



# QONCEPT ENERGY

**Beratung zur Entwicklung innovativer  
Wärmeversorgungskonzepte**

# Kommunale Wärmeplanung der Stadt Bremen

## Gebiete für Fern- und Nahwärmeversorgung: Räumliche Abgrenzung und Wirtschaftlichkeits- betrachtung

**6. Sitzung des Ausschusses zur Begleitung und parlamentarischen Kontrolle der Umsetzung der Empfehlungen der Enquetekommission "Klimaschutzstrategie für das Land Bremen"**

05.03.2024

# Agenda

- 1. Vorstellung Qoncept Energy GmbH**
2. Zielsetzung und Vorgehensweise
3. Zwischenergebnisse Gebiete für Wärmenetze
4. Potenziale EE und Abwärme / Vorgehensweise und Stand
5. Eignungsgebiete für dezentrale Wärmepumpen
6. Zusammenfassung und Ausblick

1. Die Qoncept Energy GmbH ist eine Ausgründung des Instituts für Thermische Energietechnik der Universität Kassel und bringt Innovationskraft der Forschung in die Praxis zur Entwicklung innovativer Wärmeversorgungskonzepte
2. Die Gründungsgesellschafter



Dr. Janybek Orozaliev

Leiter Thermische  
Komponenten und Systeme,  
am Fachgebiet Solar- und  
Anlagen-technik, Universität  
Kassel



Prof. Dr. Klaus Vajen

Leiter Fachgebiet Solar-  
und Anlagentechnik,  
Universität Kassel,  
Präsident der International  
Solar Energy Society



Dr. Thorsten Ebert

Langjähriger Vorstand der  
Städtische Werke AG, Kassel  
und der Kasseler Verkehrs-  
Gesellschaft AG, Berater in der  
Energie- und Verkehrswirtschaft

# Unsere Leistungen



S O L A R .  
UNI-KASSEL.DE

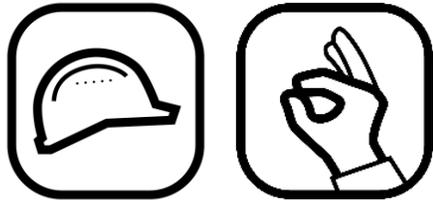
QONCEPT  
ENERGY

- **Kommunale Wärmeplanung**
  - Wärmeatlas und zukünftige Wärmebedarfsentwicklung
  - Potentiale für Sanierungen sowie Erneuerbarer Energien und Abwärme
  - Priorisierung der Gebiete für leitungsgebundene und dezentrale Wärmeversorgung
- **Transformationsstrategie für Wärmenetze**
  - Strategie für Dekarbonisierung der Wärmeerzeugung
  - Verdichtung und –ausbau des Netzes
  - Absenkung der Netztemperaturen
- **Wärmeversorgungskonzepte für Quartiere**
  - Einbindung EE und Abwärme
  - Machbarkeitsstudien für Quartierskonzepte
- **Umstellung der industriellen & gewerblichen Prozesswärme und –kälte auf erneuerbare Energien**
  - Innovative Wärme- und Kälteversorgungskonzepte mit Solarthermie, Wärmepumpen, Abwärme und KWK
  - Transformationskonzepte nach BAFA EEW Modul 5

## Relevante Referenzen



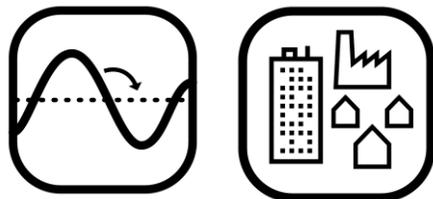
Dr. Janybek Orozaliev  
Projektleitung



Dr. Thorsten Ebert  
Stellvertretende Projektleitung



Dr. Oleg Kusyy  
Algorithmen-basierte Analysen  
und kartographische  
Darstellungen



Dr. Isabelle Best  
EE-Potenziale,  
Systemmodellierung



Dipl.-Ing. Hagen Braas  
Simulation, Auslegung und  
Wirtschaftlichkeitsbetrachtung



# Agenda

1. Vorstellung Qoncept Energy GmbH
- 2. Zielsetzung und Vorgehensweise**
3. Zwischenergebnisse Gebiete für Wärmenetze
4. Potenziale EE und Abwärme / Vorgehensweise und Stand
- 5. Eignungsgebiete für dezentrale Wärmepumpen**
6. Zusammenfassung und Ausblick

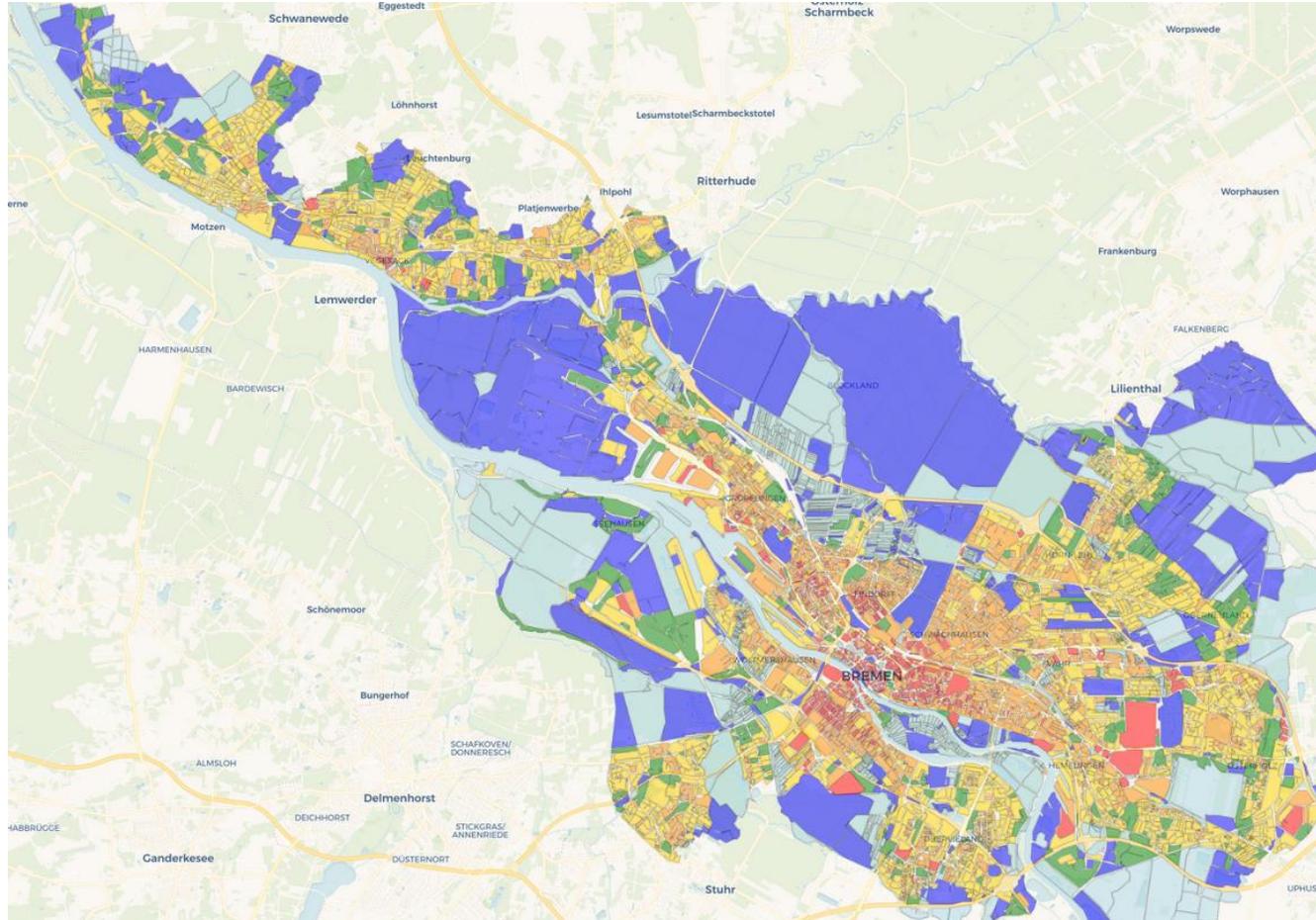
## **Im Rahmen des beauftragten Gutachtens werden drei Themenkomplexe bearbeitet:**

1. Identifizierung, räumliche Abgrenzung und wirtschaftliche Bewertung von Gebieten für die Fern- und Nahwärmeversorgung
2. Analyse von Potenzialen zur Wärmeversorgung von neuen Nahwärmegebieten auf Basis von erneuerbaren Energien und unvermeidbarer Abwärme
3. Untersuchung des gesamten Stadtgebiets im Hinblick auf die Frage, inwieweit eine dezentrale Wärmeversorgung mittels Wärmepumpen technisch möglich wäre

# Agenda

1. Vorstellung Qoncept Energy GmbH
2. Zielsetzung und Vorgehensweise
- 3. Zwischenergebnisse Gebiete für Wärmenetze**
4. Potenziale EE und Abwärme / Vorgehensweise und Stand
5. Eignungsgebiete für dezentrale Wärmepumpen
6. Zusammenfassung und Ausblick

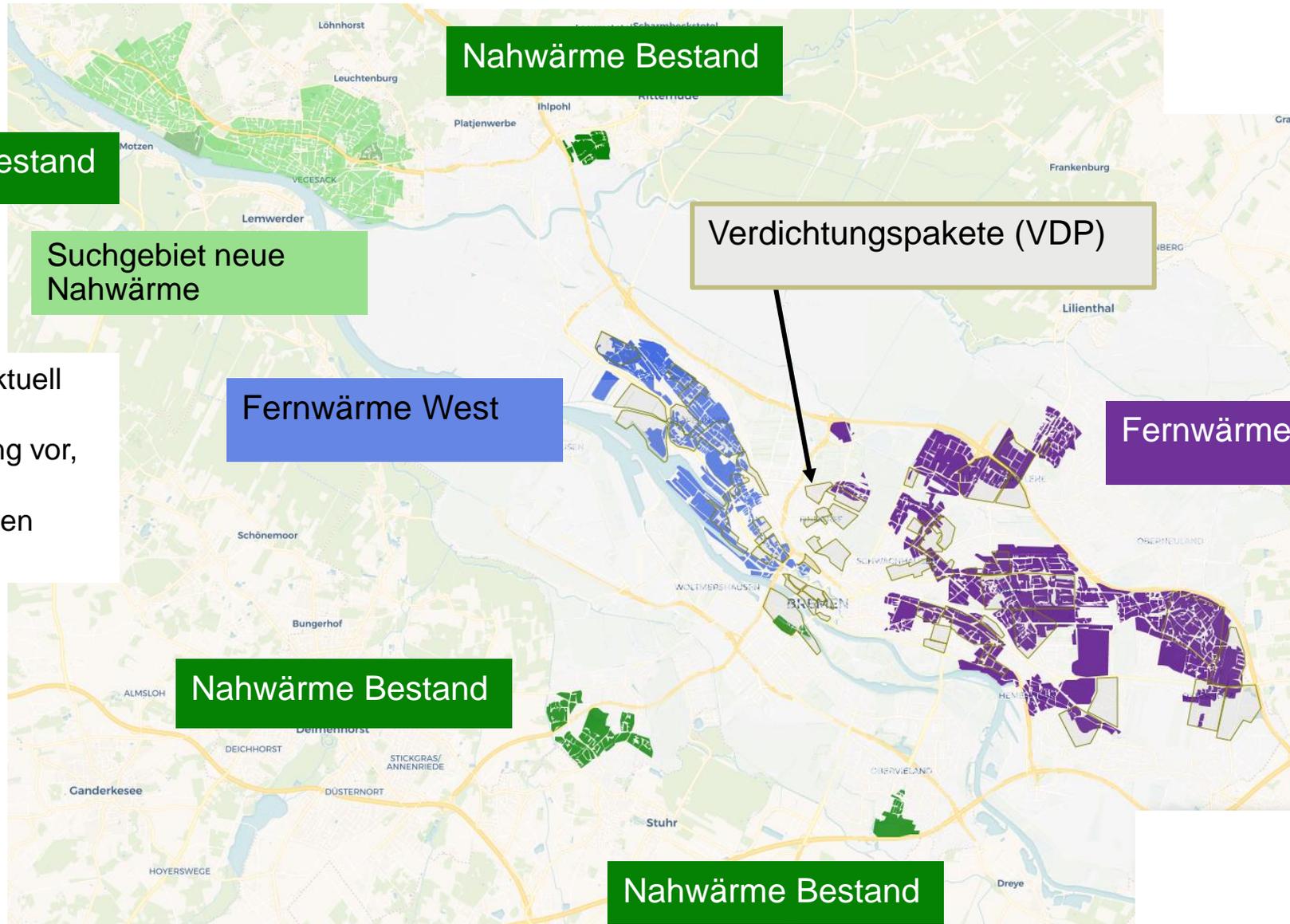
# Modellbasierte Wärmebedarfsdichte 2038



5971 statistische Blöcke

Einfärbung nach Kategorien gemäß Entwurf Leitfaden zum Wärmeplanungsgesetz (WPG)  
Potenzielle Wärmenetzeignung insb. in **roten** und **orange** Bereichen

# Aktuelle und geplante Wärmenetz(such)gebiete



Nahwärme Bestand

Nahwärme Bestand

Suchgebiet neue Nahwärme

Verdichtungsapakete (VDP)

Fernwärme West

Fernwärme Uni + Ost

Nahwärme Bestand

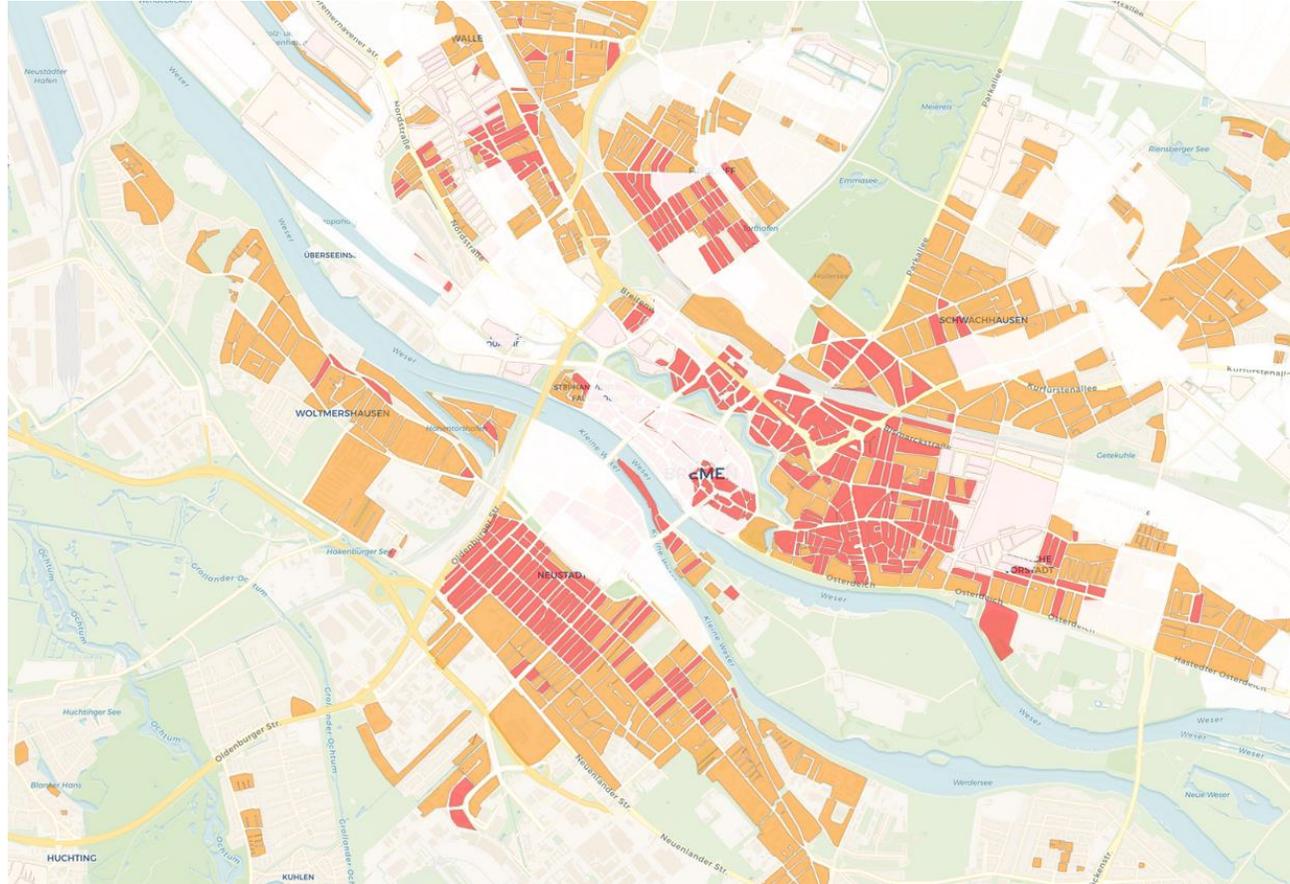
Nahwärme Bestand

Im Suchgebiet: aktuell liegt noch keine detaillierte Planung vor, welche Bereiche erschlossen werden sollen

Darstellung der Bestandsgebiete durch farblich ausgefüllte statistische Blöcke

Nicht beinhaltet: Wärmenetze der GEWOBA

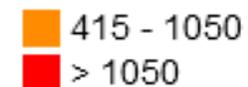
# Gebiete mit hoher Wärmedichte 2038 ohne Wärmenetz



Zoom auf die Stadtmittte

Potenzial für weitere Wärmenetzgebiete:  
Ca. 23 % des Wärmebedarfs der Stadt

Wärmedichte



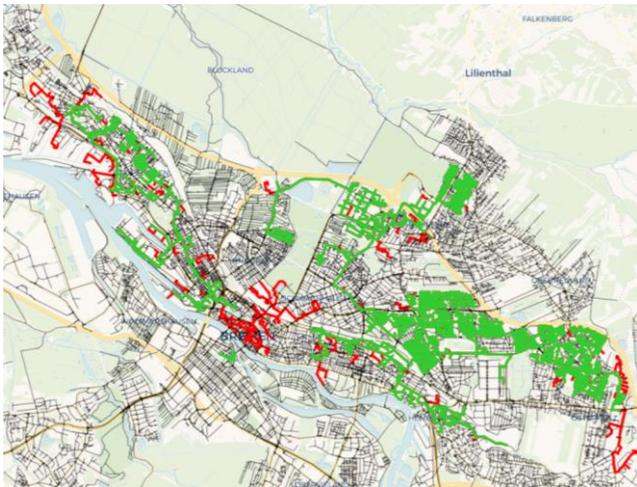
Gebiete mit hoher und sehr hoher Wärmedichte, für die bisher keine Wärmenetze vorhanden oder geplant sind. Schwerpunkte sind östliche Vorstadt, vorderes Schwachhausen, Findorff und südlich der Weser

# Wärmenetzeignung ist stark abhängig von der Einschätzung zur Grenz-Wärmeliniendichte (Anschlussquoten berücksichtigt)

## Auswahl von Straßenzügen für Wärmenetzausbau nach Wärmeliniendichte

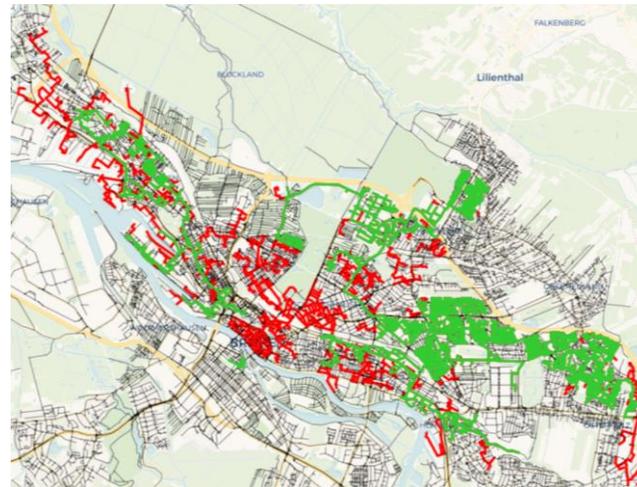
Automatisierte Auswahl von Straßenzügen durch Optimierungsalgorithmus (neue Trassen in **rot**, bestehende in **grün**), ohne Bremen Nord und links der Weser.

2.500 kWh/(m\*a)



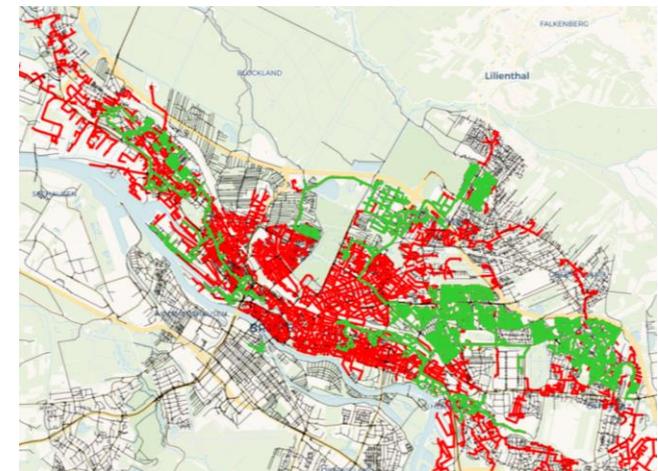
325 GWh/a Wärmebedarf 2038  
FW-Ausbau um ca. 50 %  
(+ 54 km Transportleitung)

1.500 kWh/(m\*a)



560 GWh/a Wärmebedarf 2038  
FW-Ausbau um ca. 85 %  
(+ 146 km Transportleitung)

750 kWh/(m\*a)



1.800 GWh/a Wärmebedarf 2038  
FW-Ausbau um ca. 270 %  
(+ 407 km Transportleitung)

# Wärmenetzausbau nach Grenz-Wärmeliniendichte am Beispiel Findorff (Anschlussquoten berücksichtigt)

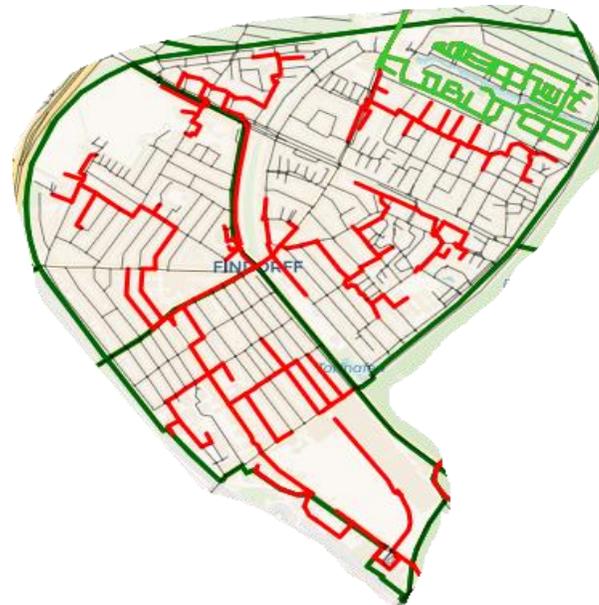
Ortsteile Weidedamm, Regensburger Straße, Findorff-Bürgerweide (neue Trassen in rot, bestehende in grün)

2.500 kWh/(m\*a)



Nur geringfügiger Ausbau

1.500 kWh/(m\*a)



ca. 50 % Erschließung FW-  
Ausbaupotenzial

750 kWh/(m\*a)



ca. 90 % Erschließung FW-  
Ausbaupotenzial

# Detailansicht Schwachhausen

Ortsteil Schwachhausen (neue Trassen in rot, bestehende in grün)

2.500 kWh/(m\*a)

1.500 kWh/(m\*a)

750 kWh/(m\*a)



42 % Erschließung des  
FW-Ausbaupotenzials  
(Krankenhaus)

ca. 60 % Erschließung des  
FW-Ausbaupotenzials

ca. 95 % Erschließung des  
FW-Ausbaupotenzials

Aktuell fernwärmeerschlossene Straßen **in grün**, neue Trassen **in rot**

- **Enger Austausch** mit den Netzbetreibern

**wesernetz**  
Ein Unternehmen von swb

**enercity**  
contracting

- Netzbetreiber unterstützen das Vorhaben durch
  - Bereitstellung gebäudescharfe Zählerdaten (wesernetz)
  - Bereitstellung Infos zu bestehenden Netzgebieten und Ausbauplänen
  - Bereitstellung der Kostendaten für Wärmenetzausbau
  - Abstimmung / Diskussion Vorgehen, Annahmen und Ergebnisse
- Jeweils 3 Abstimmungstermine durchgeführt (+ weitere bilaterale Klärungen der Rückfragen)
  - Kick-Off: Vorstellung Projektziel und Vorgehen, Datenanfrage, Annahmen
  - Ergebnisse beim Vorgehen auf Basis von Quartieren
  - Ergebnisse beim Vorgehen nach Straßenzügen
  - Diskussion der Annahmen zu Kosten (Erzeugung, Netzausbau)
- Nächster Schritt: Diskussion der Ergebnisse der wirtschaftlichen Erschließbarkeit mit den Netzbetreibern

# Agenda

1. Vorstellung Qoncept Energy GmbH
2. Zielsetzung und Vorgehensweise
3. Zwischenergebnisse Gebiete für Wärmenetze
4. **Potenziale EE und Abwärme / Vorgehensweise und Stand**
5. Eignungsgebiete für dezentrale Wärmepumpen
6. Zusammenfassung und Ausblick

# Potenziale EE und Abwärme / Vorgehensweise und Stand

## Industrielle Abwärme

44 Unternehmen angeschrieben, 12 Fragebögen ausgewertet, bei Bedarf Gespräche mit ausgewählten Unternehmen

## Abwärme aus Abwasser

Daten von hanseWasser z. T. geliefert; Datenklärung läuft; anschließend Ermittlung Wärmepotenzial und zusätzlich Abstimmung mit Umweltbetrieb Bremen

## Wärme aus Flüssen

Nächster Schritt: Abstimmung mit Wasserbehörde (Daten zu Durchflussmengen, Temperaturverläufen, Restriktionen); anschließend Ermittlung Wärmepotenzial und zusätzlich Abstimmung mit SBMS und Grünordnung

## Solarthermie

Nächster Schritt: Standortnahe Flächensuche zu neuen Fern- und Nahwärmegebieten; anschließend Abstimmung mit SBMS (Flächenplanung)

## Potenzial für oberflächennahe Geothermie für Fern- und Nahwärmenetze

Daten zu Wärmeleitfähigkeit des Untergrunds und wasserrechtlichen Ausschlussgebieten liegen vor (Geologischer Dienst, Wasserbehörde); nächste Schritte: Abstimmung mit weiteren Behörden; Berücksichtigung weiterer Ausschlusskriterien (bebaute Flächen, Naturschutz, Grünordnung), Berechnung auf Basis VDI-Richtlinie 4640

# Agenda

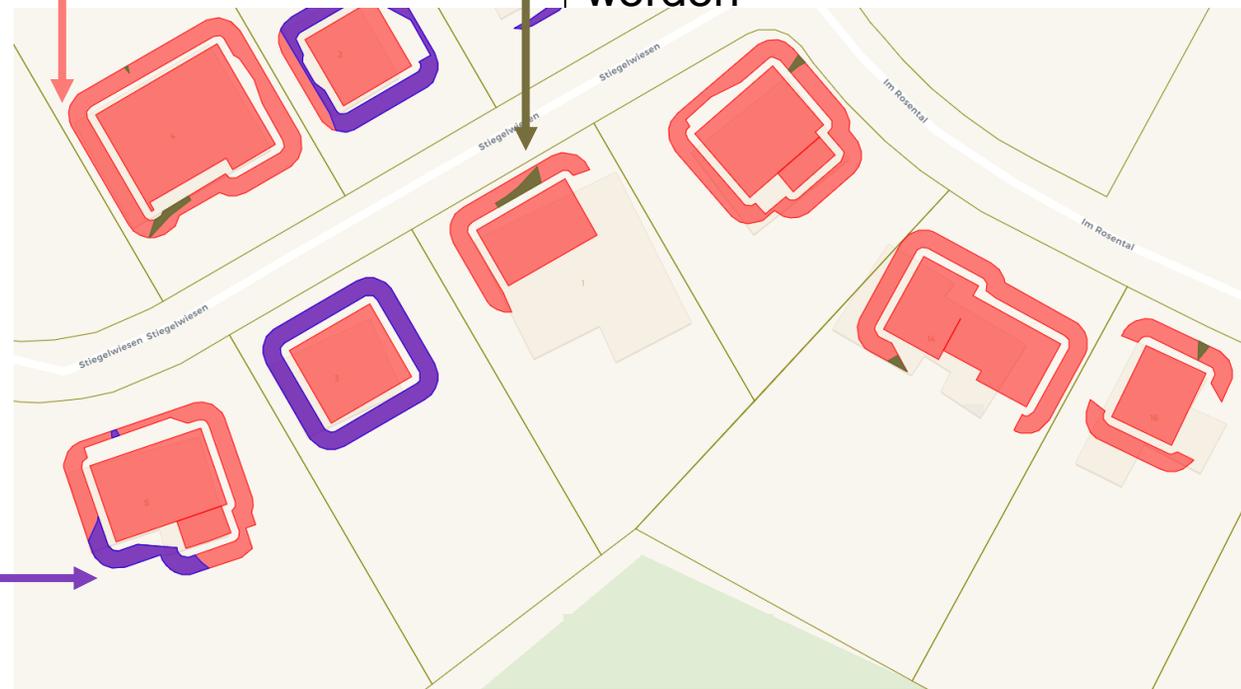
1. Vorstellung Qoncept Energy GmbH
2. Zielsetzung und Vorgehensweise
3. Zwischenergebnisse Gebiete für Wärmenetze
4. Potenziale EE und Abwärme / Vorgehensweise und Stand
- 5. Eignungsgebiete für dezentrale Wärmepumpen**
6. Zusammenfassung und Ausblick

# Potenzielle dezentrale Luftwärmepumpen / Vorgehensweise

Möglicher Aufstellbereich um das Gebäude herum

Nach Sanierung des Gebäudes kann eine Wärmepumpe in diesem grünen Gebiet aufgestellt werden

Wärmepumpe kann in diesem blauen Gebiet aufgestellt werden: Schallimmissionswerte werden eingehalten und Heizleistung kann gedeckt werden

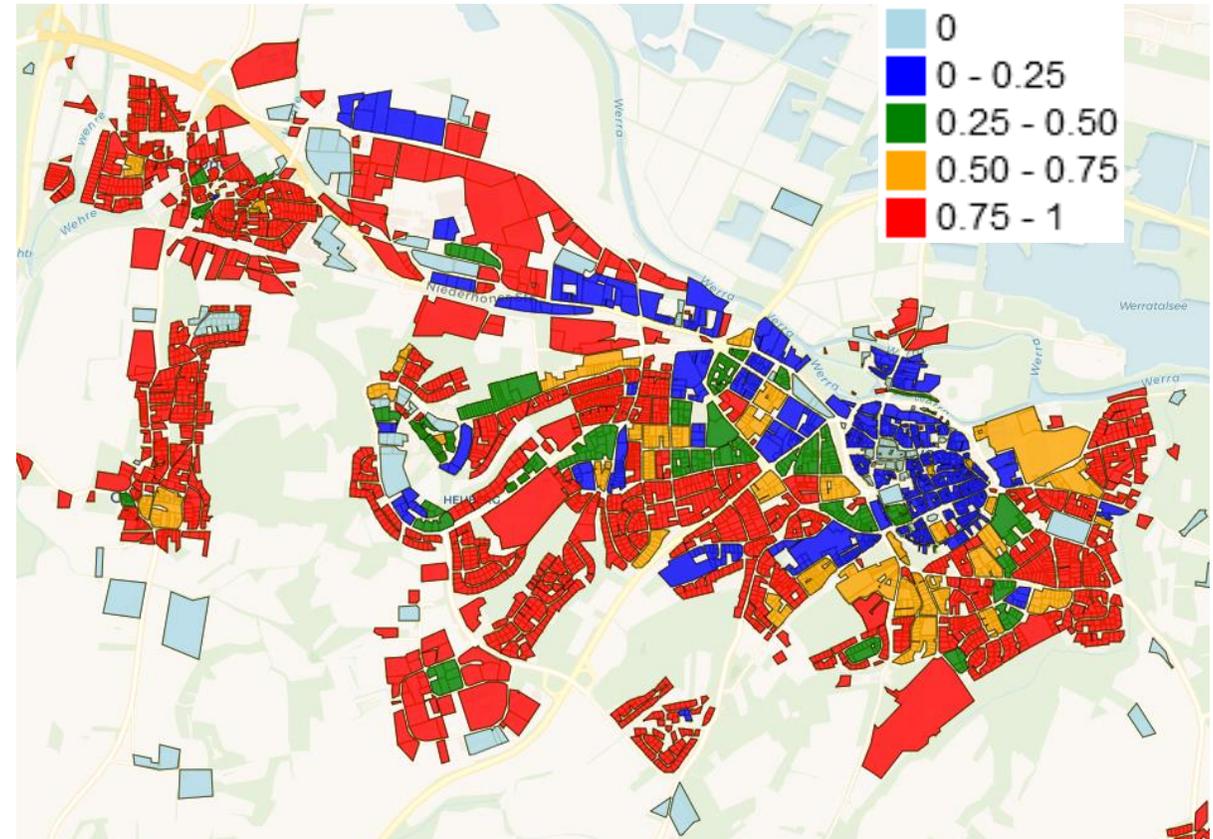


## Vorgehensweise zur Potenzialbestimmung

1. Gebäudescharfe Zuordnung einer geeigneten Luft-Wärmepumpe (Basis Wärmeatlas)
2. Einbeziehung der Schallemissionen der gewählten Wärmepumpe
3. Abgleich der notwendigen zu den verfügbaren Abständen zu Nachbargebäuden (grundstücksscharf).
4. Analyse auf Basis aktueller und zukünftig zu erwartender gebäudescharfer Wärmebedarf.

## Ergebnis

Prozentsatz des Wärmebedarfs im betrachteten Gebiet, der– unter Berücksichtigung der verfügbaren Flächen - mit Luft-Wärmepumpen versorgt werden kann (modellbasiert).



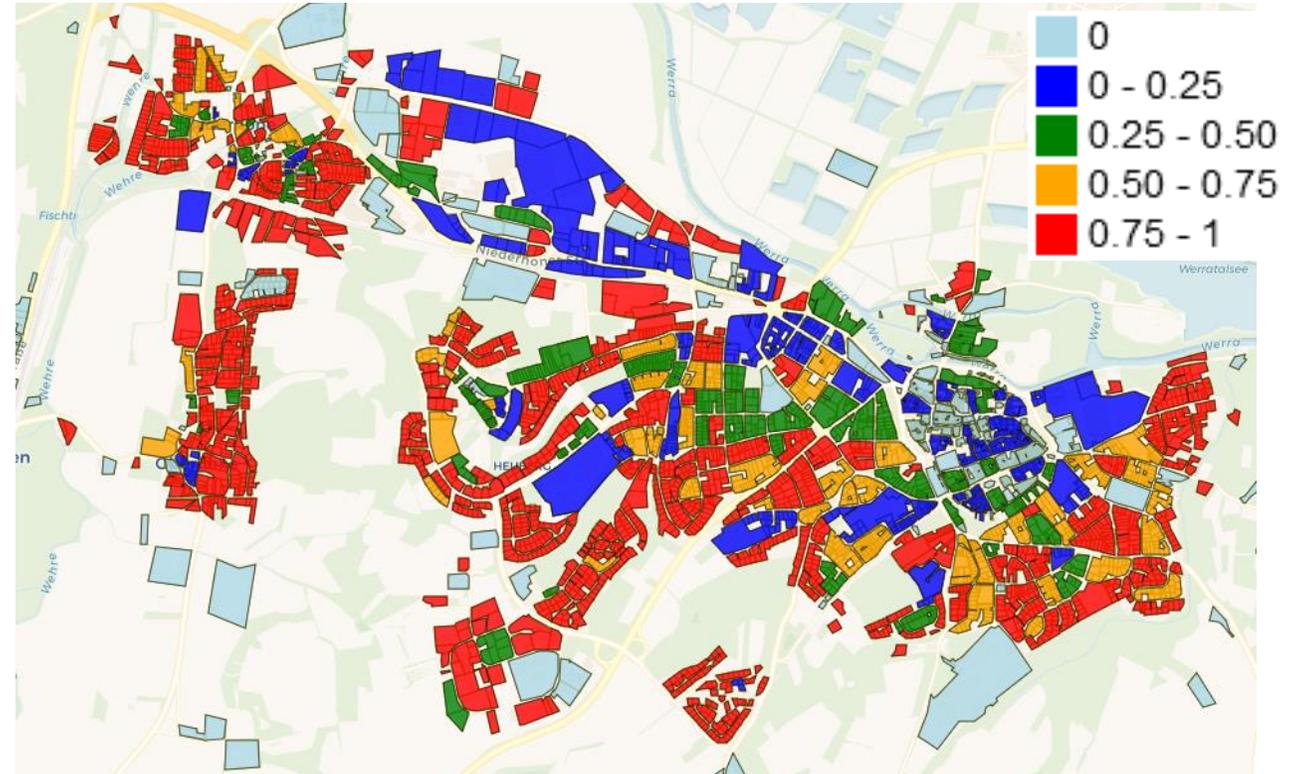
# Potenzielle dezentrale Wärmepumpen in Kombination mit Erdwärmesonden / Beispiel

## Vorgehensweise zur Potenzialbestimmung

1. Gebäudescharfe Zuordnung einer geeigneten Wärmepumpe (Basis Wärmeatlas)
2. Ermittlung der notwendigen Wärmeentzugsleistung aus oberflächennaher Geothermie und der Anzahl notwendiger Bohrungen
3. Prüfung, ob die notwendige Anzahl von Bohrungen (grundsätzlich) möglich erscheint

## Ergebnis

Prozentsatz des Wärmebedarfs im betrachteten Gebiet, der unter Berücksichtigung der verfügbaren Flächen mit Wärmepumpen in Kombination mit Erdwärmesonden versorgt werden kann (modellbasiert).



# Agenda

1. Vorstellung Qoncept Energy GmbH
2. Zielsetzung und Vorgehensweise
3. Zwischenergebnisse Gebiete für Wärmenetze
4. Potenziale EE und Abwärme / Vorgehensweise und Stand
5. Eignungsgebiete für dezentrale Wärmepumpen
6. Zusammenfassung und Ausblick

# Zusammenfassung und Ausblick

## Zusammenfassung

- Mögliche Eignungsgebiete für Wärmenetze nach Kriterium „Wärmedichte der Gebiete“ identifiziert
- Ergebnisse der Detailuntersuchung zu möglichen Ausbaugebieten für Fernwärme mit dem Optimierungsalgorithmus sind in Abstimmung (Kriterium „Wärmeliniendichte nach Straßenzügen“)
  - Für Bremen Nord mit enercity contracting
  - Für Gebiete nordöstlich der Weser mit swb/wesernetz
- Ermittlung der EE-Potenziale läuft

## Ausblick

- Erstellung Wirtschaftlichkeitsrechnung auf Ebene der Ortsteile
- Analyse der Wärmenetzeignung mit Optimierungsalgorithmus links der Weser
- Ermittlung der EE-Potenziale und Abstimmung mit zuständigen Behörden
- Zuordnung EE-Potenziale zu den einzelnen Netzgebieten
- Durchführung der Analysen zu dezentralen Wärmepumpen
- Erstellung Bericht

# QONCEPT ENERGY

Beratung zur Entwicklung innovativer  
Wärmeversorgungskonzepte

**Dr.-Ing. Janybek Orozaliev**

**Qoncept Energy GmbH  
Mayenfeldstr. 21, 34125 Kassel  
Fon: +49 176 4925 9262  
[ceo@qoncept-energy.de](mailto:ceo@qoncept-energy.de)**



# Algorithmusbasierte Optimierung des Erschließungsumfangs auf Basis der Graphentheorie

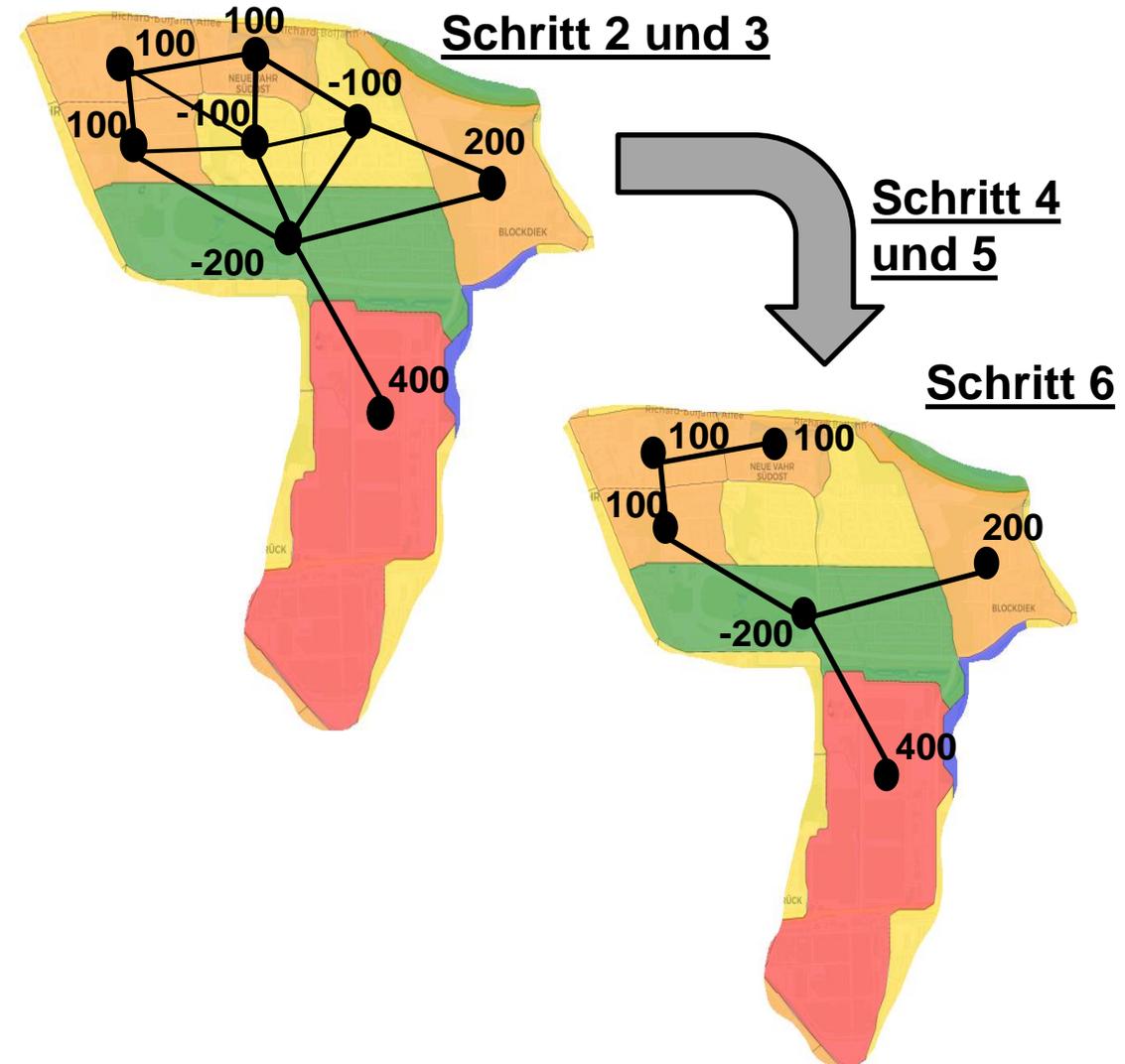
## Ziel

Ermittlung der Trasse mit dem maximalen „Ertrag“

## Vorgehensweise

1. Festlegung eines Grenzwerts (z. B. 415 kWh/m<sup>2</sup>).
2. Verknüpfung aller nebeneinanderliegenden Blöcke.
3. Bewertung der statistischen Blöcke anhand der Über- oder Unterschreitung der Grenzwärmedichte.
4. Anwendung Algorithmus: Gesucht wird die zusammenhängende Trasse, über die der maximale „Ertrag“ erschlossen werden kann.
5. „Angeschlossen“ werden Blöcke, deren Wärmedichte abzgl. der Grenzwärmedichte bei  $\geq 0$  liegt.
6. Abbildung der optimierten Erschließungstrasse.

Die Darstellung zeigt die Vorgehensweise auf Basis statistischer Blöcke. Angewendet wurde der Algorithmus auf Basis von Straßenzügen.



## Vergleich der Annahmen aus zwei Studien für Bremen mit deutschlandweiten Studien

### Sanierungsrate

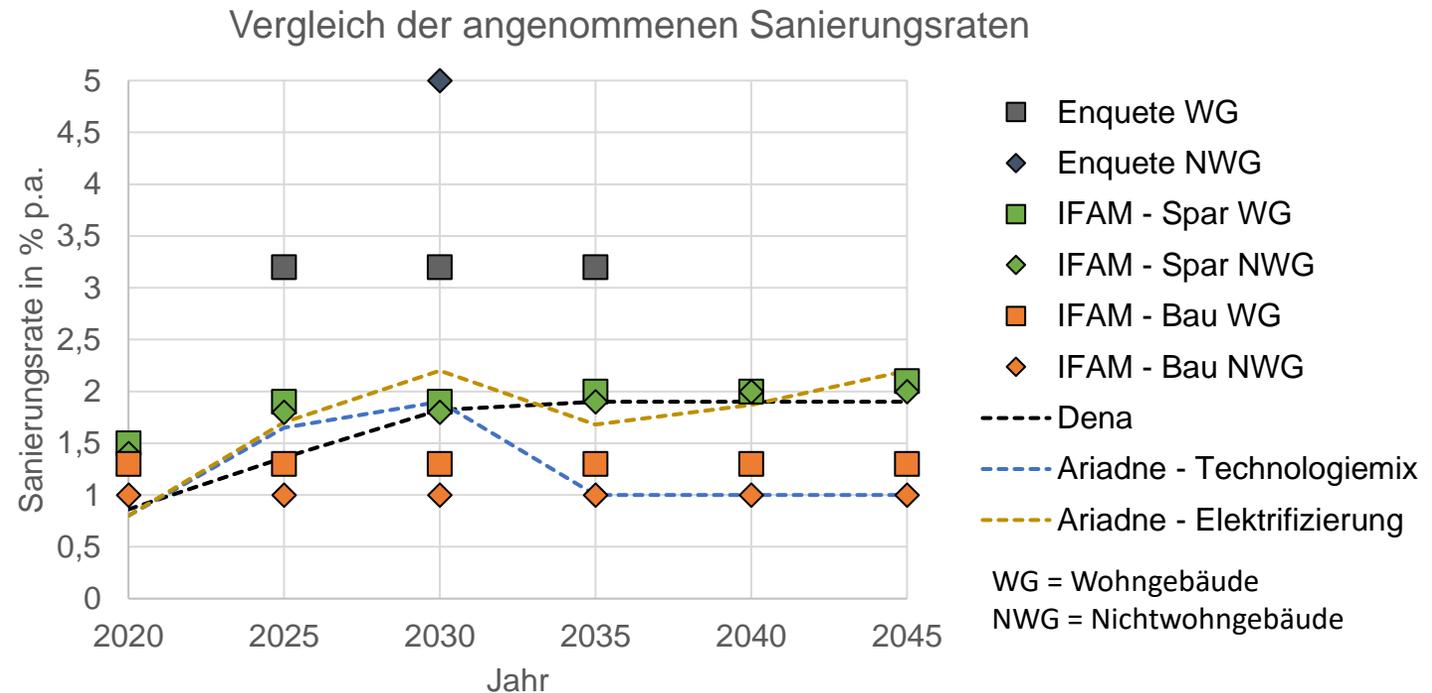
- IFAM-Studie: verwendet Sanierungsraten aus „BDI-Klimapfade“
- Enquete: Sanierungsraten von >3% sind deutlich ambitionierter als in anderen Studien
- Ariadne Studie hält Sanierungsrate von > 2,5 % für unrealistisch wegen Arbeitskraftmangel

### Sanierungstiefen:

- Enquete: „hoch“ ohne genauen Wert
- Ariadne: 50 %
- IFAM, BDI, Dena: Sanierungstiefe steigt auf ca. 50 %, wird aber in absoluten Werten (kWh/m<sup>2</sup>a) angegeben

Vorschlag für die Wärmebedarfsentwicklung im Gutachten „Gebiete für Fern- und Nahwärmeversorgung“:

Verwendung des SPAR-Szenario von IFAM. Die Annahmen sind ambitioniert (ca. Verdoppelung der energetischen Sanierung im Vergleich zu heute), liegen aber dennoch im ähnlichen Bereich wie die Annahmen in diversen deutschlandweiten Studien.



Nahwärme Bestand

Geplanter Fernwärmeausbau  
„Verdichtungspakete“

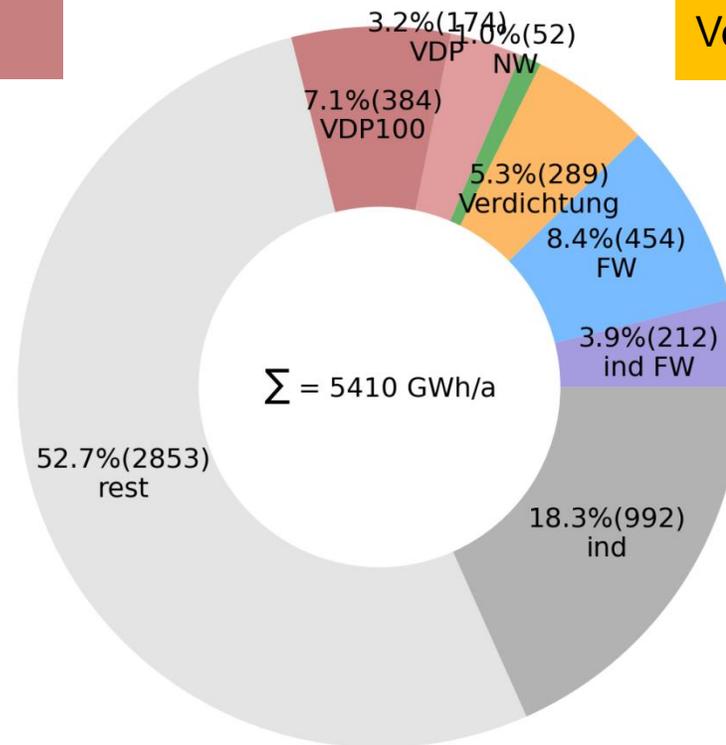
Verdichtungspotenzial im  
Versorgungsgebiet

Bestand Fernwärme

Industrie (Energieträger Fernwärme)

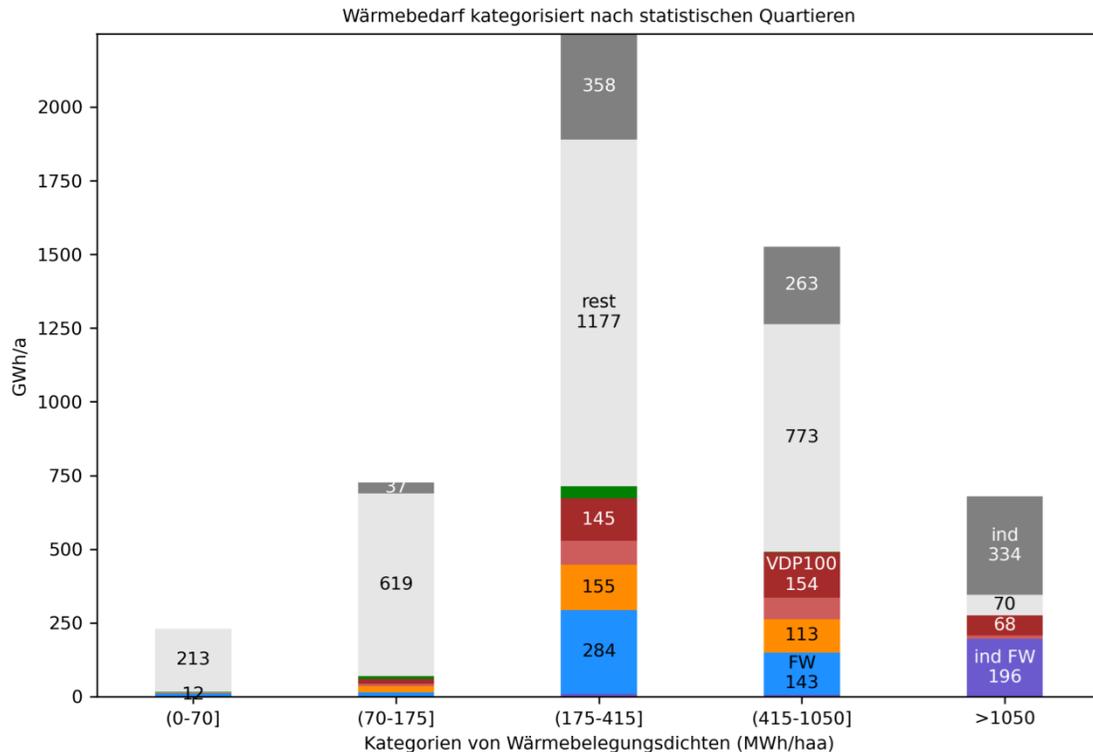
Industrie (Energieträger Gas)

Wärmebedarf der Gebäude ohne  
Industrie außerhalb der geplanten  
Wärmenetzgebiete

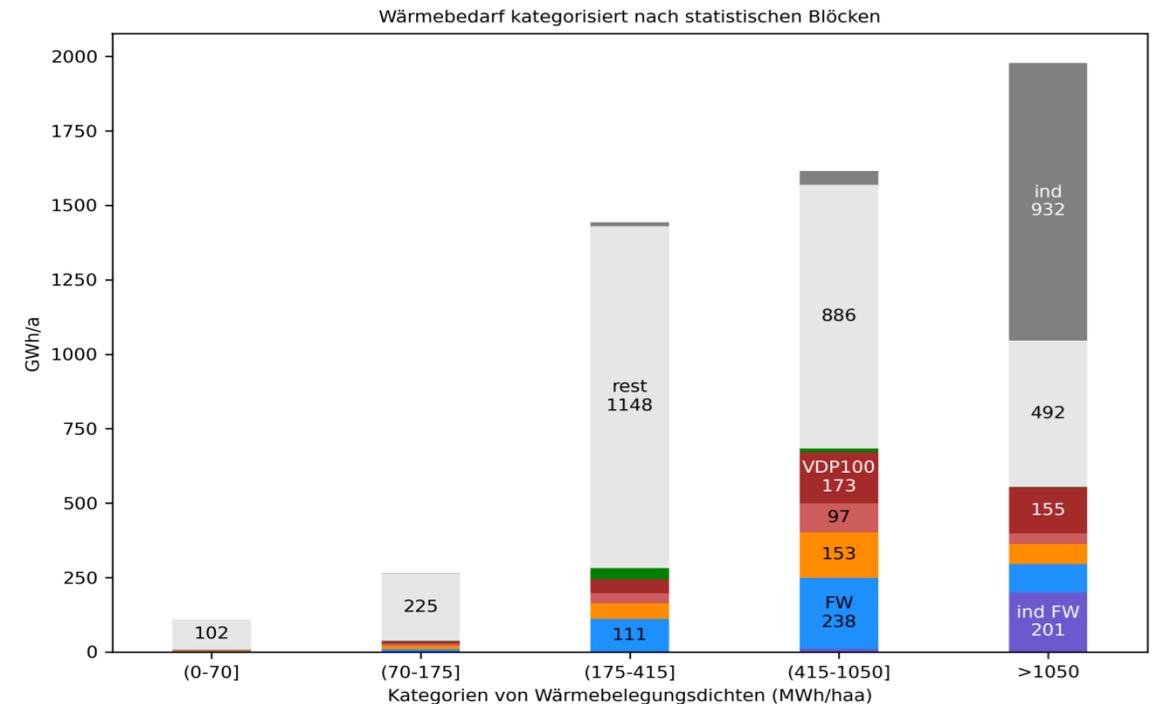


Bestehende und bereits geplante Gebiete für Fern- und Nahwärme decken 29% des Wärmebedarfs der Stadt ab  
 - ca. 13% Bestand inkl. Fernwärme für Industrie + 5% Verdichtungspotenzial in den bestehenden FW-Gebieten  
 - swb „Verdichtungspakete“: 7% Potenzial in Gebäuden mit >100 MWh/a und 3% in den restlichen Gebäuden

## Ebene: statistische Quartiere



## Ebene: statistische Blöcke



Verschiebung der Verteilung bei kleinräumigerer Betrachtung (rechts im Vergleich zu links)

Dunkelgraue Säulen: Wärmebedarf der Industrie (gedeckt durch Erdgas), insb. in den stat. Blöcken mit sehr hoher Wärmedichte

Hellgraue Säulen: Wärmebedarf der Gebiete, wo bisher keine Fern- oder Nahwärme geplant ist

Bunte Anteile: bestehende oder geplante Fern- und Nahwärmegebiete (Legende auf der nächsten Folie)