innen, dazu Studierende
- Koordinierung Masterstudiengang „Regenerative Energien und Energieeffizienz“
- Beteiligung an Arbeitsgruppen der internationalen Energieagentur, VDI-Gremien, Beratung von BMWK, Bafa & KfW



Fachgebiet Solar- und Anlagentechnik

Fernwärme & kommunale Wärmeplanung

- Netzmodellierung
- Wärmekataster
- Erzeugerstrategie
- Quartiere
- Saisonale Wärmespeicher

Bereich Prozesswärme

- Integration von Wärmepumpen und Solarthermie in Industrie & Gewerbe
- Energieeffizienz in der Industrie
- Gasdruck-Regelanlagen
- Lastprofilanalyse

Fehlerdiagnose

- System-optimierung
- automatisierte Fehlerdetektion

Sorptionsprozesse

- Offene Flüssig-sorptionsanlagen
- Sorptionsrotoren

Forschung und Entwicklung

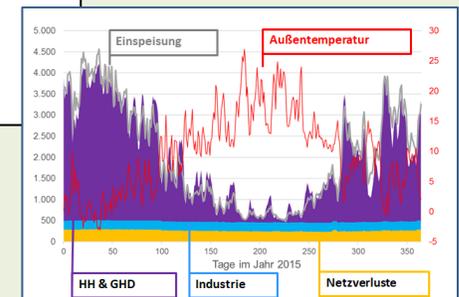
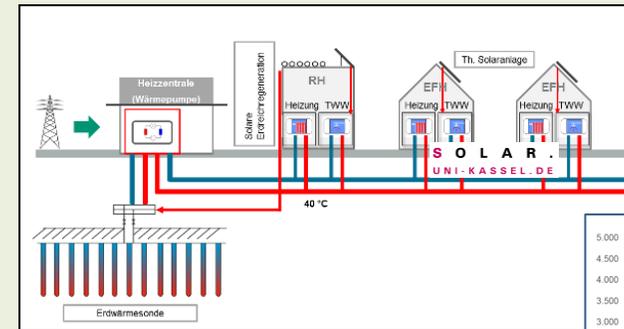
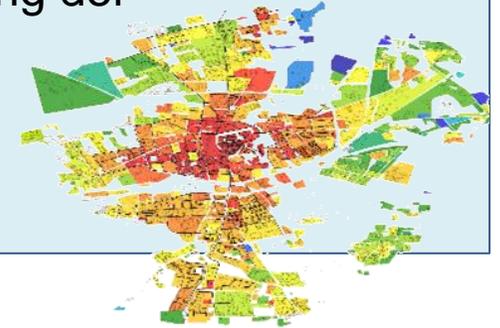
- Wärmeversorgung: Fernwärme & Quartiere
- Industrielle Prozesswärme



- Potentiale zur Einbindung reg. Energien
- Wärmeversorgungskonzepte



Strategische Entwicklung der Fernwärme Kassel / Wärmeleitplanung



- Quartierslösungen
- Wärmeatlas
- Wärmenetze

Die kommunale Wärmeplanung in Kassel

1. Prozedere

2. Wo stehen wir?

3. Wärmeverbrauch: Energieträger & Verbrauchsdichten

4. Erzeugungs-Potentiale, Saisonalspeicher, Gebietsausweisung

5. Konkretisierung

6. Ausblick: Dezentrale Versorgung / Quartiersentwicklung

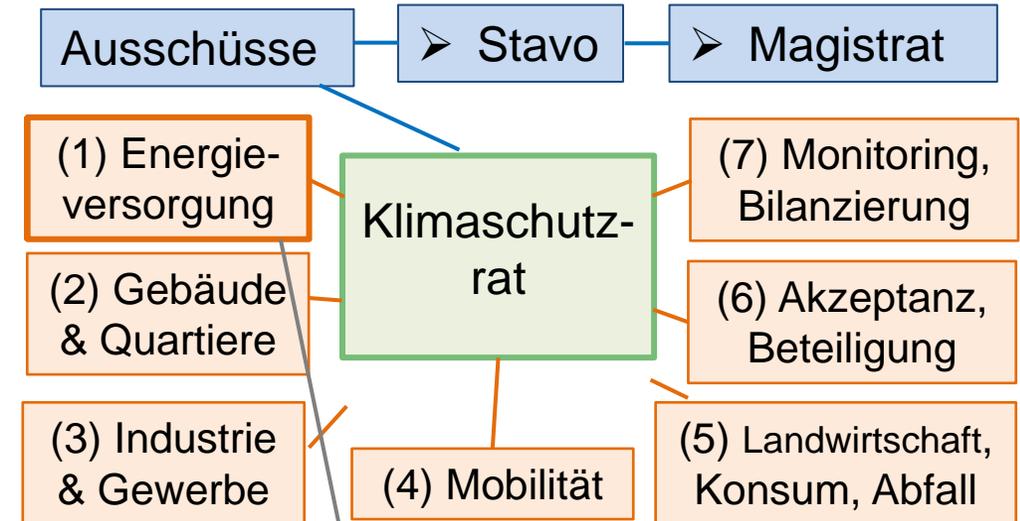


Klimaschutzrat Kassel

Beschluss der Stavo: Einrichtung eines **Klimaschutzrats** als Beratungsgremium

➤ **Maßnahmen und Konzepte** erarbeiten, **um bis 2030 klimaneutral** zu werden

- repräsentatives Gremium: ca. 40 Mitglieder
- Empfehlungen an Magistrat (→ Gremien, Fachämter)
- Klimaschutzstrategie beschlossen



Fachgruppe Energieversorgung (13 Mitgl.)

- Wissenschaft
- EVU / Wirtschaft / Planer
- Stadt
- Stiftung / Bürgerenergiegenossenschaft

Klimaschutzrat

Beschlüsse

(für Maßnahmen)

- Wärmeleitplanung
- Anschluss an die Fernwärme
 - 40 m Regelung
 - Netzausbau (2 Gebiete)
- Solarkampagne
- ..

Studien

- Wärmeatlas Kassel
- Wärmeleitplanung
- Industriegebiet Waldau

Stadt / Klimaschutz-
Management

Kassel documenta Stadt

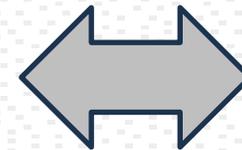
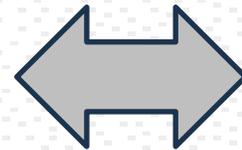
 Städtische Werke
Energie+Wärme

Städtische Werke
Netz+Service

U N I K A S S E L
V E R S I T Ä T

Veranstaltungen

- Stadtteil-
veranstaltungen
- Staatstheater
- Ortsbeiräte
- Podiums-
diskussionen
- Webinare
- ..



Prozess / Projekte

„Wärmeleitplanung Kassel“

„Der Bericht ‚Wärmewende in Kassel – Entwicklung eines Gesamtkonzepts für eine Wärmeversorgung ohne fossile Energieträger‘ wird als Wärmeleitplanung für die Stadt Kassel beschlossen. Sie dient als Grundlage und Richtschnur für die anstehende kommunale Wärmeplanung nach § 13 Hessisches Energiegesetz (HEG).“

Stadt / Klimaschutz-
Management

Kassel documenta Stadt

S Städtische Werke
Energie+Wärme

Städtische Werke
Netz+Service

U N I K A S S E L
V E R S I T Ä T



Hessisches Ministerium für
Wirtschaft, Energie, Verkehr
und Wohnen



EUROPÄISCHE UNION
Investition in unsere Zukunft
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung

„Strategische Entwicklung
der Fernwärme Kassel“

Wärmeatlas

„Wärmewende
Kassel“

„Industriegebiet
Waldau“

2016

2017

2018

2019

2020

2021

2022

2023

2024

Bau- & Planungskommission

Umweltausschuss

Stadtverordneten-Versammlung (Nov. 2023)

Die kommunale Wärmeplanung in Kassel

1. Prozedere

2. Wo stehen wir?

3. Wärmeverbrauch: Energieträger & Verbrauchsdichten

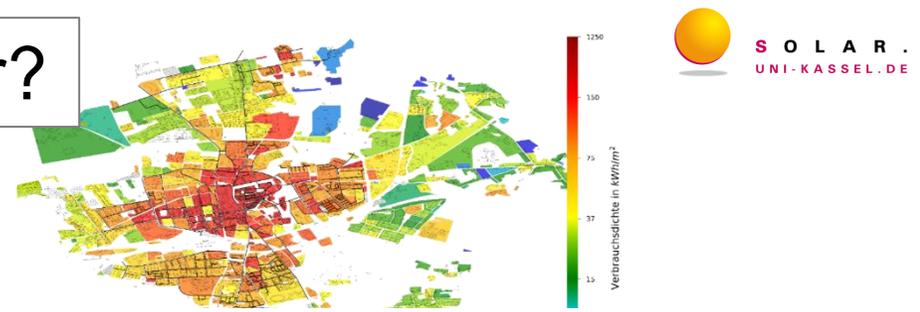
4. Erzeugungs-Potentiale, Saisonalspeicher, Gebietsausweisung

5. Konkretisierung

6. Ausblick: Dezentrale Versorgung / Quartiersentwicklung

Kommunale Wärmeplanung

Wo stehen wir?



a. Bestandsanalyse

- Verbrauch, Infrastruktur, Erzeugung

Gebüdescharfe Daten: Erdgasverbräuche + 3D Gebäudedaten
+ Postprocessing (Nachbargebäude/Typgebäude: Algorithmen + manuell)

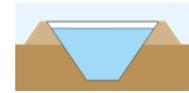
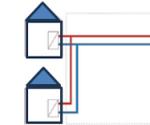


gebüdescharf → orts aufgelöst → Bilanzen

b. Potenzialanalyse

- Identifikation von Einsparpotenzialen
- verfügbare Wärmequellen
- nötige Infrastruktur (Netze, Flächen, ..)

→ Gewerbegebiete, ..



Grobauslegung: Potentiale Fluss, Kläranlage, Verbrennung (Stundenbasis)



c. Zielszenarien (2030, 2050)

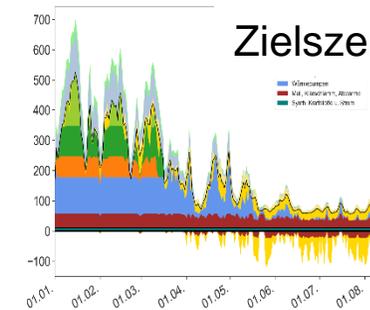
- Verbrauch & Bereitstellung
- Gebietszuweisung: Zentrale ↔ dezentrale Versorgung



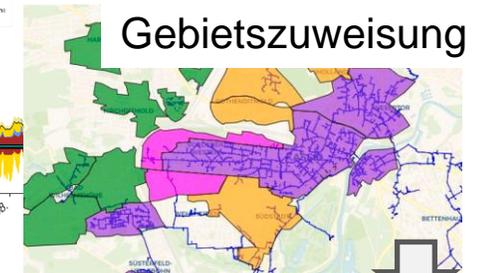
Verbrauchsprofile, Bewertungskriterien Netzgebiete

→ Rahmenplanung

[Regionen, Quoten]



Zielszenarien

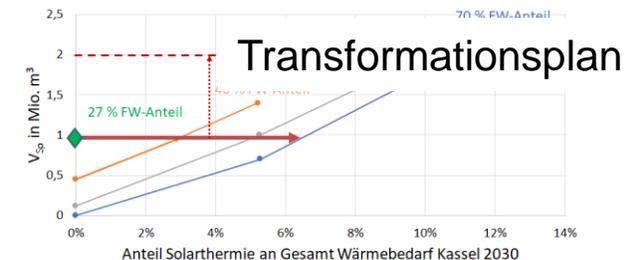


a. Transformationspfad

- Aufstellung eines strategischen Fahrplans
- Ableitung konkreter Maßnahmen und Beschlüsse



Umsetzung FW-Netz & Saisonspeicher: Ausschreibung Entwurfsplanung in Vorbereitung



Kommunale Wärmeplanung: Verfahren

To do

a. Bestandsanalyse

- Verbrauch, Infrastruktur, Erzeugung

b. Potenzialanalyse

- Identifikation von Einsparpotenzialen
- verfügbare Wärmequellen
- nötige Infrastruktur (Netze, Flächen, ..)

c. Zielszenarien (2030, 2050)

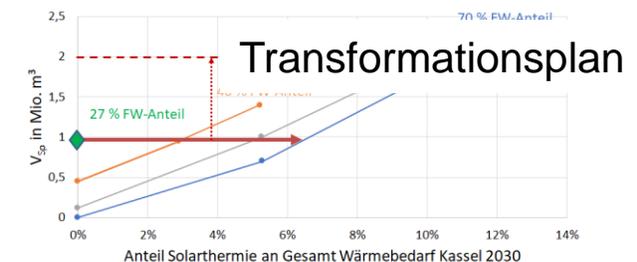
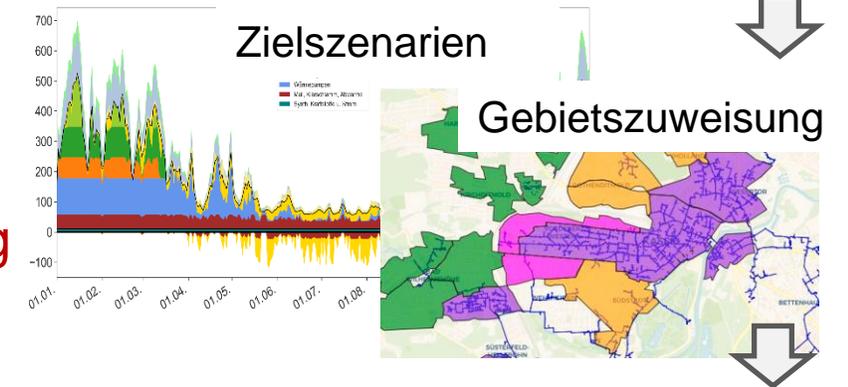
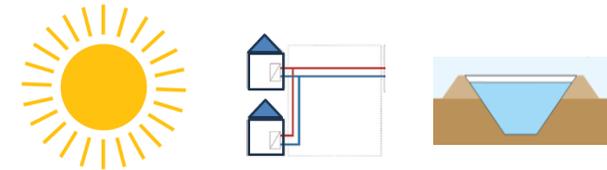
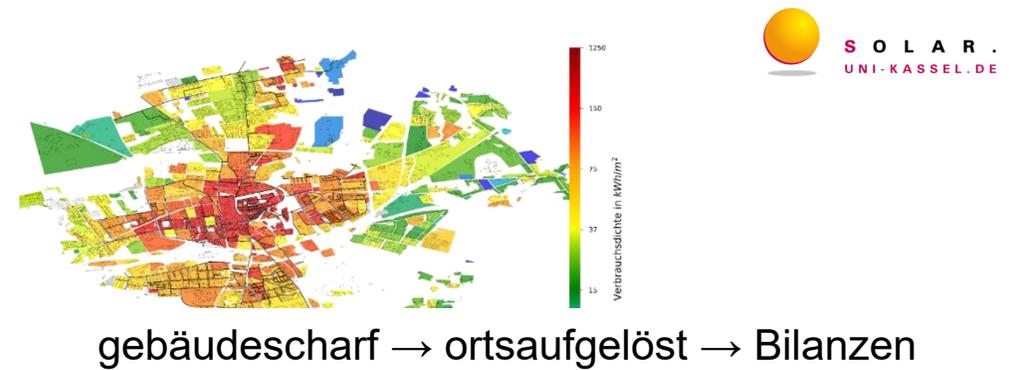
- Verbrauch & Bereitstellung
- **Gebietszuweisung: Zentrale ↔ dezentrale Versorgung**

Netzsimulation, Quartiersplanung, verbindliche Gebietsausweisung

d. Transformationspfad

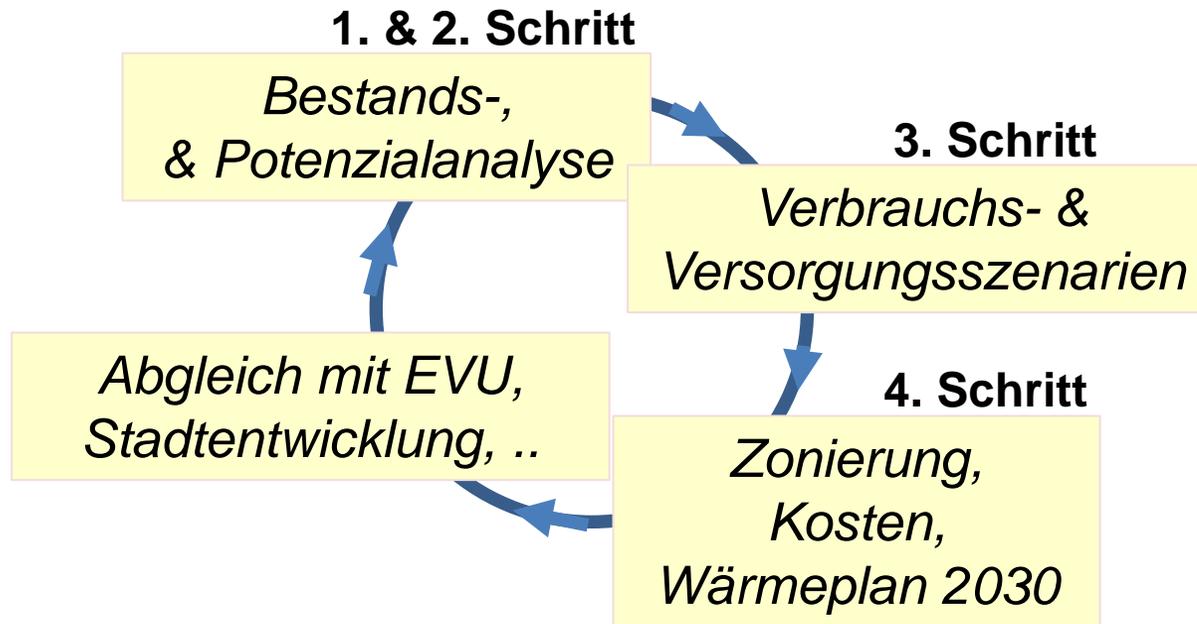
- Aufstellung eines **strategischen Fahrplans**
- Ableitung konkreter Maßnahmen und Beschlüsse

Gebäudeebene, Umsetzung (→ Transformationsplan, Quartiere, dezentral):
Speicher, Groß-Wärmepumpen, Netze



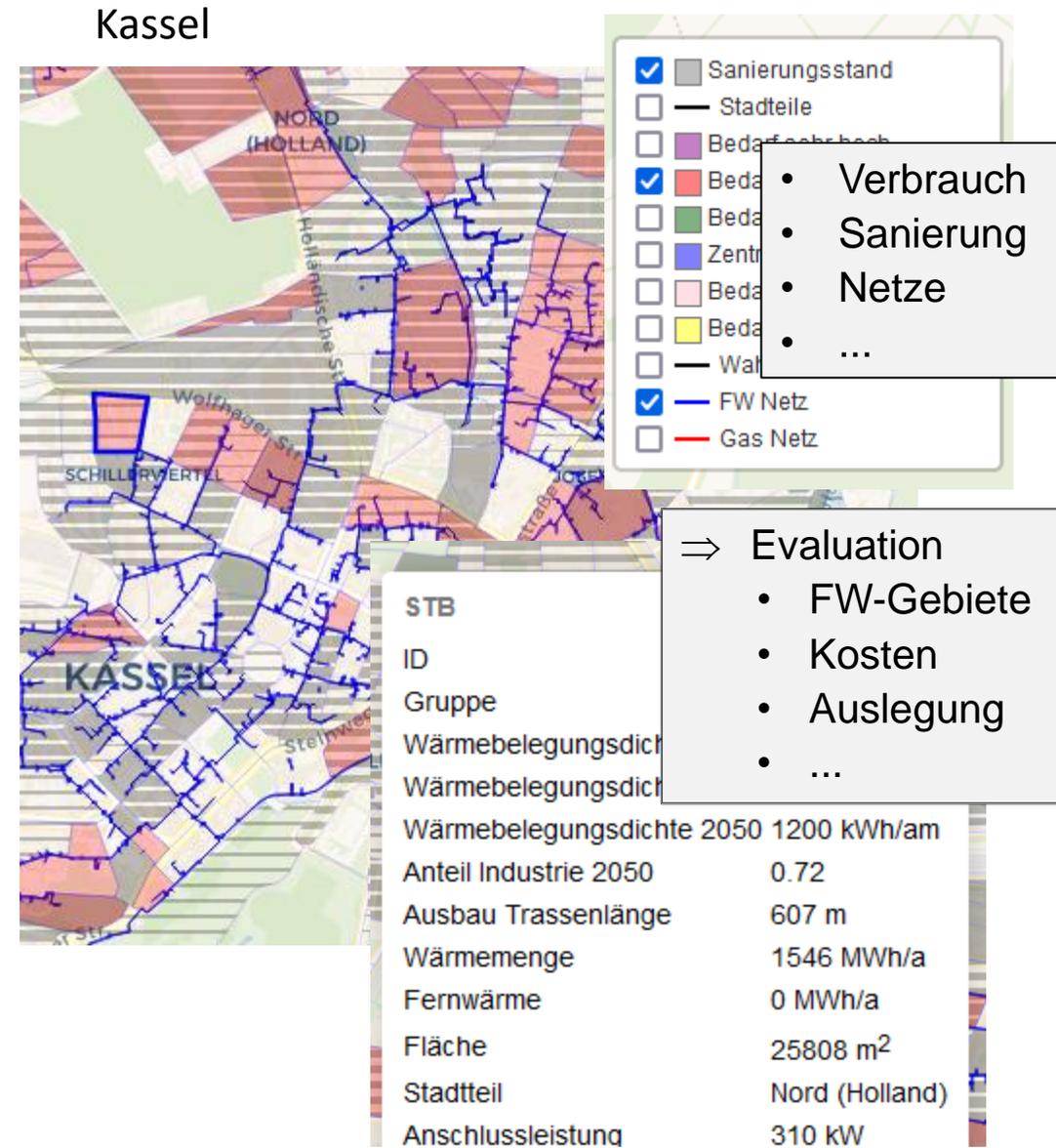
Kommunale Wärmeplanung: Verfahren

Iterativer Prozess



⇒ Einbindung

- aktuelle & zusätzl. Randbedingungen
- Bewertungskriterien
- neuer Algorithmen



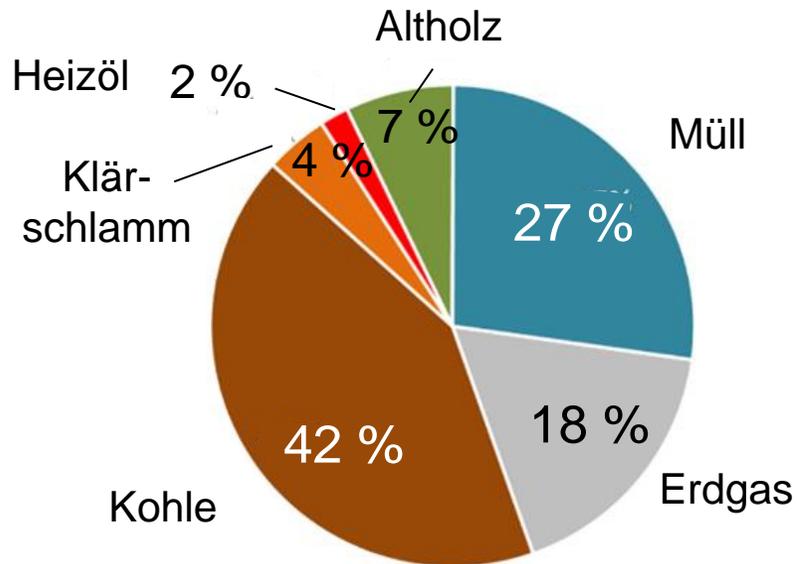
Die kommunale Wärmeplanung in Kassel

1. Prozedere
2. Wo stehen wir?
3. Wärmeverbrauch: Energieträger & Verbrauchsdichten
4. Erzeugungs-Potentiale, Saisonalspeicher, Gebietsausweisung
5. Konkretisierung
6. Ausblick: Dezentrale Versorgung / Quartiersentwicklung

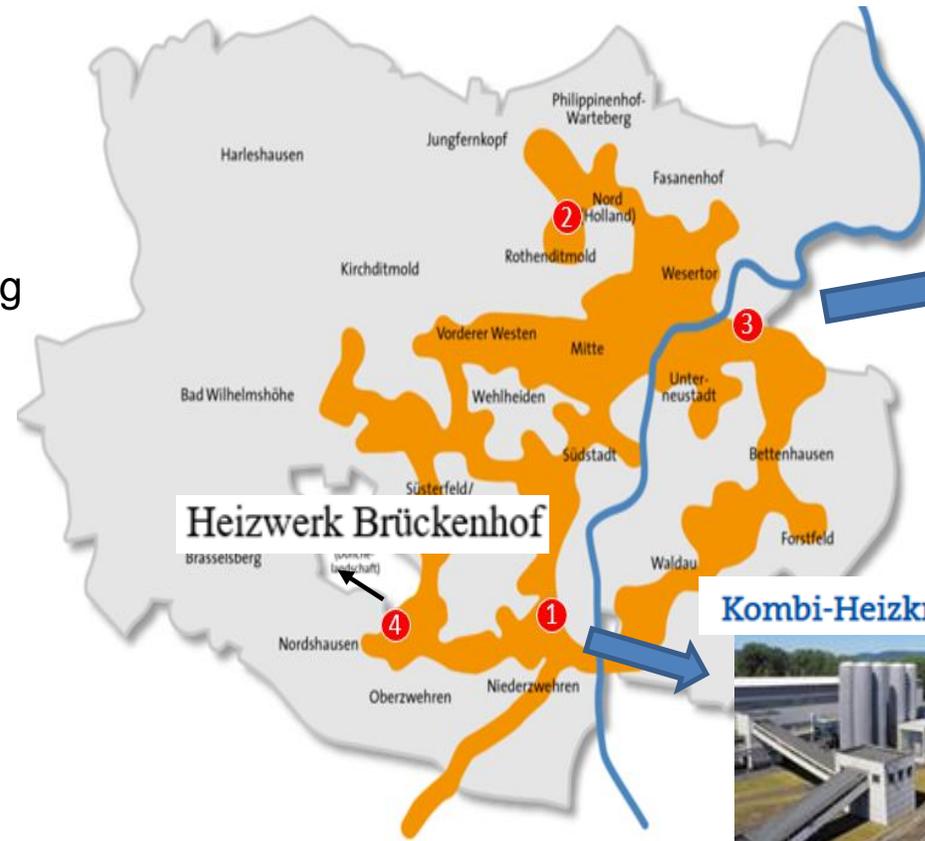
Bestandsanalyse Kassel (200.000 Einw.)

Fernwärme

- Ca. 21 % Deckung des Kasseler Wärmebedarfs
- Anschlussrate ca. 40 %
- 180 km Trassenlänge
- Müllheizkraftwerk
- KWK mit großem Erdgasanteil
- Umstieg auf Altholz und Klärschlammverbrennung



(Daten: 2019-21)



Müllheizkraftwerk Kassel



Kraftwerk Dennhäuser Straße

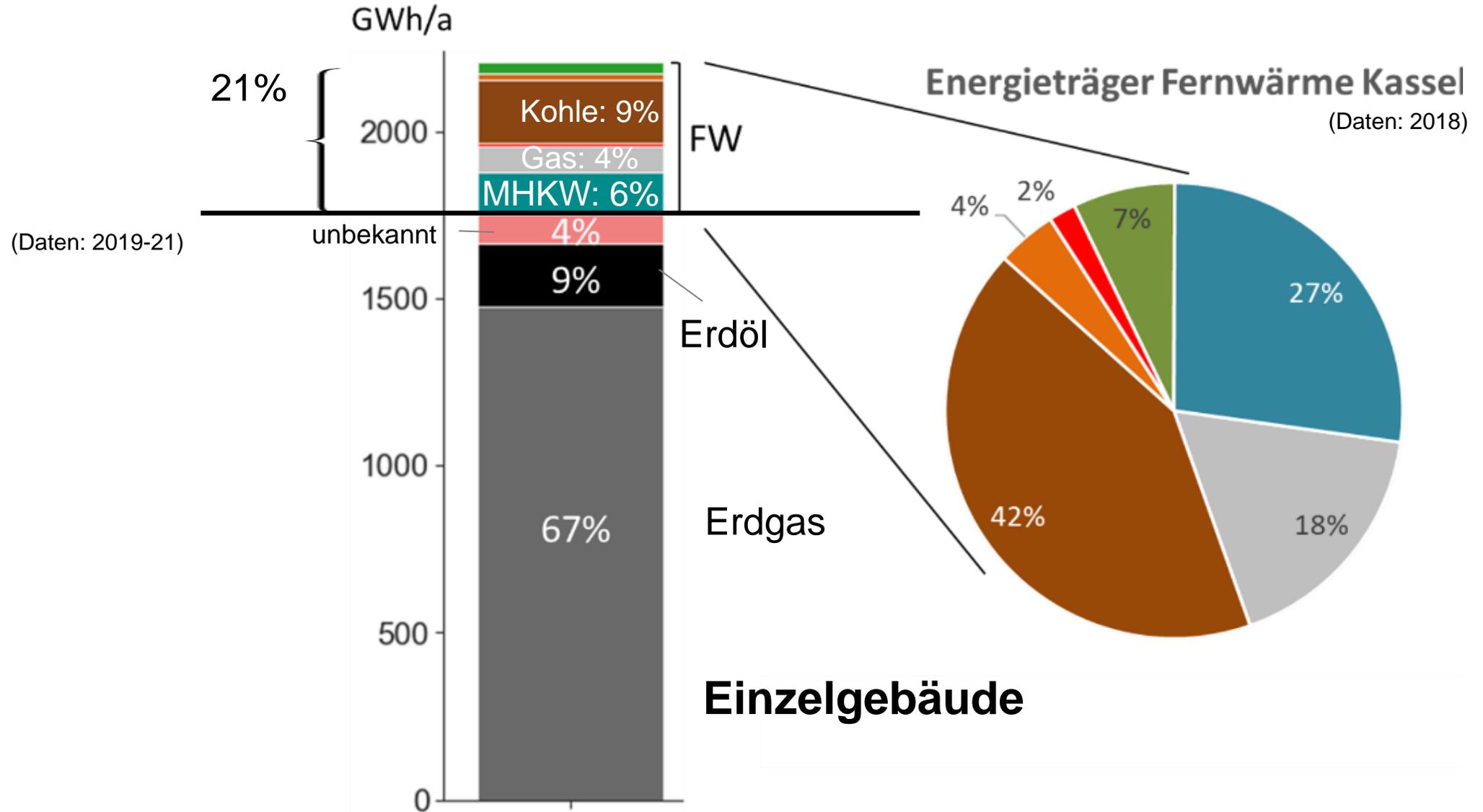


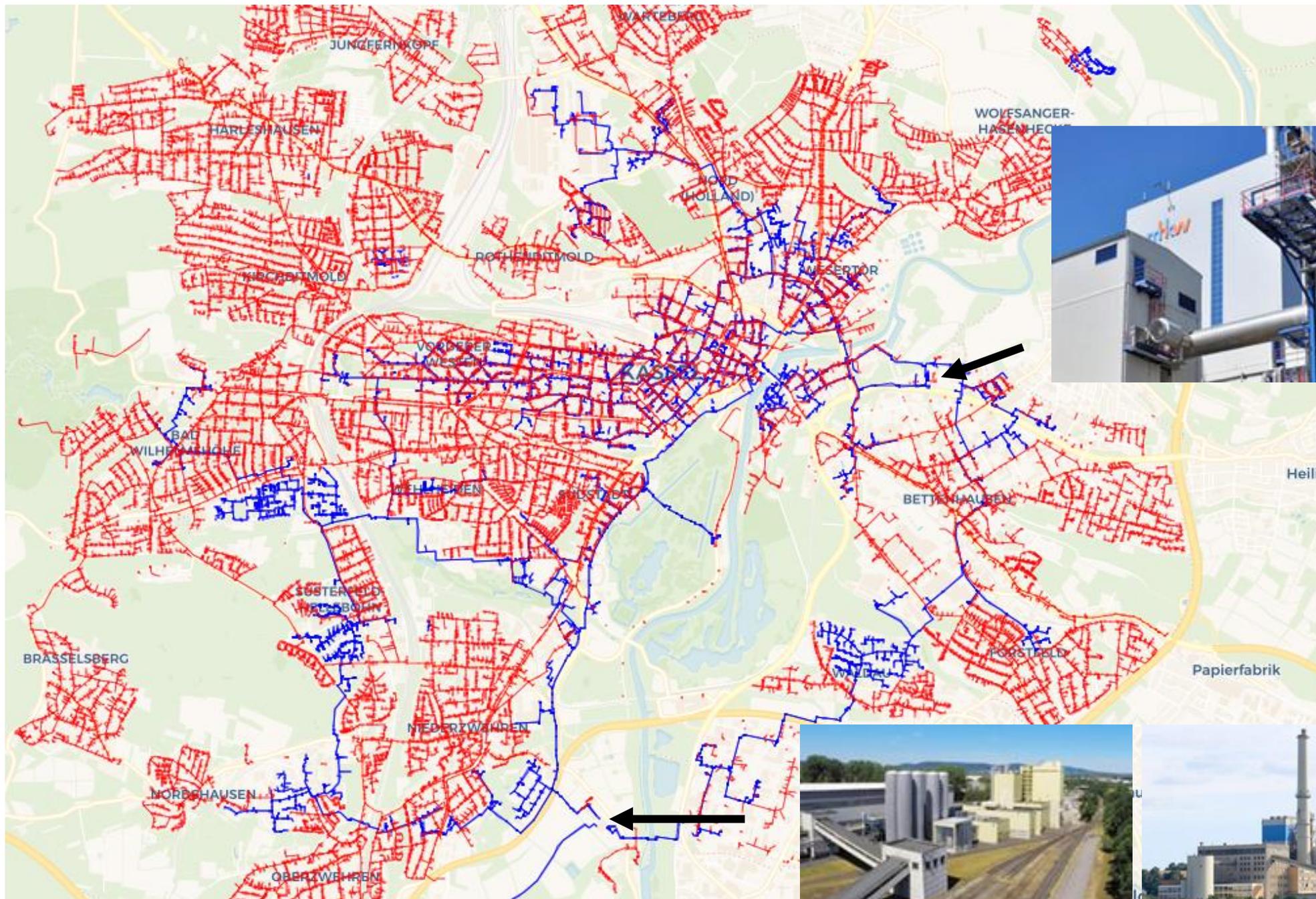
Kombi-Heizkraftwerk



aktuell fernwärmeversorgte Gebiete

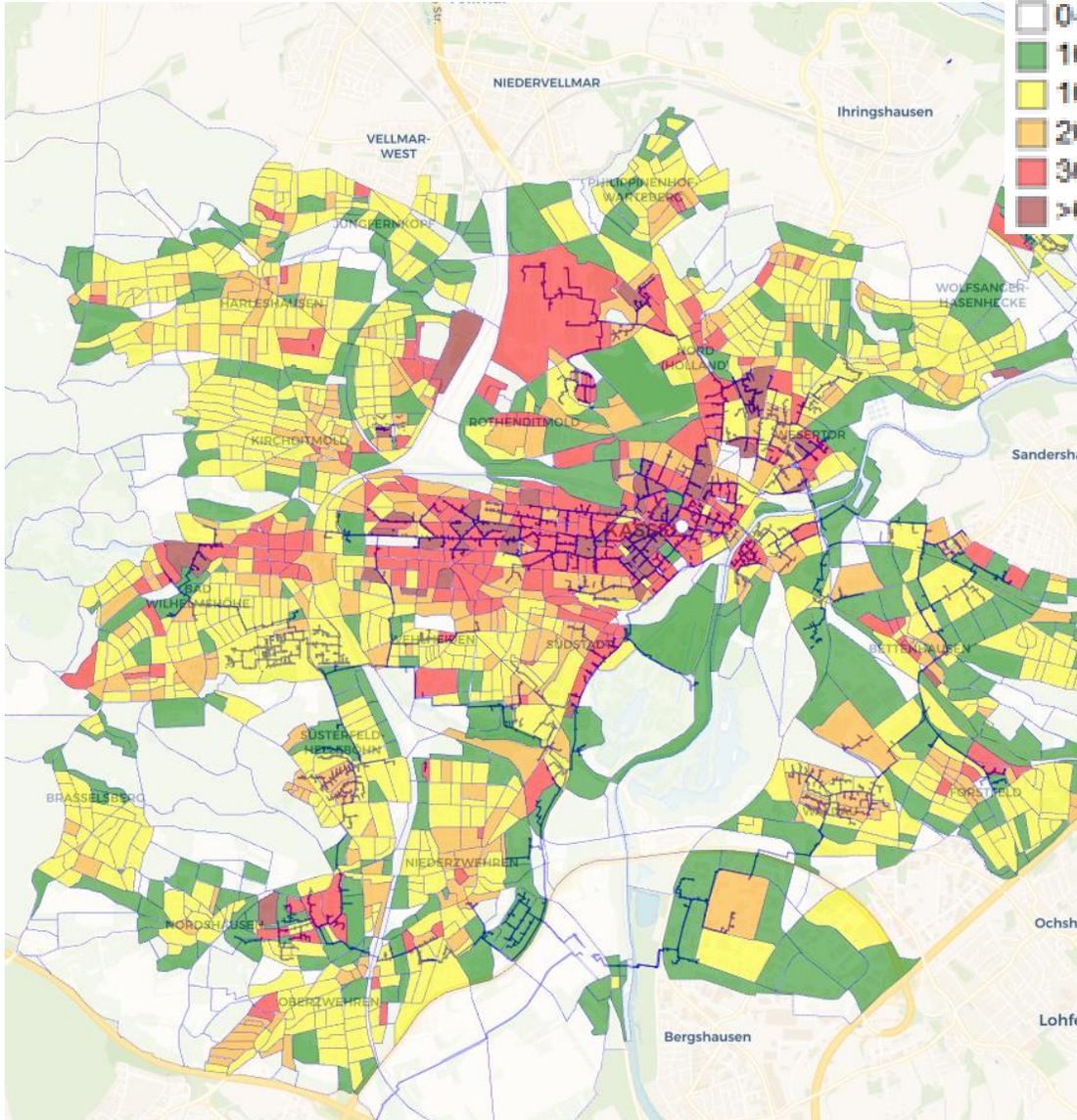
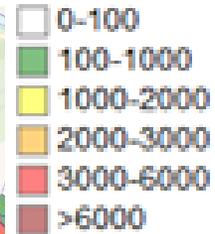
Gesamt-Wärmeversorgung



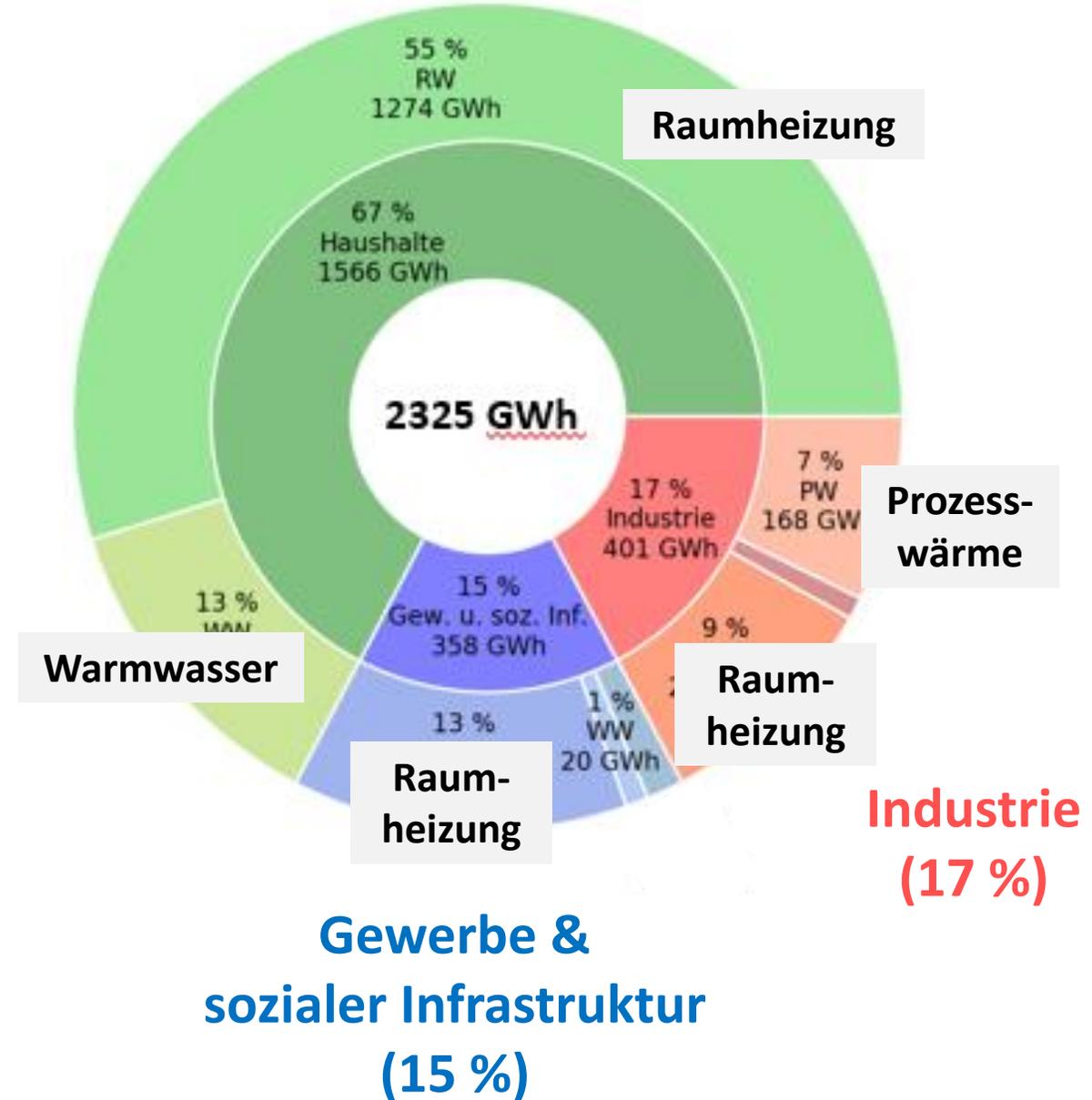


Wärmeverbrauch

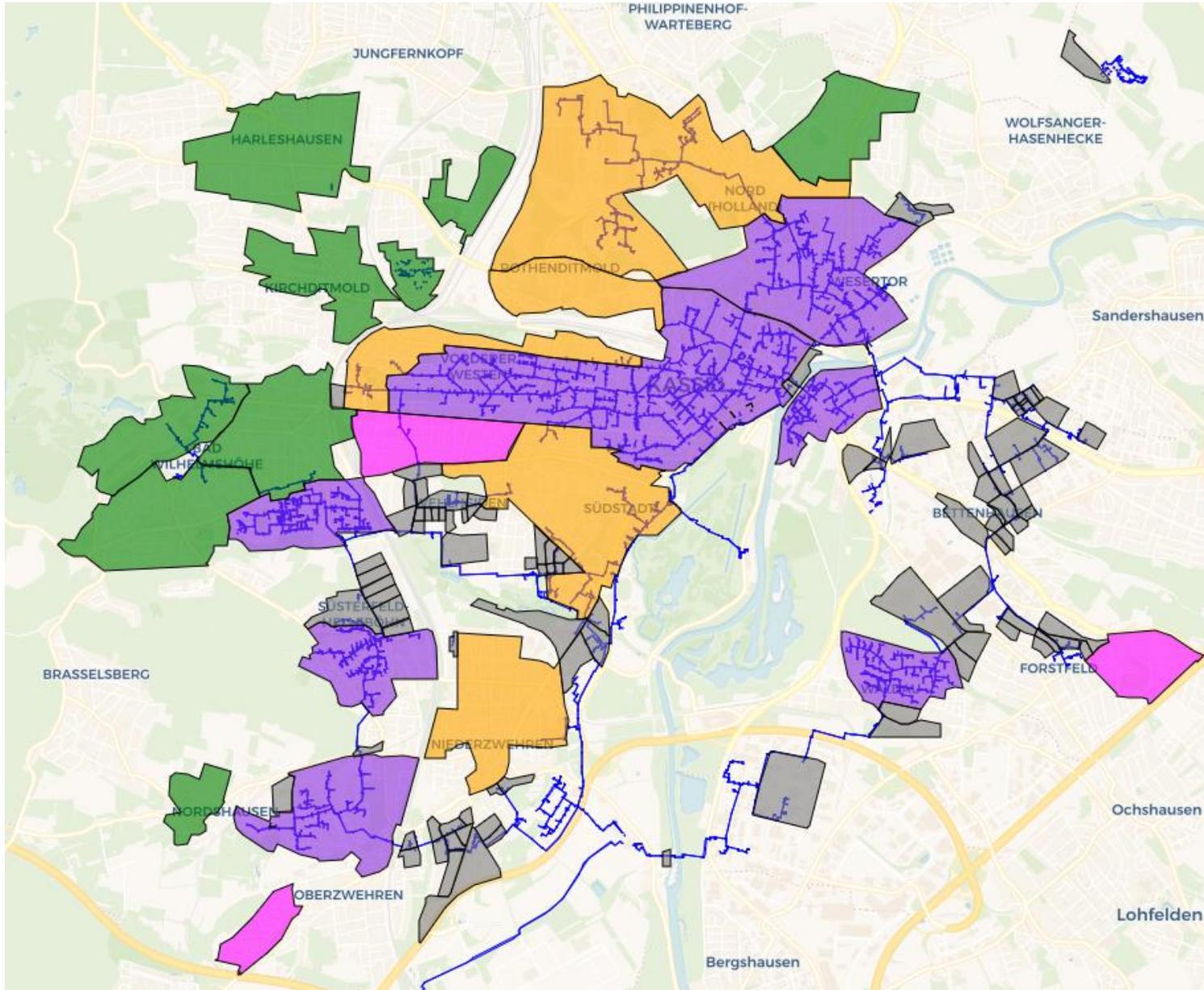
Wärmelinien-dichte
in kWh/ma



Haushalte (2/3)



Gebietsausweisung



Verdichtung:	22 %
Ausbau Priorität 1:	3 %
Ausbau Priorität 2:	15 %
Nahwärme:	12 %
< 40 m Entfernung:	6 %
Sonst. Bestand	1%
	~60 %

5 Bewertungskriterien:

Netzkapazität
Erreichbarkeit
Ankerkunden
Wohnungsbaugesellschaften
Gebäudetyp

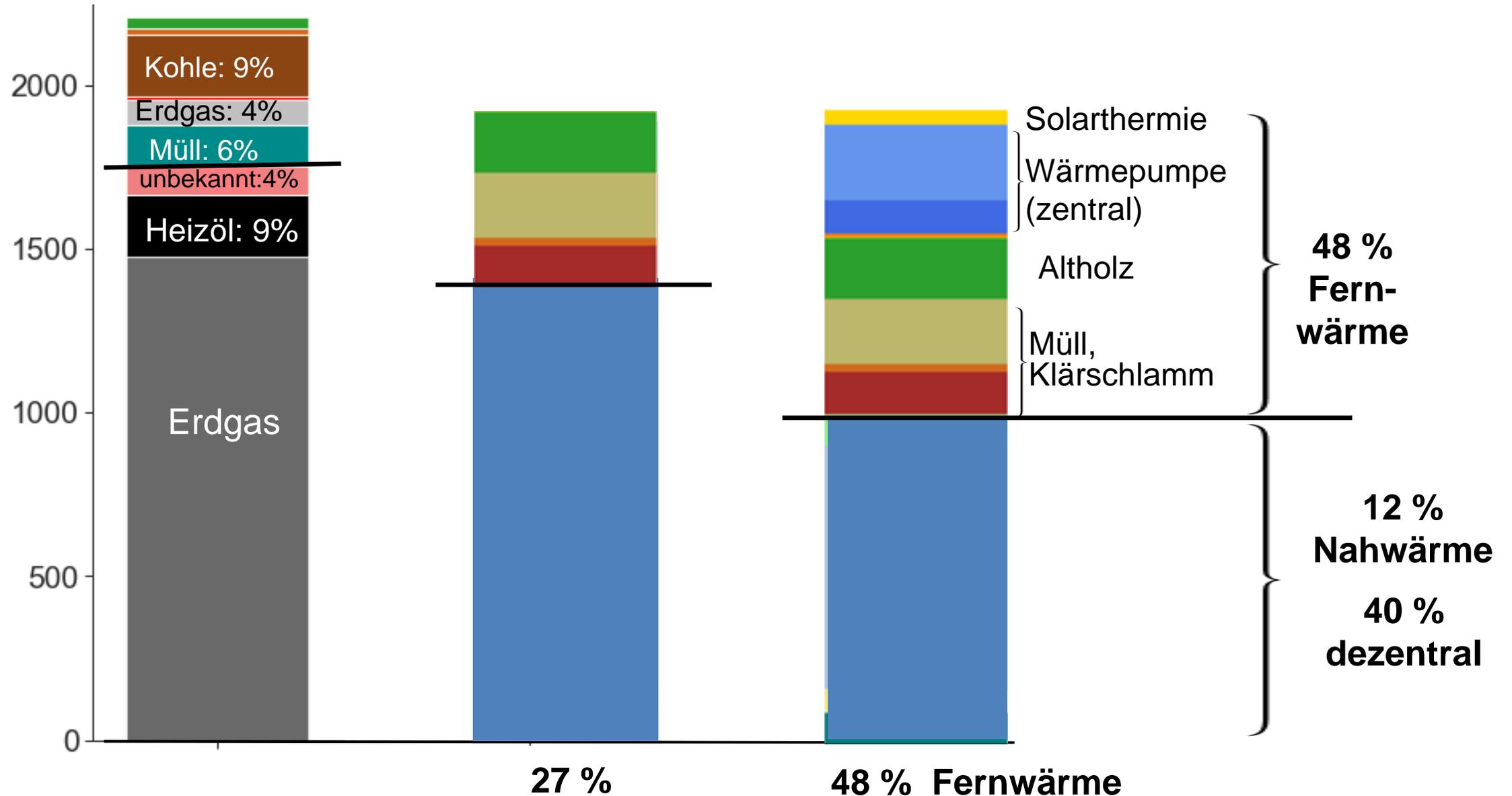
4 Kostentreiber:

- Unterführungen, Kreisquerung
- Druckerhöhungsstationen
- Straßenzustand
- Baugrund, Entsorgungskosten

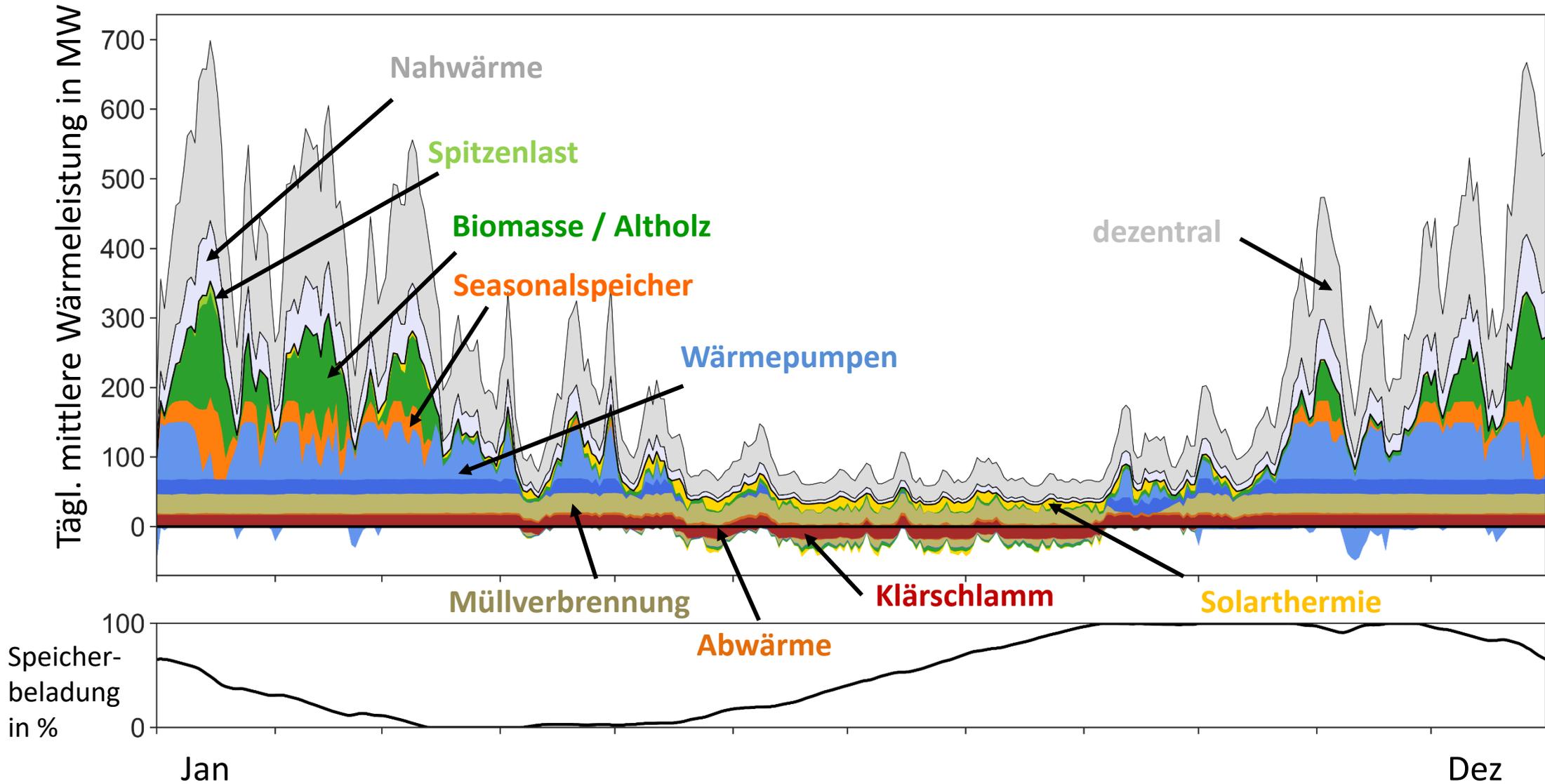
Die kommunale Wärmeplanung in Kassel

1. Prozedere
2. Wo stehen wir?
3. Wärmeverbrauch: Energieträger & Verbrauchsdichten
4. Erzeugungs-Potentiale, Saisonalspeicher, Gebietsausweisung
5. Konkretisierung
6. Ausblick: Dezentrale Versorgung / Quartiersentwicklung

Fernwärme - Ausbau: 48 %

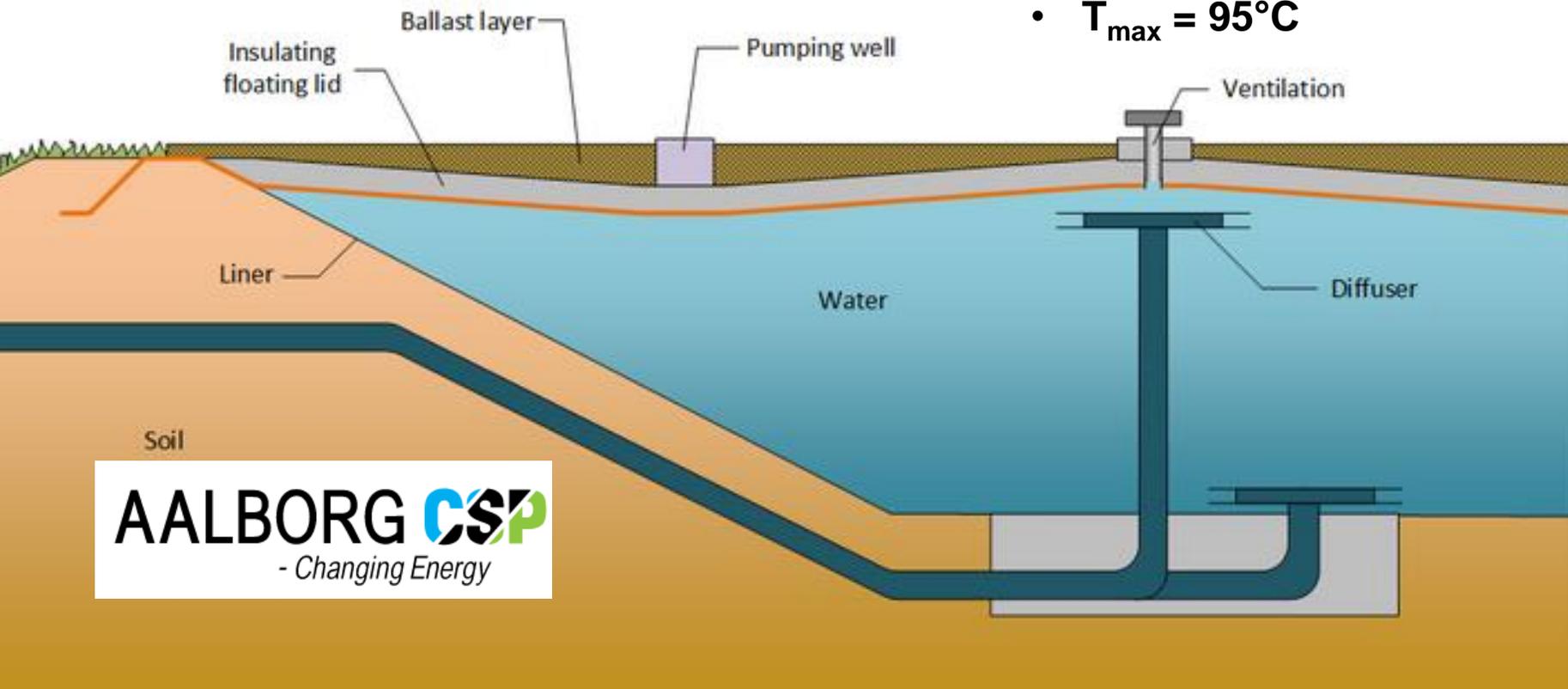


Szenario





- Erdreichaushebung aus alten Sandgruben
- Geschweißte Kunststoffauskleidung
- Abdeckung: Auskleidung, Isolierung, Regenwasserablauf
- $T_{\max} = 95^{\circ}\text{C}$



Standorte

- Marstal (75.000 m³)
- Dronninglund (60.000 m³)
- Gram (122.000 m³)
- Vojens (200.000 m³)

→ Maßnahmen

Szenario: bis 2030 (Auftrag!)

- Wärmenetze, Trassenlänge: 180 km → 600 km ⇒ 50 km Trasse / Jahr
- Hausanschlüsse: 4.800 → 14.000 ⇒ Anschluss von 1000 Gebäuden / Jahr

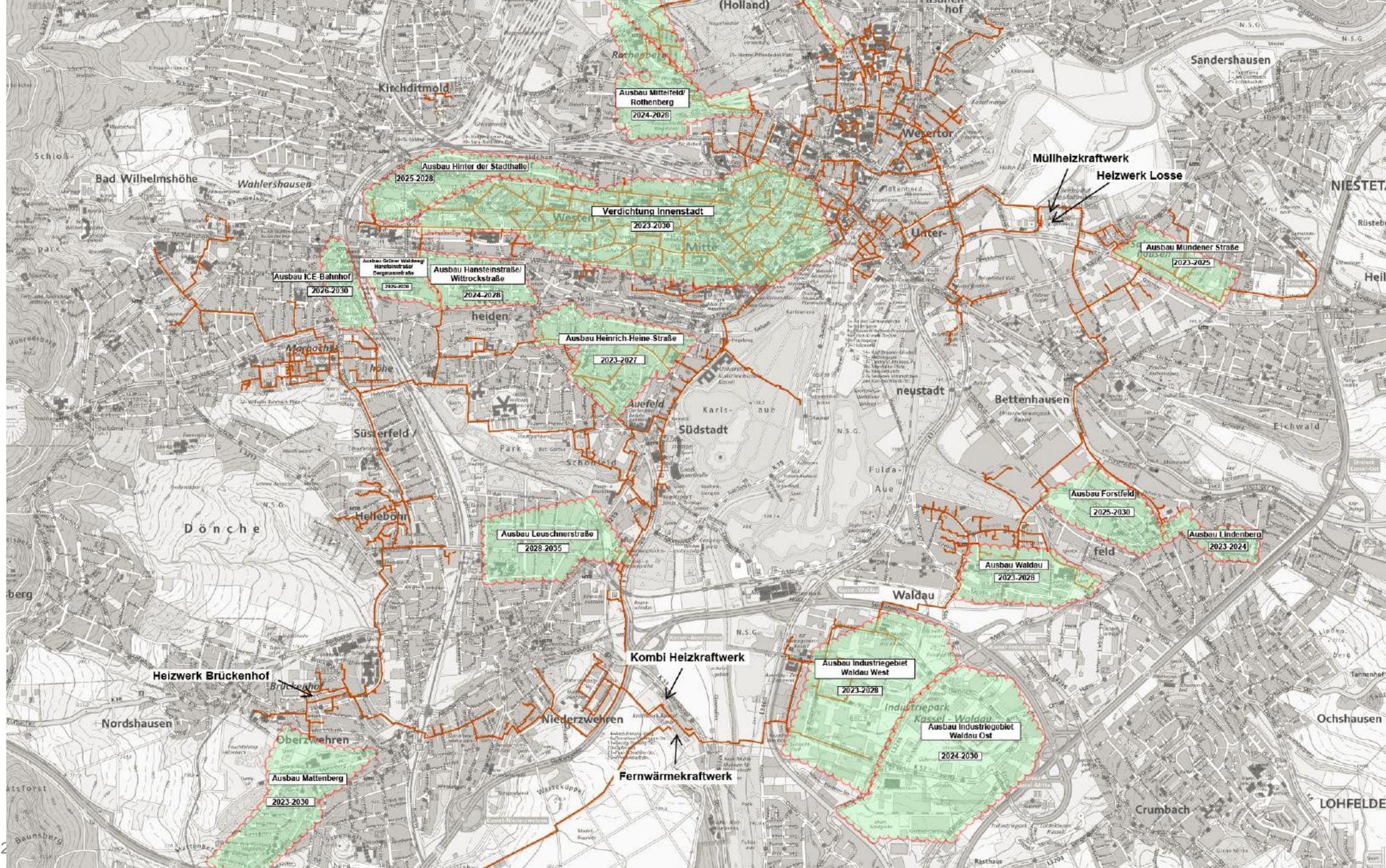
- Saisonaler Wärmespeicher (1 Mio. m³)
- Großwärmepumpen an der Fulda und am Klärwerk (je ca. 20 MW_{th})
- weitere kleinere Großwärmepumpen (Luft-WP, Geothermie, Grundwasser)
- große Solarthermieanlagen (150-200 ha)

- 16.000 Wärmepumpen ⇒ 2000 Wärmepumpen / Jahr
- 6.000 Solarthermieanlagen ⇒ 750 Solaranlagen / Jahr
- Holzheizungsanlagen (Restbedarf)

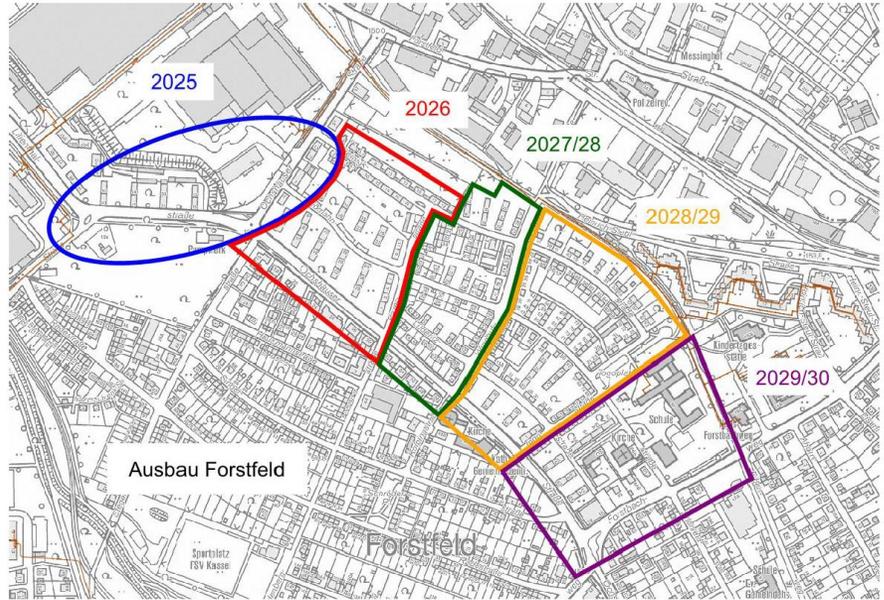
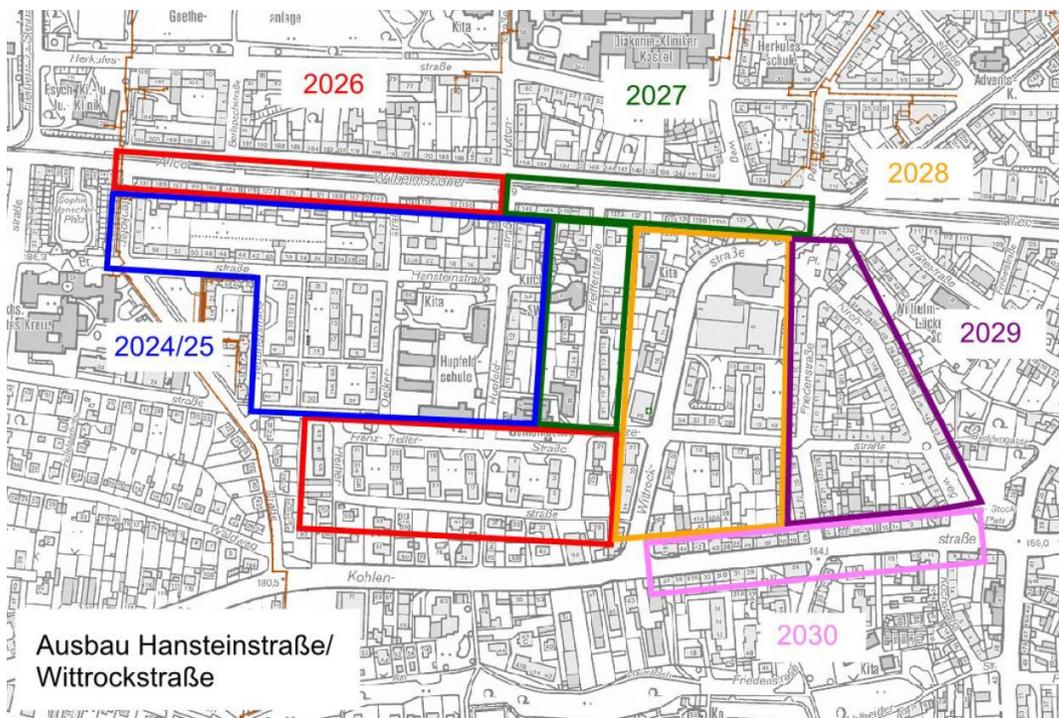
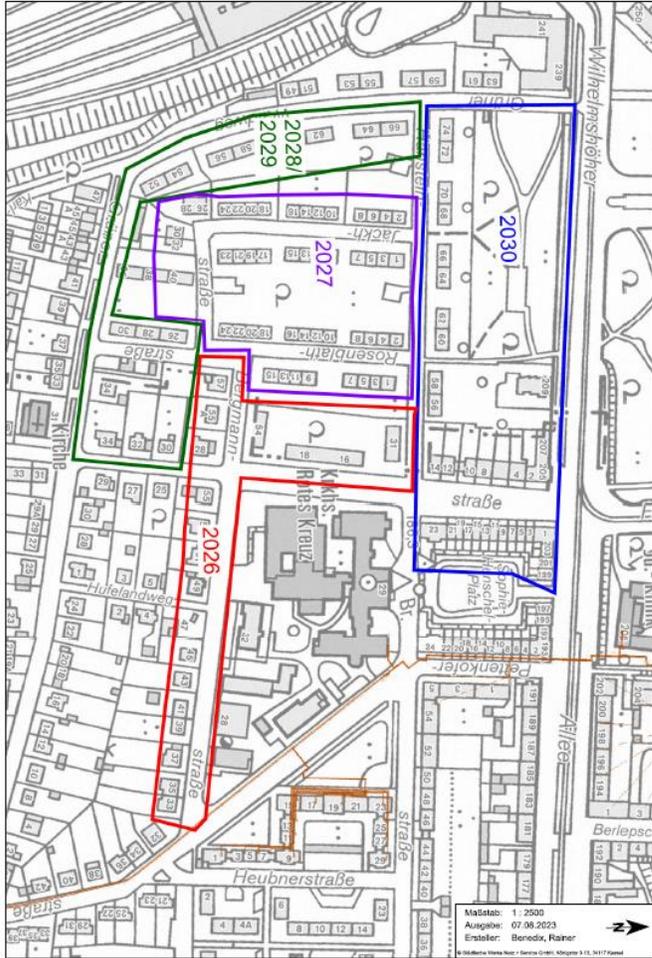
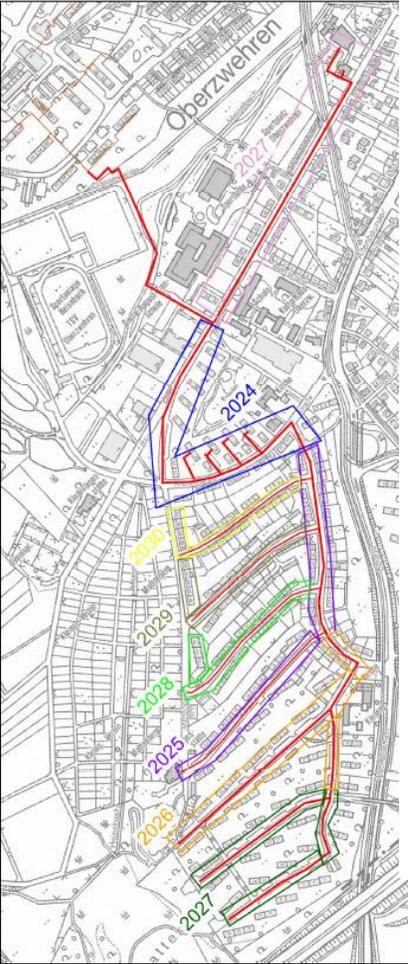
- ...

Die kommunale Wärmeplanung in Kassel

1. Prozedere
2. Wo stehen wir?
3. Wärmeverbrauch: Energieträger & Verbrauchsdichten
4. Erzeugungs-Potentiale, Saisonalspeicher, Gebietsausweisung
5. Konkretisierung
6. Ausblick: Dezentrale Versorgung / Quartiersentwicklung



Fernwärmeausbau



Die kommunale Wärmeplanung in Kassel

1. Prozedere
2. Wo stehen wir?
3. Wärmeverbrauch: Energieträger & Verbrauchsdichten
4. Erzeugungs-Potentiale, Saisonalspeicher, Gebietsausweisung
5. Konkretisierung
6. Ausblick: Dezentrale Versorgung / Quartiersentwicklung

Gebäude-Ebene: Erdwärmesonden

1. Wärmebedarf: Szenarien
2. Anschlussleistungen
3. Potentiale für Wärmepumpen (Luft & Erdsonden)
4. Identifizierung Installationsorte
 - Sanierungsbedarf
 - Deckungsanteile
 - Kosten
 - Statistische Auswertung



Wärmeatlas Kassel

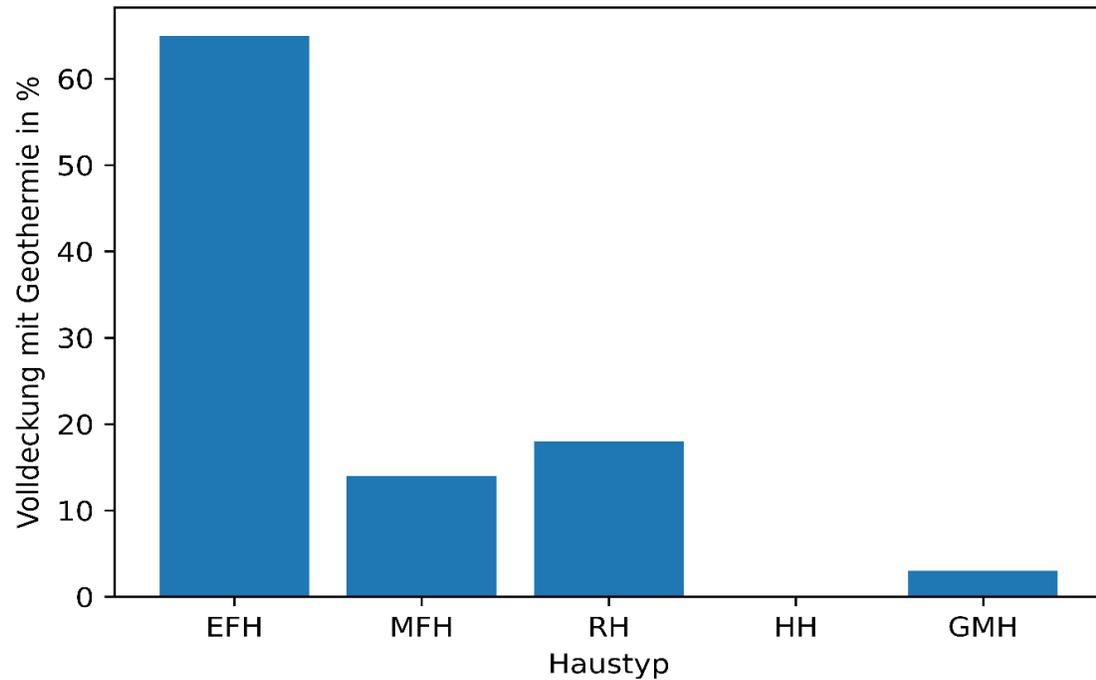
Luftwärmepumpen



Anteile der Gebäudetypen

Wohngebäude, die mit **Erdwärmesonden + Wärmepumpe** versorgt werden können

- Sanierung auf Gebäudeenergieeffizienzstandard EH55
- EWS-Tiefe: 100 m



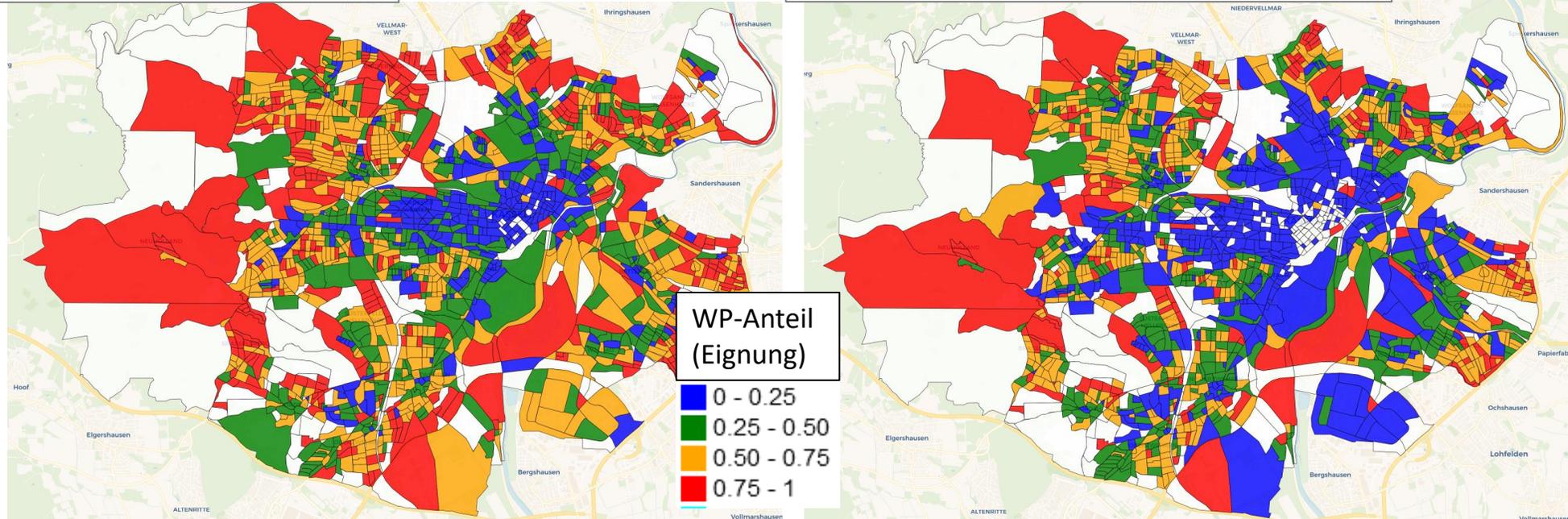
Potential Erdwärmesonden + WP

- bei Sanierung auf Effizienzhaus 55:
15 % des Gesamtwärmebedarfs
- Ohne Sanierung:
7 % des Gesamtwärmebedarfs

Einschränkungen für die Installation von Wärmepumpen

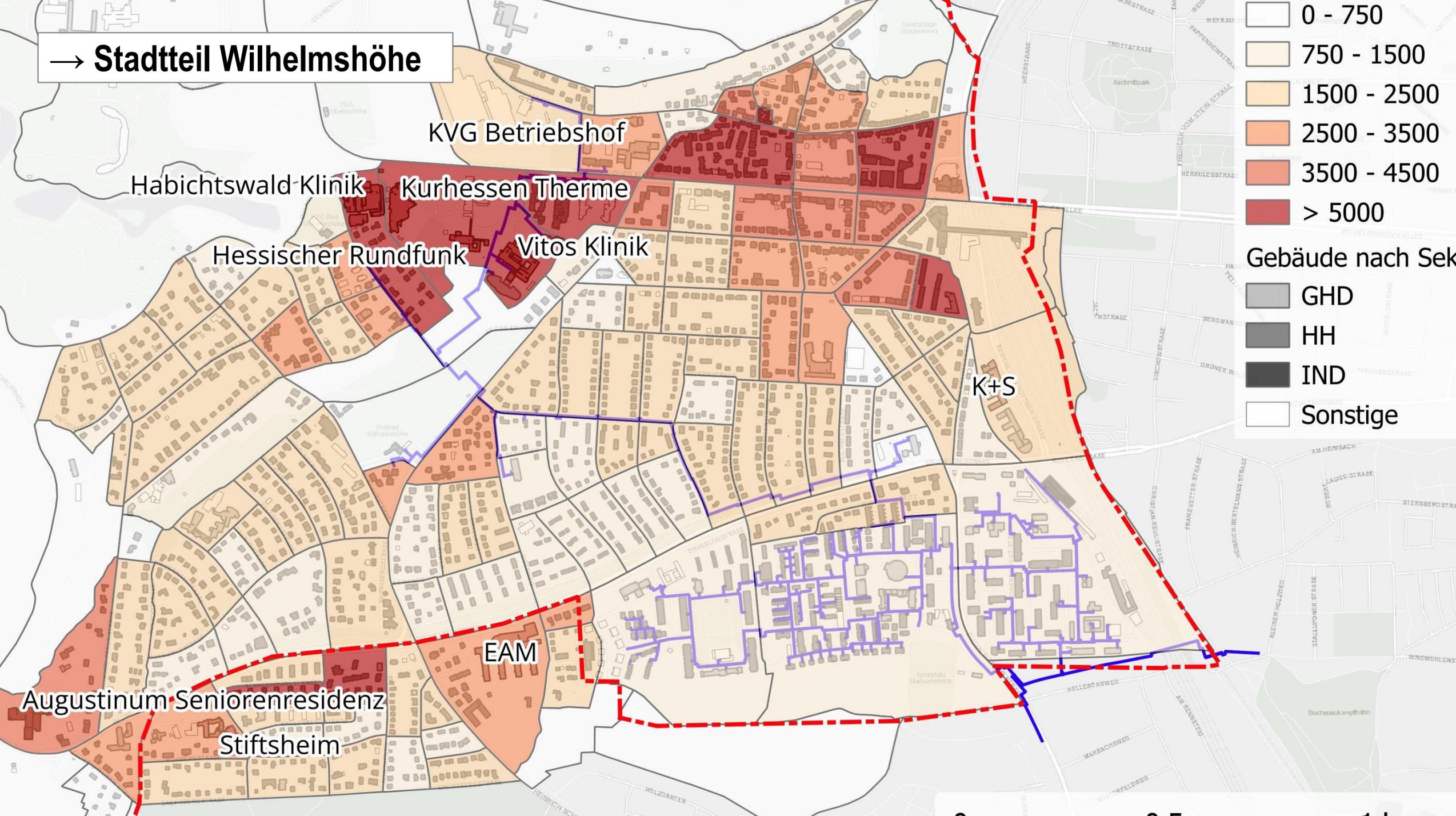
Luftwärmepumpen

Geothermische Wärmepumpen



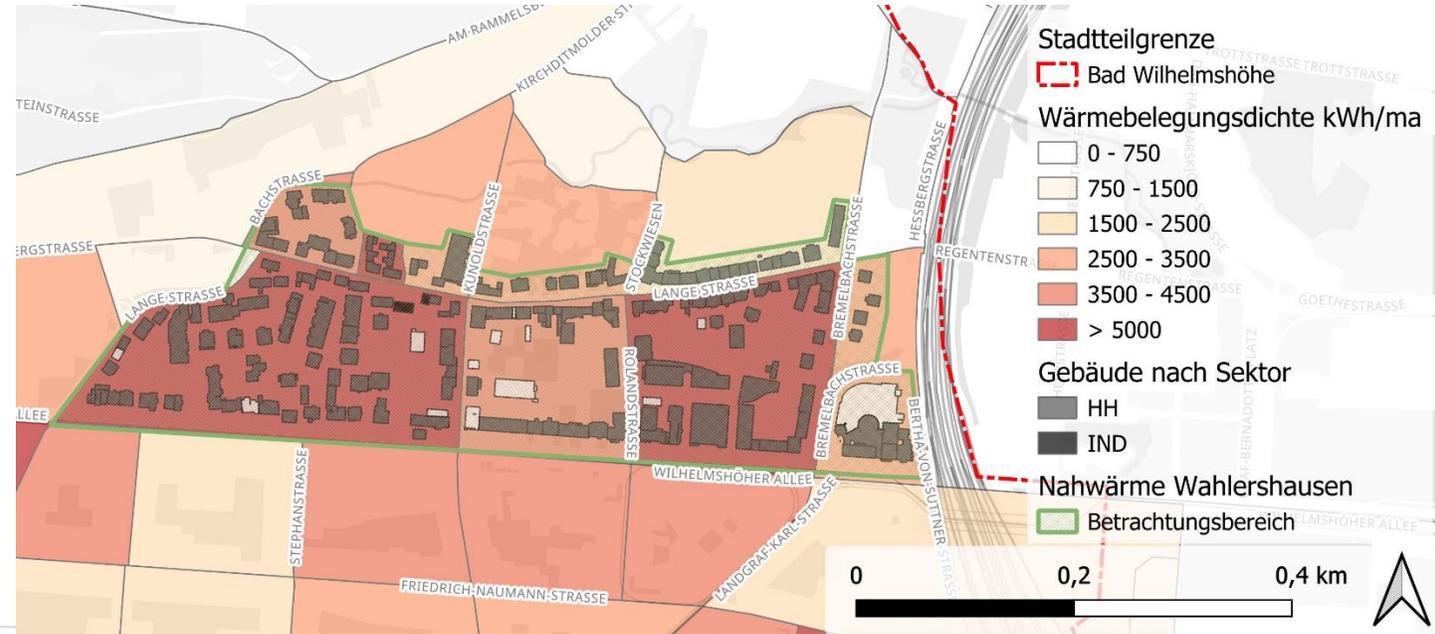
- **Innenstadt:** Wärmenetze nötig \Rightarrow Verdichtung und Ausbau
- $f_{HP} = 25 - 50 \%$
- $f_{HP} = 50 - 75 \%$ } Außerhalb innstädtischer Gebiete
 \Rightarrow Einzelbewertung / z.T. Quartierswärmeversorgung
- **Äußere Stadtteile:** Überwiegend Wärmepumpen in Einzelgebäuden (+ Biomasse & Solar)

→ Stadtteil Wilhelmshöhe



Option Nahwärmeversorgung am Beispiel Wahlershausen

- Gebiet: nördlich der Wilhelmshöher Allee bis Lange Straße
- Wärmebedarf: ca. **13,5 GWh/a**
- Spitzenlast (Tagesmittel): ca. **3,5 MW**



Fazit: Wärmeplanung in Kassel

- Median der dt. Großstädte bzgl Einw. (Platz 40 von 80)
 - „first mover“
 - Verbrauchsdaten: sehr detailliert, gebäudescharf, sehr gute Datengrundlage!
 - Wärmeatlas als Planungstool
 - Zielszenario: Erzeugung
 - erste Gebietsausweisung
- } → polit. Gremien
-
- weitere Fortschritte Erzeugungsplanung
 - Umsetzung: Fernwärmeausbau (10 km/a) + Gebietsausweisung
 - Saisonalspeicher: wird mit Nachdruck verfolgt
 - Informations-Veranstaltungen

→ Quartiersentwicklung, Trafoplan, strategischer Fahrplan