



# NEW'

## Kommunale Wärmeplanung der Gemeinde Schwalmtal

Zusammenfassung der Ergebnisse -  
Entwurfsstand 12. März 2025

Ausschuss für Umwelt, Klima & Nachhaltigkeit  
25. März 2025

# Inhaltsverzeichnis

<b>01</b>	<b>Ausgangslage</b>	Folien 3-5
<b>02</b>	<b>Ergebnisse Bestandsanalyse</b>	Folien 6-15
<b>03</b>	<b>Ergebnisse Potenzialanalyse</b>	Folien 16-22
<b>04</b>	<b>Ergebnisse Zielszenario</b>	Folien 23-27
<b>05</b>	<b>Umsetzungsstrategie, Fokusgebiete &amp; Nächste Schritte</b>	Folien 28-31
	Anhang – Bestandsanalyse	Folien 33-67
	Anhang – Potenzialanalyse	Folien 68-120
	Anhang – Zielszenario	Folien 121-170
	Anhang - Fokusgebiete	Folien 171-207





# 01

## Ausgangslage

NEW'

# Wärmewende stellt deutschlandweit eine Herausforderung dar

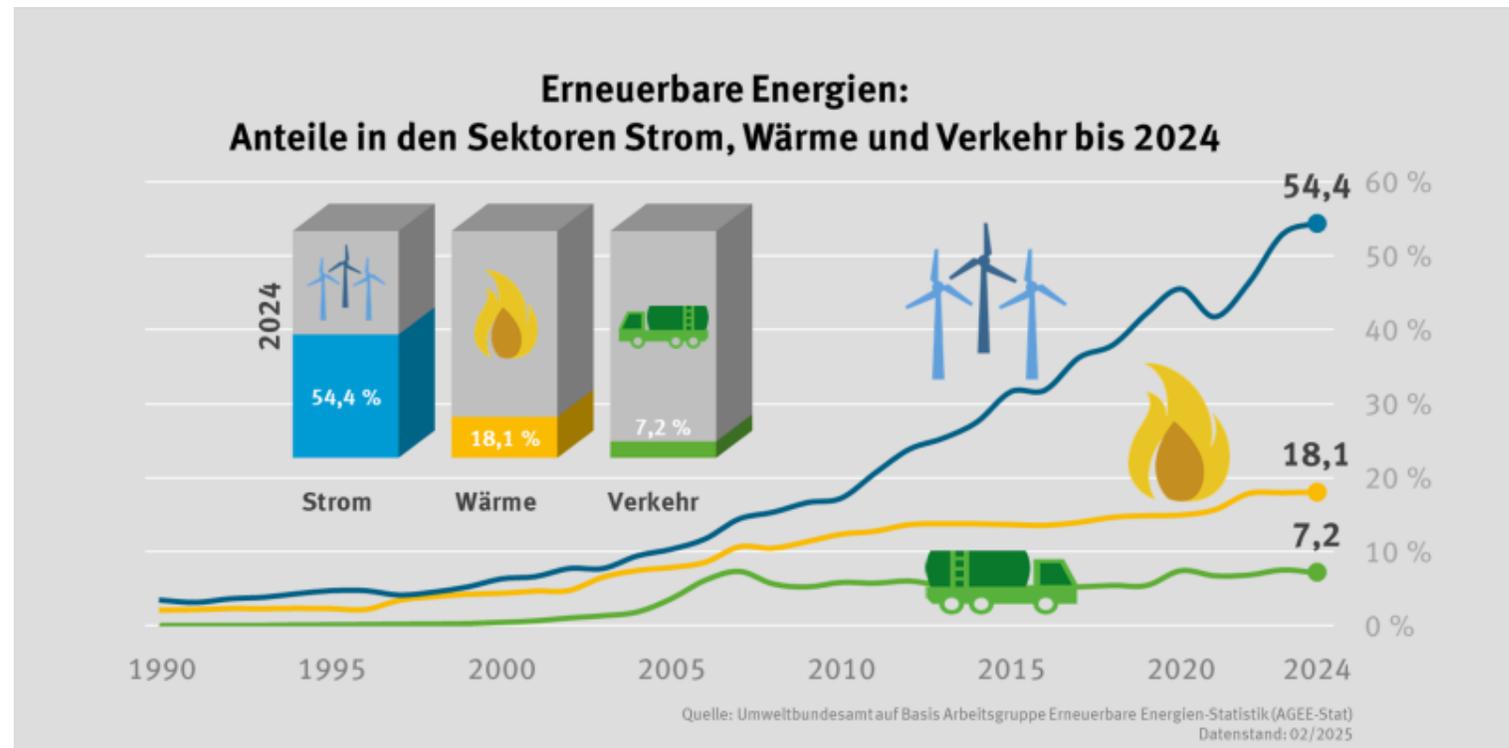
Die Transformation der Wärmeversorgung ist „Jahrhundertaufgabe“ wie auch „Schlüssel-  
element“ für ein klimaneutrales Deutschland im Jahr 2045

## STATUS QUO DEUTSCHLAND

- **50% des Energieverbrauchs** entfallen auf den Wärmesektor
- Wärmemarkt ist für **40% der CO<sub>2</sub>-Emissionen** verantwortlich

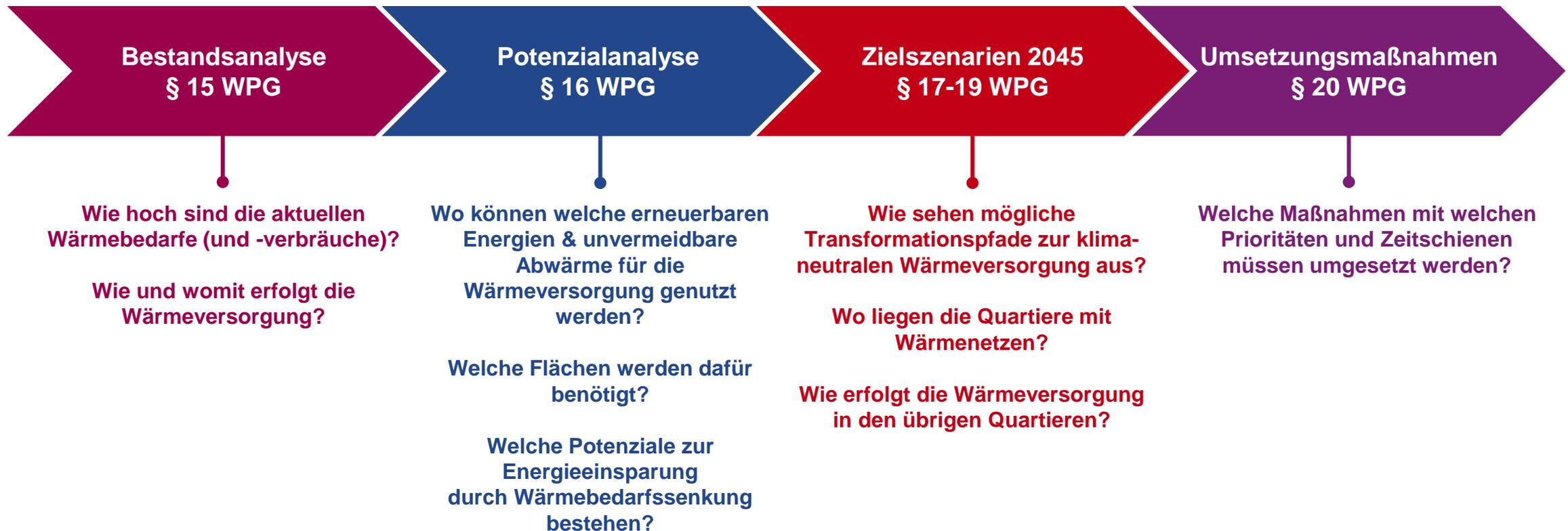
## ZIELE BUNDESREGIERUNG

- Erhöhung Anteil erneuerbarer Energien für Wärmebereitstellung bis 2030 auf **50 %**
- **Treibhausgasneutralität bis 2045** gemäß Klimaschutzgesetz



# KWP als strategisches Planungsinstrument für die Wärmewende

Die kommunale Wärmeplanung (KWP) soll anhand von vier Schritten einen möglichen Weg zur Dekarbonisierung der lokalen Wärmeversorgung bis zum Jahr 2045 aufzeigen





# 02

## Ergebnisse Bestandsanalyse

# §15 WPG: Bestandsanalyse – Methodik

Mit einer Vielzahl an Daten wurde ein digitaler Zwilling der Gebäude in Schwalmtal mit Informationen zur Gebäudenutzung und thermischen Eigenschaften als Basis der KWP erarbeitet

## Eingangsdaten

### Öffentliche Daten

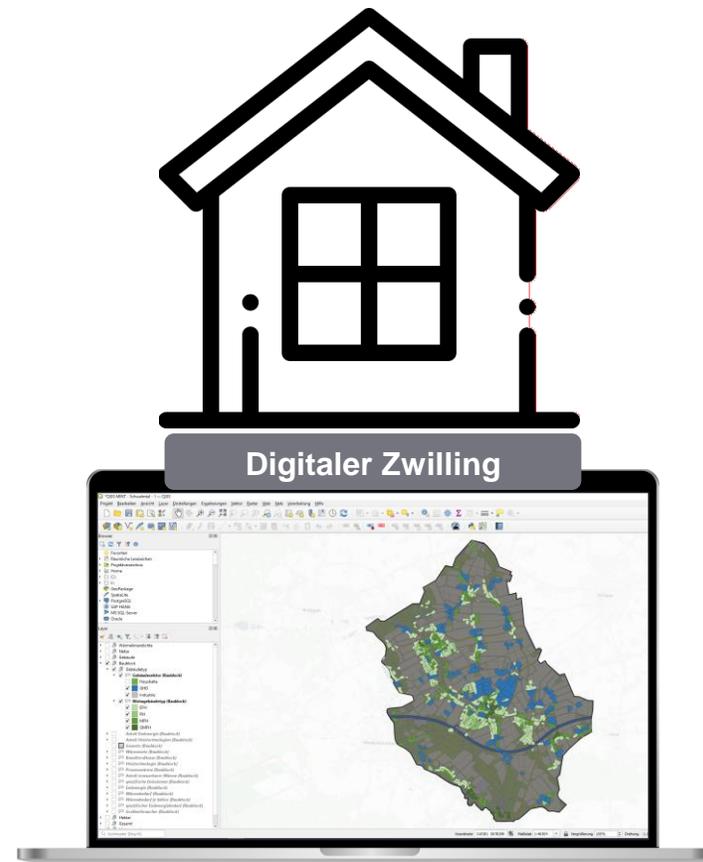
- 3D-Gebäude (LoD2)
- ALKIS, LANUV NRW
- OSM, Geoportal NRW

### Nicht-öffentliche Daten

- Wärmeverbräuche
- Lage Wärmeinfrastruktur
- Schornsteinfegerdaten

### Statistisch Annahmen

- Zensus (100m x 100m)
- TABULA (Sanierungsstand)



## Ergebnisse

### Gebäudeeigenschaften

- Fläche, Stockwerke, ...
- Sanierungsstand

### Gebäudenutzung

- Typ (Wohngeb., GHD, ...)
- Anzahl Haushalte
- Heizungsart

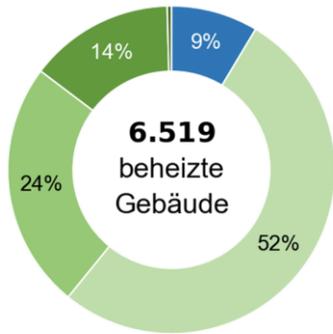
### Wärmebedarf

- Abgeleitet aus Verbräuchen  
oder
- Simulation des Wärmebedarfs

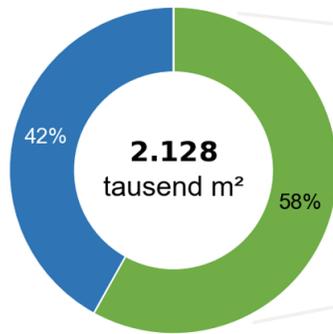
# Gebäudestruktur

Der Gesamtwärmebedarf von 177 GWh/a in Schwalmtal wird vor allem durch den Wohnsektor mit einem Anteil von 91% der beheizten Gebäude und 58% der beheizten Nutzflächen bestimmt

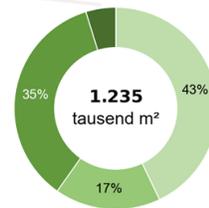
Anzahl der Gebäudetypen



Nutzfläche der Sektoren

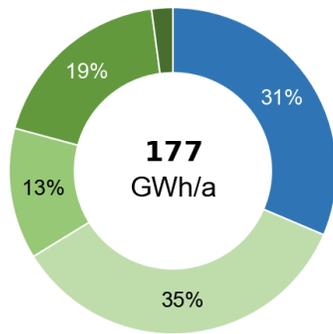


Nutzfläche der Wohngebäudetypen

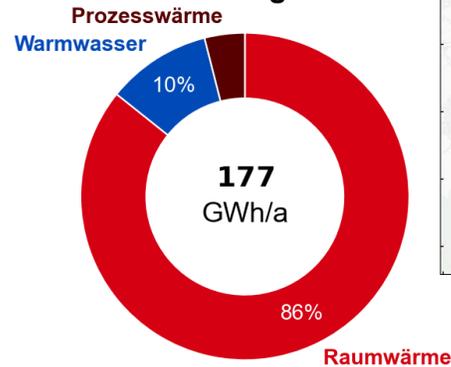


Wärmebedarf der Gebäudetypen

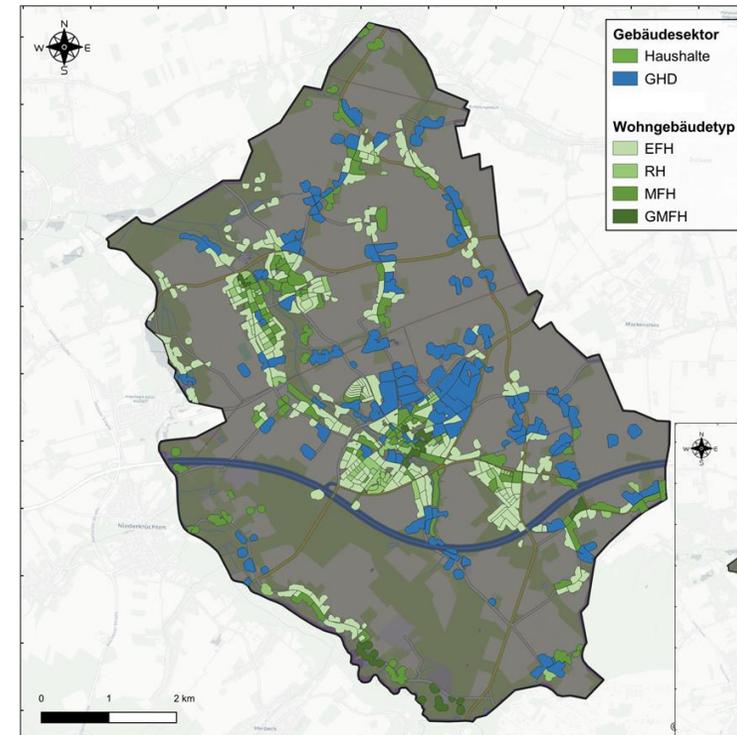
- Gewerbe/Handel/Dienstleistung
- Einfamilienhäuser
- Reihenhäuser
- Mehrfamilienhäuser
- Große Mehrfamilienhäuser



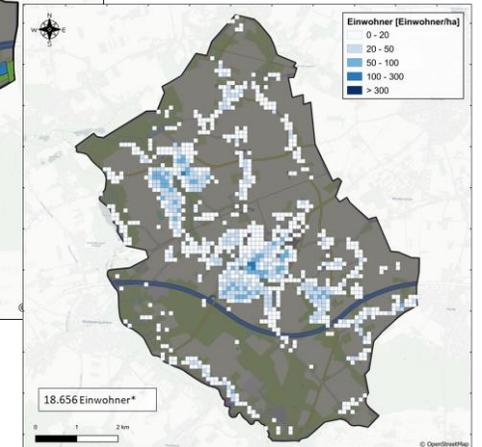
Nutzenergieart



Primärer Sektor nach Anteil Nutzfläche je Baublock

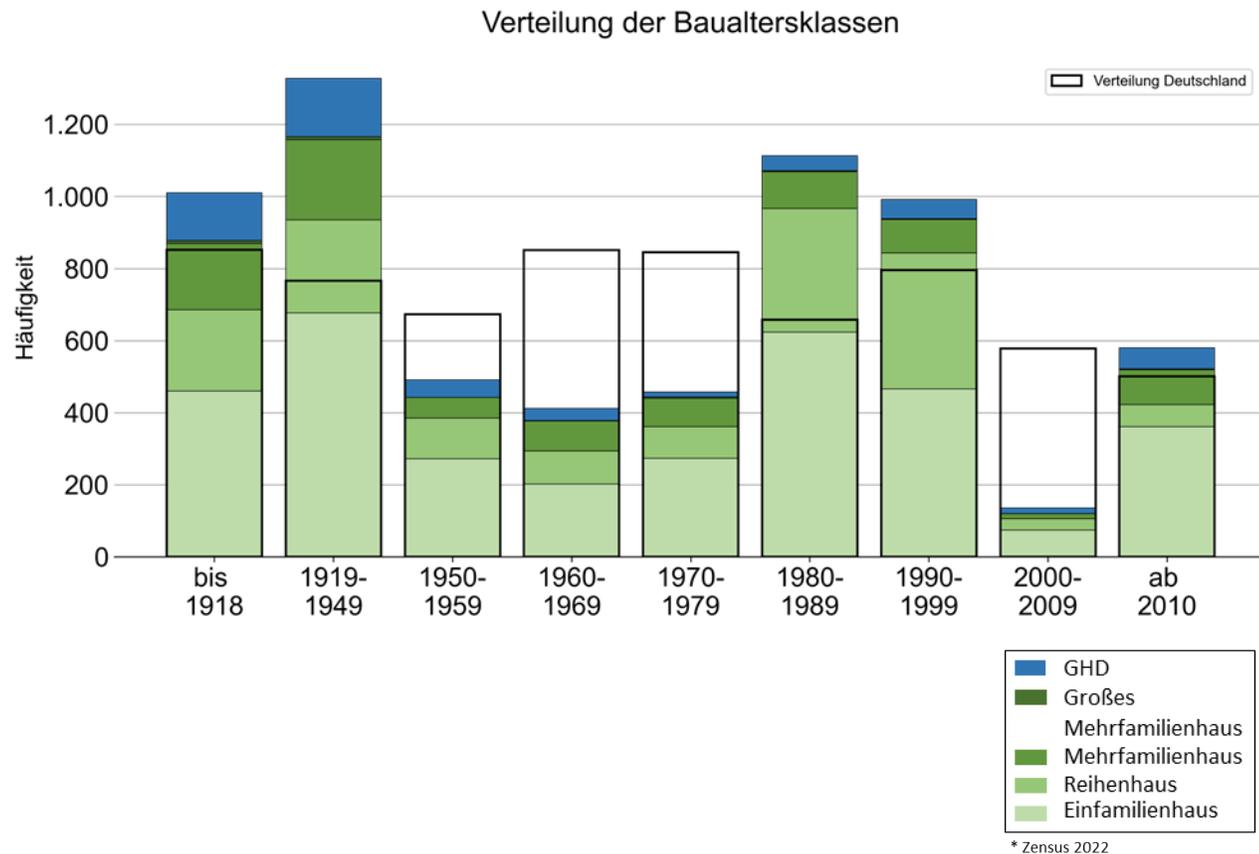


Einwohner je Hektar

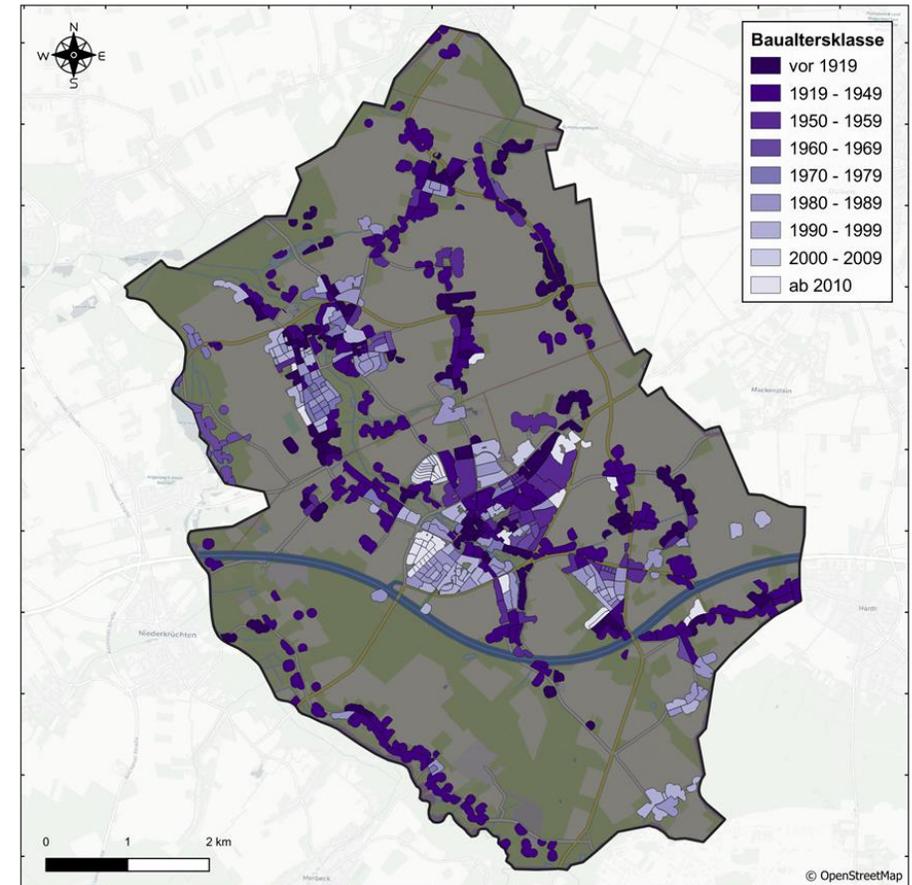


# Gebäudealtersstruktur

Das Durchschnittsbaualter der Gebäude liegt bei 1964 und im bundesweiten Vergleich wurden überdurchschnittlich viele Gebäude vor 1950 sowie in den 1980er- & 1990er-Jahren errichtet

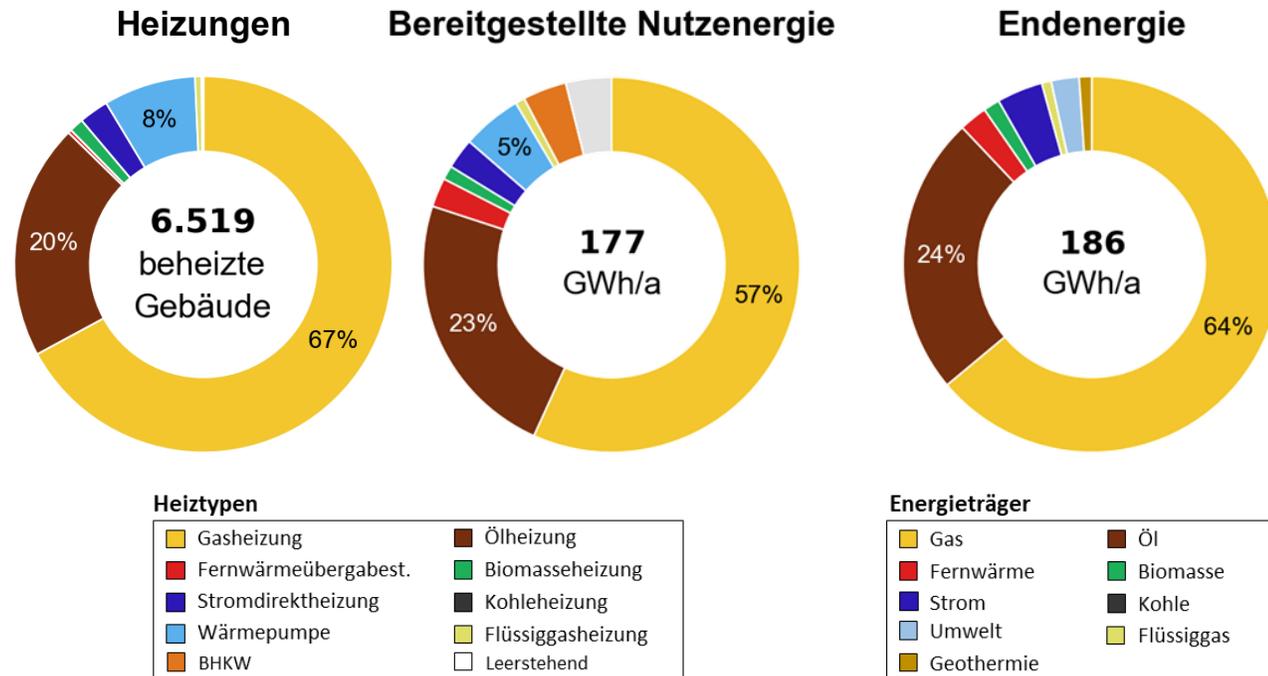


Häufigste Baualtersklasse je Baublock

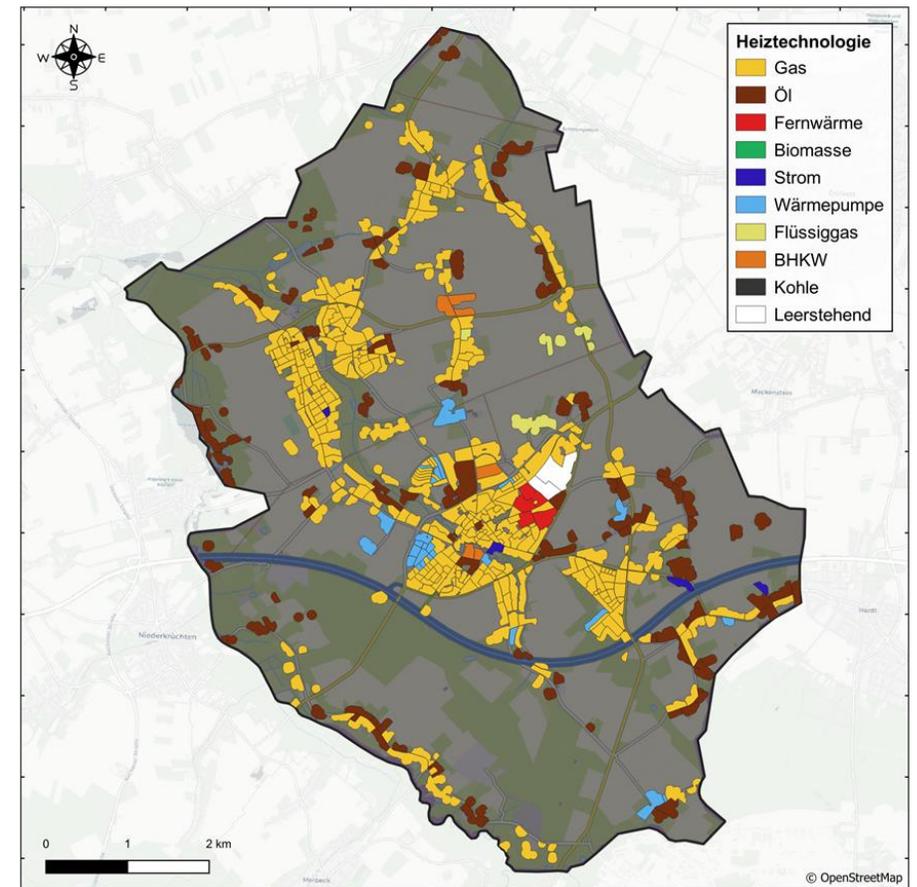


# Wärmeversorgungsstruktur – Heiztechnologie

Die fossilen Energieträger Gas & Öl dominieren aktuell die Wärmeversorgung in der Gemeinde Schwalmatal

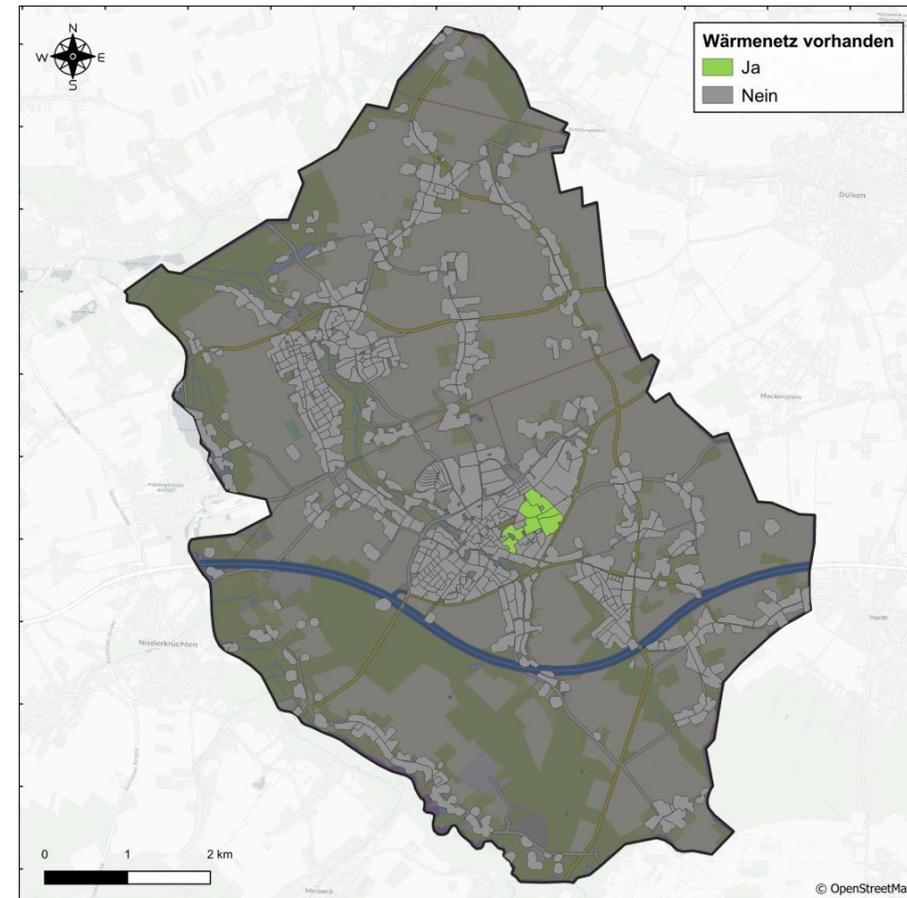
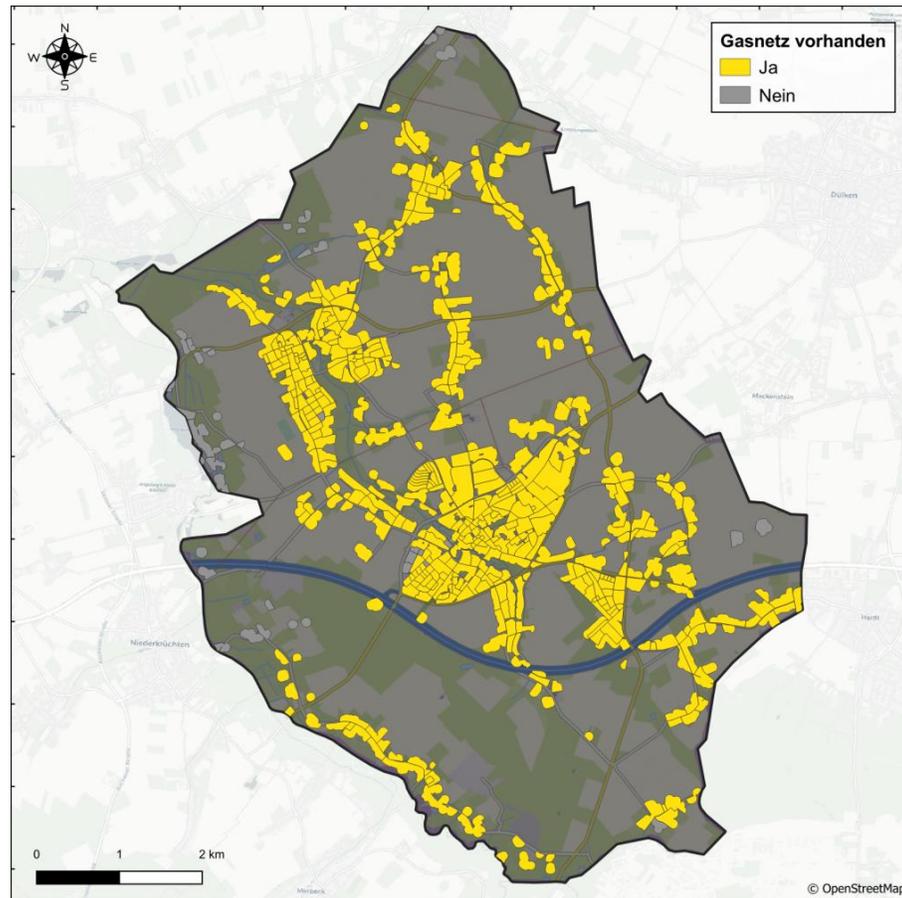


Heiztechnologie mit höchstem Anteil an Wärmeerzeugung je Baublock



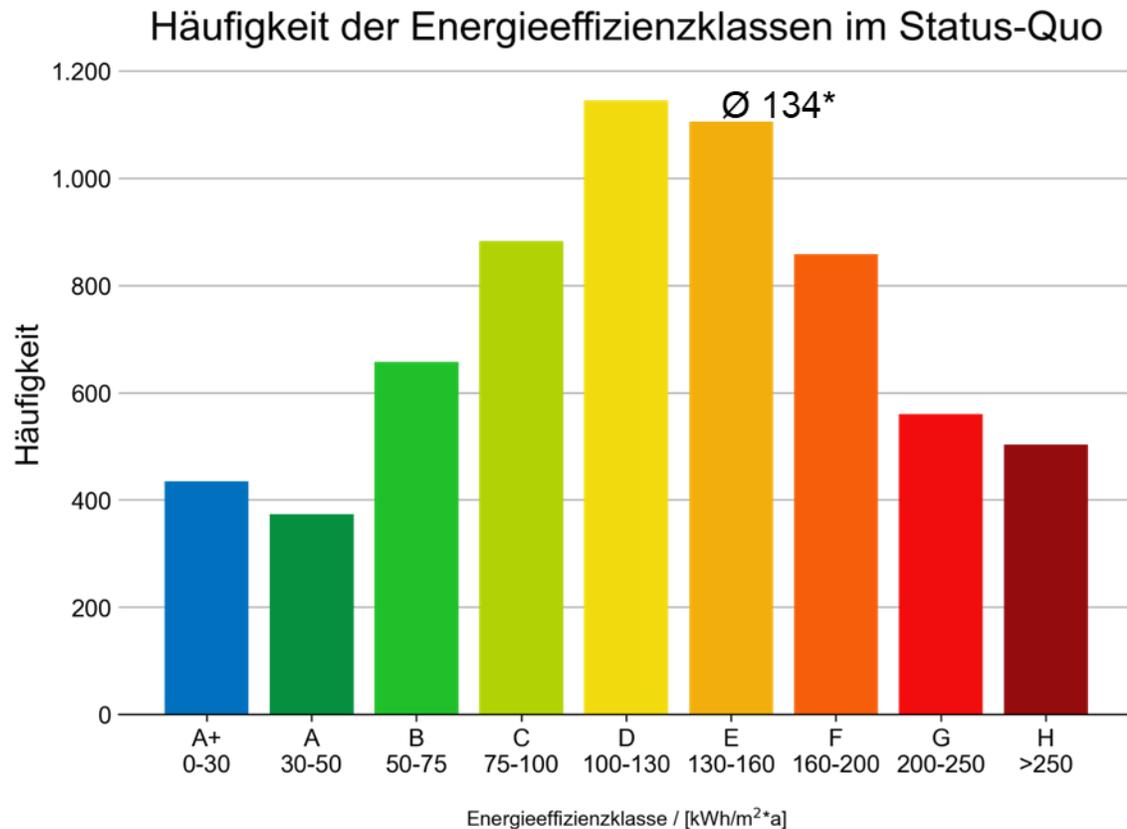
# Wärmeversorgungsstruktur – Infrastruktur

Schwalmtal verfügt über ein fast flächendeckendes Gasnetz mit einer Länge von 133 km und kleines Wärmenetz mit einer Länge von 3 km im Zentrum von Waldniel

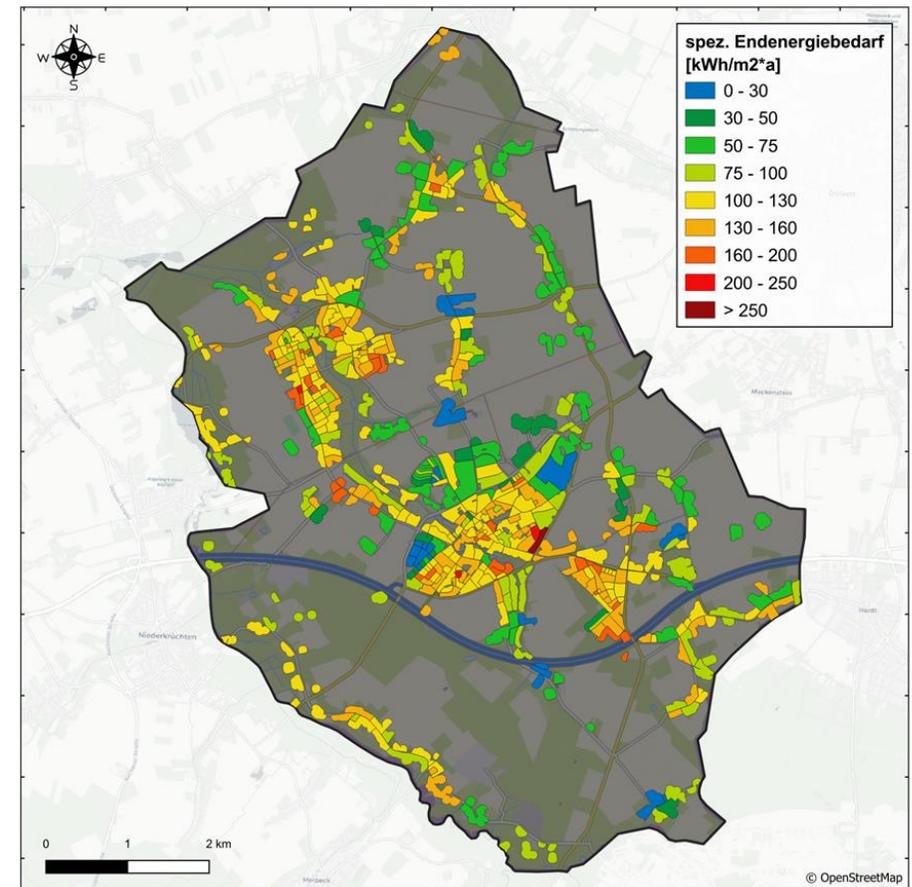


# Gebäudespezifischer Endenergieverbrauch

Der spezifische Endenergieverbrauch liegt bei  $\varnothing$  134 kWh/m<sup>2</sup>\*a und noch bei über zwei Drittel der Gebäude liegt dieser Wert oberhalb von 100 kWh/m<sup>2</sup>\*a bzw. der Energieeffizienzklasse D



Durchschnittliche Energieeffizienzklasse je Baublock

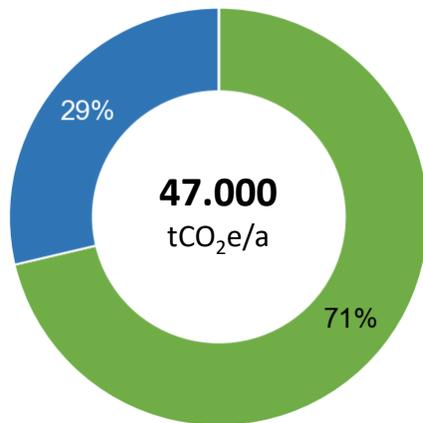


# Treibhausgasbilanz

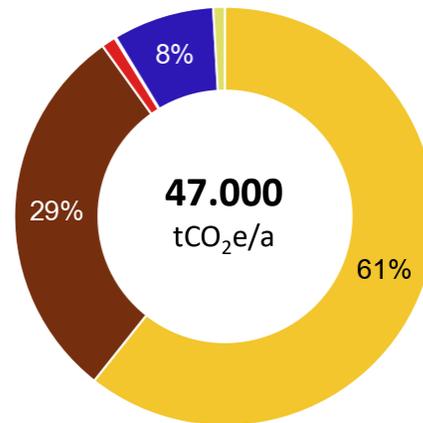
Die jährlichen Treibhausgasemissionen im Wärmesektor liegen derzeit bei insgesamt 47.000 t CO<sub>2</sub>-Äquivalenten bzw. 2,5 t CO<sub>2</sub>-Äquivalenten pro Einwohner in der Gemeinde Schwalmtal

## CO<sub>2</sub>-Emissionen in Schwalmtal für die Wärmeversorgung

Emissionen je Sektor

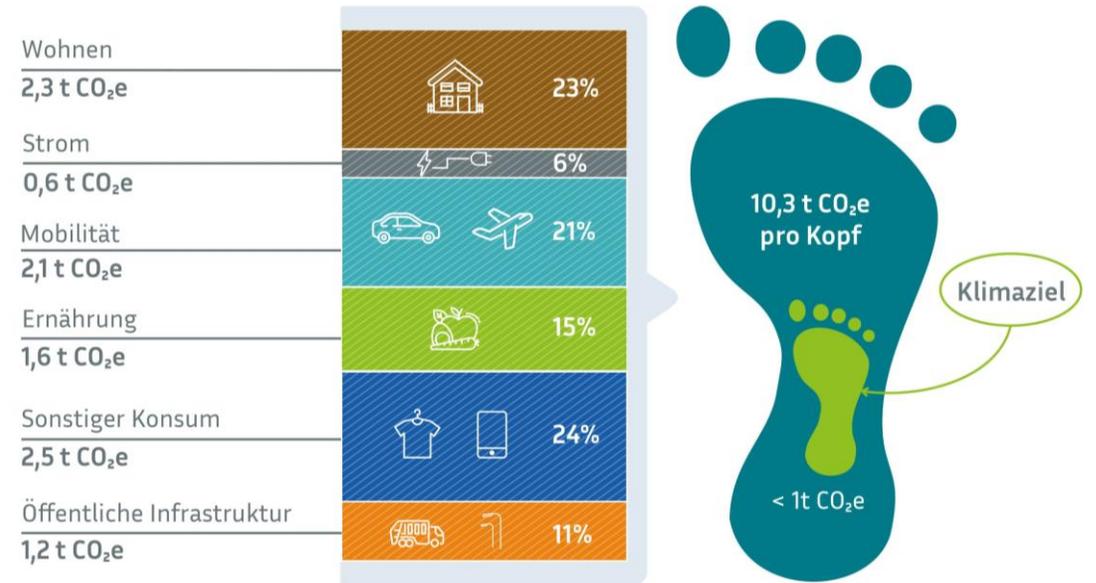


Emissionen



Ø 2,5 tCO<sub>2</sub>e/a pro Kopf in Schwalmtal

## Exkurs: Ø Gesamt-CO<sub>2</sub>-Fußabdruck pro Kopf in Deutschland



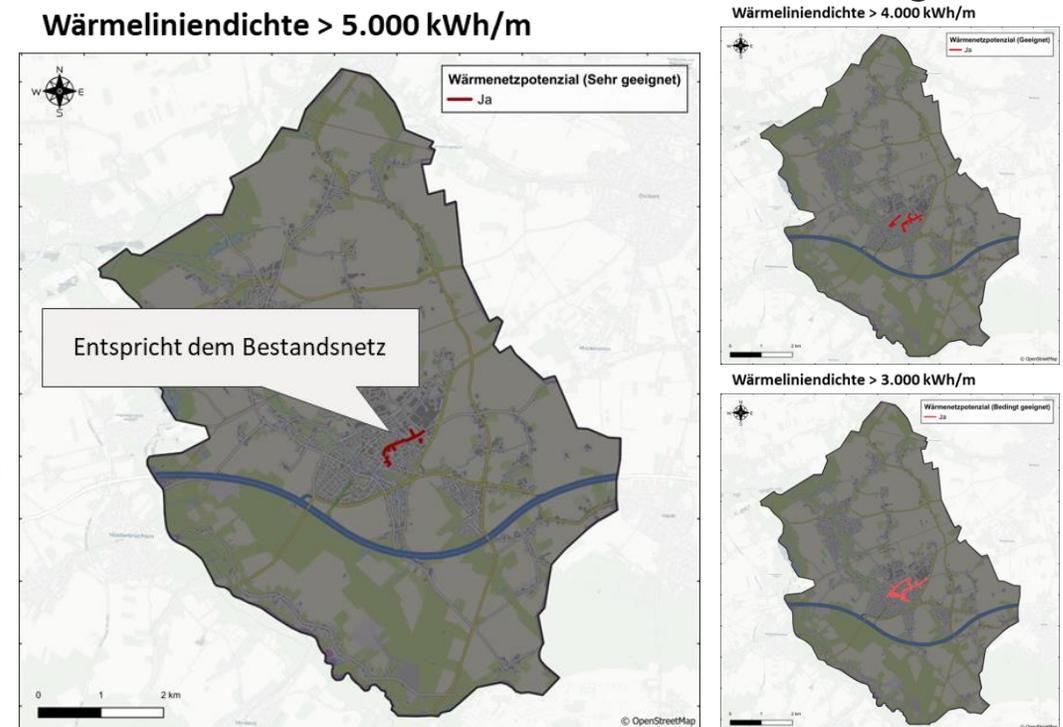
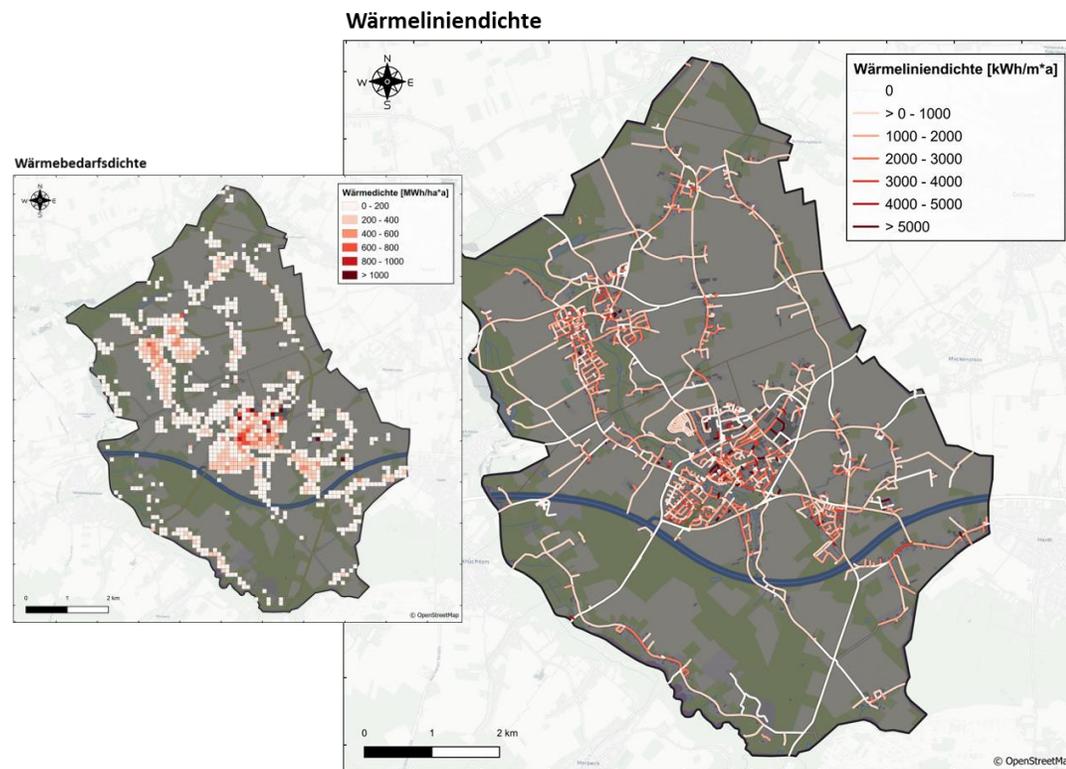
CO<sub>2</sub>e: Die Effekte von unterschiedlichen Treibhausgasen (z.B. Methan) werden zu CO<sub>2</sub>-Äquivalenten umgerechnet und in die Berechnung einbezogen.

Quelle: Umweltbundesamt CO<sub>2</sub>-Rechner (Stand 2024)  
 © Kompetenzzentrum Nachhaltiger Konsum

Dieses Werk ist unter einer Creative Commons Lizenz vom Typ Namensnennung - Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International zugänglich

# Wärmedichten

Die Analyse zu Wärmebedarfs- und Wärmelinien-dichten zeigt nur punktuell hohe Wärmedichten auf, die gebündelt vor allem zentral in Waldniel im Bereich des Bestandswärmenetzes liegen



- Wärmebedarfs- und Wärmelinien-dichten dienen als Indikator für die Wirtschaftlichkeit von Aufbau und Verdichtung von Wärmenetzen.
- Bei der vorliegenden Analyse anhand von Ist-Wärmedichten ist zu berücksichtigen, dass die Wärmebedarfsdichten zukünftig aufgrund von Gebäudesanierungen noch sinken werden.

# Fazit & Abteilungen für Potenzialanalyse und Zielszenario

## DEKARBONISIERUNG VON WOHN- & GHD-SEKTOR ENTSCHEIDEND FÜR DIE WÄRMEWENDE VOR ORT

- 91% der insgesamt 6.500 beheizten Gebäude sind dem **Wohnsektor** zuzuordnen. Diese rd. 5.900 Gebäuden mit einem hohen Anteil an Einfamilien- (52%) und Reihenhäusern (24%) verursachen rd. 70% des Gesamtwärmebedarfs von 177 GWh/a sowie der Gesamtemissionen von rd. 47.000 t CO<sub>2</sub>-Äquivalenten.
- Dem **GHD-Sektor**, der rd. 40% der beheizten Nutzfläche umfasst, sind die restlichen Wärmebedarfe und Emissionen zuzuordnen.
- Der **Industriesektor** spielt keine wesentliche Rolle, was sich auch darin zeigt, dass rd. 96% der Wärmenutzung auf Raum- und Warmwasserwärme entfallen. Somit dürften sich auch kaum Bedarfe an grünen Wasserstoff für industrielle Prozesswärme ergeben.

## GERINGES POTENZIAL FÜR DEN AUSBAU VON WÄRMENETZEN

- Aufgrund der tendenziell geringen Wärmedichte in Wohngebieten mit Einfamilien- und Reihenhäusern sind großflächige **Wärmenetze** meistens **wirtschaftlich schwer umsetzbar**, da Investitionskosten pro Gebäude hoch und Verteilverluste relativ groß sein können.
- **In der Gemeinde Schwalmtal sind nur punktuell sehr hohe Wärmedichten festzustellen**, was darauf hindeutet, dass ein ansatzweise flächendeckendes Wärmenetz kaum wirtschaftlich realisierbar sein dürfte. In Gebieten mit hohen Wärmedichten (insbesondere im Ortskern von Waldniel im Bereich des Schulzentrums) liegt zudem bereits ein Bestandswärmenetz vor.

## HOHE WAHRSCHEINLICHKEIT FÜR DEZENTRALE VERSORGUNGSLÖSUNGEN & HOHES SANIERUNGSPOTENZIAL

- Da sich **lediglich ein geringes bzw. kein wirtschaftlich erschließbares Potenzial zur zentralen Wärmeversorgung** über (weitere) Wärmenetze oder Wasserstoffnetze abzeichnet, werden dezentrale Wärmeversorgungslösungen voraussichtlich eine wesentliche Rolle für die Wärmewende in der Gemeinde Schwalmtal spielen.
- Die Analyse der gebäudespezifischen Endenergieverbräuche deutet auf ein **hohes Potenzial zur Reduzierung des Wärmebedarfs bzw. Verbesserung der Energieeffizienz** vor allem durch energetische Sanierung älterer Gebäude hin.



# 03

## Ergebnisse Potenzialanalyse

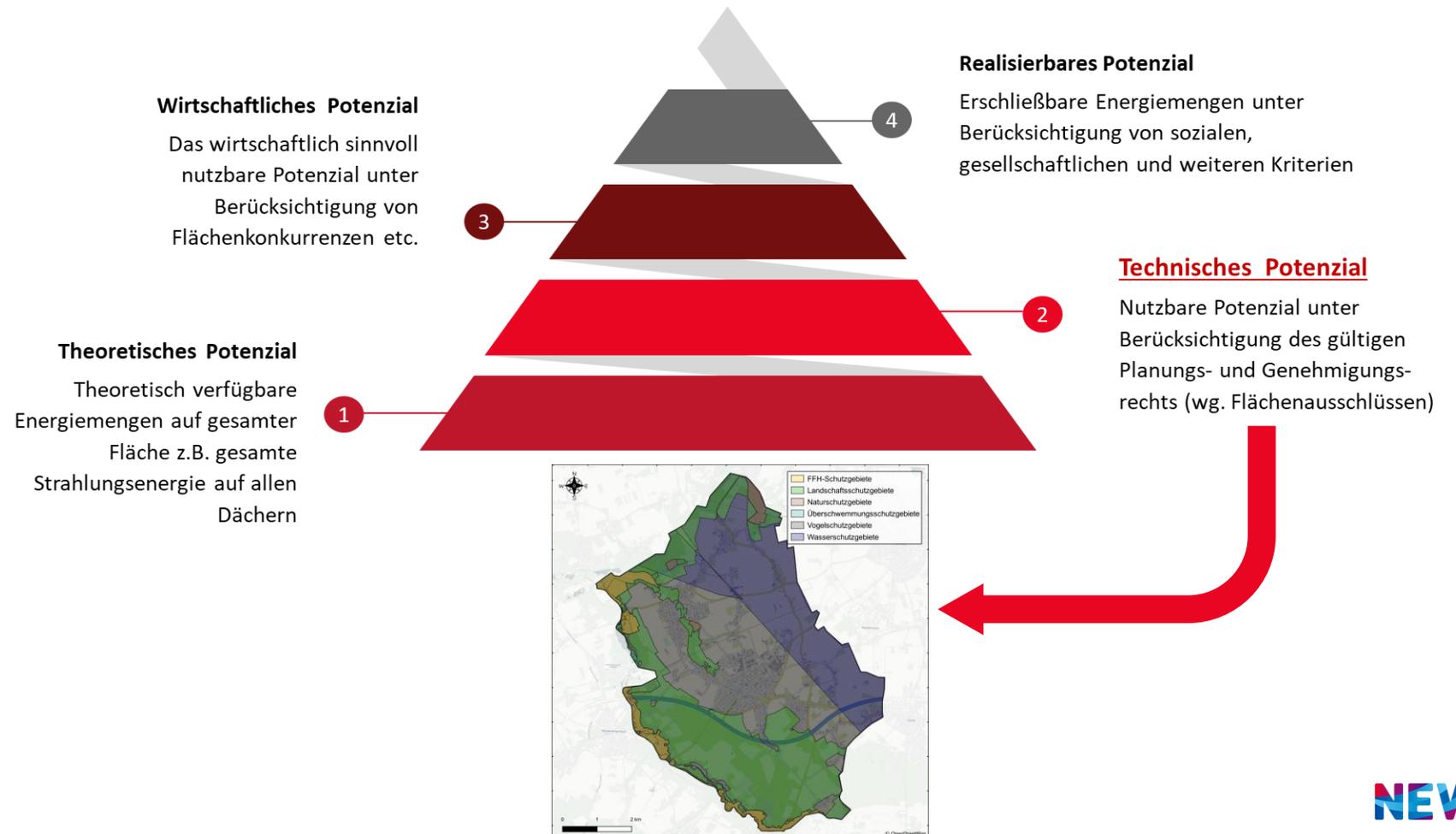
# §16 WPG: Potenzialanalyse – Methodik

Die Potenzialanalyse zielt darauf ab, das technische Potenzial für die Integration erneuerbarer Energien in die Wärmeversorgung sowie für die Reduktion des Wärmebedarfes zu ermitteln

**Potenzialanalyse (§ 16)**

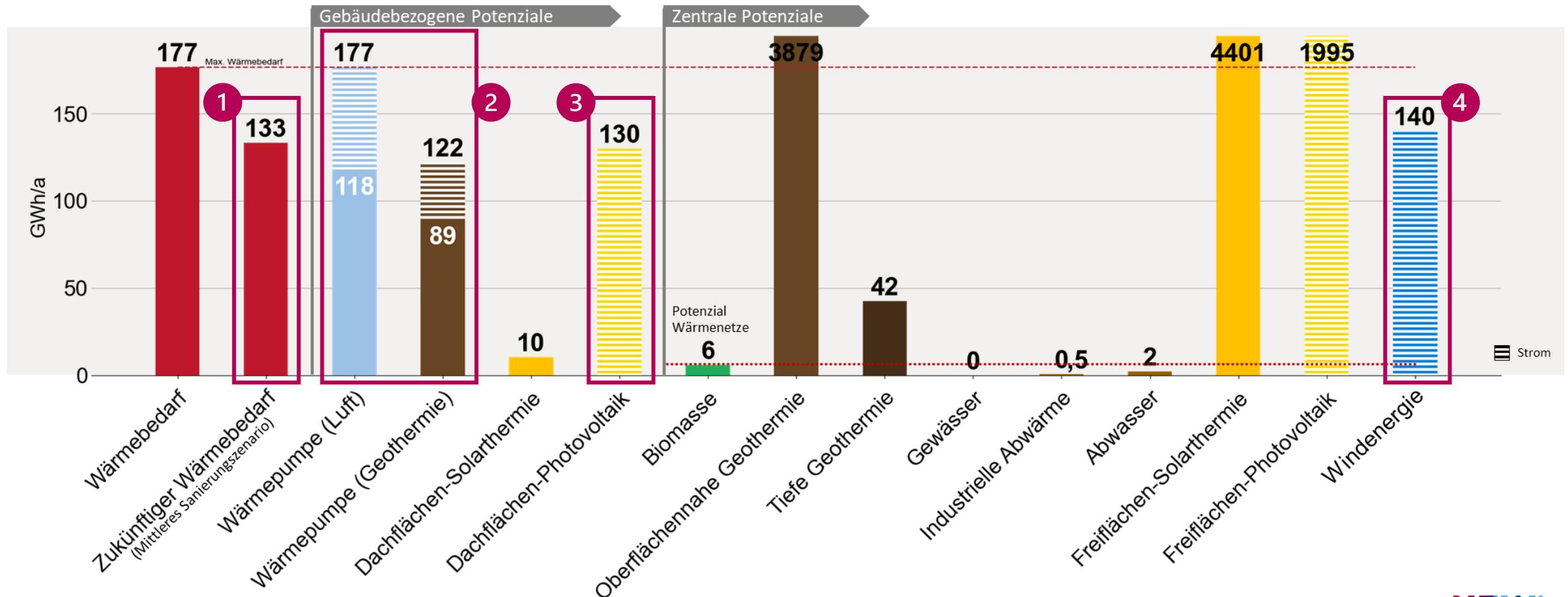


- Gebäudescharfe Ermittlung der Technologieoptionen und Sanierungsmaßnahmen
- Georeferenzierte Identifikation grüner Wärmepotenziale



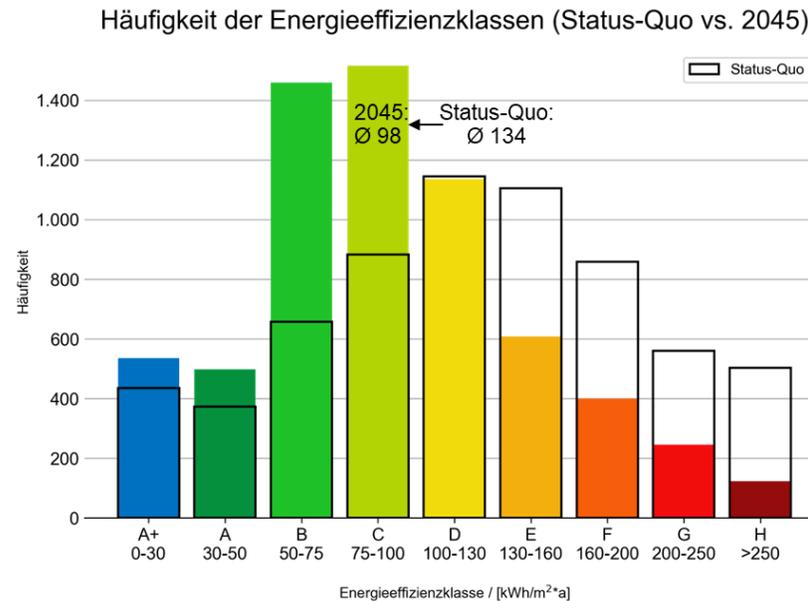
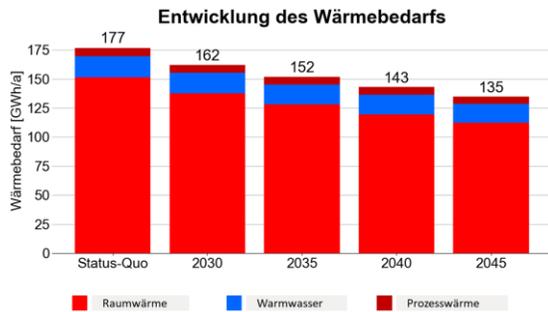
# Ergebnisüberblick Potenzialanalyse

Nachfolgend wird vor allem auf Einsparungspotenziale durch Sanierung sowie Integration von Umweltwärme, Sonnen- und Windenergie in die strombasierte Wärmeversorgung fokussiert

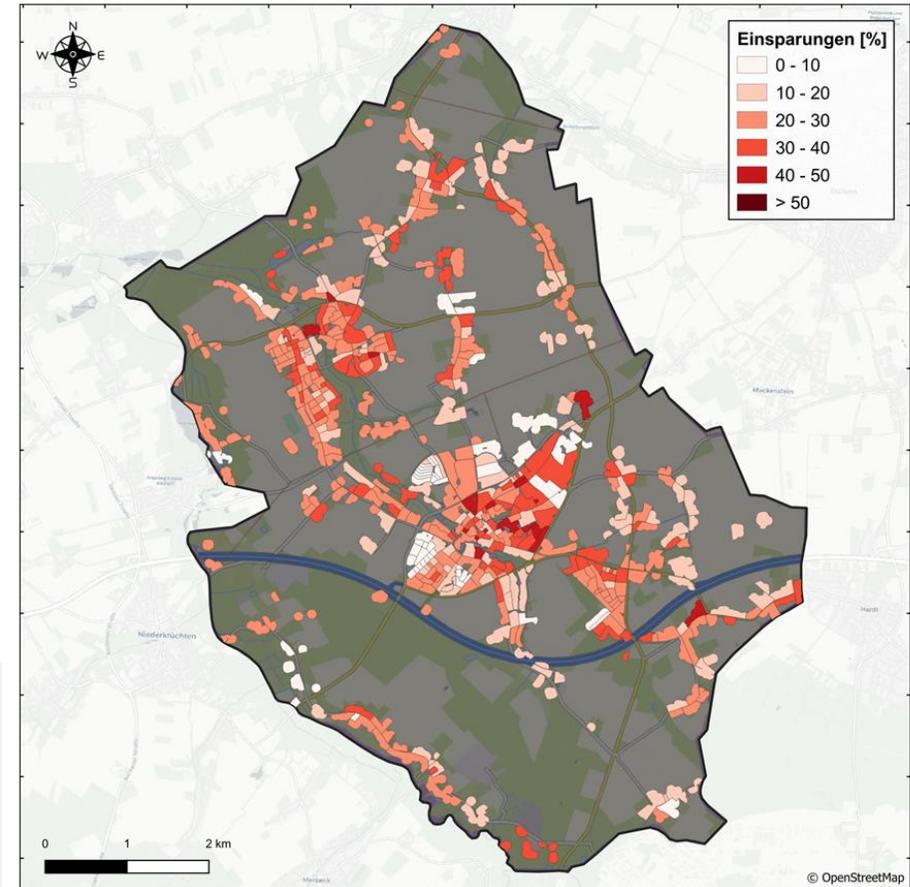


# 1 Einsparungspotenzial durch Sanierung

Mit einer Sanierungsrate von 1,5%/a und Effizienzgewinnen bei Warmwasser & Prozesswärme könnte der Wärmebedarf bis zum Jahr 2045 um rd. 25% auf 135 GWh/a sinken



Einsparungspotenzial je Baublock

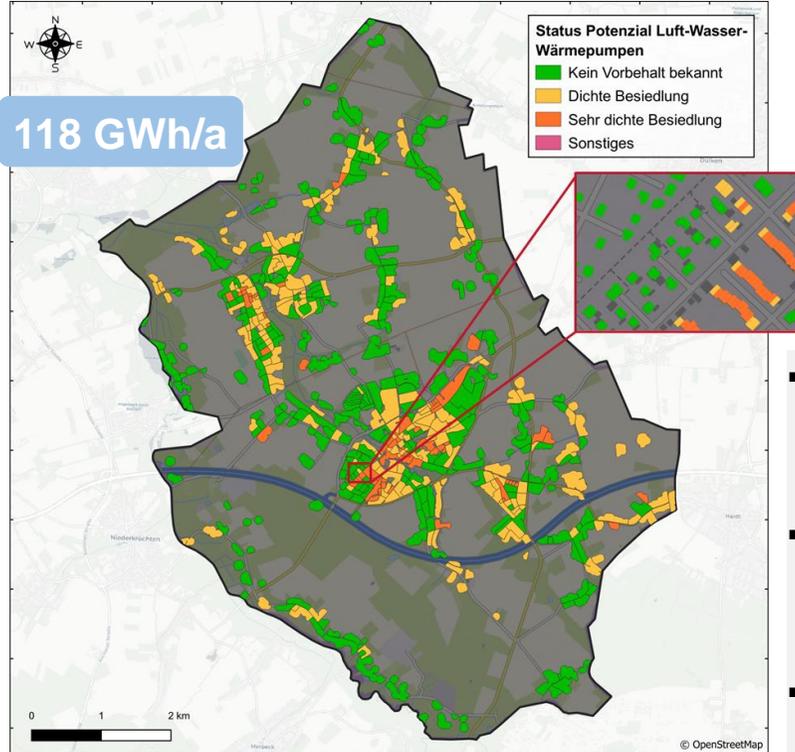


- Der dargestellte Endenergiebedarf berücksichtigt nur **Sanierungs- und Effizienzeffekte**. Es ist zudem mit deutlichen **Einsparungen durch effizientere Heiztechnologien** wie Wärmepumpen zu rechnen.
- Während das durchschnittliche Einsparpotenzial 25 % beträgt, können in **einzelnen Baublöcken Einsparungen von >40 %** erzielt werden.

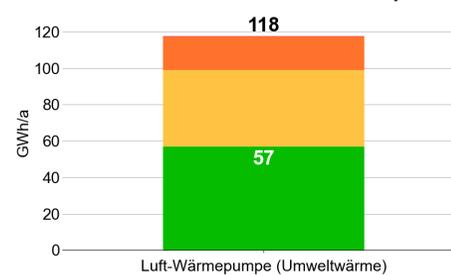
## 2 Gebäudebezogene Potenziale – Umweltwärme

Luft-Wasser- & Grundwasser-Wärmepumpen eignen sich in einer Vielzahl von Gebäuden zur Umstellung auf eine strombasierte Wärmeversorgung

Potenzial Luft-Wasser-Wärmepumpen

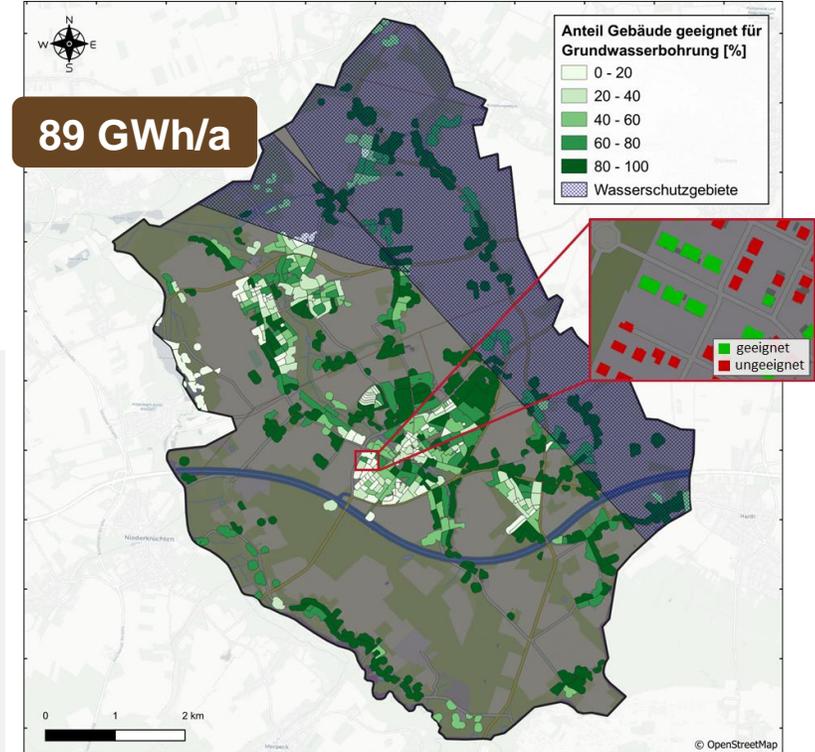


Potenzielle Umweltwärme in GWh pro Jahr



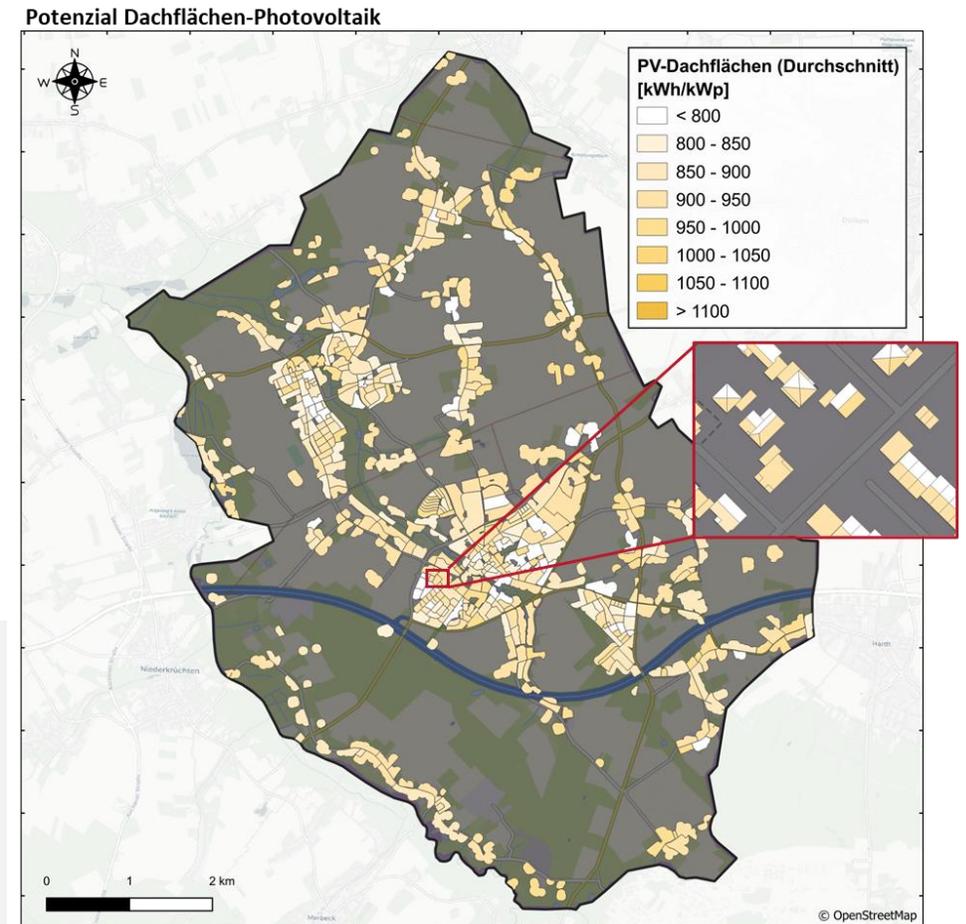
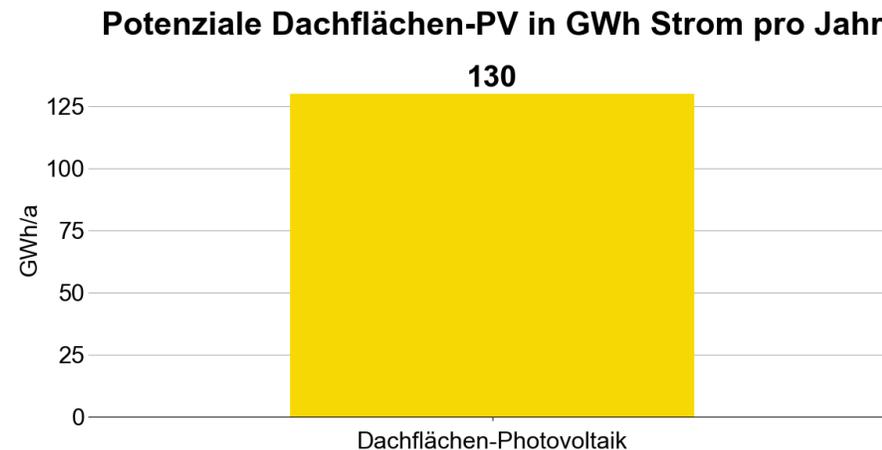
- In dicht besiedelten Gebieten können zusätzliche Lärmschutzmaßnahmen zur Einhaltung der Emissionsschutzrichtlinien notwendig sein.
- Prinzipiell eignet sich jedes Gebäude für den Einbau einer Wärmepumpe. Eine (Teil-) Sanierung des Gebäudes kann den Betrieb wirtschaftlicher machen.
- Grundwasserbrunnen in Wasserschutzgebieten sind i.d.R. genehmigungspflichtig.

Potenzial oberflächennahe Geothermie (Grundwasser-Wärmepumpe)



### 3 Gebäudebezogene Potenziale – Dachflächen-Photovoltaik

Dachflächen-Photovoltaik bietet das Potenzial Strom für die dezentrale Wärmeversorgung lokal für den Eigenverbrauch zu erzeugen

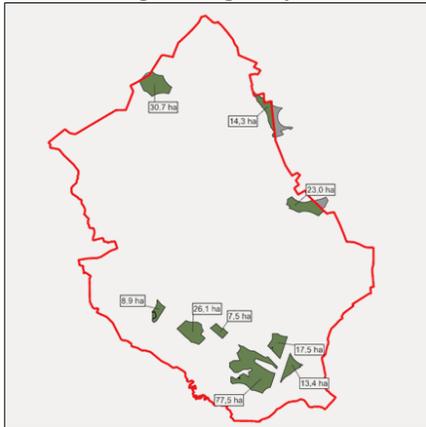


- Ausgewiesen ist das **Potenzial aus EE-Strom** unter **Berücksichtigung von Ausrichtung und Neigung jeder Dachfläche** in der Gemeinde Schwalmatal.
- Es wurde ein **pauschaler Reduktionsfaktor** je Dachfläche zur Berücksichtigung von Dachgauben etc. angenommen.
- Nach Süden gerichtete Dachflächen mit einer Neigung von 30-40° haben grundsätzlich das höchste Ertragspotenzial. Andere Ausrichtungen, wie z.B. ein Ost/West-Dach, können allerdings auch interessant für die Eigenverbrauchsmaximierung sein.

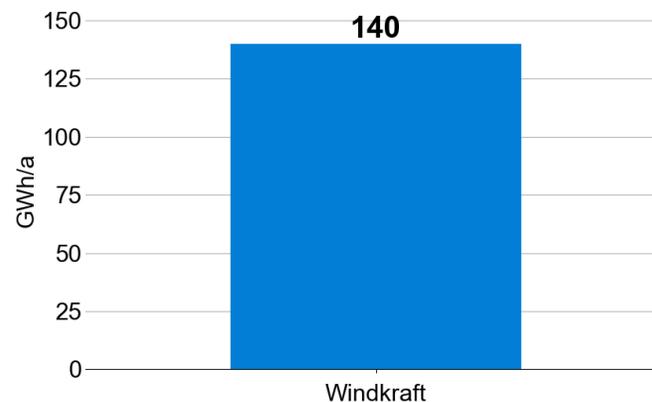
## 4 Zentrale Potenziale - Windenergie

Die lokal erzeugte Windenergie ist ein wichtiger Faktor für die Transformation hin zu einer strombasierten Wärmeversorgung

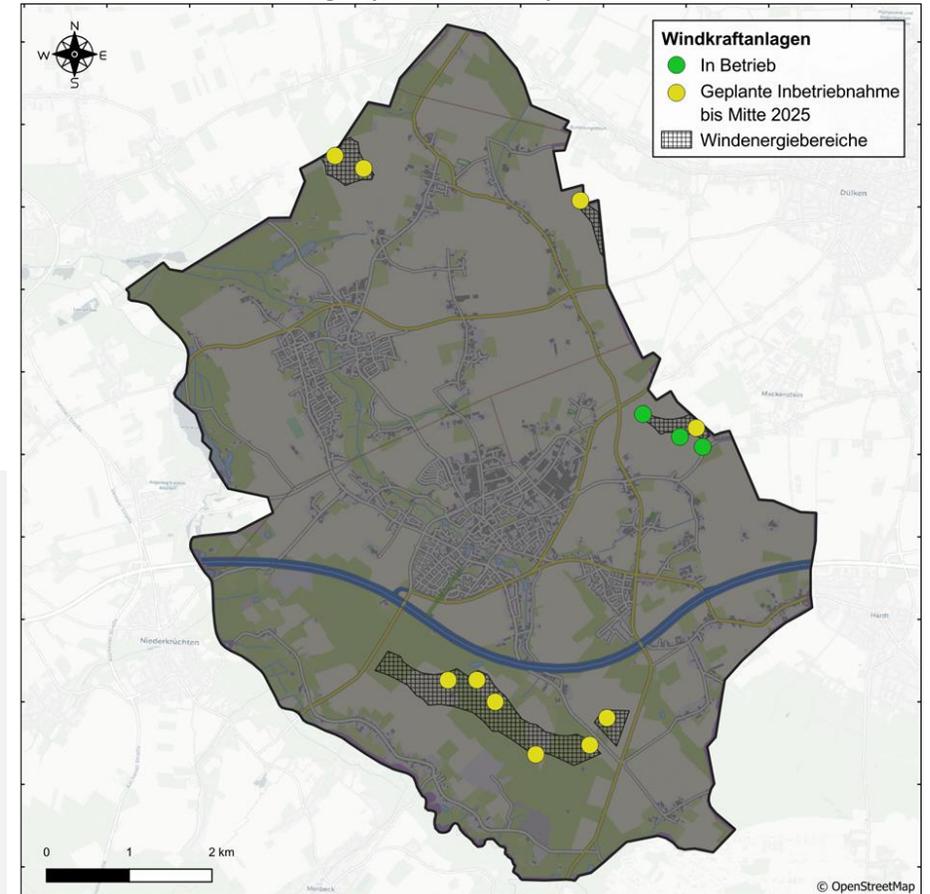
18. Änderung des Regionalplans



Potenzielle Windkraft in GWh Strom pro Jahr



Status-Quo der Windkraftanlagen (Stand Ende 2024)



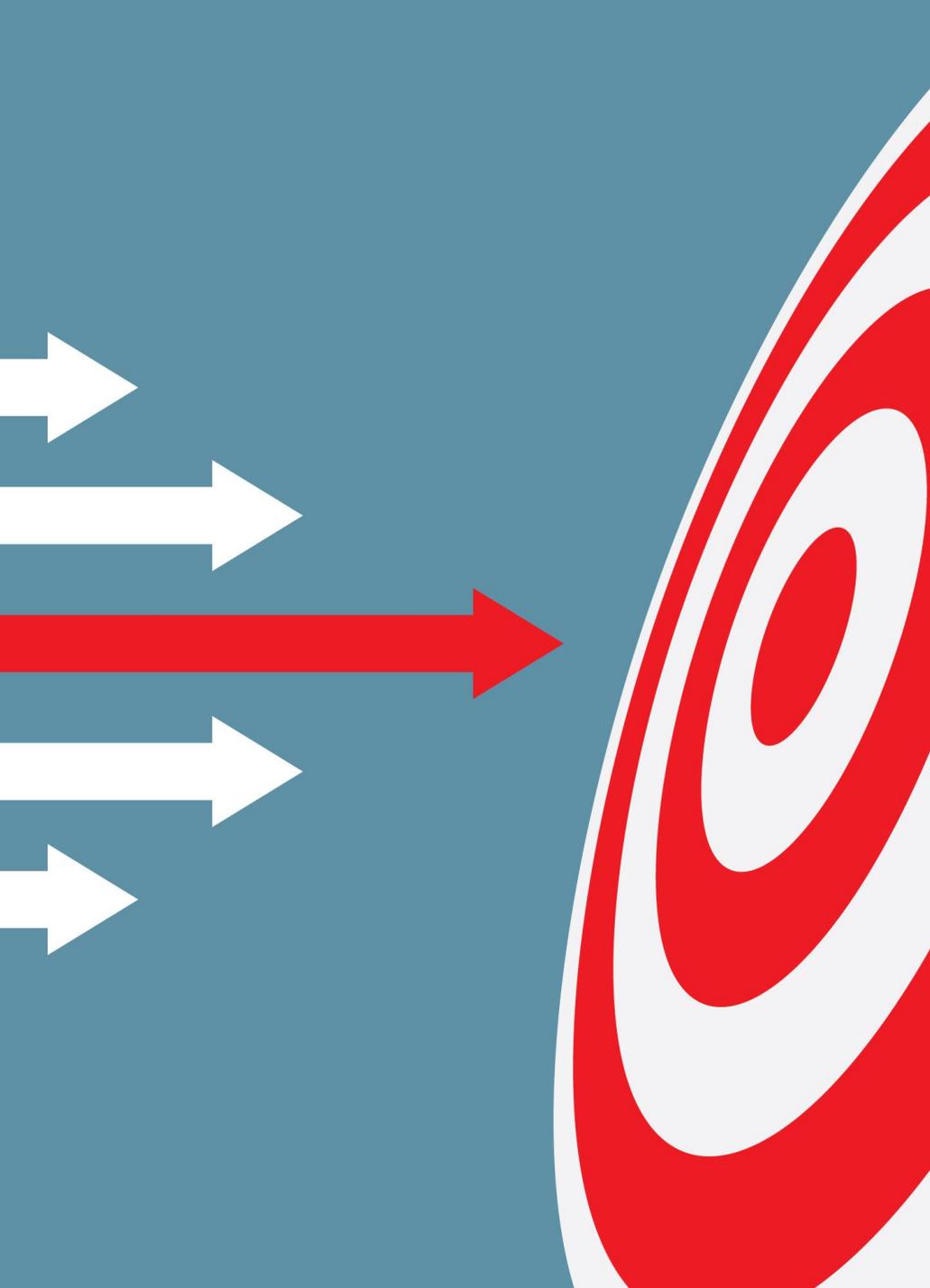
### Status-Quo

- Im Regionalplan<sup>1</sup> sind Windenergiebereiche für Schwalm-Tal verankert, in denen dem Bau von Windkraftanlagen Vorrang geboten werden muss.
- Derzeit befinden sich **13 Windenergieanlagen** in Schwalm-Tal bereits in Betrieb bzw. werden bis Mitte 2025 planmäßig in Betrieb gehen.<sup>2</sup>
- Die **installierte Leistung** beträgt dann **51,6 MW** mit einer **jährlichen Energieerzeugung** von rd. **90 GWh**.

### Potenzial unter aktuellen Rahmenbedingungen

- In der Kartendarstellung ist erkennbar, dass Potenzial für **5 weitere Windenergieanlagen** gegeben ist. Daher wird das **Gesamtpotenzial** auf rund **140 GWh/a** quantifiziert.

<sup>1</sup> Berücksichtigung des aktuell gültigen Regionalplans (Die 18. Änderung des Regionalplans Düsseldorf ist derzeit im Entwurf. Die dort ausgewiesenen Gebiete weichen in Teilen von den hier dargestellten ab  
<sup>2</sup> <https://www.marktstammdatenregister.de>

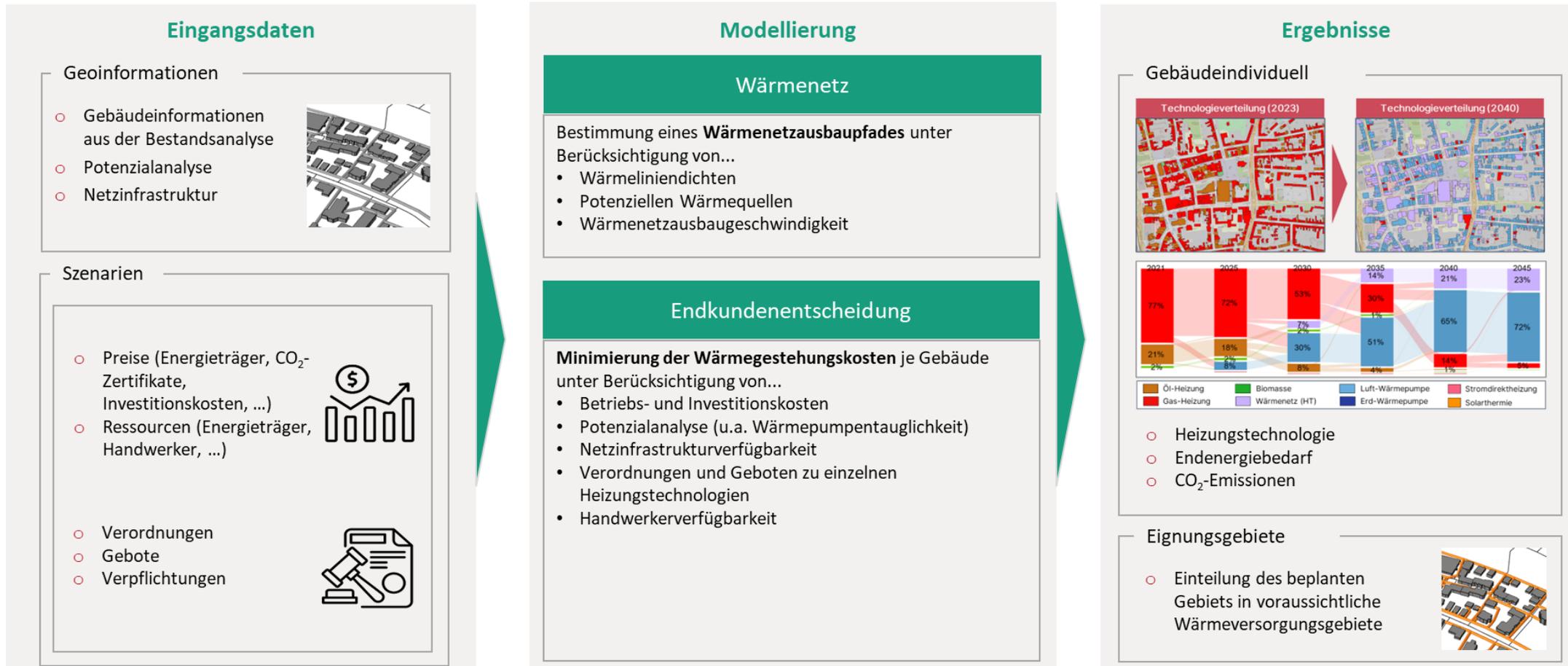


04

Ergebnisse  
Zielszenario

# §17 WPG: Zielszenario – Methodik

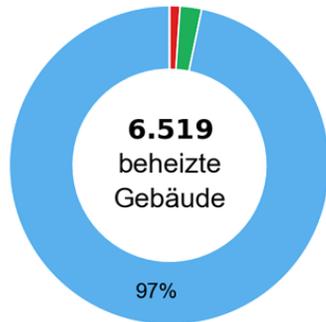
Die Ableitung eines möglichen Zielszenarios für die zukünftige Wärmeversorgung in Schwalmatal basiert auf einem Modell, das vielfältige Randbedingungen berücksichtigt



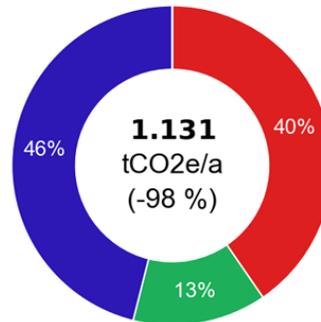
# §18 WPG: Einteilung in Wärmeversorgungsgebiete für 2045

Dezentrale Heizungssysteme - vor allem Wärmepumpen - stellen zukünftig die wahrscheinlichste Wärmeversorgungstechnologie in der Gemeinde Schwalmtal dar

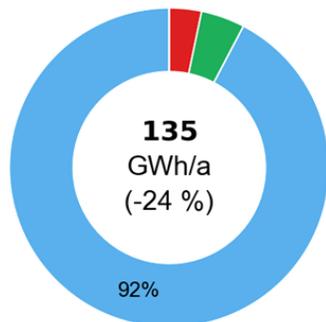
Heizungen 2045



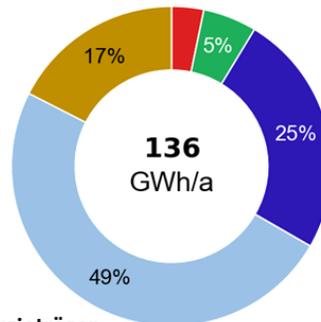
Emissionen 2045



Bereitgestellte Nutzenergie 2045



Endenergie 2045



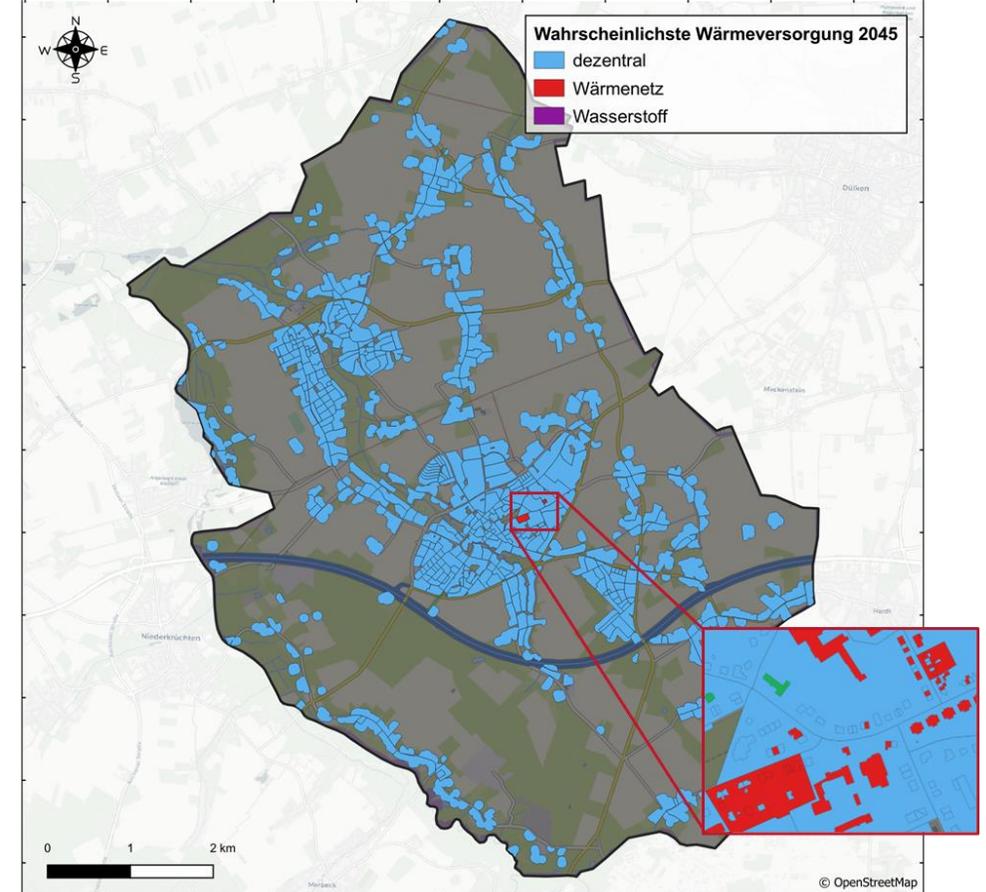
Heiztypen



Energieträger



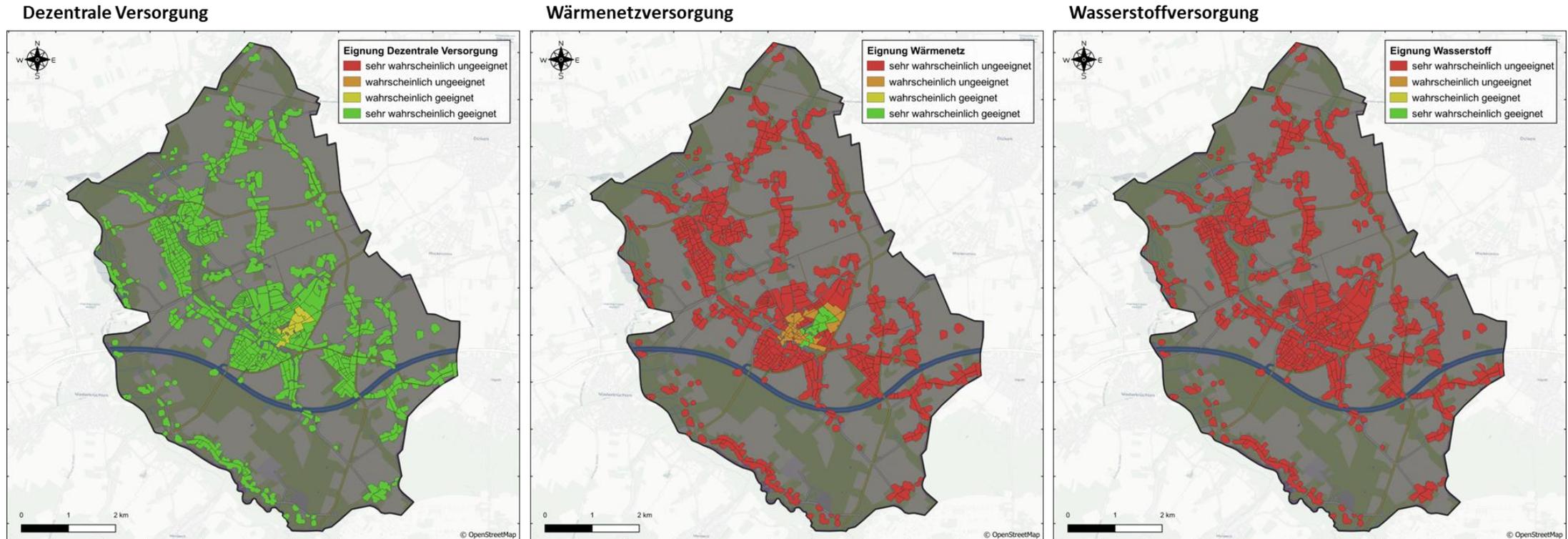
Wahrscheinlichste Wärmeversorgung in 2045 (§18)



\*inkl. Umweltwärme(Luft/Geothermie), welche unbegrenzt zur Verfügung steht

# §19 WPG: Darstellung der Wärmeversorgungsarten für 2045

Differenziert nach den einzelnen Wärmeversorgungsarten (dezentral, Wärmenetz, Wasserstoff) würde für jedes Teilgebiet die Eignungsstufe bestimmt

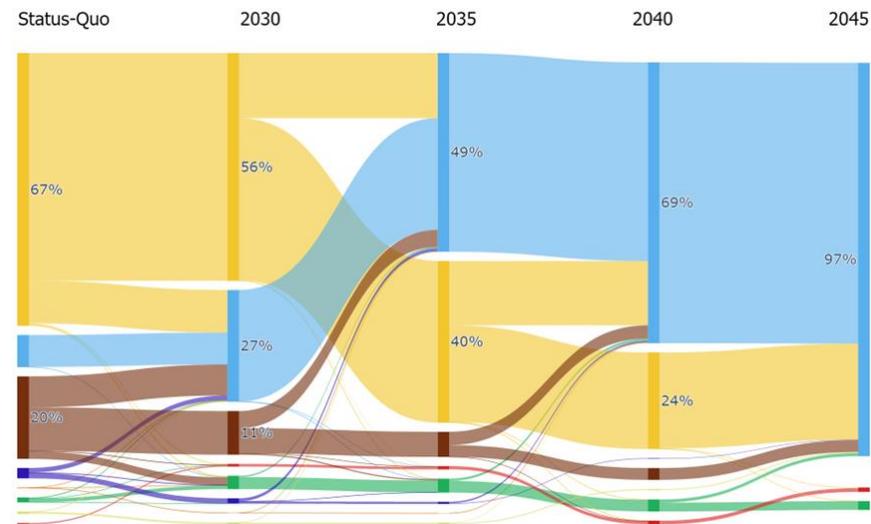


- Dezentrale Heizungssysteme stellen die wahrscheinlichsten Wärmeversorgungstechnologien für die meisten Teilgebiete dar.
- Nur im Bereich des Bestandwärmenetzes ist ein Anschluss an das Wärmenetz eine alternative Option.
- Wasserstoff ist nach aktuellem Stand für alle Teilgebiete in der Gemeinde Schwalmtal keine Option für die zukünftige Wärmeversorgung.

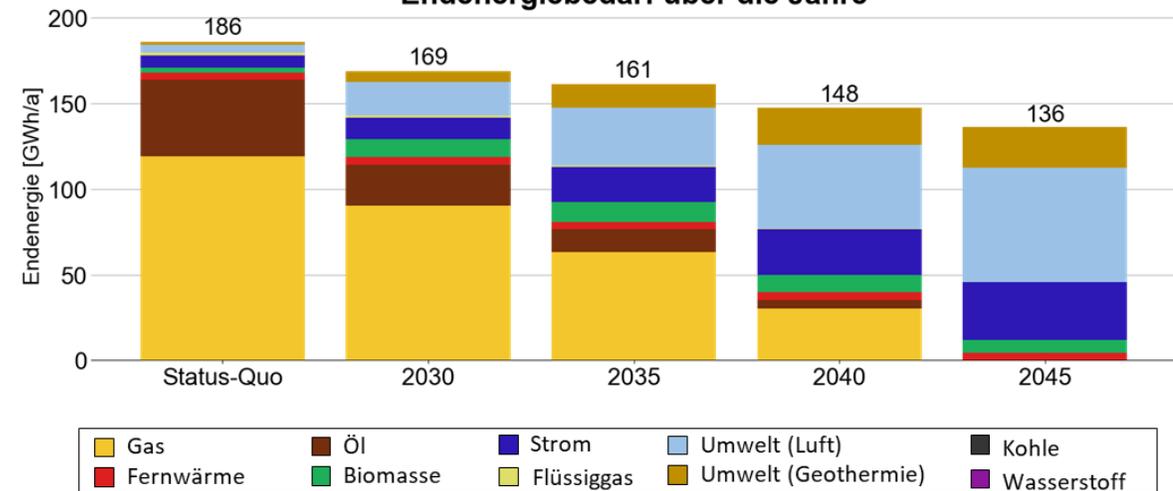
# Entwicklung Heizungstechnologie & Endenergiebedarf

Bis zum Jahr 2045 erfolgt sukzessive eine Transformation von einer gas- und ölbasierten hin zu einer weitestgehend strombasierten Wärmeversorgung

Anteil der Heizungen je Technologie



Endenergiebedarf über die Jahre



- Wärmepumpen und Biomasseheizungen bilden die Hauptalternativen zu fossilen Heizungssystemen. Biomasseheizungen werden insbesondere in größeren, unsanierten Gebäuden als Brückentechnologie eingesetzt und sind insbesondere für Öl-Kunden eine Option, da der Standort ehemaliger Öltanks als Lagerfläche für Holzpellets dienen kann.
- Bis 2045 werden alle fossilen Heizungssysteme ersetzt sein.
- Die **Endenergienachfrage sinkt um 27 % bzw. 75 % (ohne Umweltwärme)**, während die **Stromnachfrage durch Wärmepumpensysteme um das 3,6-fache steigt. Weitere Einflussfaktoren auf die Stromnachfrage wie Elektroautos und Klimaanlage sind hier nicht berücksichtigt.**



# 05

## Umsetzungsstrategie, Fokusgebiete & Nächste Schritte

# §20 WPG: Umsetzungsstrategie

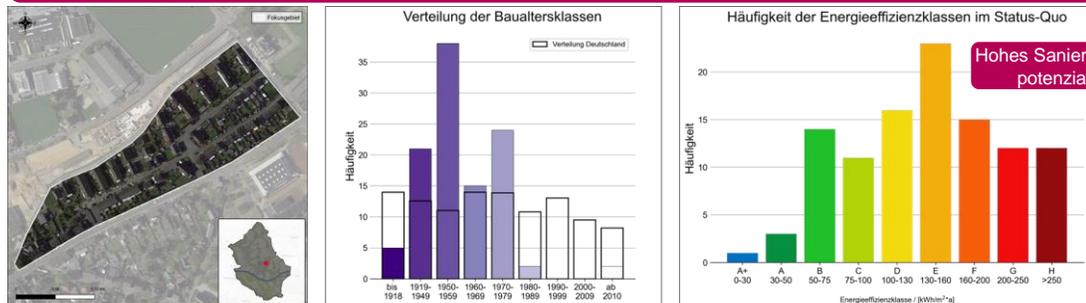
Der letzte Schritt umfasst die Definition von Maßnahmen, mit denen die in der KWP gesetzten Ziele in die Realisierung gebracht werden können



# Fokusgebiete

In den beiden Fokusgebiete können Maßnahmen aus der Umsetzungsstrategie exemplarisch angegangen und anschließend auf weitere Teilgebiete übertragbaren werden

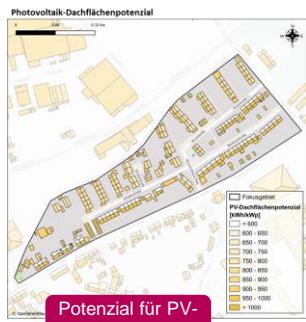
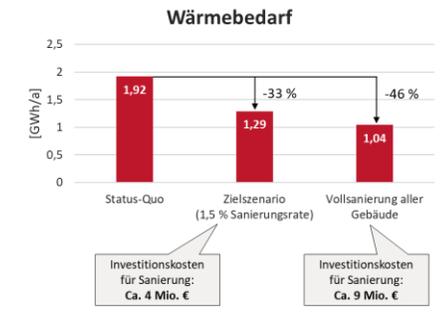
## Musikerviertel



Hohes Sanierungs-potenzial

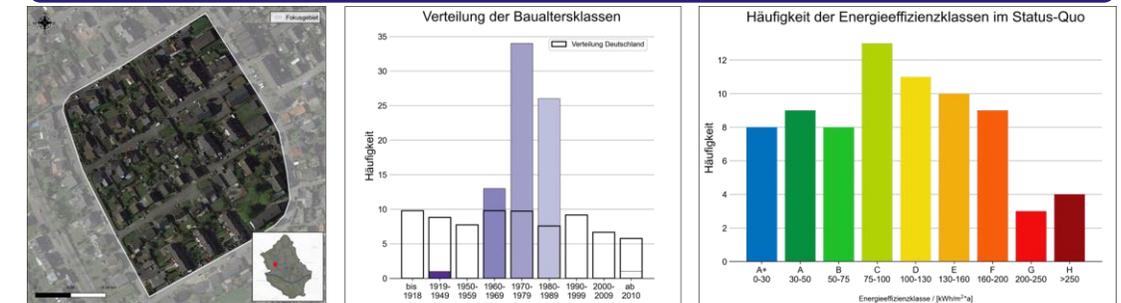
- Musikerviertel**
- 107 Gebäude, ausschließlich Wohngebäude
  - Überwiegend Reihenhäuser
  - Überwiegende Baualtersklassen zwischen 1919 und 1979 mit einem hohem Sanierungspotenzial
  - Wärmeversorgung aktuell stark von Gas dominiert

Hoher Anteil an Gasheizungen



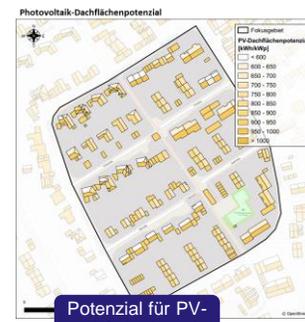
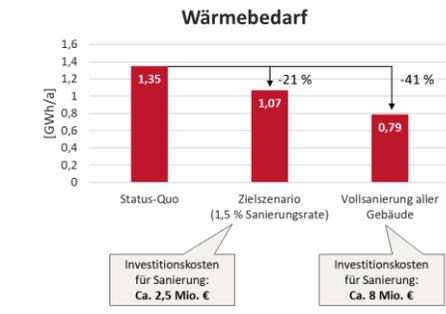
Potenzial für PV- und Solarthermie

## Sternenviertel

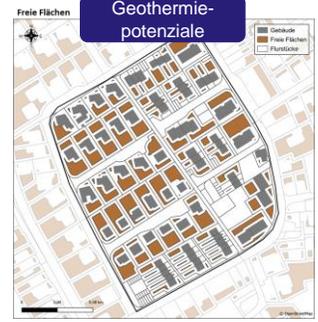


- Sternenviertel**
- 75 Gebäude, ausschließlich Wohngebäude
  - Durchmischte Wohngebäudetypen
  - Überwiegende Baualtersklassen nach 1970 mit durchschnittlichem Sanierungspotenzial
  - Wärmeversorgung von Gas und Öl dominiert, jedoch auch bereits 23 % erneuerbare Energien

Hohe Diversität an Heiztechnologien



Potenzial für PV- und Solarthermie



# KWP Schwalmtal – Fahrplan & Nächste Schritte

Nach der heutigen Vorstellung des KWP-Entwurfes soll anschließend die Information der Bürgerschaft und die Veröffentlichung des Entwurfes mit Möglichkeit zur Stellungnahme erfolgen





# Anhang

**NEW'**

20.03.2025 | SCHWALMTAL

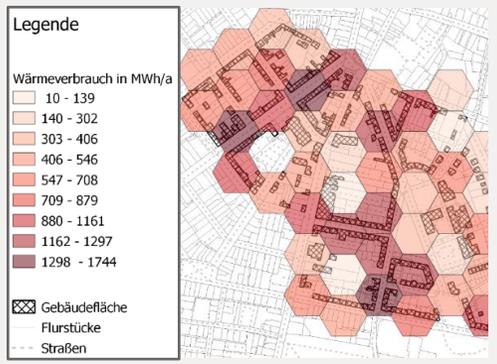
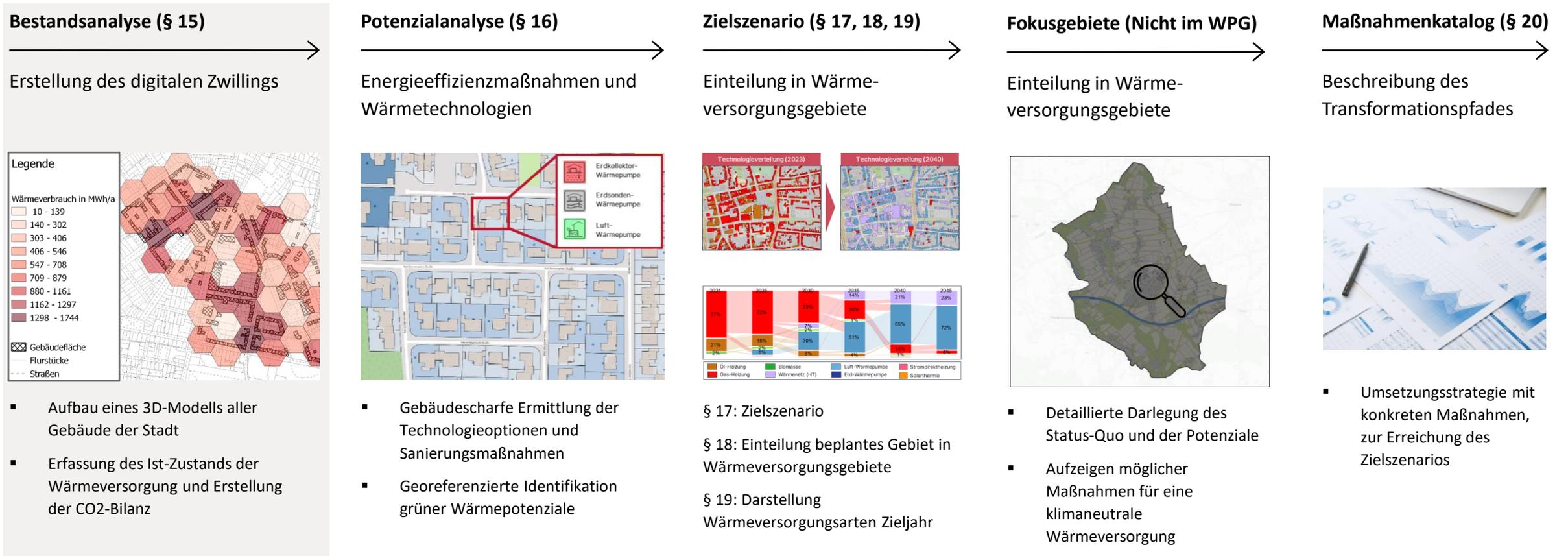


# Kommunale Wärmeplanung Schwalmatal

Bestandsanalyse



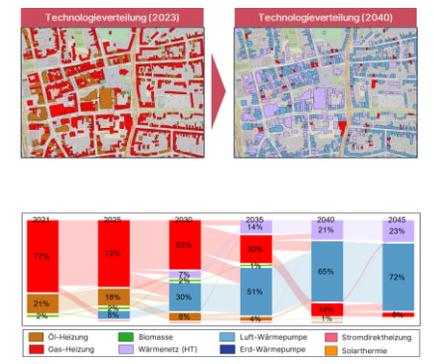
# Kommunale Wärmeplanung der Gemeinde Schwalmtal



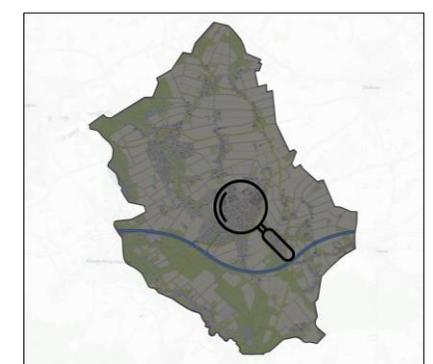
- Aufbau eines 3D-Modells aller Gebäude der Stadt
- Erfassung des Ist-Zustands der Wärmeversorgung und Erstellung der CO2-Bilanz



- Gebäudescharfe Ermittlung der Technologieoptionen und Sanierungsmaßnahmen
- Georeferenzierte Identifikation grüner Wärmepotenziale



- § 17: Zielszenario
- § 18: Einteilung beplantes Gebiet in Wärmeversorgungsgebiete
- § 19: Darstellung Wärmeversorgungsarten Zieljahr



- Detaillierte Darlegung des Status-Quo und der Potenziale
- Aufzeigen möglicher Maßnahmen für eine klimaneutrale Wärmeversorgung



- Umsetzungsstrategie mit konkreten Maßnahmen, zur Erreichung des Zielszenarios

## Vorstellung der Ergebnisse der Potenzialanalyse

# Vorgaben an die Bestandsanalyse nach dem Wärmeplanungsgesetz

## § 15 Bestandsanalyse

- (1) Im Rahmen der Bestandsanalyse ermittelt die planungsverantwortliche Stelle als Grundlage für das Zielszenario nach § 17, für die Einteilung des beplanten Gebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete nach § 18 Absatz 1, für die Darstellung von Gebieten nach § 18 Absatz 5 und für die Darstellung der Wärmeversorgungsarten für das Zieljahr nach § 19
  1. den **derzeitigen Wärmebedarf oder Wärmeverbrauch** innerhalb des beplanten Gebiets einschließlich der hierfür **eingesetzten Energieträger**,
  2. die **vorhandenen Wärmeerzeugungsanlagen** und
  3. die **für die Wärmeversorgung relevanten Energieinfrastrukturanlagen**.
  
- (2) Im Rahmen der Bestandsanalyse sind von der planungsverantwortlichen Stelle die für die Wärmeplanung relevanten Informationen und erforderlichen Daten zur aktuellen Versorgung des beplanten Gebiets mit Wärme systematisch und qualifiziert zu erheben. Hierzu ist die planungsverantwortliche Stelle nach Maßgabe von Abschnitt 3 berechtigt, die in Anlage 1 genannten Daten zu erheben.

## Vorgaben an die Bestandsanalyse nach dem Wärmeplanungsgesetz

### Anlage 2 zu § 23 – Darstellung der Ergebnisse der Bestandsanalyse nach § 15

Als Ergebnisse der Bestandsanalyse sind im Wärmeplan für das beplante Gebiet **textlich oder grafisch** darzustellen:

1. der **aktuelle jährliche Endenergieverbrauch** von Wärme **nach Energieträgern und Endenergiesektoren** in Kilowattstunden und daraus **resultierende Treibhausgasemissionen** in Tonnen Kohlenstoffdioxid-Äquivalent,
2. der aktuelle **Anteil erneuerbarer Energien und unvermeidbarer Abwärme** am jährlichen Endenergieverbrauch von Wärme nach Energieträgern in Prozent,
3. der aktuelle **jährliche Endenergieverbrauch leitungsgebundener Wärme** nach Energieträgern in Kilowattstunden,
4. der aktuelle **Anteil erneuerbarer Energien und unvermeidbarer Abwärme am jährlichen Endenergieverbrauch leitungsgebundener Wärme** nach Energieträgern in Prozent,
5. die **aktuelle Anzahl dezentraler Wärmeerzeuger, einschließlich Hausübergabestationen, nach Art der Wärmeerzeuger** einschließlich des eingesetzten Energieträgers.



## Vorgaben an die Bestandsanalyse nach dem Wärmeplanungsgesetz

### Anlage 2 zu § 23 – Darstellung der Ergebnisse der Bestandsanalyse nach § 15

Als Ergebnisse der Bestandsanalyse sind im Wärmeplan für das beplante Gebiet **kartografisch** darzustellen:

1. die **Wärmeverbrauchsichten** in Megawattstunden pro Hektar und Jahr in Form einer baublockbezogenen Darstellung,
2. die **Wärmelinienichten** in Kilowattstunden pro Meter und Jahr in Form einer straßenabschnittbezogenen Darstellung,
3. der **Anteil der Energieträger am jährlichen Endenergieverbrauch** für Wärme in Form einer baublockbezogenen Darstellung,
4. die **Anzahl dezentraler Wärmeerzeuger**, einschließlich Hausübergabestationen, nach Art der Wärmeerzeuger in Form einer baublockbezogenen Darstellung,
5. der **überwiegende Gebäudetyp** in Form einer baublockbezogenen Darstellung,
6. die **überwiegende Baualtersklasse** der Gebäude in Form einer baublockbezogenen Darstellung,
7. die Kunden oder die Letztverbraucher nach § 7 Absatz 3 Nummer 3\* in Form einer standortbezogenen Darstellung,

....

\*bestehende sowie ihr bekannte potenzielle Großverbraucher von Wärme oder Gas sowie ihr bekannte potenzielle Großverbraucher, die gasförmige Energieträger [...] zu stofflichen Zwecken einsetzen,



## Vorgaben an die Bestandsanalyse nach dem Wärmeplanungsgesetz

### Anlage 2 zu § 23 – Darstellung der Ergebnisse der Bestandsanalyse nach § 15

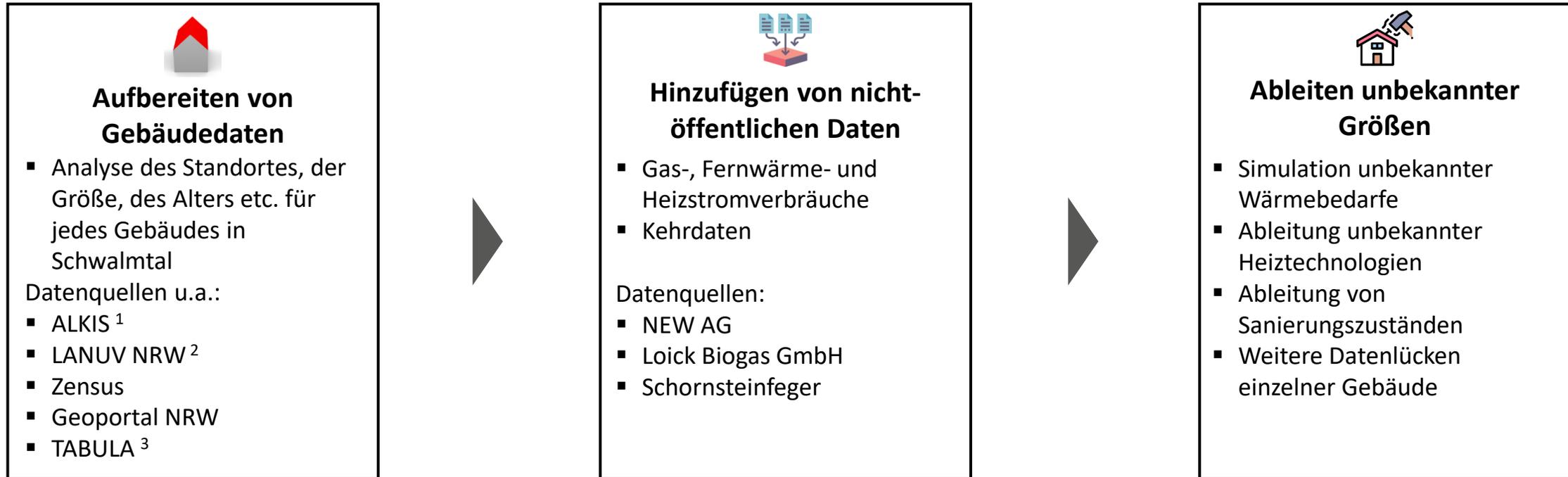
Als Ergebnisse der Bestandsanalyse sind im Wärmeplan für das geplante Gebiet **kartografisch** darzustellen:

8. bestehende sowie geplante und genehmigte
  - a) Wärmenetze und -leitungen mit Informationen zur Lage, zur Art: Wasser oder Dampf, zum Jahr der Inbetriebnahme, zur Temperatur, zur gesamten Trassenlänge und zur Gesamtanzahl an Anschlüssen,
  - b) Gasnetze mit Informationen zur flächenhaften Lage, also baublock- und nicht leitungsbezogen, zur Art: Methan, Wasserstoff, zum Jahr der Inbetriebnahme, zur gesamten Trassenlänge und zur Gesamtanzahl an Anschlüssen,
9. jede bestehende, geplante oder genehmigte Wärmeerzeugungsanlage, einschließlich Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen, die in ein Wärmenetz einspeist, mit Informationen zur abgabeseitigen Nennleistung, zum Jahr der Inbetriebnahme und zum Energieträger in Form einer standortbezogenen Darstellung,
10. jeder bestehende, geplante oder genehmigte Wärme- und Gasspeicher, differenziert nach Art des Gases, der gewerblich betrieben wird, in Form einer standortbezogenen Darstellung,
11. jede bestehende, geplante oder genehmigte Anlage zur Erzeugung von Wasserstoff oder synthetischen Gasen mit einer Kapazität von mehr als 1 Megawatt installierter Elektrolyseleistung in Form einer standortbezogenen Darstellung.



# Übersicht Methotik

- Die im Folgenden dargestellten Ergebnisse basieren auf einer gebäudescharfen Analyse des Status-Quo der Wärmeversorgung von Schwalmatal
- Dazu wurde zunächst ein Gebäudedatenmodell auf Basis öffentlich zugänglicher Daten erstellt
- Anschließend wurden Energieverbräuche und Kehrdaten, welche entsprechend dem Datenschutz von Einzelpersonen bereitgestellt wurden, in das Datenmodell integriert und ggf. vorliegende Datenlücken bereinigt



Daten zu Gebäudenutzung und thermischen Eigenschaften für jedes Gebäude

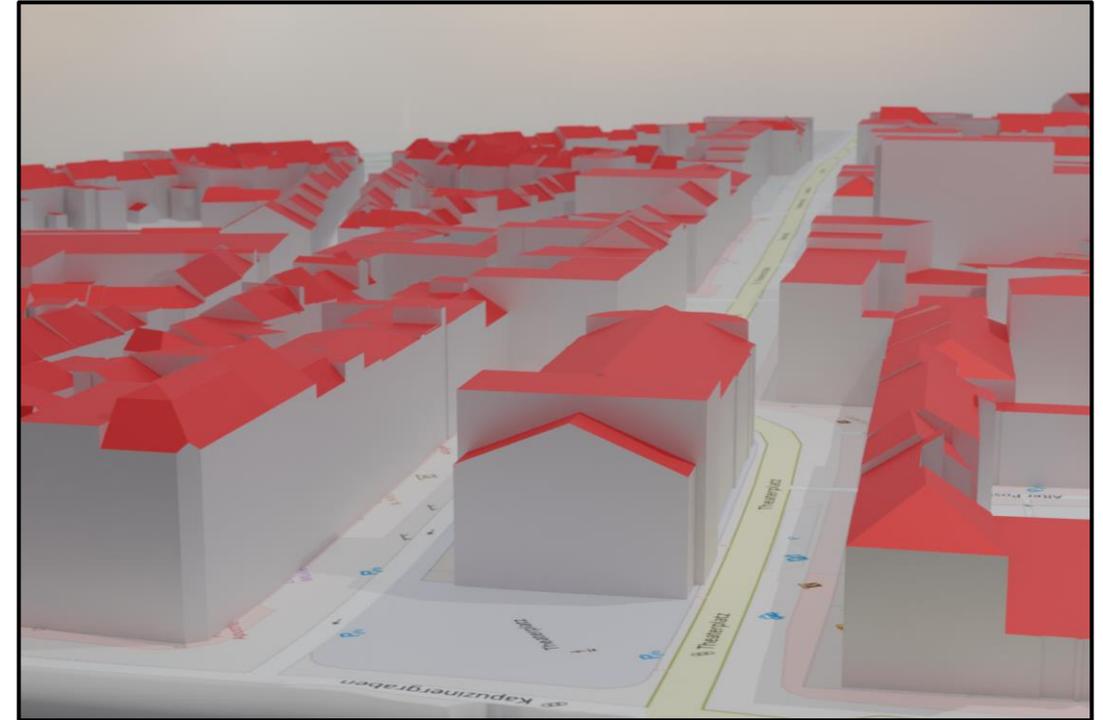
## Methodik – Aufbereitung von Gebäudedaten

- Primäre Datenquelle für die Verortung, den Aufbau sowie den Gebäudenutzungstypen sind LoD2-Daten<sup>1</sup>
- LoD2-Daten sind 3D-Gebäudemodelle welche für diesen Anwendungszweck die Realität ausreichend detailliert abbilden
- Darüber hinaus werden Daten aus OpenStreetMap<sup>2</sup> (OSM; hier insbesondere aktuelle Informationen zu Gebäudeneubau) und Adresspunkten<sup>3</sup> (Vervollständigung bei Fehlenden Adressangaben) herangezogen um eine bestmögliche Datenqualität sicherzustellen

Google 3D-Modell („Realität“)



LoD2-Daten (NRW)



<sup>1</sup> Quelle: [https://www.opengeodata.nrw.de/produkte/geobasis/3dg/lod2\\_gml/](https://www.opengeodata.nrw.de/produkte/geobasis/3dg/lod2_gml/)

<sup>2</sup> Quelle: <https://www.openstreetmap.de/>

<sup>3</sup> Quelle: <https://www.bezreg-koeln.nrw.de/geobasis-nrw/produkte-und-dienste/inspire/inspire-nw-adressen>

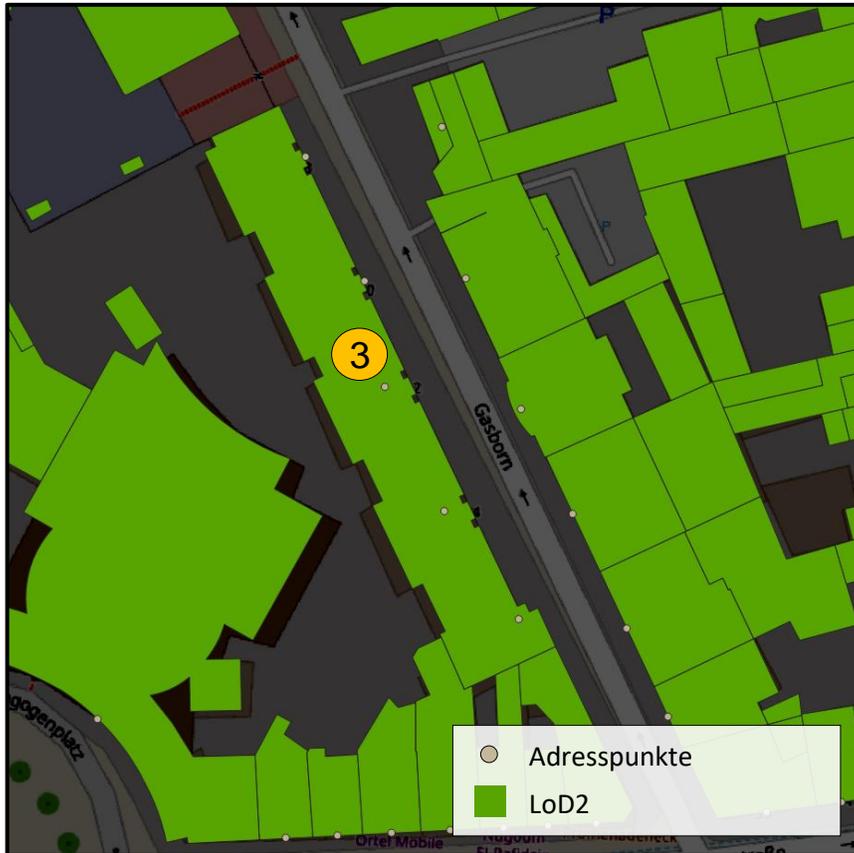
## Methodik – Aufbereitung von Gebäudedaten



### Exemplarische Darstellung von Methodiken zur Verbesserung der Datenqualität in der Bestandsanalyse

- 1
  - Die hier in rot dargestellten Gebäude sind Neubauten und liegen noch nicht in den LoD2-Daten vor
  - In OpenStreetMap liegen die Gebäude bereits vor und können somit in das Datenmodell aufgenommen werden (weniger detailliert)
  
- 2
  - Teilweise liegen in den LoD2-Daten keine Adressen vor
  - Fehlende Adressen können aus den Adresspunkten des Landes NRW übernommen werden

## Methodik – Aufbereitung von Gebäudedaten



3

- Teilweise liegen mehrere Adressen innerhalb eines Gebäudes
- Um z.B. Verbrauchsdaten auf Basis der Adresse richtig zuzuordnen und auswerten zu können, müssen Adressen und Gebäude klar zueinander zuzuordnen sein
- Auf Basis der Adresspunkte werden konkrete Gebäudebestandteile erstellt

# Ermittlung Wärmebedarf

## Wärmebedarf

- Gemäß Wärmeplanungsgesetz soll in der Bestandsanalyse der Wärmeverbrauch oder Wärmebedarf ermittelt werden. Da nicht für alle Gebäude Verbrauchsdaten vorliegen, ist der letztendlich ausgewiesene Gesamtwärmebedarf eine Mischung aus Verbrauchsdaten und simulierten Wärmebedarfen

### Verbrauchsdaten

- Für alle mit Gas beheizten Gebäude liegen die Gasverbräuche für die Jahre 2020-2022 vor. Als betroffener Gasnetzbetreiber liegen der NEW die Verbrauchsdaten aller Anschlusspunkte vor. Diese Daten standen im Rahmen dieses Projektes zur Verfügung.
- Zur Ableitung des Wärmebedarfs aus den Verbrauchsangaben, werden zunächst Ausreißer beseitigt, dann zu geringe Verbräuche ausgeschlossen (nur Kochgas, keine Raumwärme), der Mittelwert gebildet, witterungsbereinigt<sup>1</sup> und abschließend die Verluste bei der Umwandlung von Gas in Wärmeenergie unter der Annahme eines Wirkungsgrades der Gastherme von 92 %<sup>2</sup> berücksichtigt
- Es wurde berücksichtigt, dass BHKWs einen abweichenden Wirkungsgrad bei der Umwandlung von Gas zu Wärmeenergie aufweisen
- Es wurde berücksichtigt, dass Gebäude (insbesondere Gebäude auf dem gleichen Flurstück) zum Teil über die Gastherme eines anderen Gebäudes versorgt werden. Sofern ein unüblich hoher spezifischer Wärmebedarf für ein Gebäude vorliegt, wird dieser Wärmebedarf auf alle Gebäude des Flurstücks aufgeteilt, sofern für diese nicht schon eine bekannte Heiztechnologie vorliegt

### Simulierte Wärmebedarfe

- Bei allen weiteren Heiztechnologien wird der Wärmebedarf auf Basis der Gebäudetypologie entsprechend DIN EN ISO 13790 simuliert
- Dabei werden u.a. wahrscheinliche Wärmedurchdringungskoeffizienten (vgl. TABULA) und angrenzende Gebäude berücksichtigt
- Für das Wärmenetz liegt nur der aggregierte Bedarf aller Verbraucher vor. Für große Verbraucher wurde der Wärmebedarf manuell vorgegeben, sodass der Gesamtwärmebedarf im Wärmenetz erzielt wird
- Die bekannten Stromverbräuche (Wärmepumpen und Stromdirektheizung) wurden nicht berücksichtigt, da erfahrungsgemäß varrierende Messpunkte die Verbrauchsangabe verunreinigen (z.B. Einfluss von Haushaltsstrom oder PV-Anlage)

<sup>1</sup> Analog zum Vorgehen im IWU-Toll Gradtagzahlen: <https://www.iwu.de/publikationen/fachinformationen/energiebilanzen/gradtagzahltool/>

<sup>2</sup> KWW-Leitfaden: <https://www.kww-halle.de/wissen/bundesgesetz-zur-waermeplanung#c636>

# Ermittlung Endenergiebedarf und Emissionen

## Endenergiebedarf

- Der Endenergiebedarf ergibt sich unter Berücksichtigung des Wirkungsgrades<sup>1</sup> der jeweiligen Heiztechnologie aus dem Wärmebedarf

## Emissionen

- Die Emissionen in Form von CO<sub>2</sub>-Äquivalenten ergeben sich durch Multiplikation der benötigten Endenergie mit dem zugehörigen Emissionsfaktor<sup>1</sup> des Endenergietyps
- Der Emissionsfaktor des Wärmenetzes wurde auf den lokal vorliegenden Emissionsfaktor angepasst
  - 60 % Biogas-BHKW ( $100 \frac{gCO_2e}{kWh}$ ) und 40 % Erdgaskessel ( $240 \frac{gCO_2e}{kWh}$ )
  - Emissionsfaktor Wärmenetz =  $156 \frac{gCO_2e}{kWh}$

<sup>1</sup> KWW-Leitfaden: <https://www.kww-halle.de/wissen/bundesgesetz-zur-waermeplanung#c636>

# Aggregationsebenen

## Baublöcke

- Aus **Datenschutzgünden** dürfen in der kommunalen Wärmeplanung keine Informationen dargestellt werden, die Rückschlüsse auf einzelne Personen zulassen. Aus diesem Grund ist die **Baublockebene die primäre Darstellungsebene** für die Veranschaulichung von Ergebnissen
- Baublöcke bieten einen möglichst detaillierten Einblick unter Wahrung des Datenschutzes
- Da eine Baublockeinteilung in vielen Fällen der Gemeinde nicht vorliegt, wird ein Verfahren angewendet, das automatisiert Baublöcke auf Basis von Straßeneingrenzungen erstellt
- In der Baublockdarstellung ist sichergestellt, dass immer **mindestens 5 Adressen** aggregiert dargestellt werden

## Weitere Aggregationsebenen

- Darüber hinaus werden die Ergebnisse auf weiteren Aggregationsebenen ermittelt und übergeben:
  - Adressen, Fluren, Gemarkungen, Hektarraster, Gemeinde
- Außerdem wird der Wärmebedarf in Form von Wärmeliniendichten ermittelt

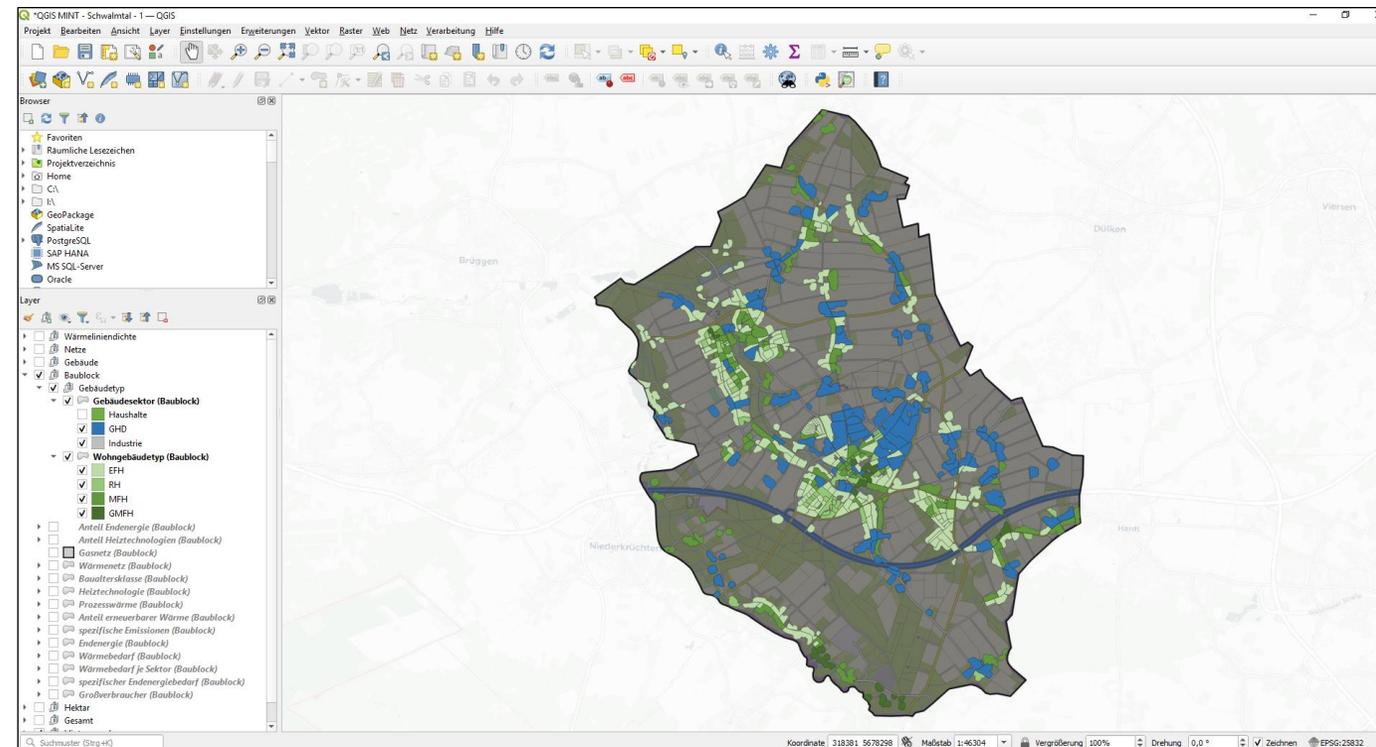
## Exemplarische Einteilung von Baublöcken



## Ergebnisübergabe

- Sämtliche Ergebnisse werden in Form von **Geodaten (shp-files)** und **Excel-Listen** bereitgestellt
- Zudem wird ein **QGIS-Projekt** übergeben, in dem die wichtigsten Informationen bereits in Layern mit entsprechender Legende und Färbung existieren und interaktiv erkundet werden können. Weitere Informationen können bei Bedarf auf Basis des umfangreichen Datenmodells eigenständig dargestellt werden
  - QGIS ist eine freie Geoinformationssystemsoftware zum Betrachten, Bearbeiten, Erfassen, Analysieren und Darstellen räumlicher Daten
  - QGIS kann **kostenlos heruntergeladen** werden: <https://www.qgis.org/download/>
- Darüber hinaus werden die Ergebnisse in **Foliendarstellung** (vgl. Dieses Dokument) und in Form eines **Abschlussberichts** festgehalten

### QGIS-Fenster



# Parameter

Die Durchführung einer kommunalen Wärmeplanung beruht auf vielfältigen Annahmen und Parametersets. Sofern möglich und sinnvoll, basieren die Annahmen auf öffentlichen Leitfäden und Datenbanken. Alle Annahmen sind einsehbar. Die zentrale Quelle für Parameterannahmen ist der Leitfaden vom Kompetenzzentrum kommunale Wärmewende<sup>1</sup>

## KWW (Kompetenzzentrum kommunale Wärmewende)

- Verwendung der techno-ökonomische Parameter
  - Treibhausgasemissionsfaktoren
  - Wirkungsgrade
  - Investitionskosten

## Energieträgerpreise

- Basis bilden verschiedene Studien zum zukünftigen Energiesystem (u.a Agora: „Klimaneutrales Deutschland 2045 “ oder Dena: „Aufbruch Klimaneutralität“)
- Ergänzt und finalisiert durch Annahmen aus Erfahrungen verschiedener eigener Projekte
- Betrachtung verschiedener Szenarien möglich



<sup>1</sup> KWW-Leitfaden: <https://www.kww-halle.de/wissen/bundesgesetz-zur-waermeplanung#c636>

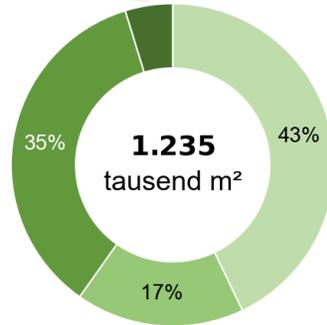
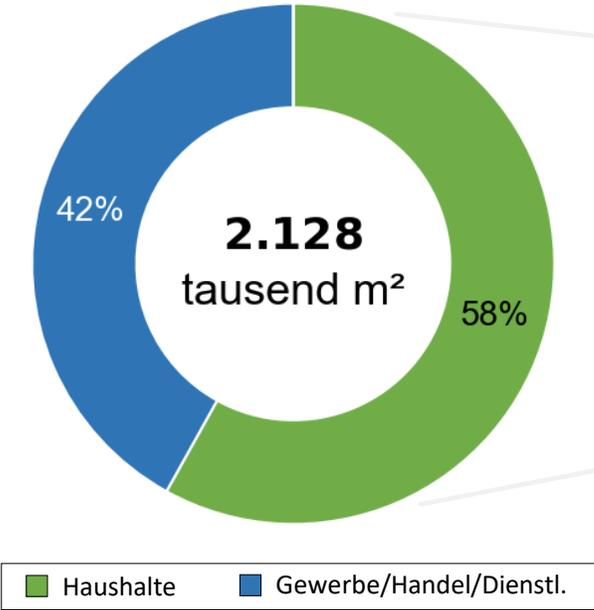
# Bestandsanalyse

1

# Gebäudesektoren

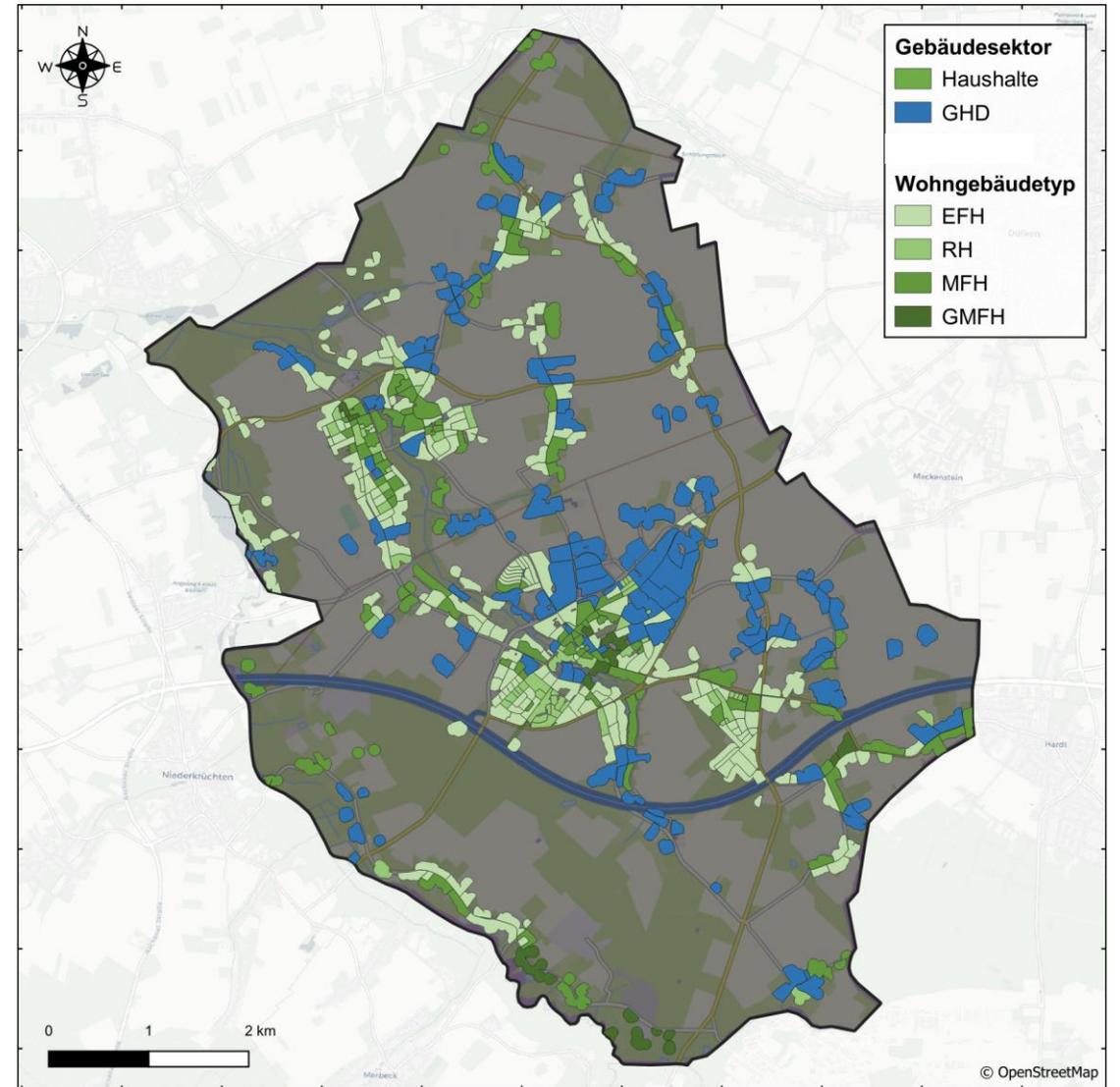
## Nutzfläche der Sektoren

Nutzfläche der Wohngebäudetypen

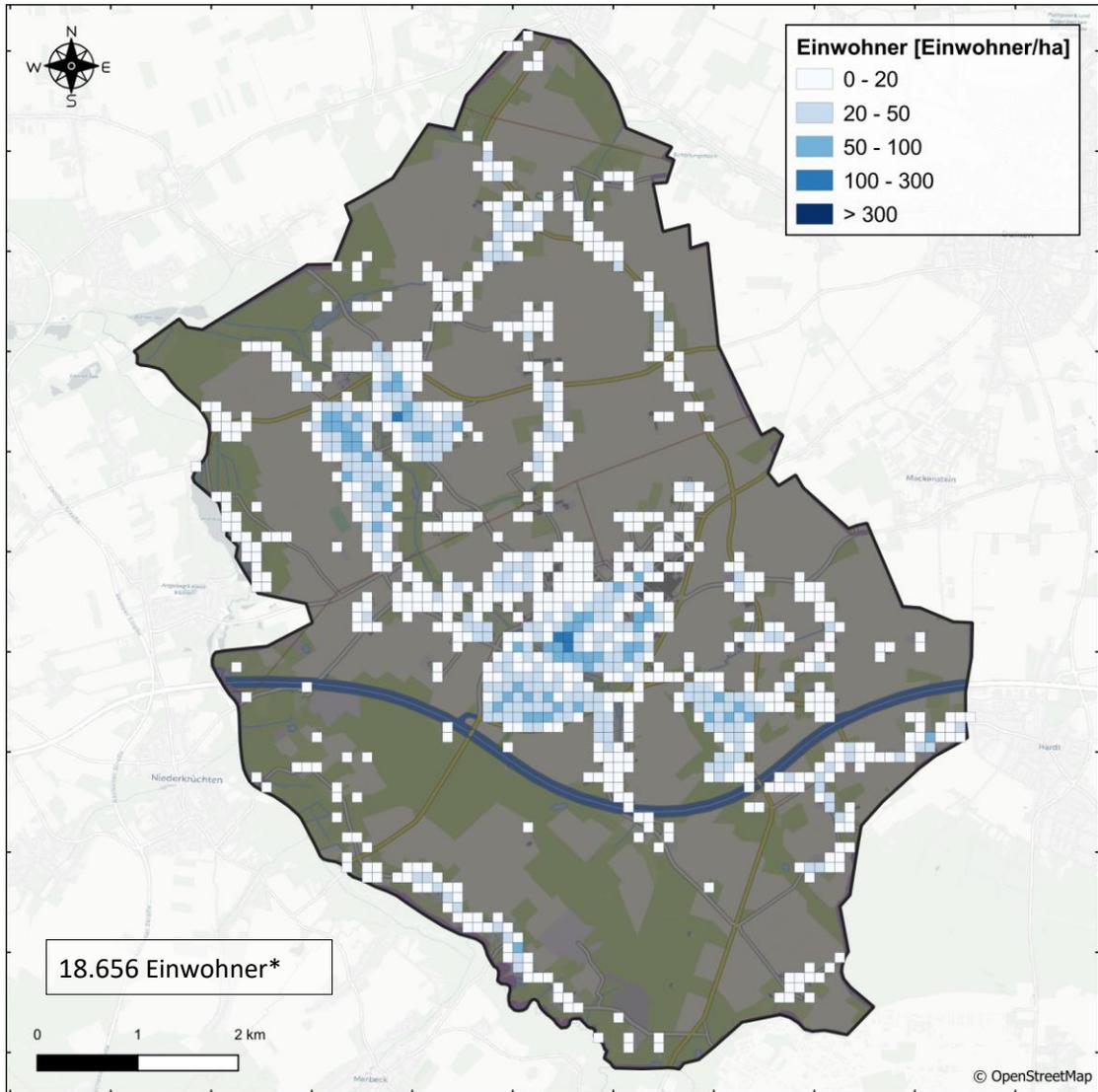


- Analyse der Gemeindestruktur als Ausgangspunkt der Bestandsanalyse
- Wärmebedarf und zukünftige Versorgungsoptionen hängen u.a. vom Gebäudesektor bzw. der Gebäudenutzung (Schule, Büro, ...) ab
- Differenzierte Betrachtung von Gebäuden im weiteren Vorgehen (Sektor, Nutzung, Baujahr, Lage, Denkmalschutz, ...)
- Differenzierung zwischen Gewerbe und Industrie nicht einheitlich geregelt
  - Ausweisung als Industriegebäude nur beim ALKIS-Gebäudetyp Fabrik o.Ä.

Primärer Sektor nach Anteil Nutzfläche je Baublock

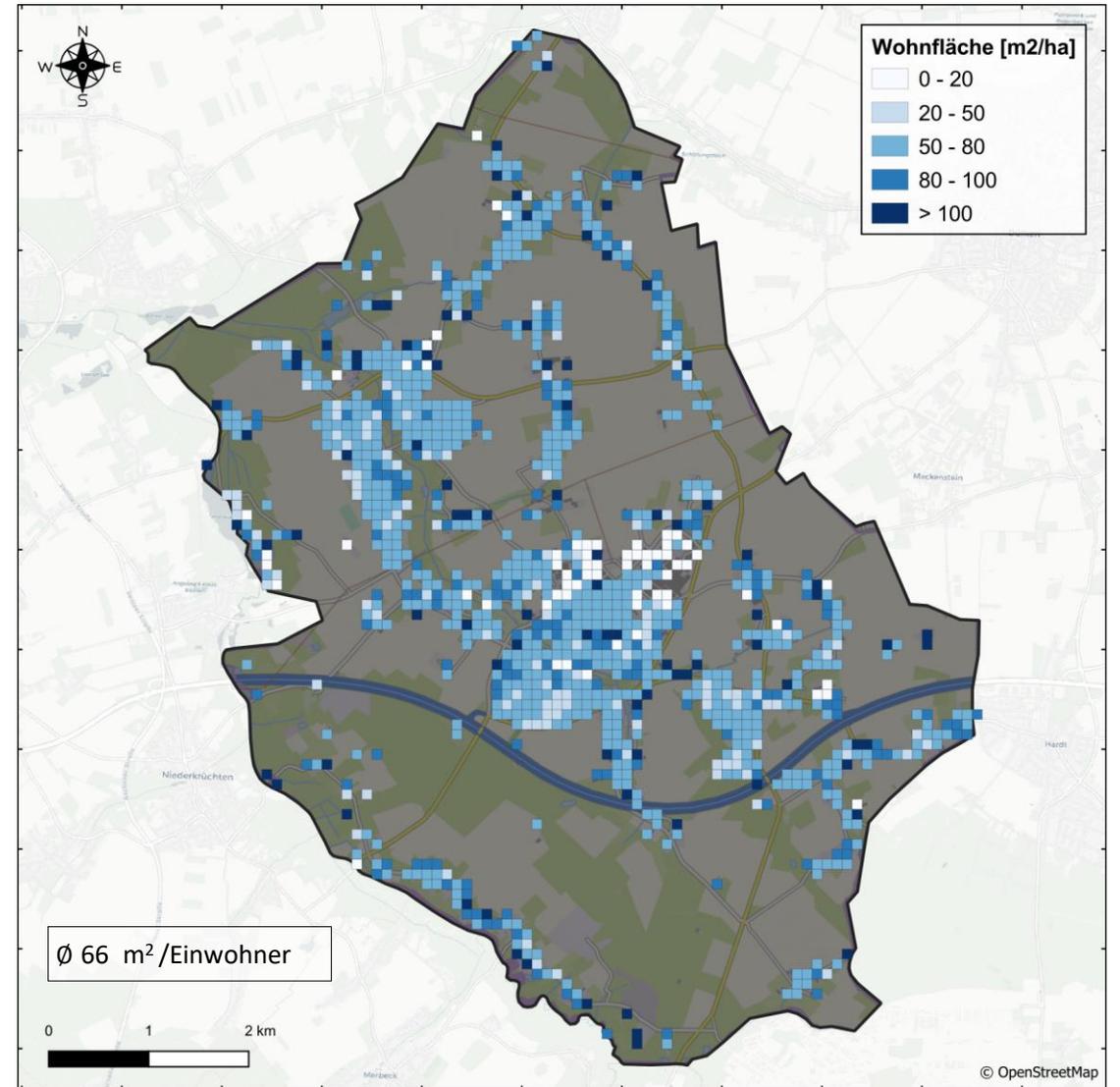


# Einwohner



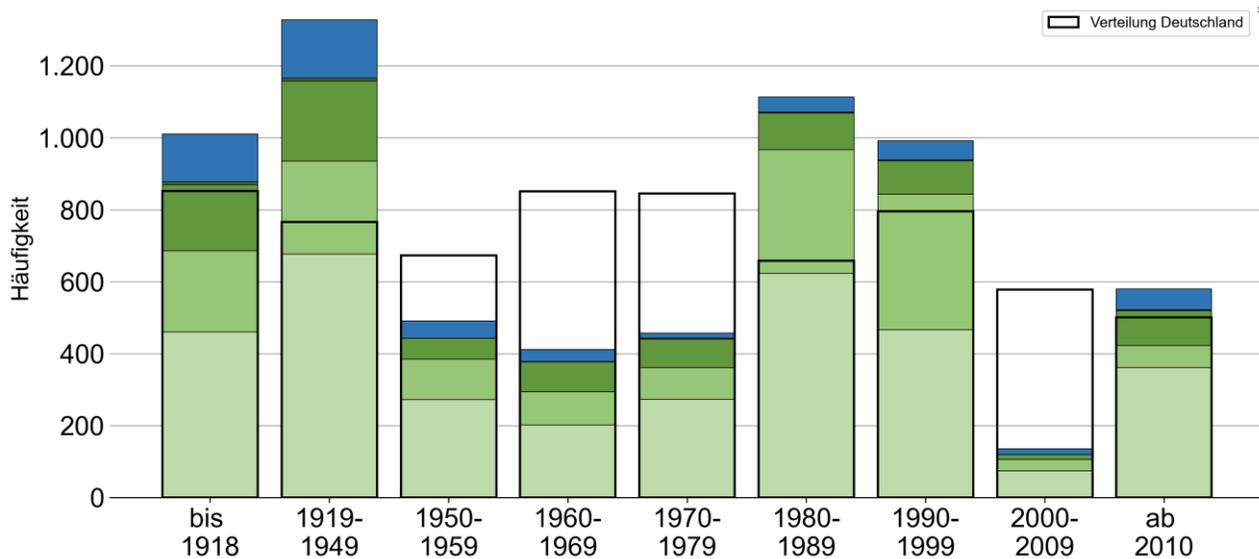
\* Zensus 2022

# Wohnfläche je Einwohner je Hektar

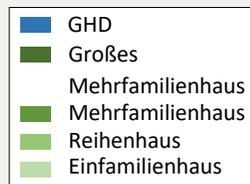


# Baualtersklassen

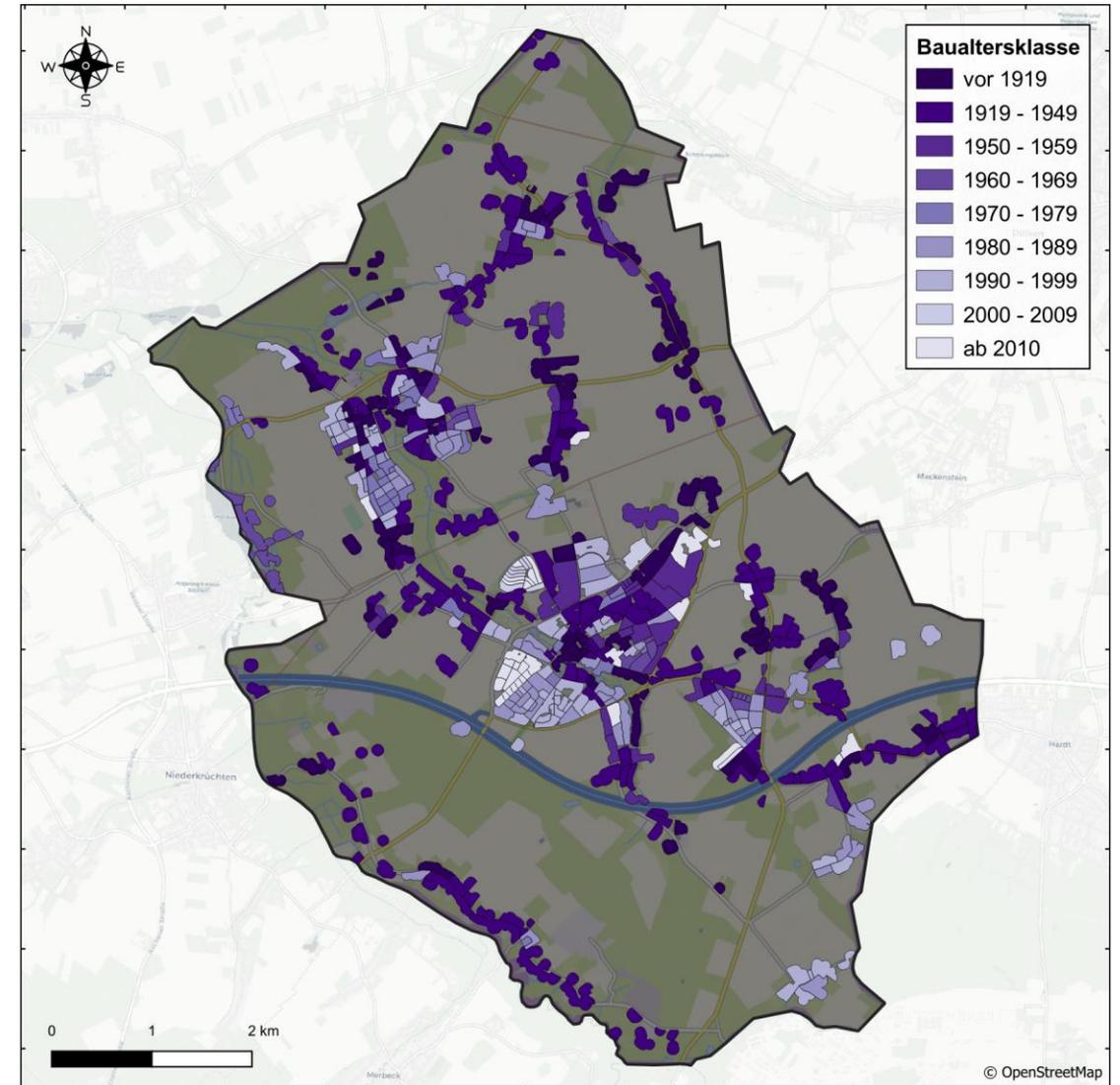
Verteilung der Baualtersklassen



- In der Literatur existiert keine einheitliche Einteilung von Baualtersklassen. Hier wurde die Einteilung gemäß Zensus gewählt, wobei Gebäude ab 2010 gebaut wurden hier nicht weiter differenziert werden
- Die gebäudescharfen Informationen der Baujahre wurden aus der NRW-Wärmestudie (2024) übernommen
- **57 %** der Gebäude wurden **vor 1970** gebaut, also vor der Einführung der Energieeinsparverordnung (EnEV)
- **Durchschnittsalter** der Gebäude liegt bei **1964**



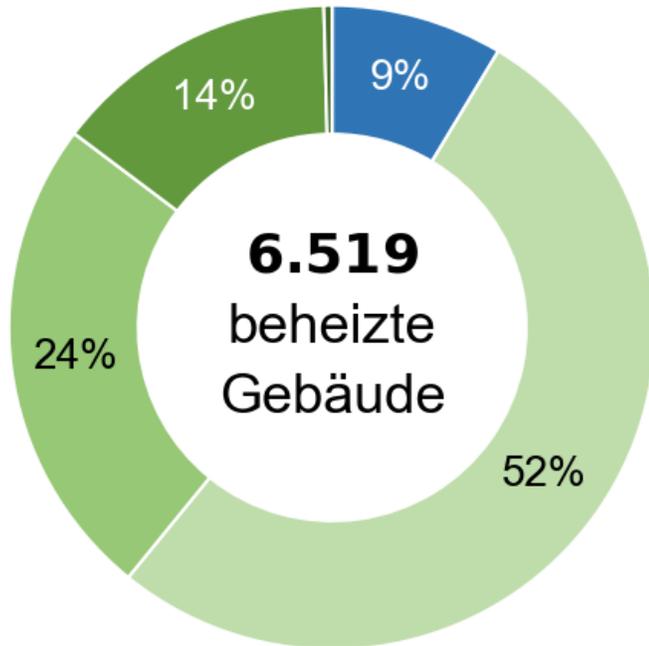
## Häufigste Baualtersklasse je Baublock



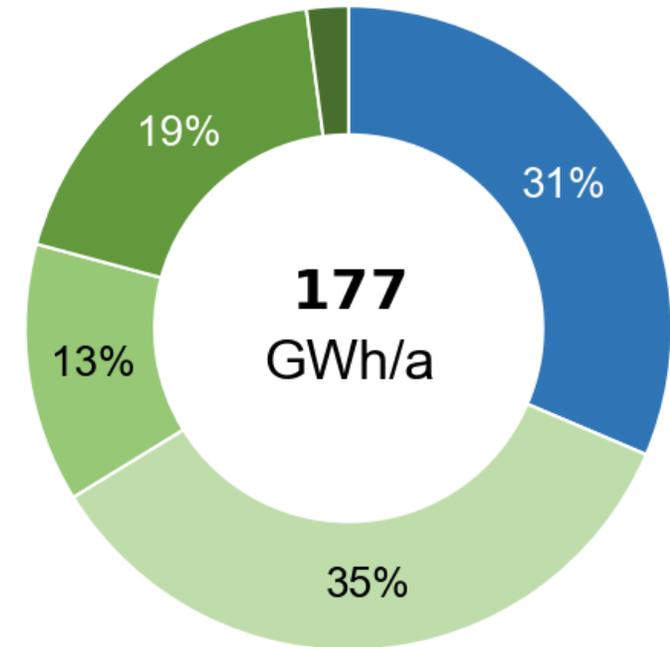
\* Zensus 2022

## Gebäudetypen

### Anzahl der Gebäudetypen



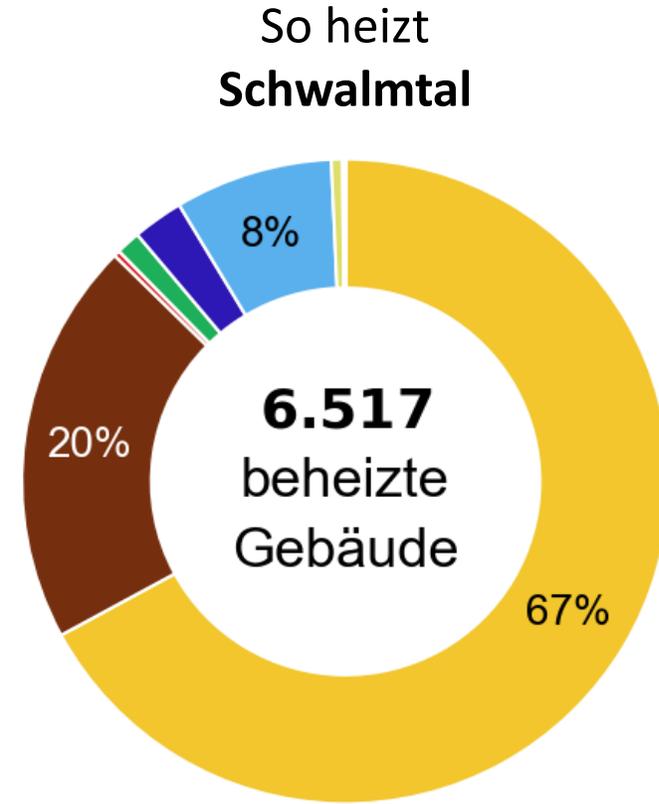
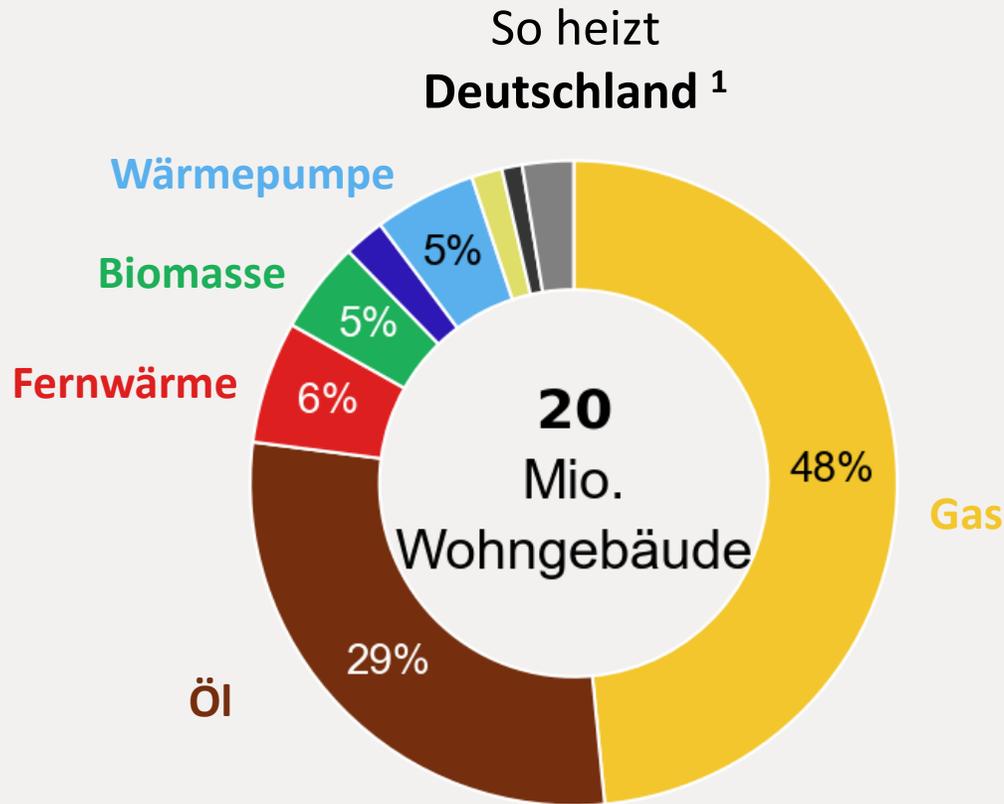
### Wärmebedarf der Gebäudetypen



- Einfamilienhäuser: Freistehende Wohngebäude oder Doppelhaushälften mit einer Wohneinheit
- Reihenhäuser: Wohngebäude mit zwei Nachbarn oder am Ende einer Häuserreihe mit einer Wohneinheit
- Mehrfamilienhäuser: Wohngebäude mit mehreren Wohneinheiten und weniger als 1000 Quadratmeter Wohnfläche
- Große Mehrfamilienhäuser: Wohngebäude mit mehreren Wohneinheiten und mehr als 1000 Quadratmeter Wohnfläche

# Heizungsverteilung

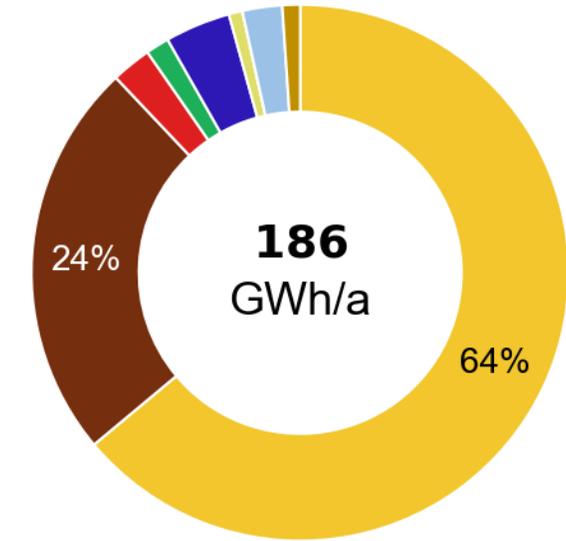
Dargestellt ist der Anteil der Wohngebäude (Deutschland) bzw. Gebäude (Schwalmtal), der über die jeweilige Heiztechnologie primär beheizt wird



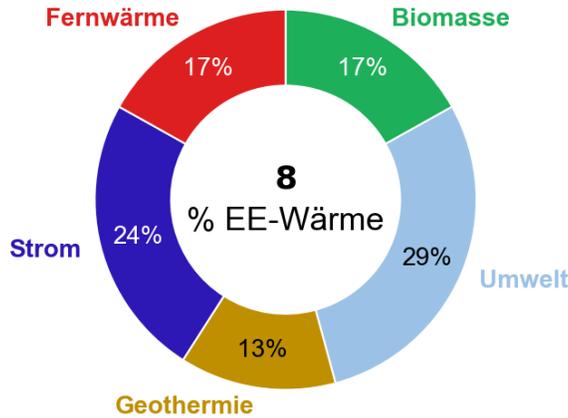
<sup>1</sup> BDEW 2023: [https://www.bdew.de/media/documents/BDEW\\_Heizungsmarkt\\_2023\\_Langfassung\\_final\\_28.11.2023\\_korrigiert.pdf](https://www.bdew.de/media/documents/BDEW_Heizungsmarkt_2023_Langfassung_final_28.11.2023_korrigiert.pdf)

# Endenergie

## Endenergie

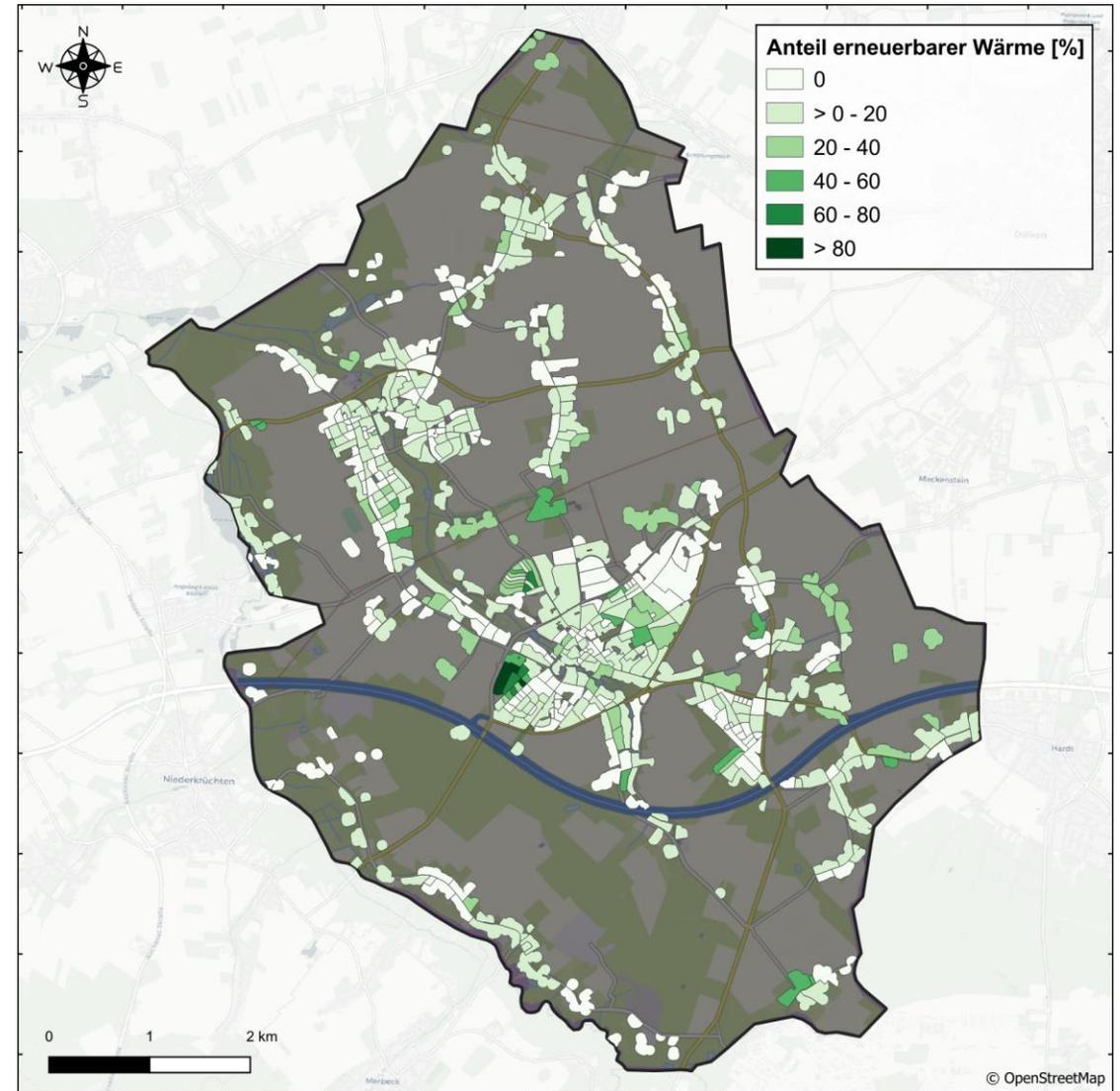


## Erneuerbare Wärme



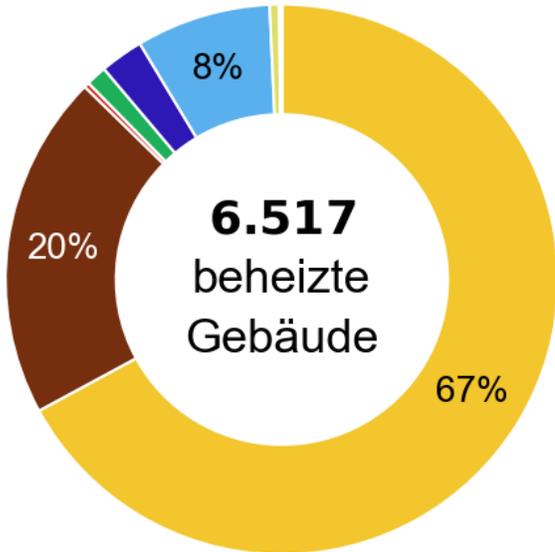
- Die Endenergie umfasst im Gegensatz zum reinen Wärmebedarf auch Energie, die bei der Umwandlung in Nutzenergie (Wärmebedarf) verloren geht
- 8,4 %** Anteil erneuerbarer Energien (Solarthermie, Biomasse sowie Umwelt- und Geothermiewärme)
- 0 % Anteil unvermeidbarer Abwärme
- Im Zuge des Ukraine-Krieges wurden im Winter 2022/2023 ca. 10-15 % Gas durch Privathaushalte eingespart. Der angegebene Gasverbrauch wurde als witterungsbereinigter Durchschnitt der Jahre 2020–2022 ermittelt. Somit sind langfristige Auswirkungen einer potenziellen fortlaufenden Einsparungen noch nicht abgebildet bzw. nicht möglich.

## Erneuerbare Wärme je Baublock

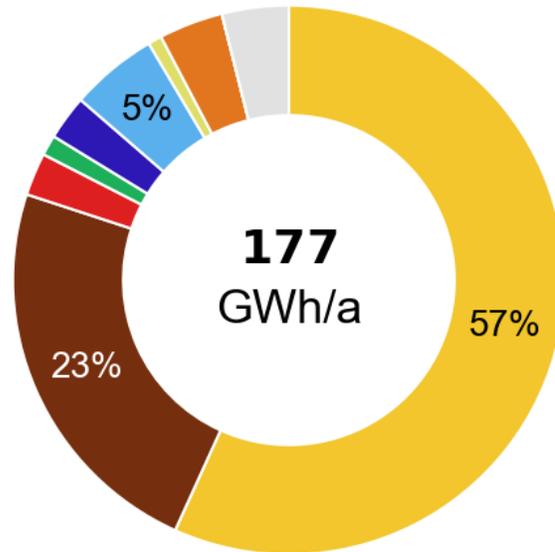


# Heizungen und Wärmebedarf

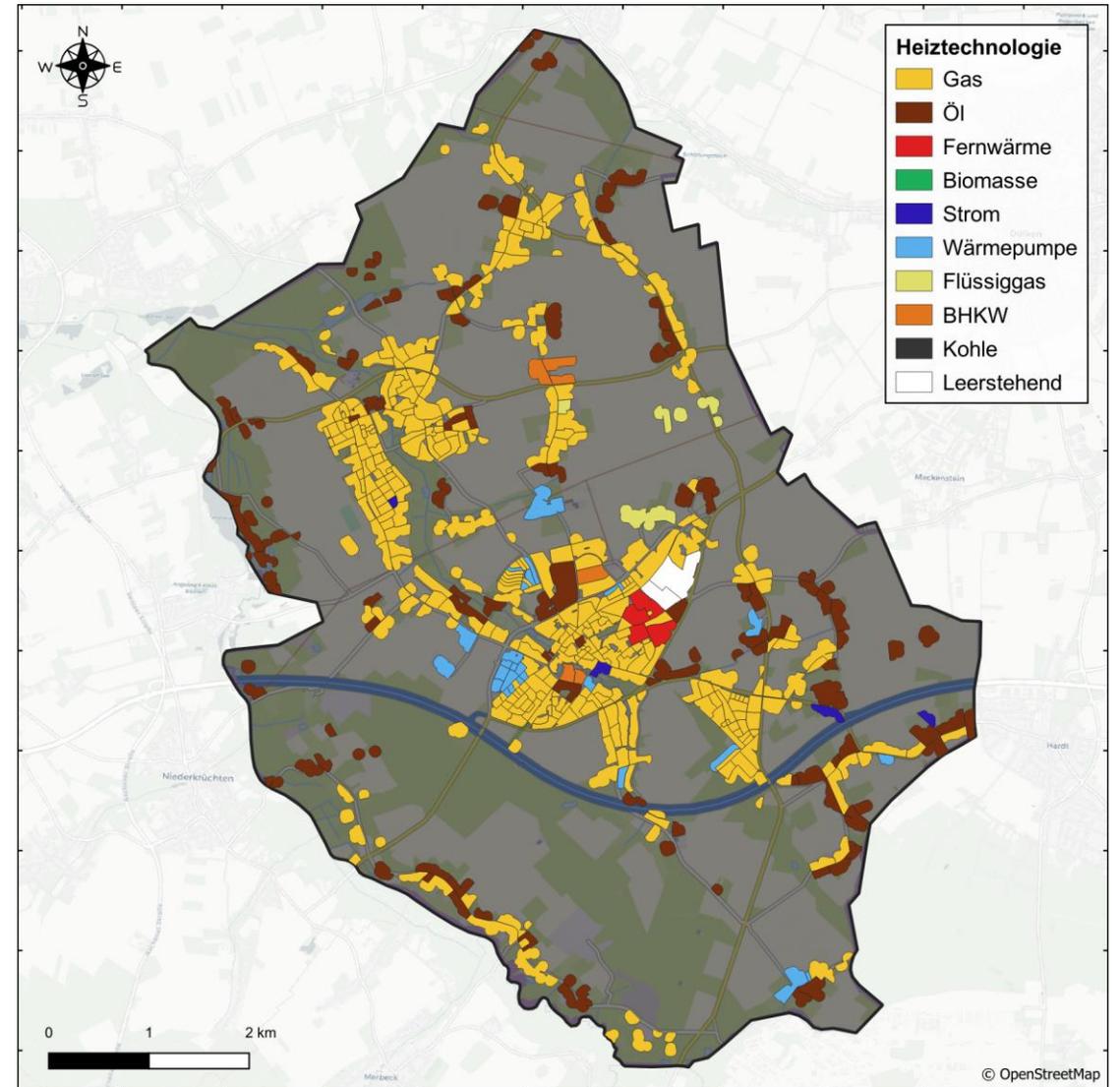
## Heizungen



## Bereitgestellte Nutzenergie

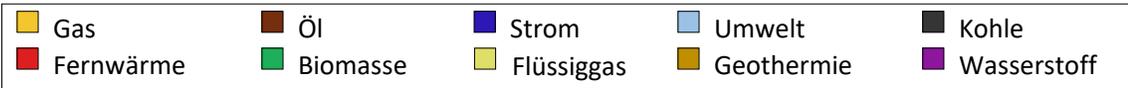
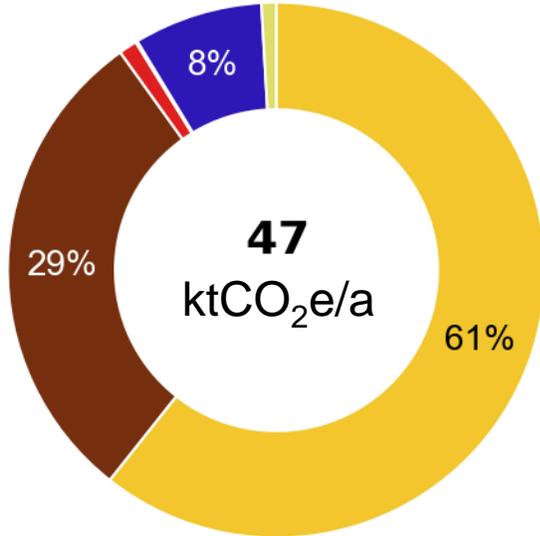


## Heiztechnologie mit höchstem Anteil an Wärmezeugung



# Emissionen

## Emissionen

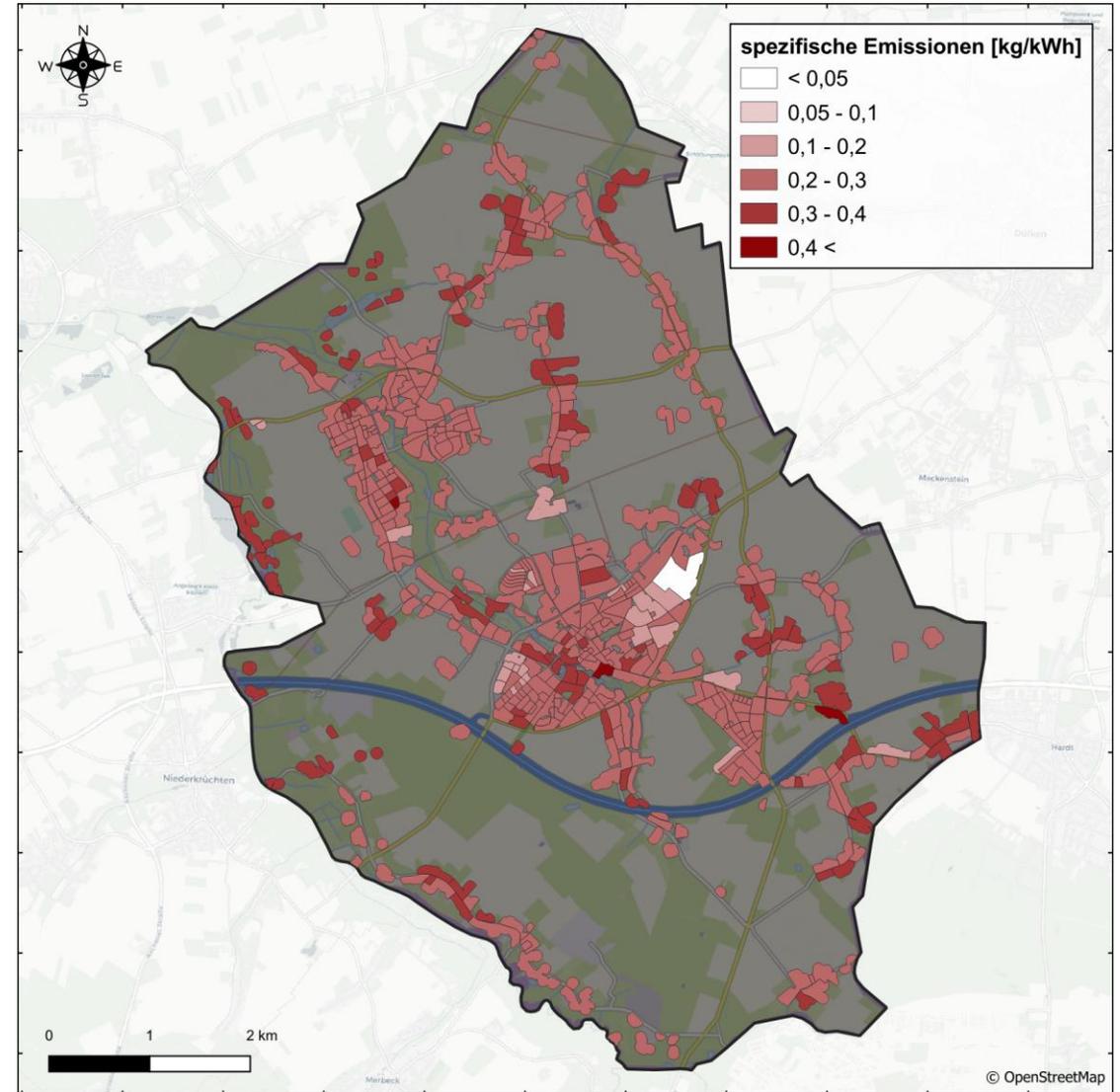


- Die dargestellten Emissionen sind CO<sub>2</sub>-Äquivalente und beinhalten auch die Emissionen der Vorketten

### Emissionsfaktoren [kgCO<sub>2</sub>e/kWh]

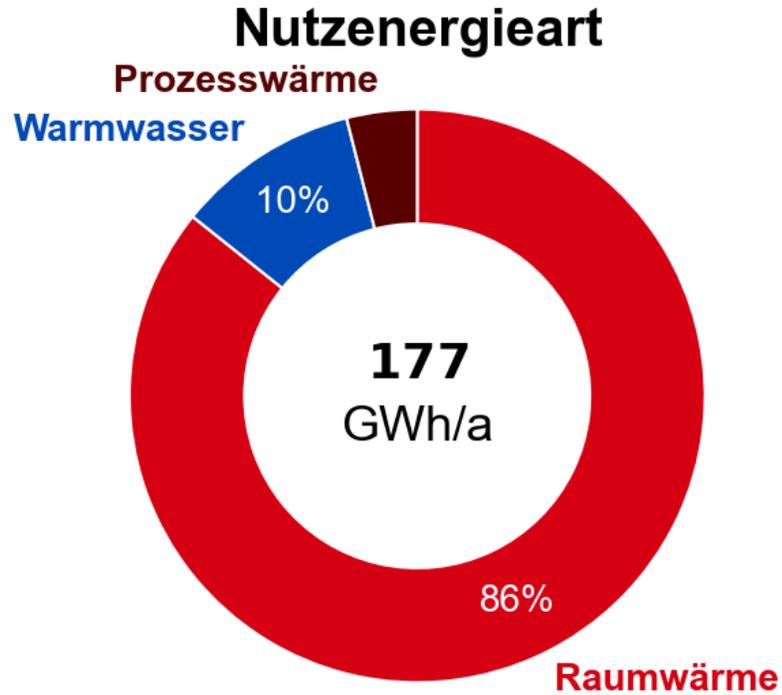
- |            |                  |                   |
|------------|------------------|-------------------|
| Gas: 0,240 | Fernwärme: 0,156 | Strom: 0,499*     |
| Öl: 0,310  | Biomasse: 0,020  | Flüssiggas: 0,276 |

## Spezifische Emissionen je Baublock



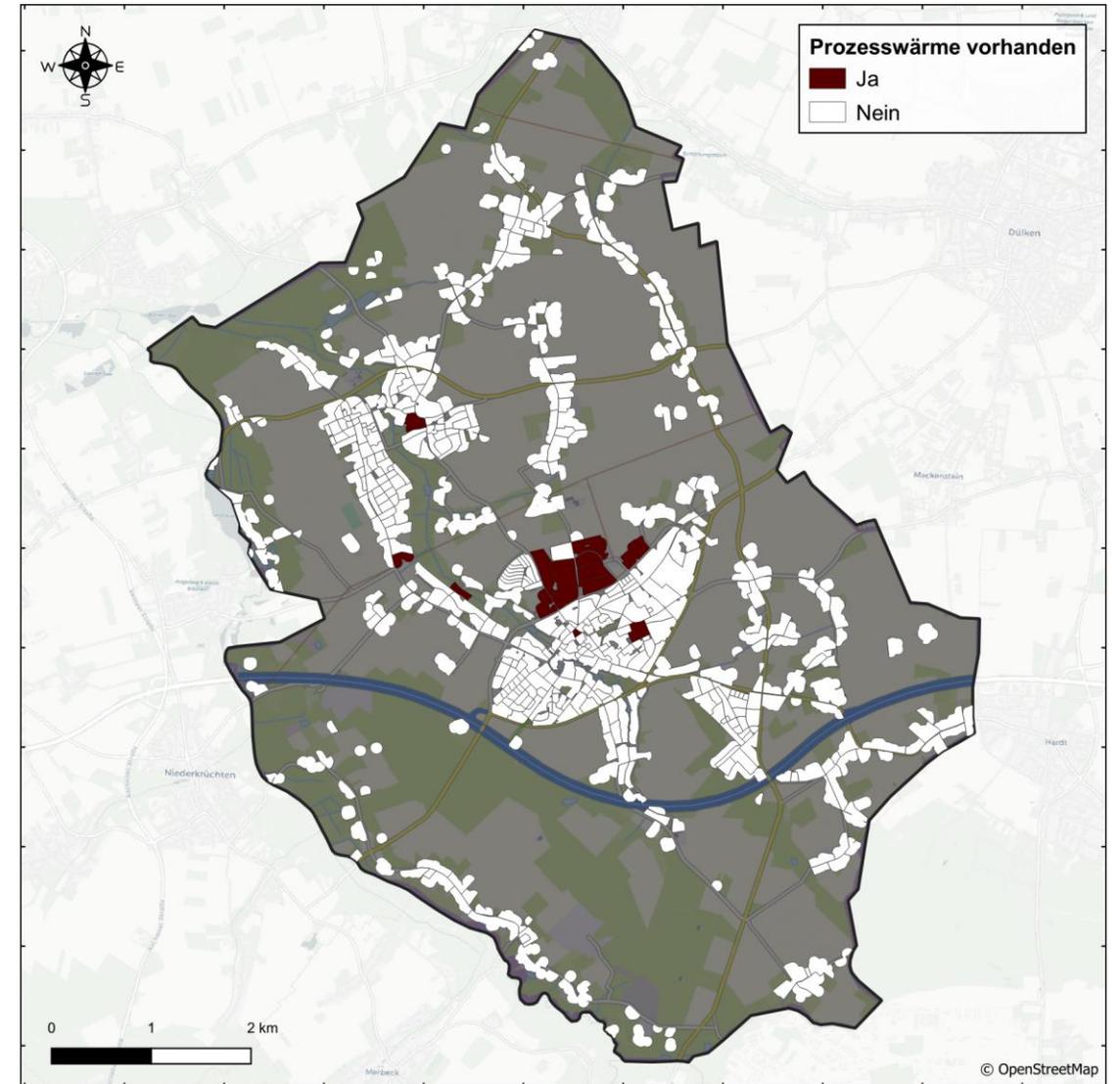
\* KWW Technikkatalog Stand Juni 2024

# Nutzenergiearten

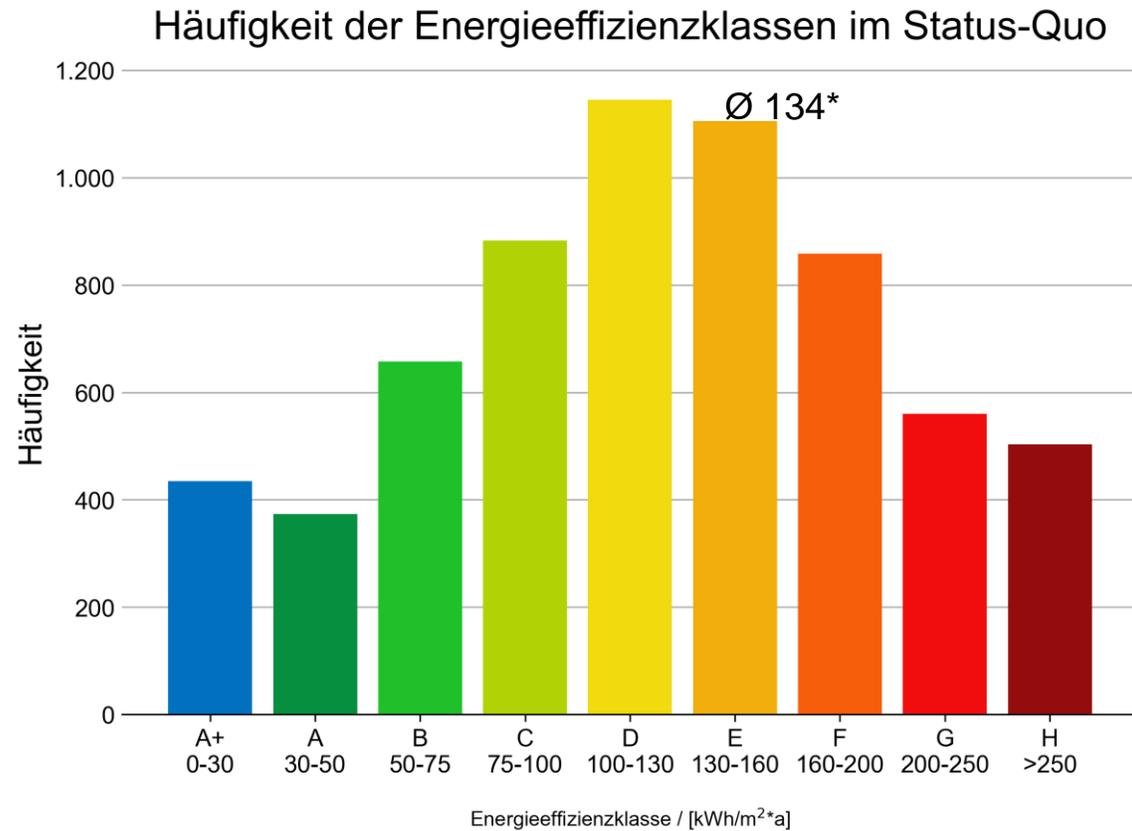


- Annahme: Wärmebedarf Bestimmter Gebäudetypen oberhalb Grenzwert je Quadratmeter ist Prozesswärme
  - Fabrik ( $> 30 \frac{kWh}{m^2 \cdot a}$ )
  - Produktionsgebäude, Gebäude für Gewerbe und Industrie ( $> 30 \frac{kWh}{m^2 \cdot a}$ ) sofern Prozesswärmeanteil wahrscheinlich
  - Hallenbad, Badegebäude, ... ( $> 100 \frac{kWh}{m^2 \cdot a}$ )

## Prozesswärme je Baublock

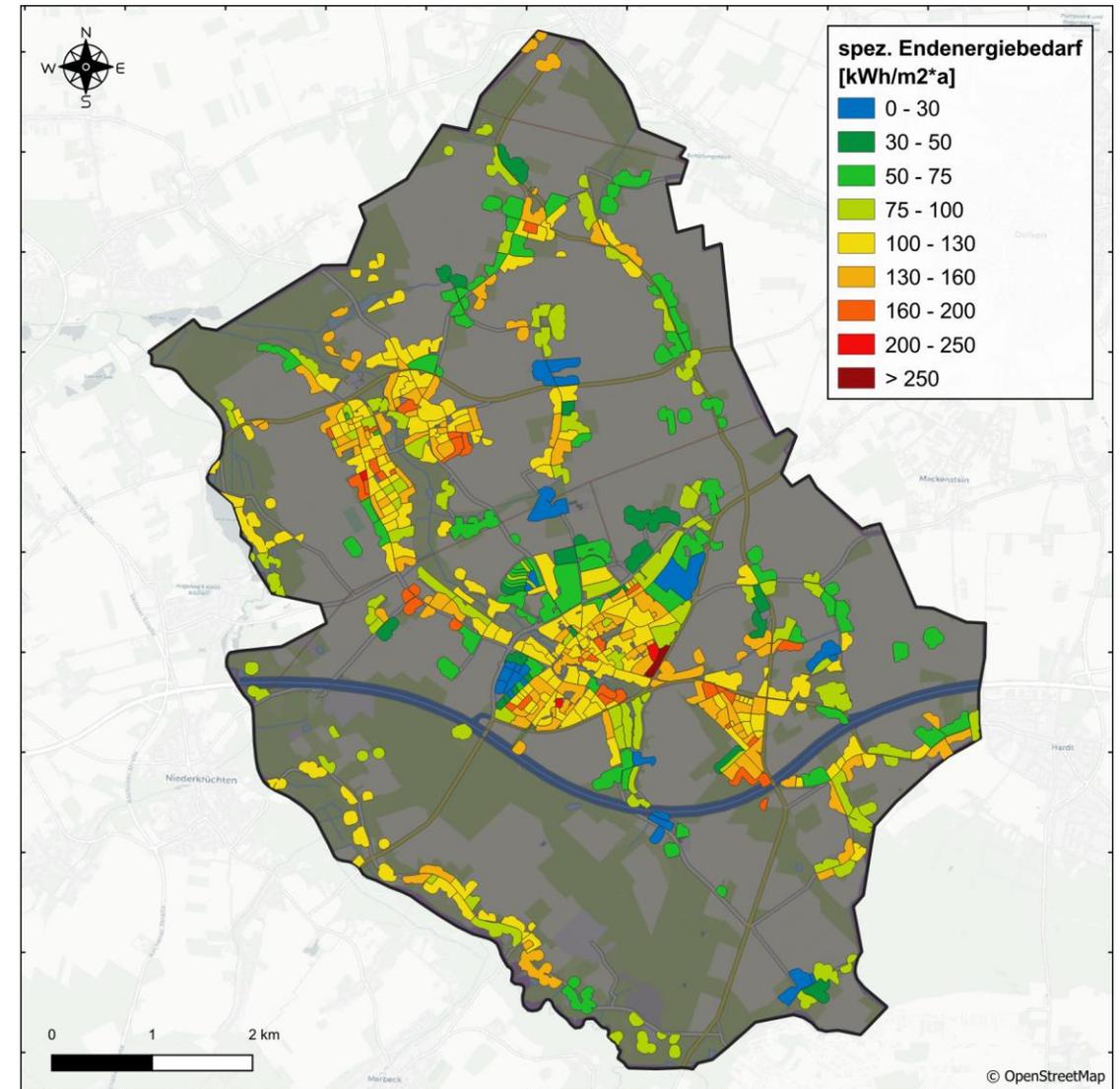


# Spezifischer Endenergieverbrauch



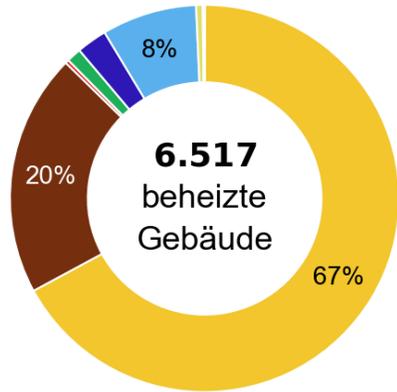
- Spezifischer Endenergieverbrauch je Gebäude bezogen auf Referenzklima (vgl. Gebäudeenergieausweis)
- Alle Gebäudesektoren berücksichtigt (ohne Prozesswärme)

## Durchschnittliche Energieeffizienzklasse je Baublock

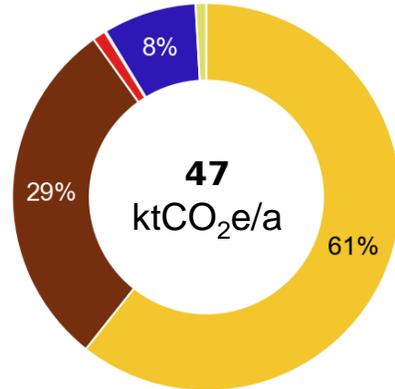


# Zusammenfassung

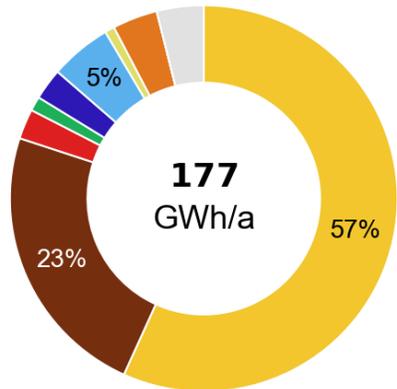
## Heizungen



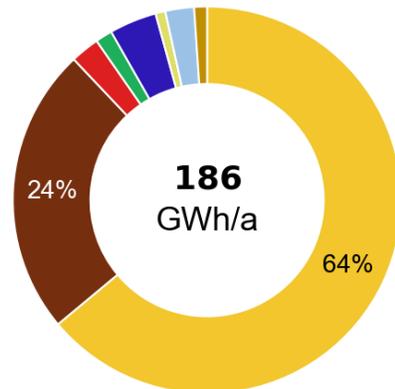
## Emissionen



## Bereitgestellte Nutzenergie



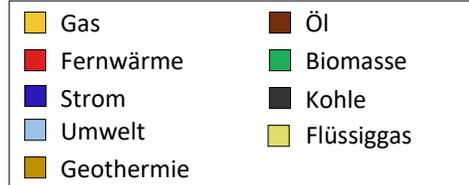
## Endenergie



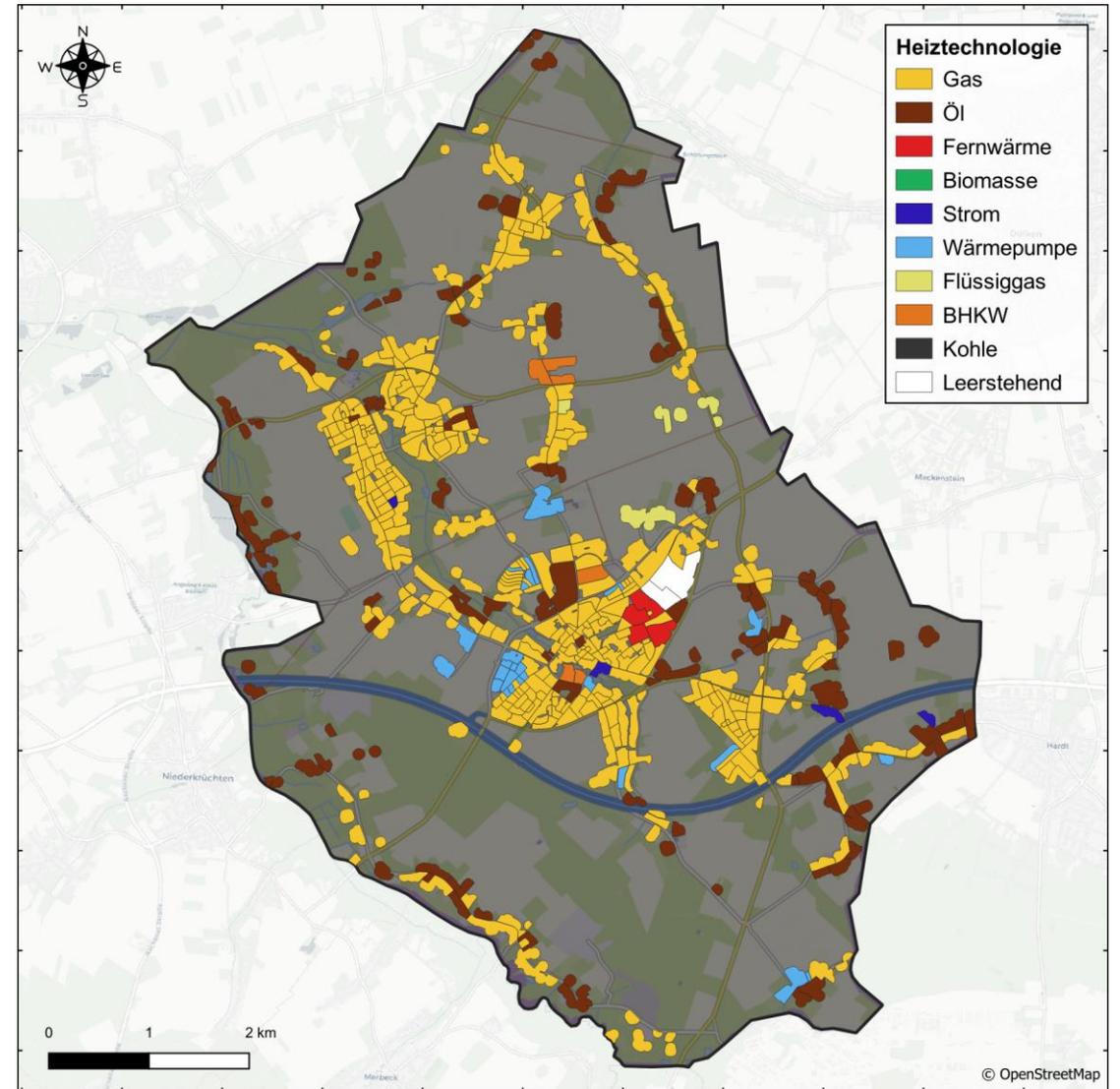
### Heiztypen



### Energieträger

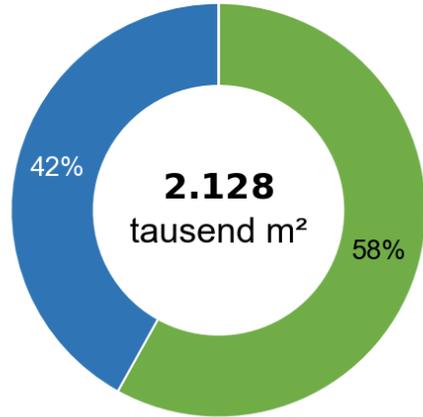


## Heiztechnologie mit höchstem Anteil an Wärmeherzeugung je Baublock

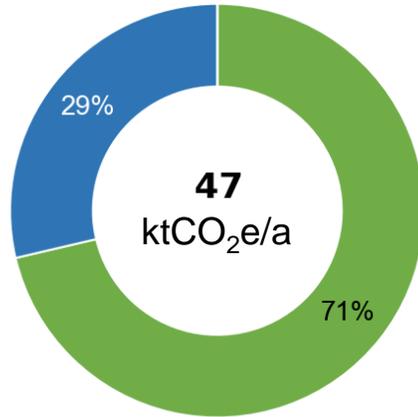


# Haushalte sind Treiber von Wärmebedarf und Emissionen im Versorgungsgebiet.

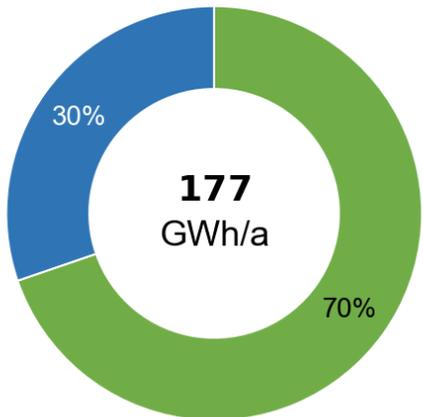
Nutzfläche der Sektoren



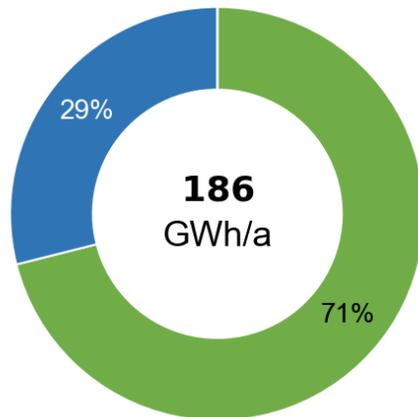
Emissionen je Sektor



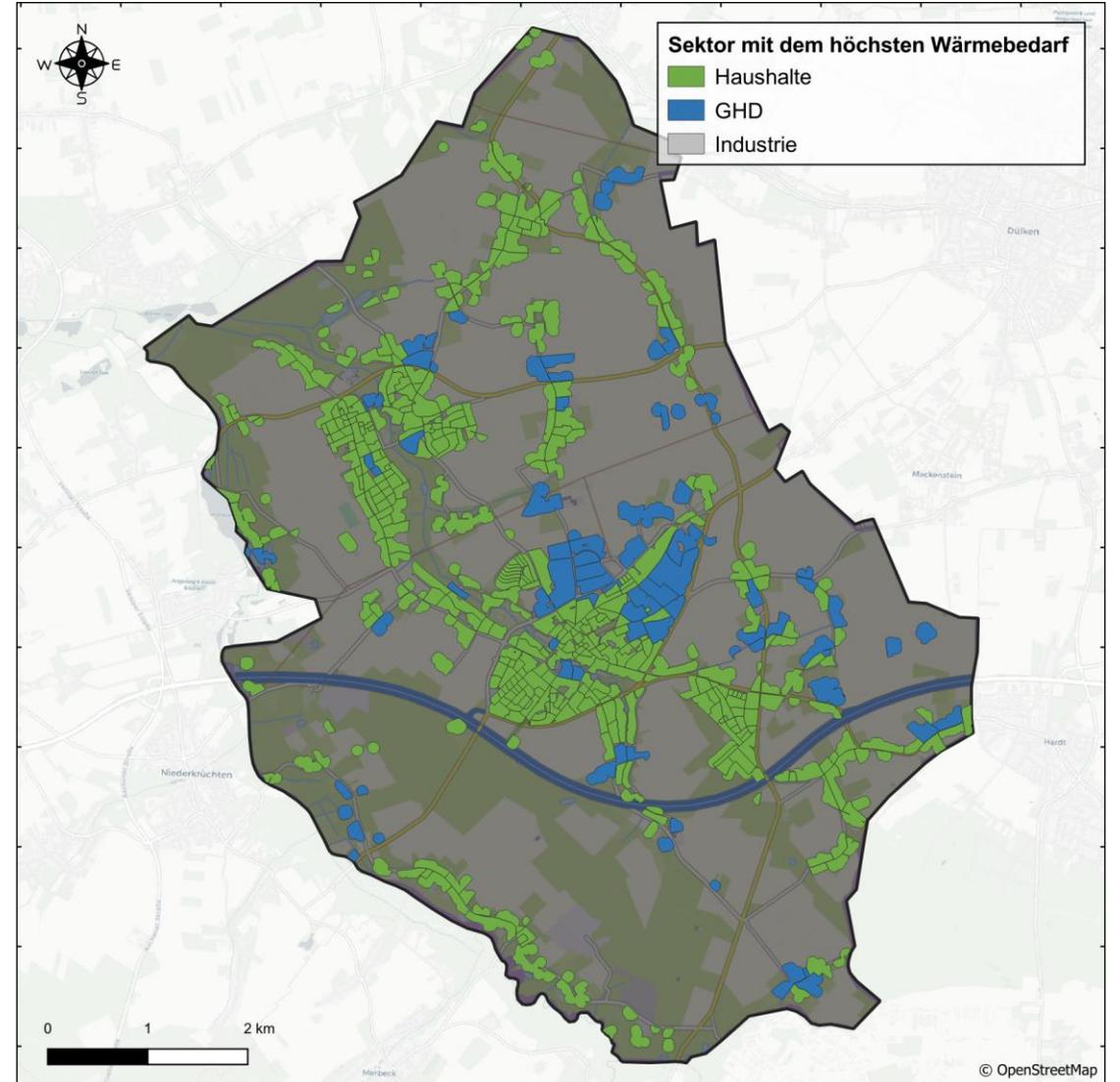
Wärmebedarf der Sektoren



Endenergie je Sektor

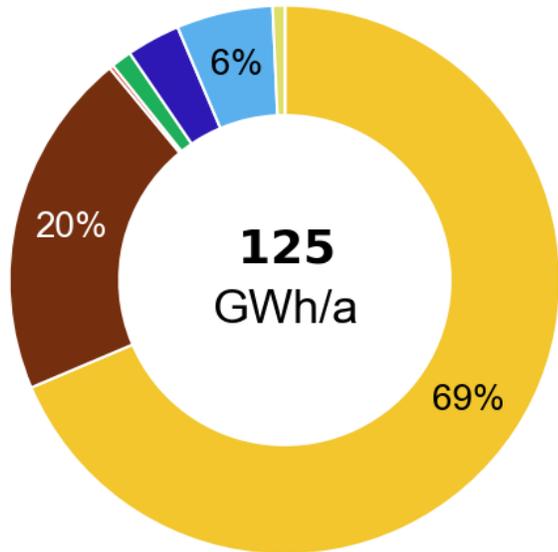


Sektor mit dem höchsten Wärmebedarf je Baublock

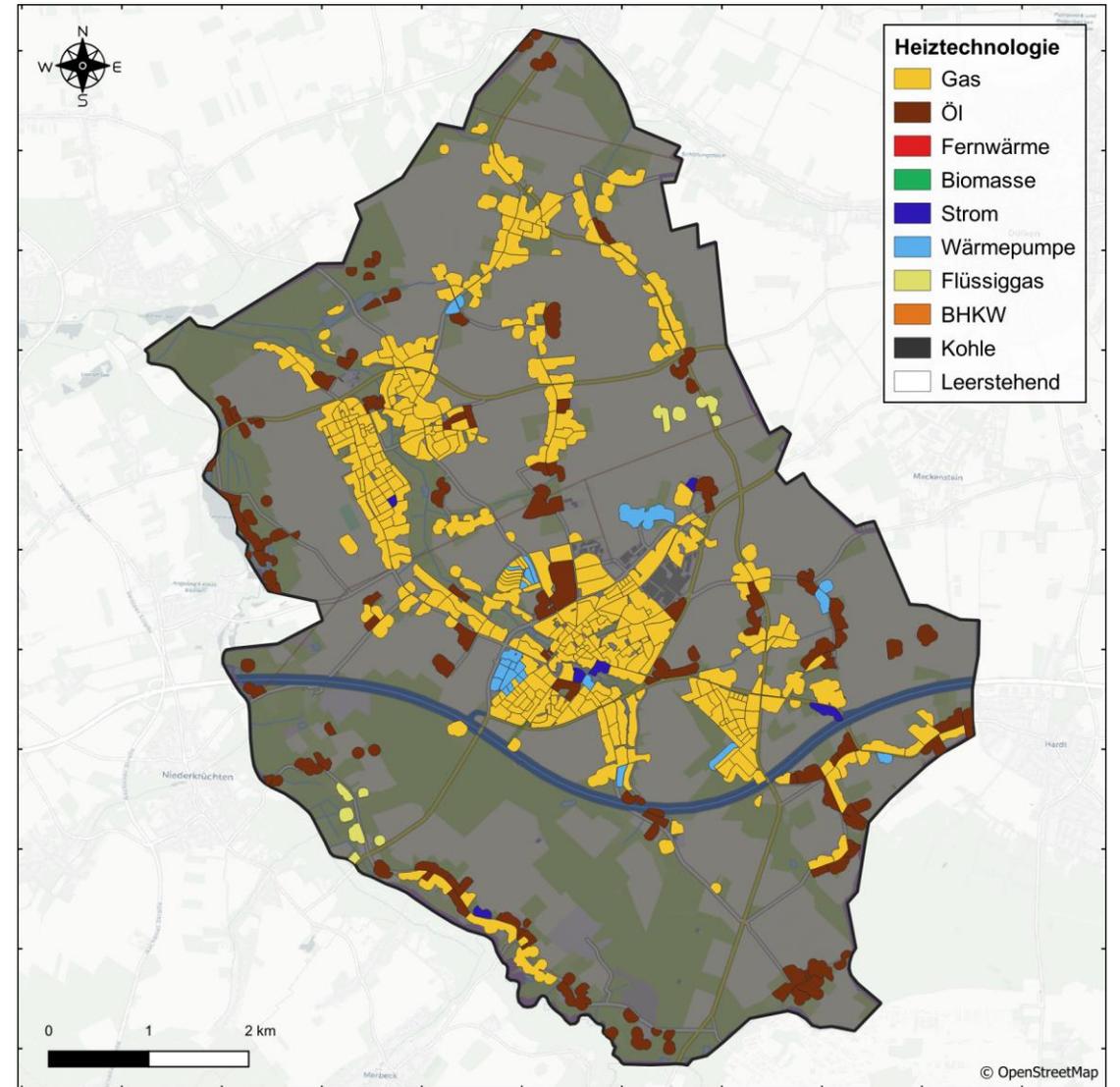


# Wärmebedarf - Wohngebäude

## Bereitgestellte Nutzenergie

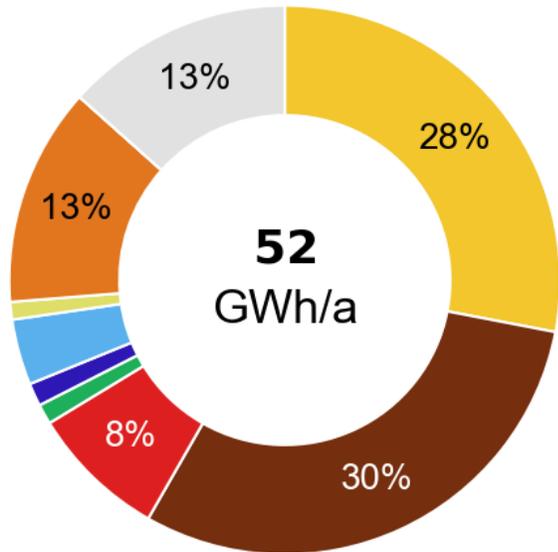


## Heiztechnologie mit höchstem Anteil an Wärmezeugung

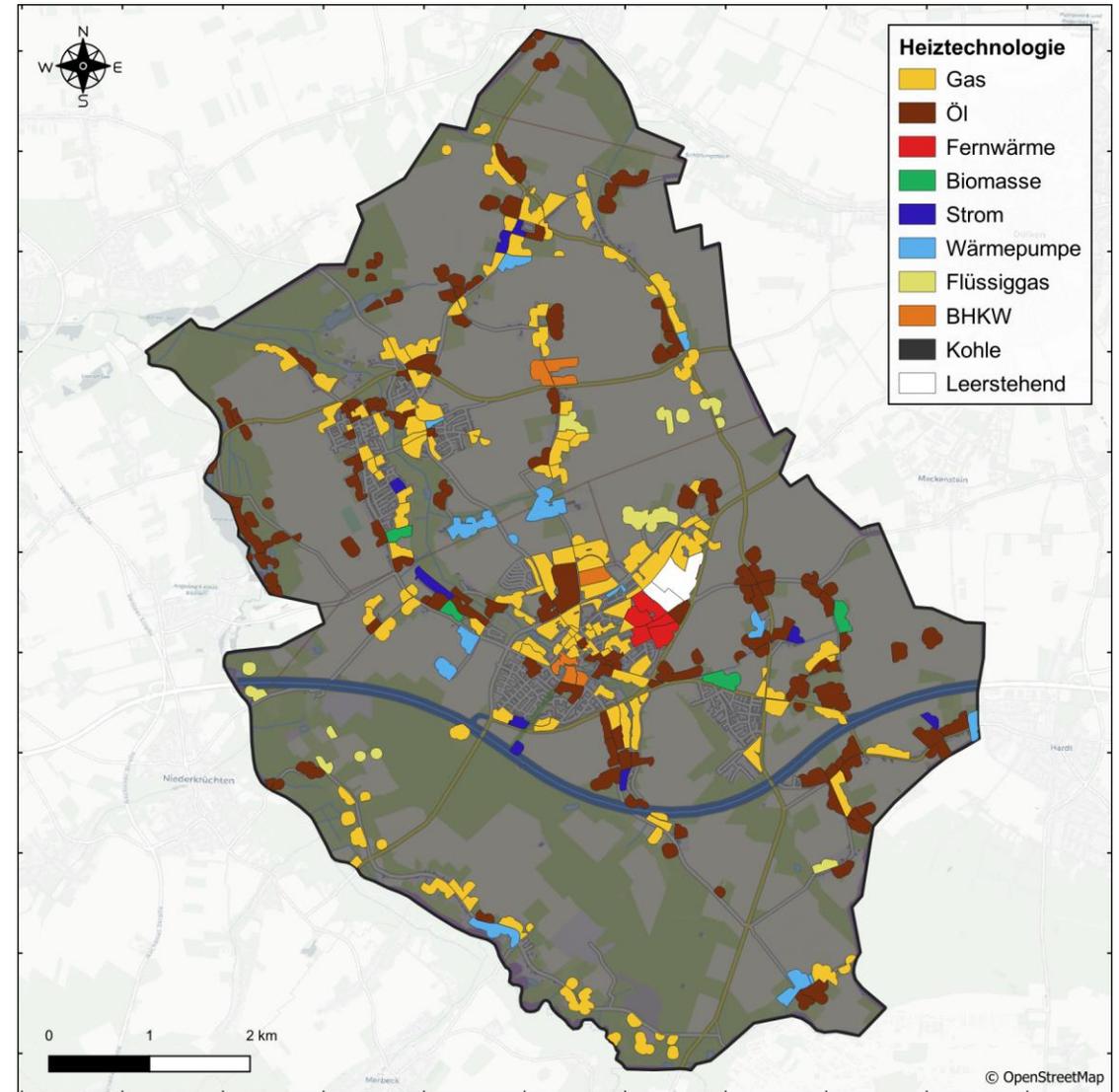


# Wärmebedarf – Nicht-Wohngebäude

## Bereitgestellte Nutzenergie



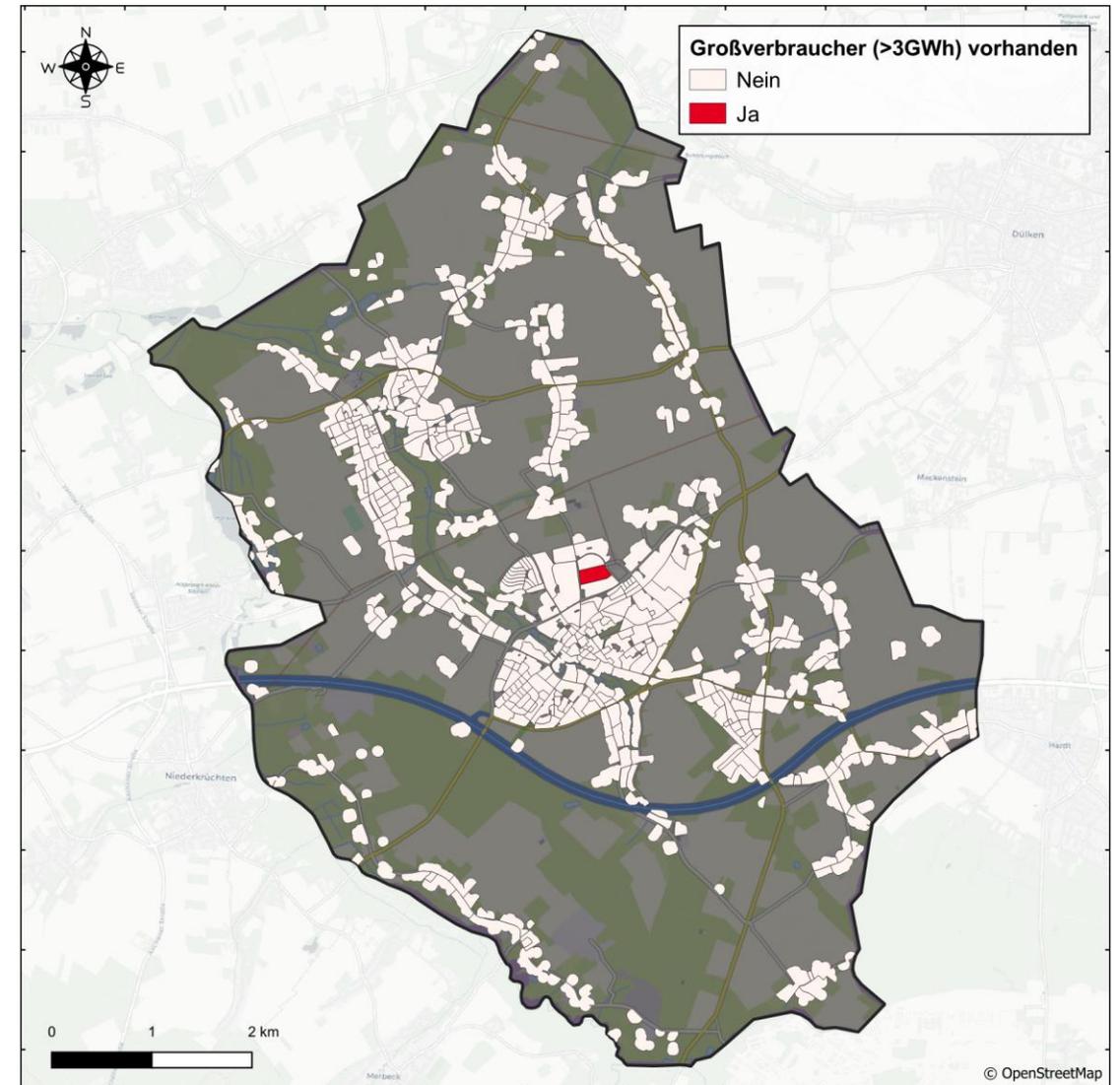
## Heiztechnologie mit höchstem Anteil an Wärmezeugung



## Großverbaucher

- Dargestellt sind sämtliche Großverbraucher mit einem Wärmebedarf > 3 GWh/a
- Großverbraucher können u.a. wichtige Ankerkunden beim Aufbau eines Wärmenetzes sein

### Großverbraucher (> 3 GWh/a)



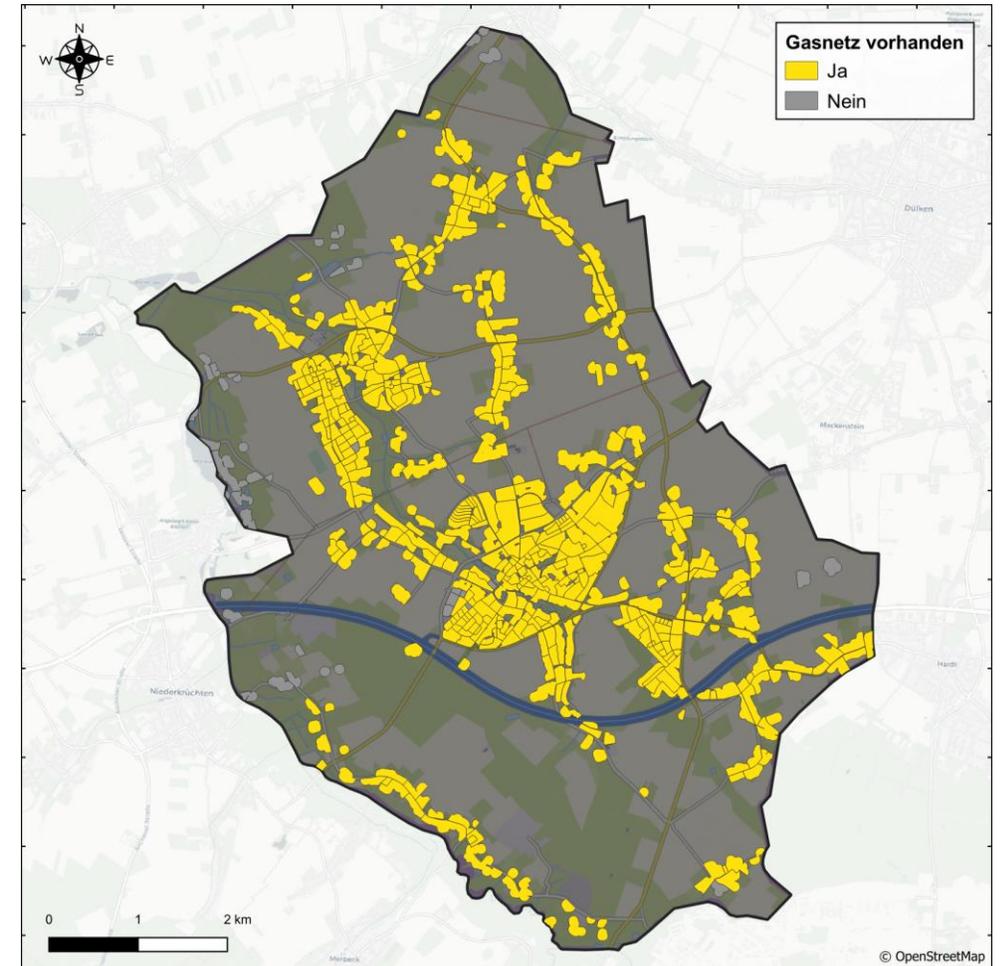
## In Schwalmatal gibt es eine fast flächendeckende Erdgasversorgung

- Zum Schutz kritischer Infrastruktur wird das Gasnetz nicht leitungsscharf dargestellt
- In einem Baublock wird das Gasnetz als vorhanden ausgewiesen, sofern mindestens ein Gebäude mit Gas versorgt wird

### Bestand der Erdgasnetze

133 km Leitungen

4.382 Anschlussnehmer



## In der Gemeinde Schwalmthal werden Nahwärmenetze betrieben.

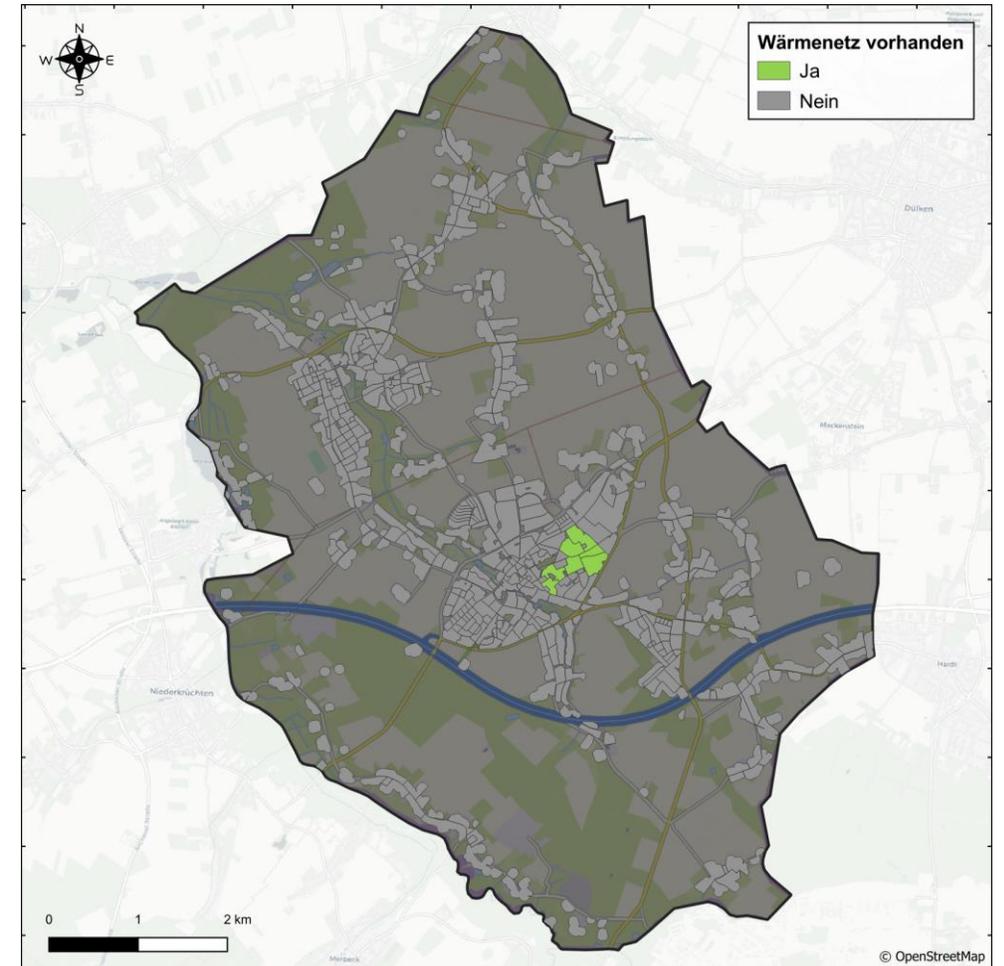
- Zum Schutz kritischer Infrastruktur wird das Wärmenetz nicht leitungs-scharf dargestellt
- In einem Baublock wird das Wärmenetz als vorhanden ausgewiesen, sofern mindestens ein Gebäude über ein Wärmenetz versorgt wird

### Bestand der Wärmenetze

**1** Netz

**Ca. 3 km** Leitungen

**20** Anschlussnehmer



# Wärmeliendichte

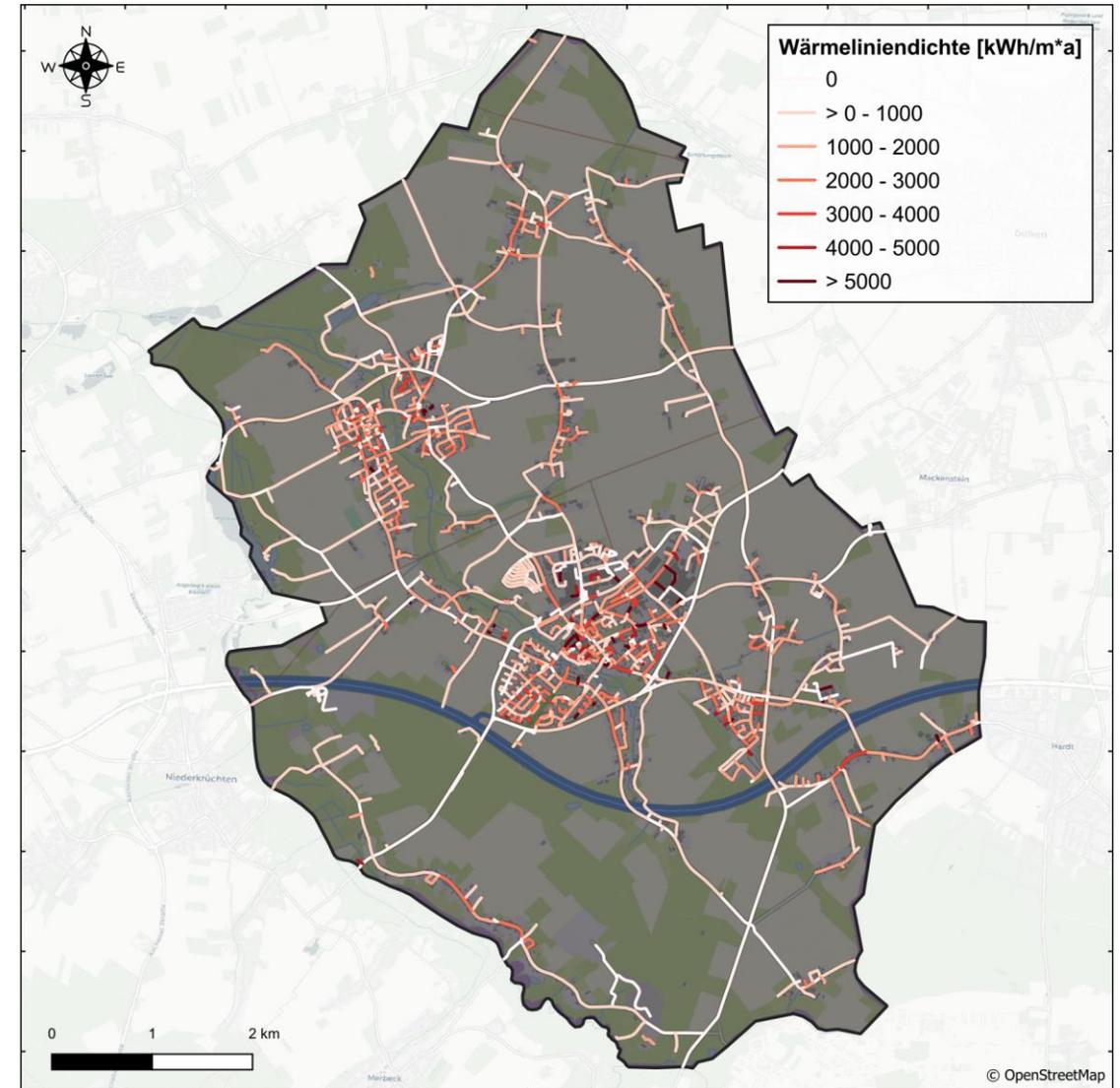
## Ausgangslage für weitere Analysen

- Wärmeliendichte: Wärmebedarf, der je Längeneinheit Straße bzw. Wärmenetz in den angrenzenden Gebäuden anfällt
- Wärmeliendichte als gute Indikation für die Wirtschaftlichkeit von Wärmenetzen
- Je höher die Wärmeliendichte (dunkel rot), desto wahrscheinlicher ist ein wirtschaftlicher Wärmenetzbetrieb
- **Wärmeliendichten weisen technisches Potenzial aus. Die (wirtschaftliche) Machbarkeit muss im Einzelfall geprüft werden.**

## Erste Rückschlüsse

- Im Gemeindekern von Schwalmtal werden teilweise hohe Wärmeliendichten erzielt, die eine Ausweitung der Wärmenetzgebiete eventuell möglich macht
- In den übrigen Gemeindegebieten werden nur sehr lokal begrenzt hohe Wärmeliendichten erzielt. Dort könnten Quartierslösungen mit Nahwärmenetzen eine Lösung sein.

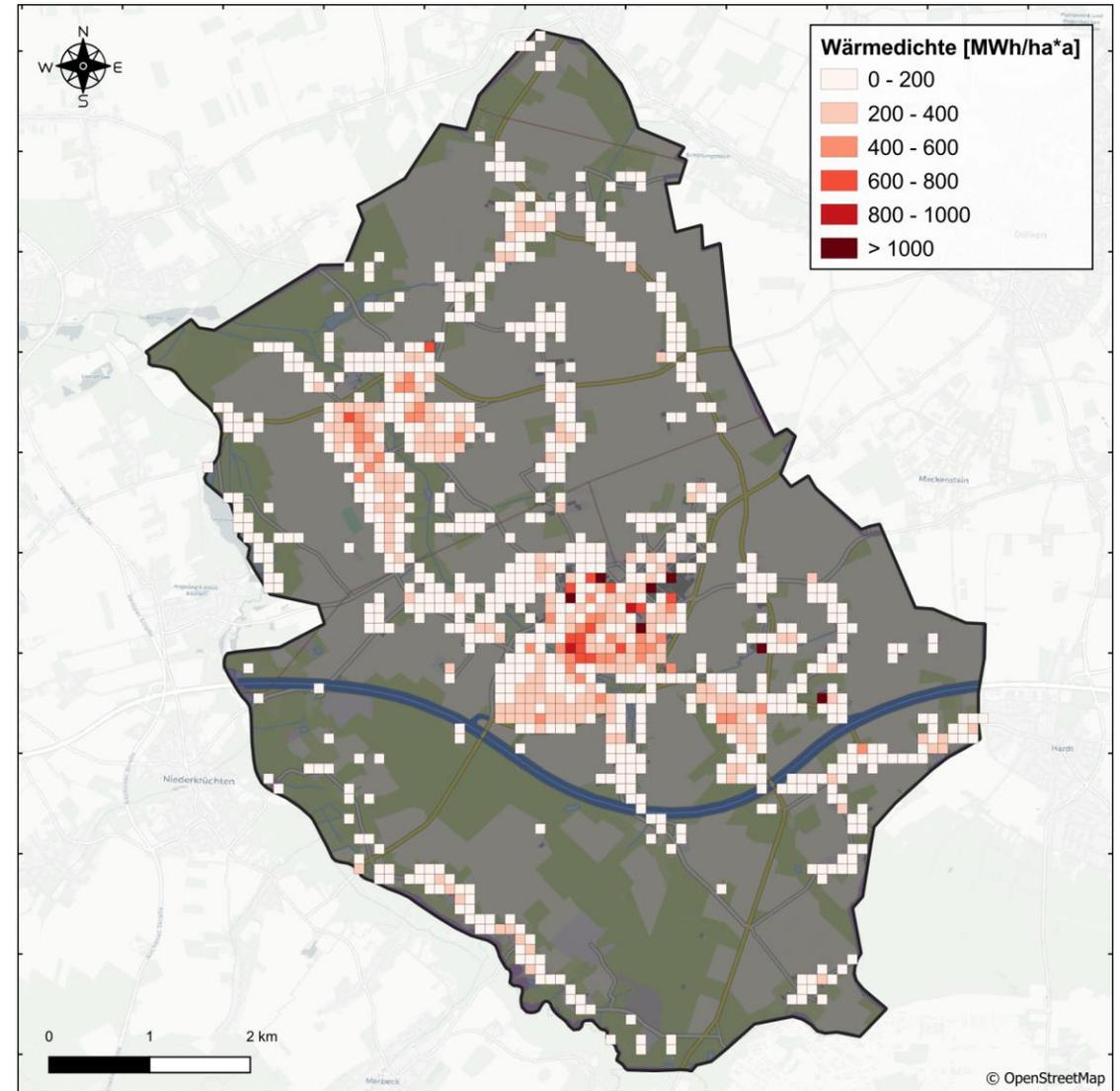
## Wärmeliendichte



## Wärmebedarfsdichte

- Wärmebedarfsdichte als alternative Indikation für die Wirtschaftlichkeit von Wärmenetzen
- Bisherige Richtlinien empfehlen eine Mindest-Wärmebedarfsdichte von ca. 400 MWh/ha\*a
- Richtlinien weisen technisches Potenzial aus. Die Machbarkeit muss im Einzelfall geprüft werden.
- Aktuelle Analysen deuten auf eine Wirtschaftlichkeit erst oberhalb von 600 MWh/ha\*a hin

## Wärmebedarfsdichte



20.03.2025 | SCHWALMTAL



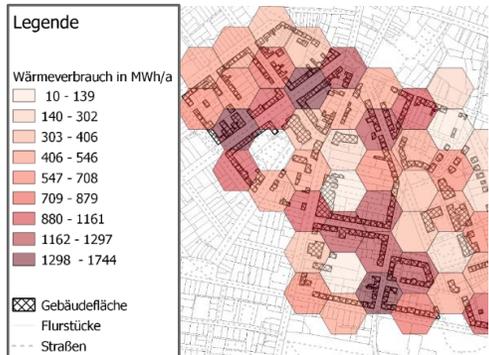
# Kommunale Wärmeplanung Schwalmatal

Potenzialanalyse

# Kommunale Wärmeplanung der Gemeinde Schwalmtal

## Bestandsanalyse (§ 15)

Erstellung des digitalen Zwillings



- Aufbau eines 3D-Modells aller Gebäude der Stadt
- Erfassung des Ist-Zustands der Wärmeversorgung und Erstellung der CO2-Bilanz

## Potenzialanalyse (§ 16)

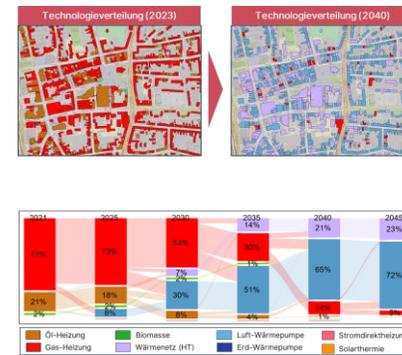
Energieeffizienzmaßnahmen und Wärmetechnologien



- Gebäudescharfe Ermittlung der Technologieoptionen und Sanierungsmaßnahmen
- Georeferenzierte Identifikation grüner Wärmepotenziale

## Zielszenario (§ 17, 18, 19)

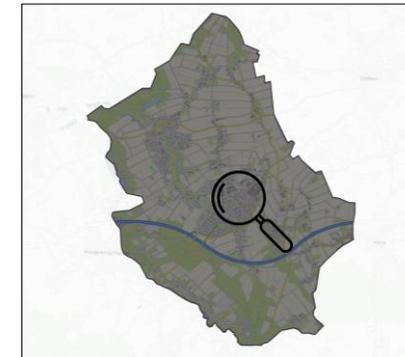
Einteilung in Wärmeversorgungsgebiete



- § 17: Zielszenario
- § 18: Einteilung beplantes Gebiet in Wärmeversorgungsgebiete
- § 19: Darstellung Wärmeversorgungsarten Zieljahr

## Fokusgebiete (Nicht im WPG)

Einteilung in Wärmeversorgungsgebiete



- Detaillierte Darlegung des Status-Quo und der Potenziale
- Aufzeigen möglicher Maßnahmen für eine klimaneutrale Wärmeversorgung

## Maßnahmenkatalog (§ 20)

Beschreibung des Transformationspfades



- Umsetzungsstrategie mit konkreten Maßnahmen, zur Erreichung des Zielszenarios

## Vorstellung der Ergebnisse der Potenzialanalyse

Alle Vorgaben an die Potenzialanalyse nach dem Wärmeplanungsgesetz werden erfüllt.

## § 16 Potenzialanalyse

- (1) Im Rahmen der Potenzialanalyse ermittelt die planungsverantwortliche Stelle **quantitativ und räumlich differenziert** die im beplanten Gebiet vorhandenen Potenziale zur Erzeugung von **Wärme aus erneuerbaren Energien**, zur **Nutzung von unvermeidbarer Abwärme** und zur **zentralen Wärmespeicherung**. Bekannte räumliche, technische, rechtliche oder wirtschaftliche Restriktionen für die Nutzung von Wärmeerzeugungspotenzialen sind zu berücksichtigen.
- (2) Die planungsverantwortliche Stelle schätzt die **Potenziale zur Energieeinsparung durch Wärmebedarfsreduktion** in Gebäuden sowie in industriellen oder gewerblichen Prozessen ab.

Alle Vorgaben an die Potenzialanalyse nach dem Wärmeplanungsgesetz werden erfüllt.

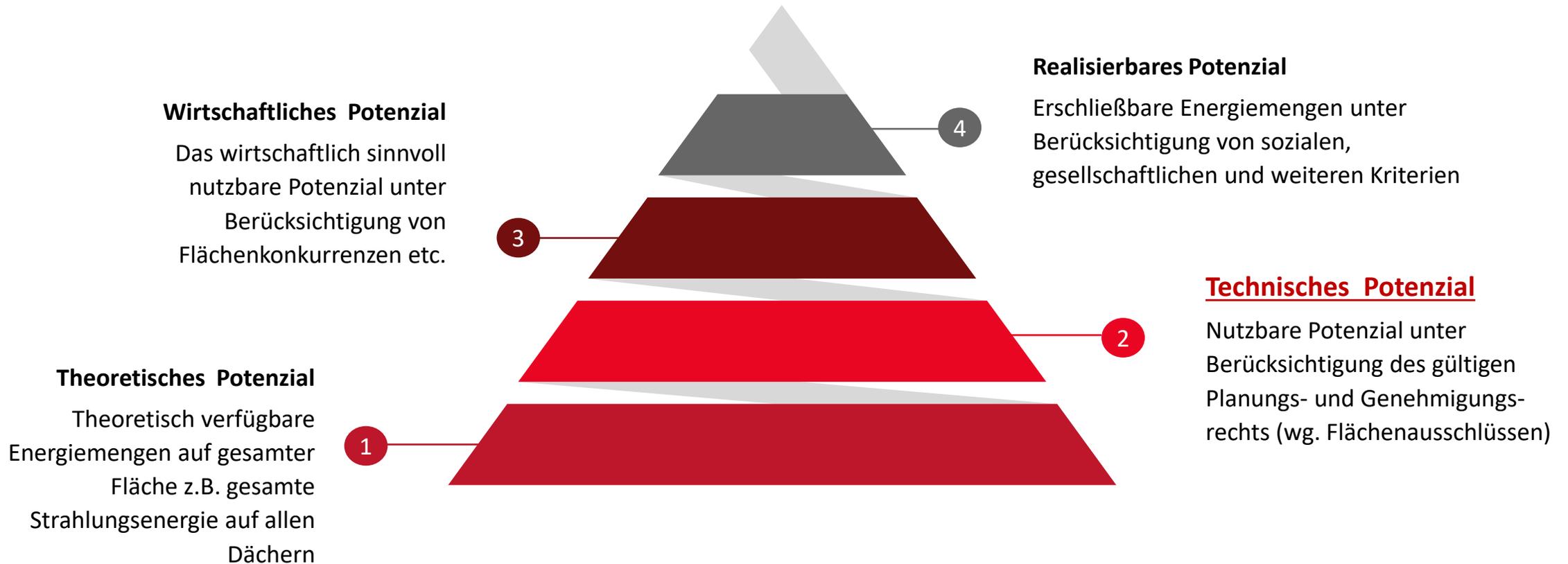
## Anlage 2 zu § 23 – Darstellung der Ergebnisse der Potenzialanalyse nach § 16

Im Wärmeplan sind als Ergebnis der Potenzialanalyse für das geplante Gebiet die **ermittelten Potenziale quantitativ und nach Energieträgern** sowie **räumlich differenziert kartografisch** auszuweisen. Die Darstellung der Potenziale im Wärmeplan erfolgt mit dem Ziel, **Wärmeversorgern und -verbrauchern möglichst konkrete Anhaltspunkte** zu geben, welche Energiequellen sie in **vertiefenden Analysen und Planungen** genauer untersuchen sollten.

Im Rahmen der Potenzialanalyse sind **Ausschlussgebiete wie Wasserschutzgebiete oder Heilquellengebiete räumlich differenziert auszuweisen**. Die abgeschätzten **Potenziale zur Energieeinsparung** durch Wärmebedarfsreduktion in Gebäuden und industriellen und gewerblichen Prozessen werden räumlich differenziert dargestellt. In Gebieten mit mehr als 45 000 Einwohnern soll die Bewertung potenzieller Synergieeffekte mit den Plänen benachbarter regionaler oder lokaler Behörden aufgenommen werden, auch hinsichtlich gemeinsamer Investitionen und Kosteneffizienz.



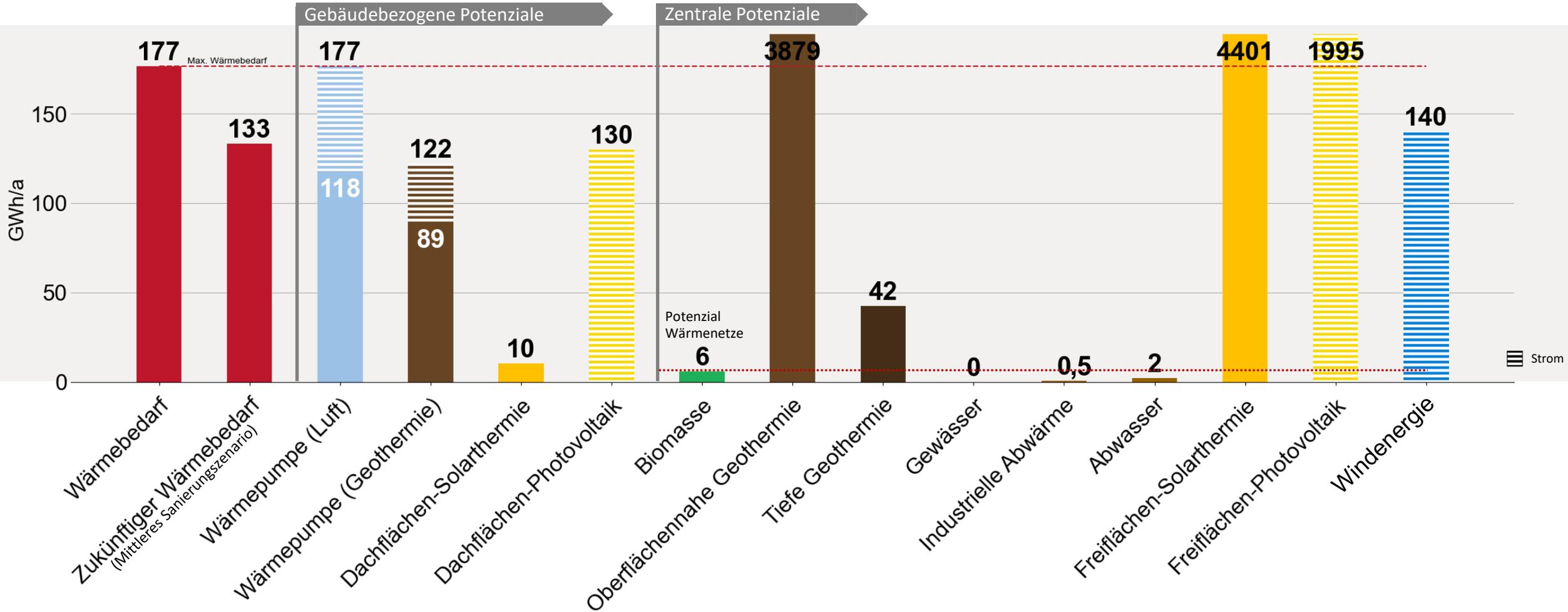
Die Potenzialanalyse zielt darauf ab das **technische Potenzial** für den Einsatz erneuerbarer Energien und unvermeidbarer Abwärme, sowie für Wärmebedarfsreduktionen zu ermitteln.



# Potenzialanalyse

1

# Um den zukünftigen Wärmebedarf zu decken bieten sich in Schwalmatal ins besondere **Umweltwärme, oberflächennahe Geothermie und Solarenergie** an



Die hier dargestellte Zusammenfassung dient als erste Übersicht und gibt die maximalen Potenziale an. Die Potenziale werden in Folge detaillierter beschrieben

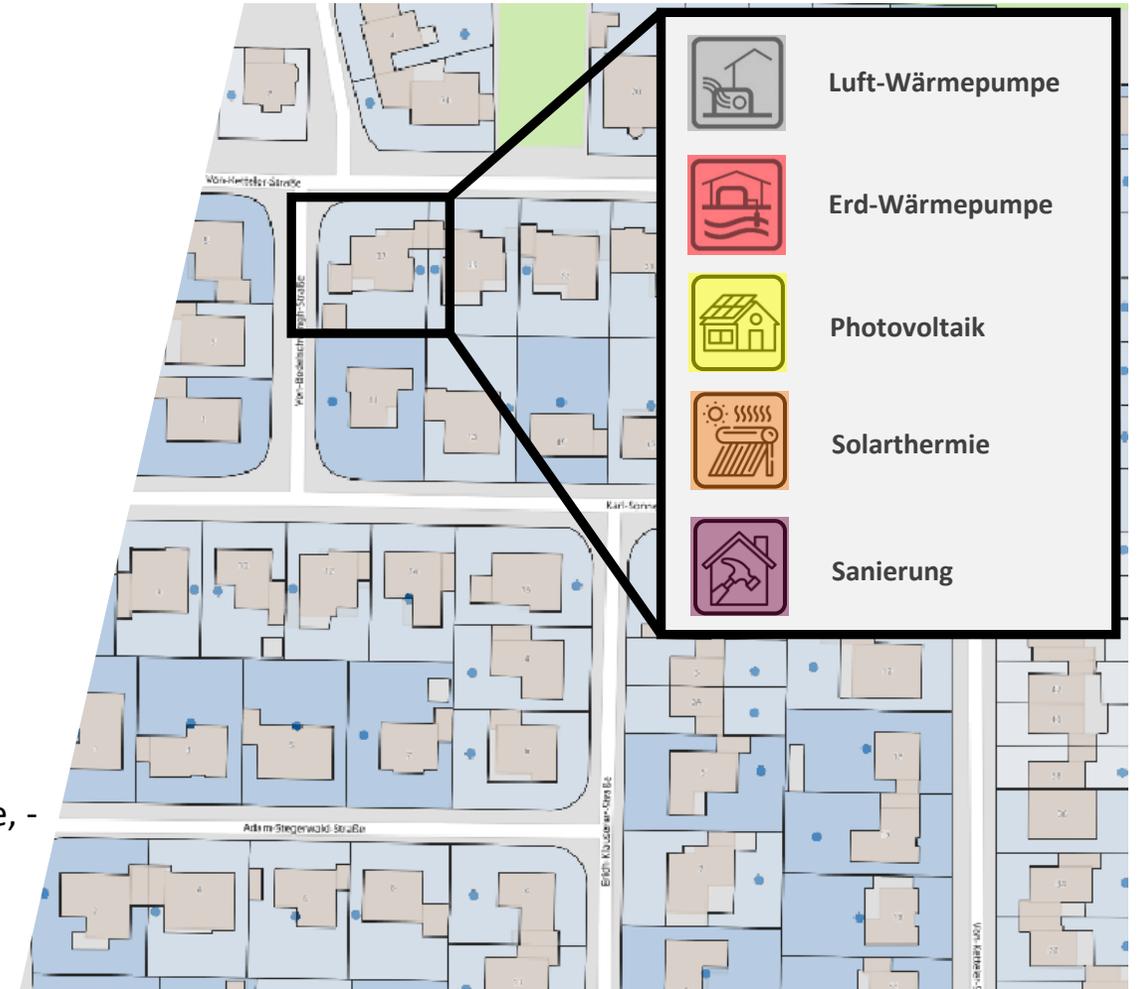
# Dezentrale Potenziale - Allgemein

## Einsparpotenziale

- Einsparpotenziale durch Gebäudesanierung
  - Berechnung wirtschaftlicher Sanierungsmaßnahmen je Gebäudekomponente
  - Annahme realistischer Sanierungsquoten

## Erzeugungspotenziale

- Bewertung der technischen Eignung von Wärmepumpen-Technologien
  - Luft-Wärmepumpen
  - Erdsonden/-kollektoren-Wärmepumpen
  - Grundwasser-Wärmepumpen
- Bewertung der Eignung von Dachflächen-Solarthermie / -Photovoltaik und Berechnung des Ertrags über den gebäudespezifischen Dachaufbau (Dachfläche, -Ausrichtung, -Neigung)



Die Berechnung des Einsparpotenzials ist eine realistische Abschätzung, um eine geeignete Basis für das Zielszenario zu haben.

1

## Sanierung

Simulation der Auswirkungen von Sanierungen auf den zukünftigen Wärmebedarf

- **Sanierungstiefe**
  - Angenommener Anstieg der Sanierungsrate von derzeit < 1% auf 1,5 %
- **Sanierungsbreite**
  - Alle Teil- und Vollsanierungen orientieren sich am Sanierungsstandard KFW 70

2

## Weitere Einflussfaktoren

Abschätzung der Auswirkungen weiterer Einflussfaktoren auf den Wärmebedarf

- Aufgrund des **Klimawandels** ist der Raumwärmebedarf in der Vergangenheit rückläufig gewesen
- Der **Warmwasserbedarf** kann sich durch erhöhte Suffizienz und Effizientere Speicher reduzieren
- Der **Prozesswärmebedarf** kann sich durch optimierte und effizientere Anlagen reduzieren

3

## Szenarienvergleich

Darstellung der Bandbreite möglicher Entwicklungen

- **Minimale Einsparungen**
  - Leichter Anstieg der Sanierungsrate auf 1 %
- **Maximale Einsparungen**
  - Erhöhung der Sanierungsrate auf 2 %

Erläuterungen zu obenstehenden Annahmen folgen auf den nächsten Folien

# Zukünftiger Wärmebedarf - Szenarienübersicht

- Die dargestellten Szenarien fokussieren sich auf eine Variation der Sanierungsquote als größten beeinflussbaren Hebel
- Der Einfluss des Klimawandels sowie Einsparungen bei Prozesswärme und Warmwasser sind in allen Szenarien identisch
- Alle Effekte beziehen sich auf den Zeitraum vom Status-Quo bis zum Jahr 2045



**Szenario**  
**„geringe Einsparungen“**

<b>1,0 %</b>	Sanierungsquote
- 5 %	Raumwärmebedarf durch Klimawandel
- 10 %	Prozesswärme
- 10 %	Warmwasser



**Szenario**  
**„mittlere Einsparungen“**

<b>1,5 %</b>	Sanierungsquote
- 5 %	Raumwärmebedarf durch Klimawandel
- 10 %	Prozesswärme
- 10 %	Warmwasser



**Szenario**  
**„hohe Einsparungen“**

<b>2,0 %</b>	Sanierungsquote
- 5 %	Raumwärmebedarf durch Klimawandel
- 10 %	Prozesswärme
- 10 %	Warmwasser

Erläuterungen zu obenstehenden Annahmen folgen auf den nächsten Folien 

# Zukünftiger Wärmebedarf - Annahmen Sanierung

## Definition Sanierungsrate [1]:

- $Sanierungsrate = \frac{\text{Gesamtfläche der Bauteile, an denen in dem betrachteten Jahr Wärmeschutzmaßnahmen durchgeführt werden}}{\text{gesamte thermische Hüllfläche des Gebäudebestandes}}$

### Sanierungsbreite:

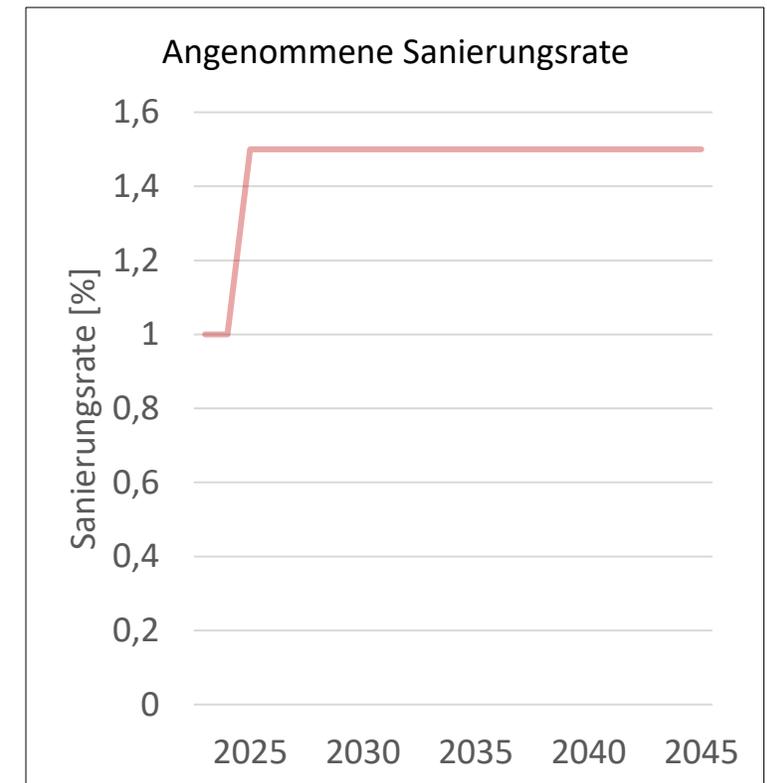
- Anstieg der Sanierungsrate von derzeit < 1 % auf 1,5 % ab 2025
- Teil- vs. Vollsanierungen:
  - 16 Sanierungskombinationen möglich (z.B. "Dach", "Dach/Fenster", ...)
  - Größtenteils (Kombination von) Einzelmaßnahmen, wenige Vollsanierungen [2]

### Sanierungstiefe:

- Alle Teil- und Vollsanierungen orientieren sich am Sanierungsstandard KWF 70
- Ausnahme Baudenkmäler: verringerte Sanierungsmöglichkeiten von Wand/Fenster

### Auswahl zu sanierender Gebäude:

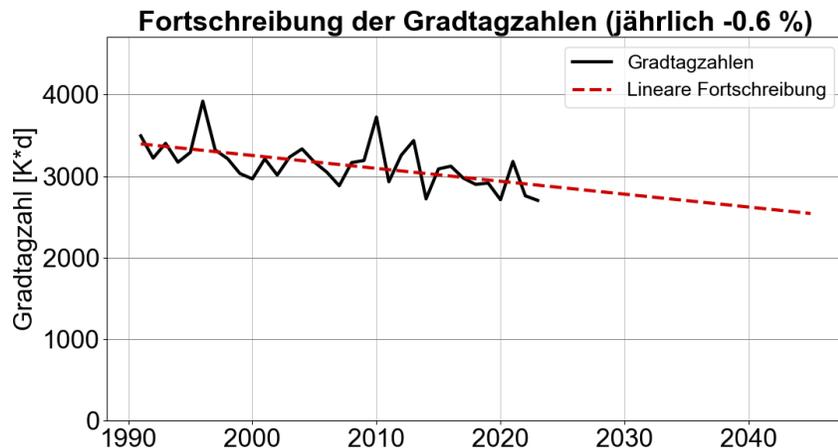
- Sanierungswahrscheinlichkeiten je Gebäude bestimmt durch Einsparpotenzial gemäß spez. Verbrauch
- Saniert werden können Wohngebäude sowie die meisten öffentlichen und GHD- Gebäudetypen, keine Industriegebäude



# Zukünftiger Wärmebedarf - Annahmen Klimawandel, Warmwasser und Prozesswärme

## Klimawandel

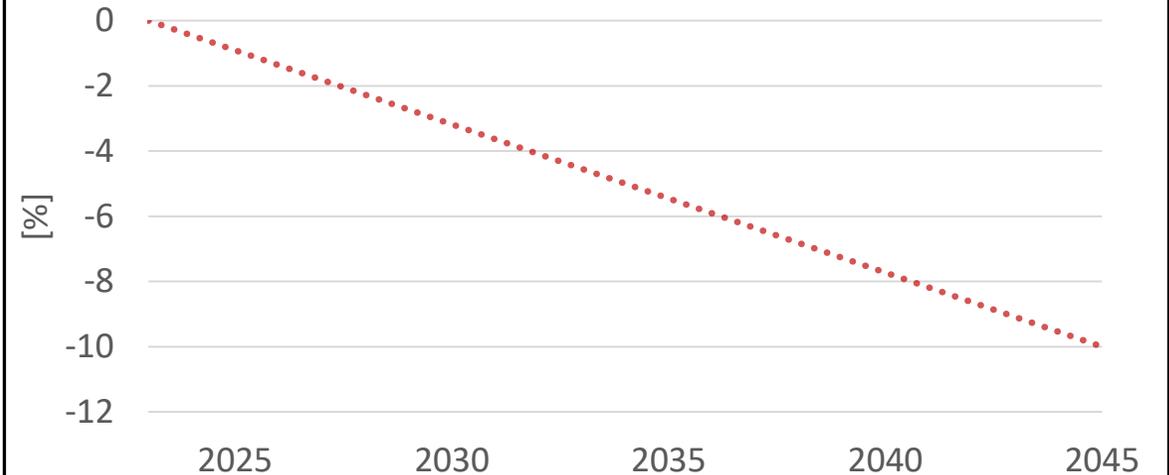
- Gradtagzahlen gewichten die Anzahl an Tagen mit der Differenz zwischen Außentemperatur und Heizgrenze und sind somit ein Maß für den Heizbedarf
- Eine lineare Fortschreibung der Gradtagzahlen für den Standort Schwalmtal würde zu jährlichen Einsparungen von 0,6 % führen
- Infolge wird von Gesamteinsparungen bis 2045 in Höhe von 5 % ausgegangen (bei unverändertem Sanierungsstand)
- Die unten aufgeführten Zahlen folgen aus eigener Berechnung auf dem Vorgehen des IWU-Tools Gradtagzahlen<sup>1</sup>
- **Hinweis:** Der tatsächliche Einfluss des Klimawandels auf den Raumwärmebedarf ist Gegenstand aktueller Forschung und unterliegt Unsicherheiten. Beispielsweise wirkt eine potenzielle Abschwächung des Golfstroms der Klimaerwärmung in Europa entgegen<sup>2</sup>, weswegen hier nicht von einer linearen Fortschreibung der Gradtagzahlen ausgegangen wird.



## Warmwasser und Prozesswärme

- Pauschales Einsparpotenzial von 10 % bis bis 2045 für alle Verbraucher (Erneuerung der Warmwasserspeicher durch besser gedämmt Speicher, nachträgliche Dämmung von Verteilleitungen und optimierte Einstellungen von Zirkulationszeiten)

Veränderung des Warmwasser- / Prozesswärmebedarfs

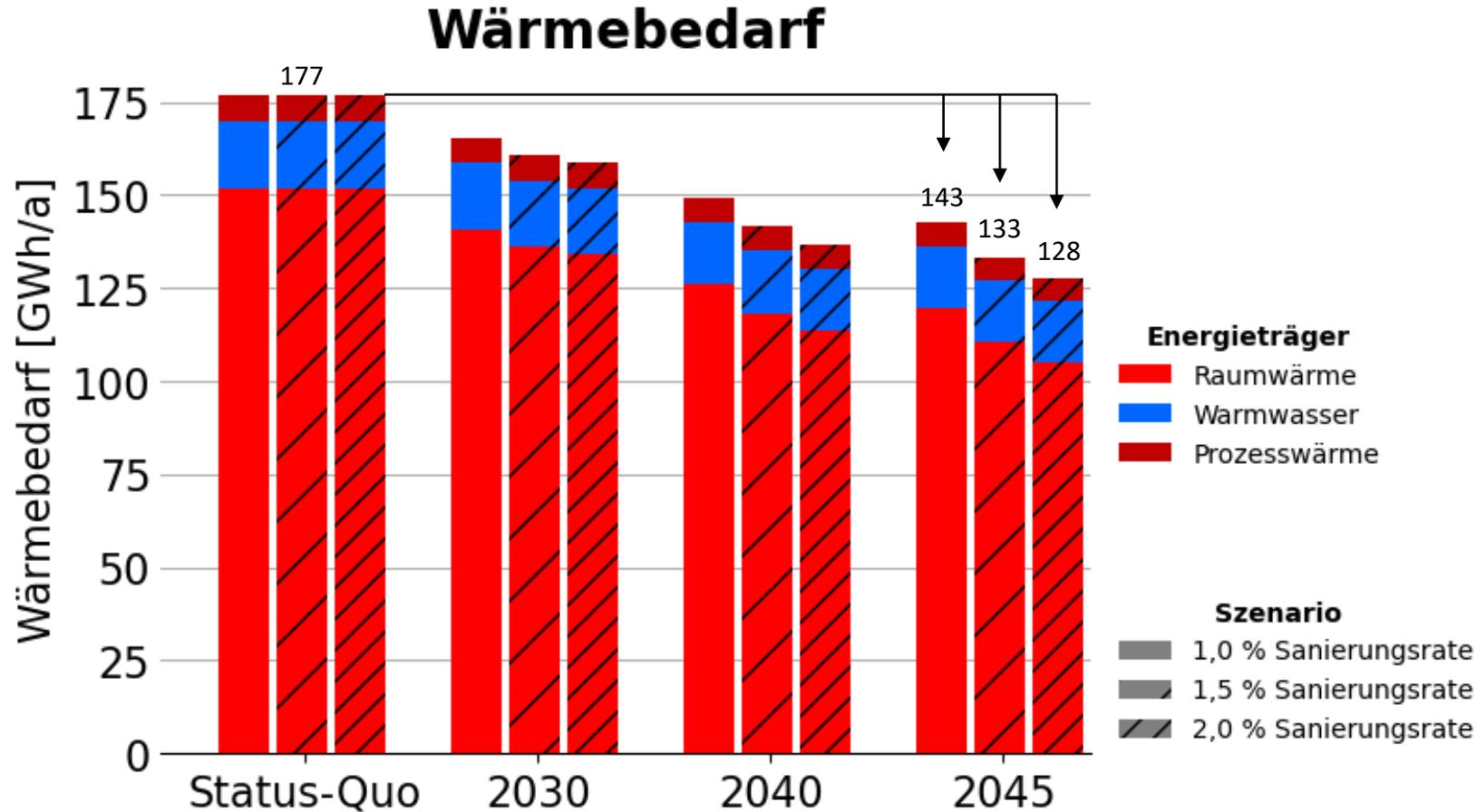


<sup>1</sup> IWU-Tool Gradtagzahlen: <https://www.iwu.de/publikationen/fachinformationen/energiebilanzen/gradtagzahltool/>

<sup>2</sup> <https://www.mdr.de/wissen/klima/golfstrom-wie-wahrscheinlich-ist-ein-kollaps-golfstrom-schwaecher-europa-studie-kippunkt-100.html>

# Zukünftiger Wärmebedarf - Szenarienvergleich

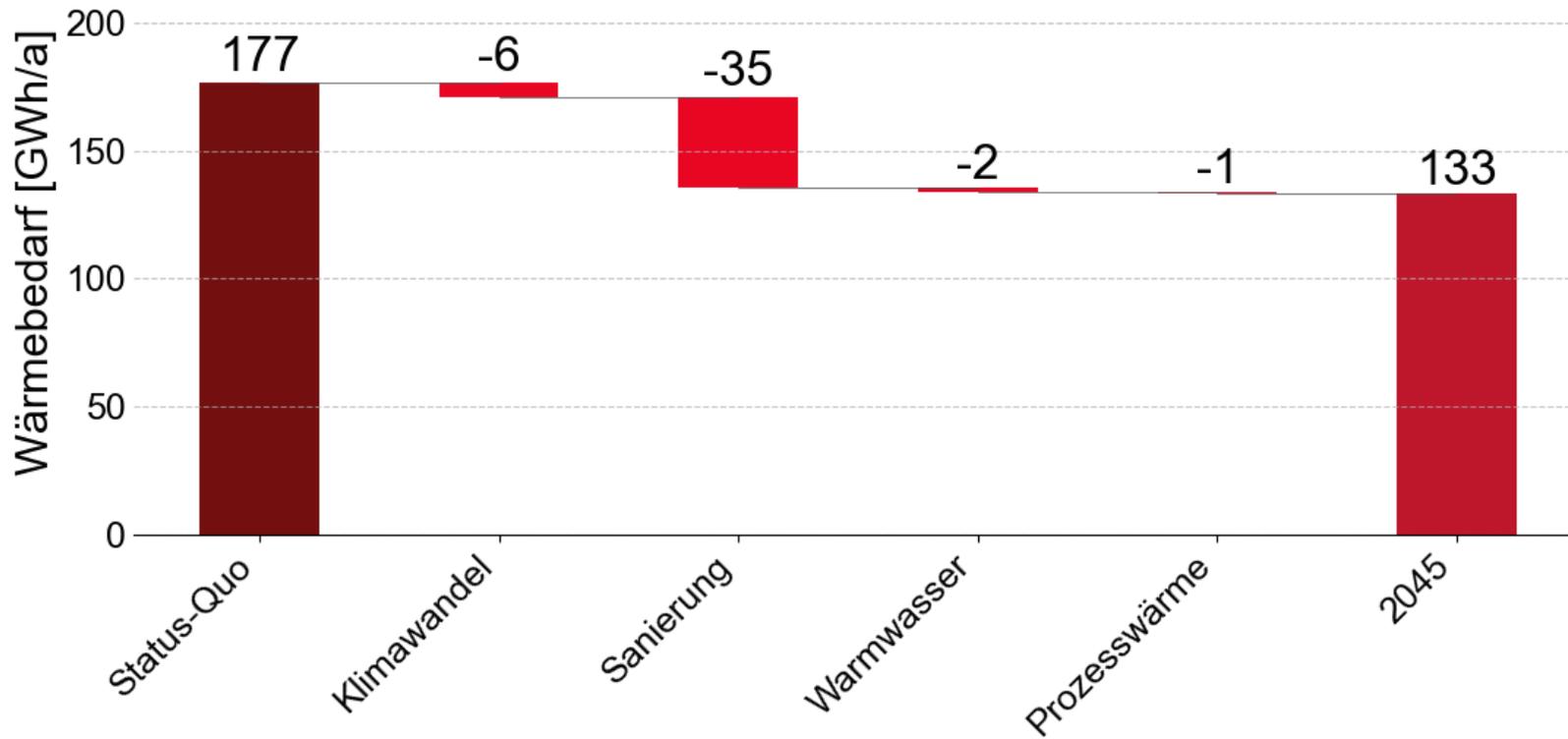
## Potenziale für die Wärmebedarfsreduktionen bis 2045



- Im Extrem-Szenario mit den **geringsten Einsparungen** sinkt der Wärmebedarf bis 2045 um 34,2 GWh/a (**19,3 %**)
- Im Szenario mit den **mittleren Einsparungen** sinkt der Wärmebedarf bis 2045 um 43,4 GWh/a (**24,6 %**)
- Im Extrem-Szenario mit den **höchsten Einsparungen** sinkt der Wärmebedarf bis 2045 um 49,0 GWh/a (**27,8 %**)

## Zukünftiger Wärmebedarf - Szenario "mittlere Einsparungen"

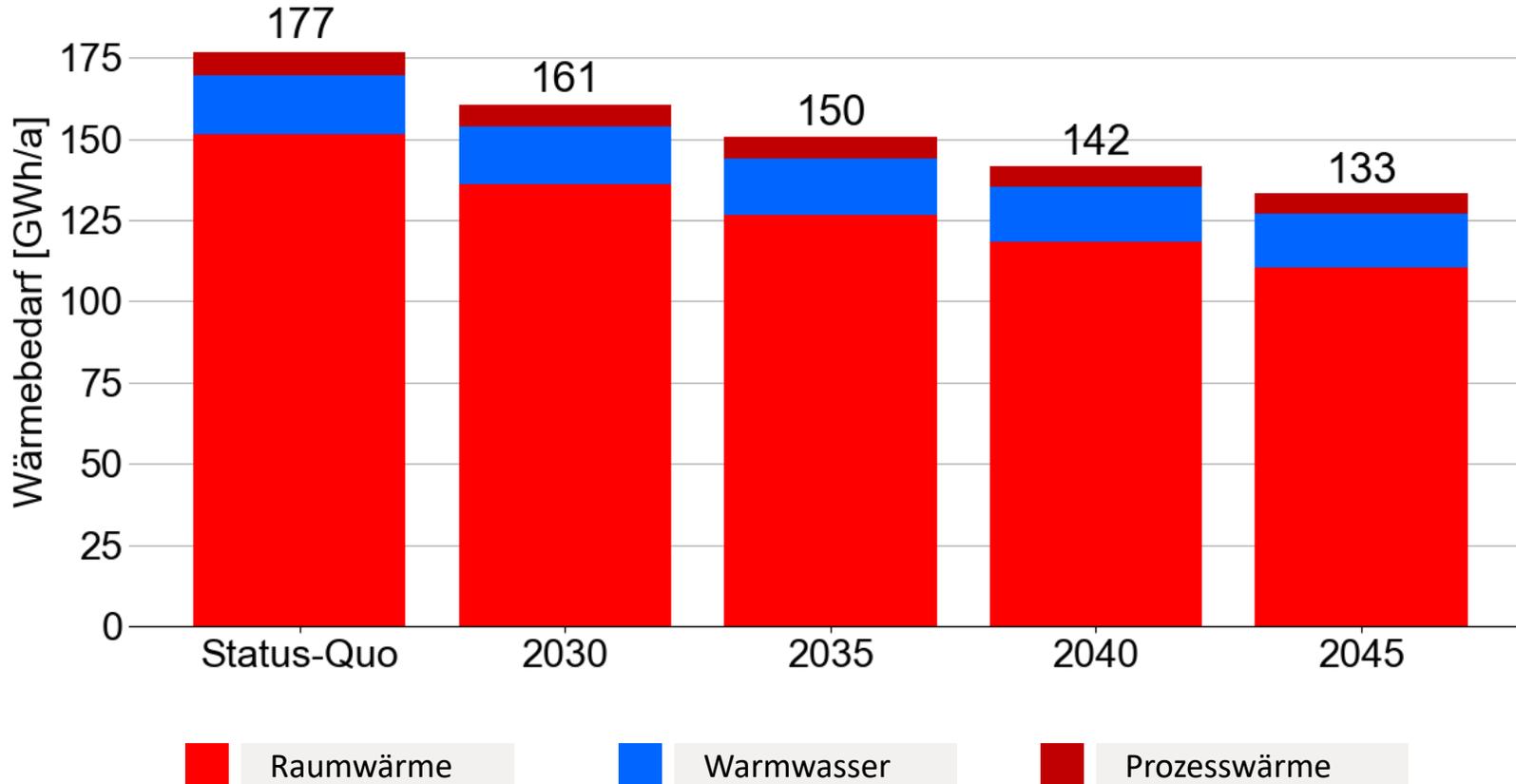
### Aufschlüsselung der Einflussfaktoren



- Der Raumwärmebedarf reduziert sich bis 2045 bedingt durch Sanierung (und Klimawandel) um insgesamt 41 GWh/a
- Effizienzgewinne bei Prozesswärme und Warmwasser reduzieren den Gesamtwärmebedarf um 3 GWh/a
- Insgesamt reduziert sich der Wärmebedarf um 43 GWh/a (**25 %**)

## Zukünftiger Wärmebedarf - Szenario "mittlere Einsparungen"

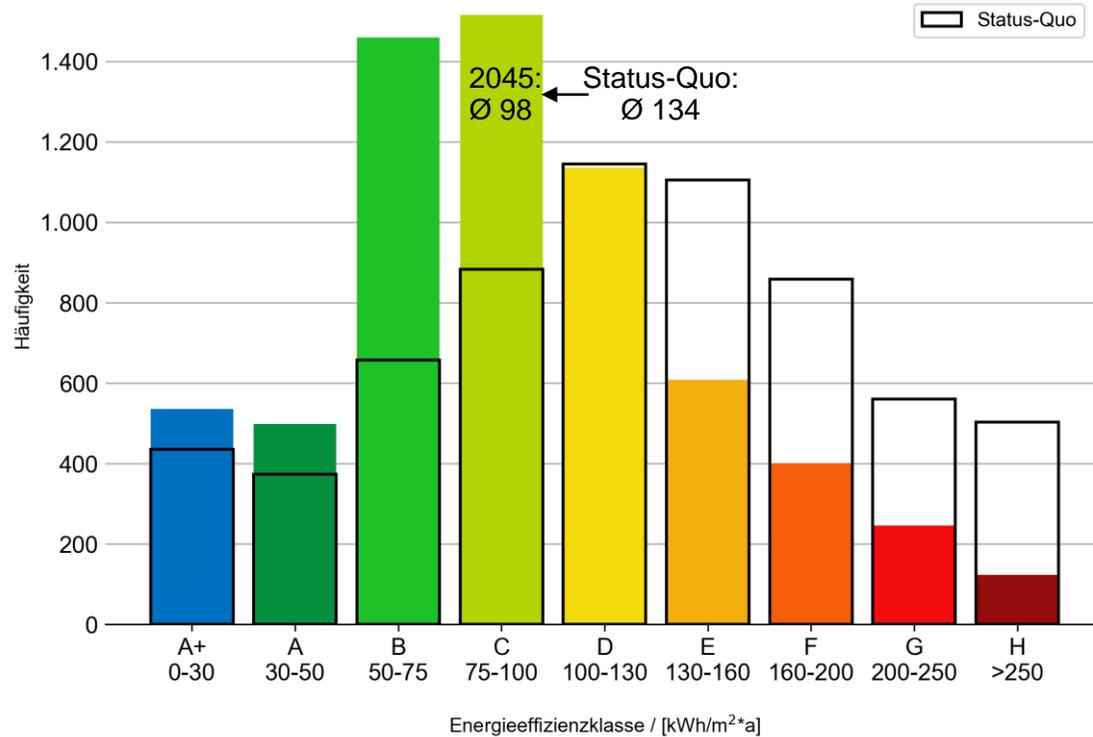
### Entwicklung des Wärmebedarfs



- Abnahme des Wärmebedarfs bis 2045 von ca. 1 %/Jahr bei konstanter Sanierungsrate
- Verlangsamung in der Reduktion des Wärmebedarfs, da zunächst eher die sanierungsbedürftigsten Gebäude saniert werden

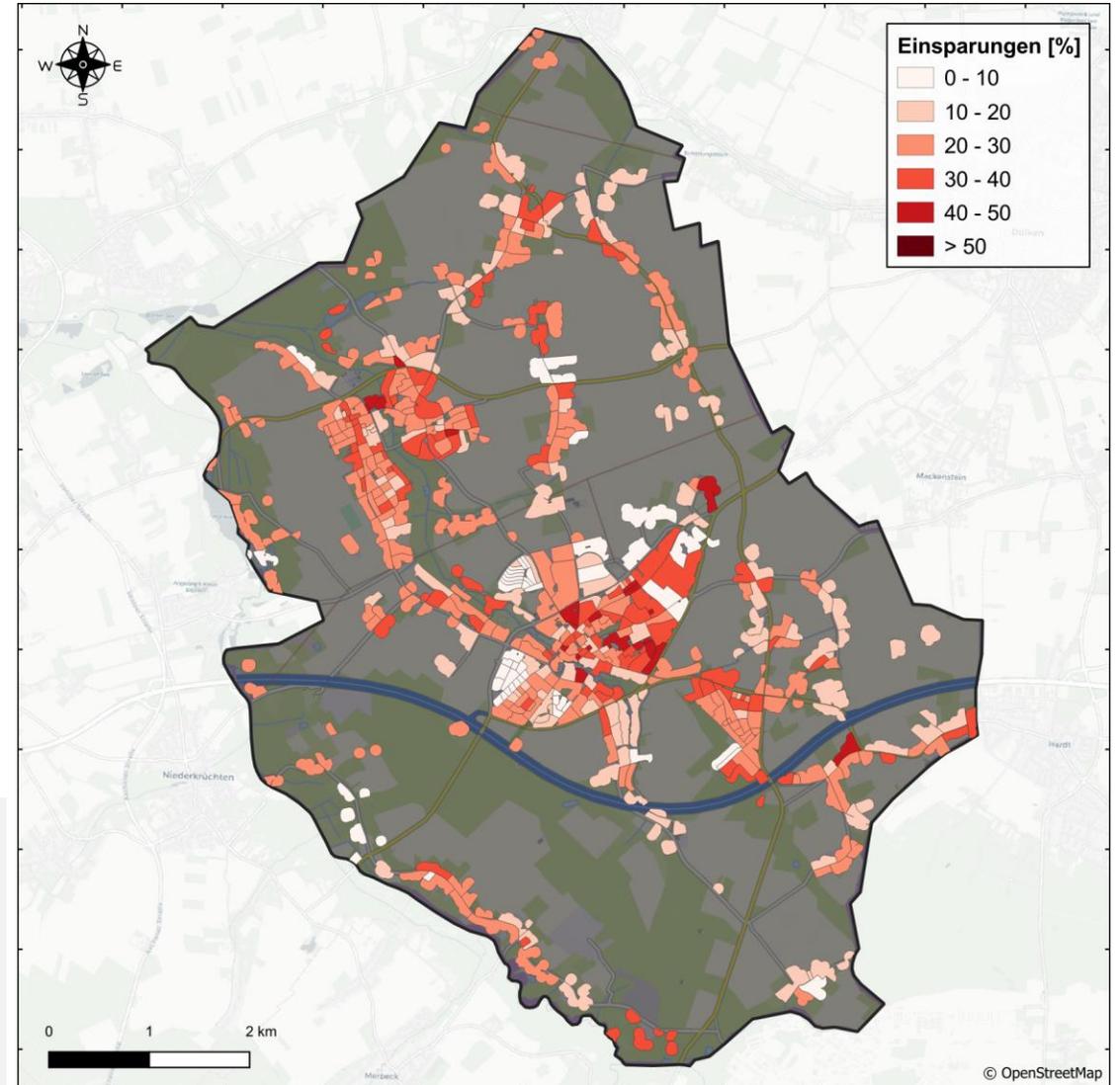
# Zukünftiger Wärmebedarf - Szenario "mittlere Einsparungen"

Häufigkeit der Energieeffizienzklassen (Status-Quo vs. 2045)



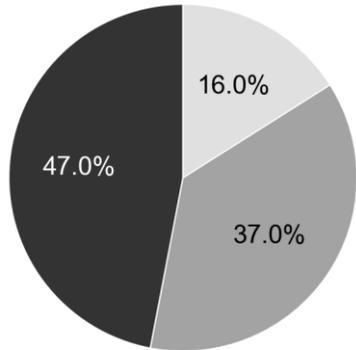
- Der dargestellte Endenergiebedarf (Graph) für 2045 berücksichtigt nur **Sanierungs- und Effizienzeffekte**
- Es ist zudem mit deutlichen **Einsparungen durch effizientere Heiztechnologien** wie Wärmepumpen zu rechnen (Zielszenario)
- Während das durchschnittliche Einsparpotenzial 25 % beträgt, können in **einzelnen Baublöcken Einsparungen >40 %** erzielt werden

Einsparungspotenzial je Baublock



# Zukünftiger Wärmebedarf - Szenario "mittlere Einsparungen"

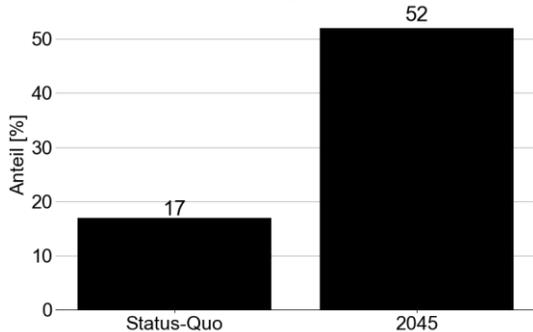
Von Sanierungen betroffene Gebäude



- Unverändert bis 2045
- Teilsanierung bis 2045
- Vollsanierung bis 2045

- 16 % der Gebäude werden in diesem Szenario innerhalb der nächsten ~21 Jahre vollsaniert
- Bei 37 % der Gebäude wird nur eine bis maximal drei der vier betrachteten Komponenten erneuert (Fassade, Dach, Fenster, Boden)
- 47 % der Gebäude sind entweder bereits auf einem modernen Sanierungsstand oder werden dennoch nicht saniert

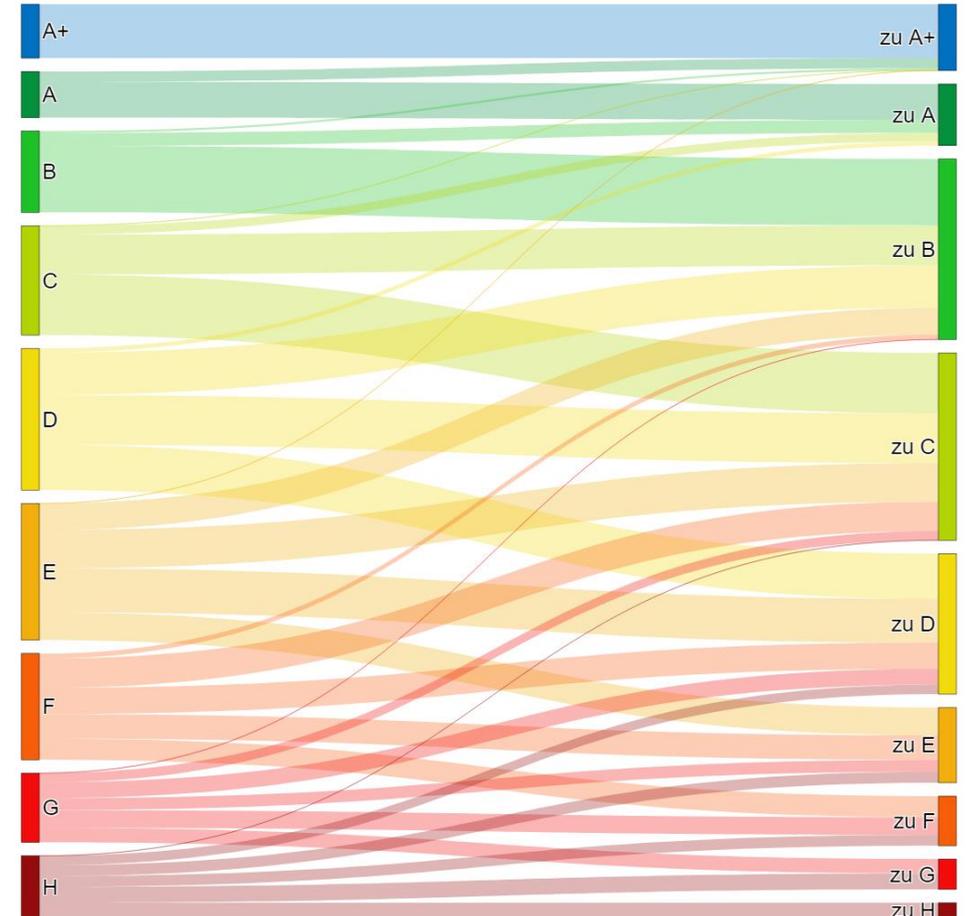
Vollsanierungsäquivalente



- Ein Gebäude wird als vollsaniert betrachtet, wenn alle Komponenten der EnEV 2009 oder besser entsprechen
- Ein Vollsanierungsäquivalent kann sich aus mehreren teilsanierten Gebäuden zusammensetzen

- 320 Mio. € Sanierungskosten bis 2045 (ohne Förderung; untere Grenze)<sup>1</sup>
- Entspricht ca. 17.000 € pro Kopf, wobei ein großer Teil auch auf nicht Private Haushalte zurückzuführen ist

## Veränderung der Energieeffizienzklasse bis 2045



<sup>1</sup> Kostenannahmen: Fenster: 370 €/m<sup>2</sup>, Fassade: 200 €/m<sup>2</sup>, Dach: 200 €/m<sup>2</sup>, Bodenplatte: 100 €/m<sup>2</sup>

Die Ableitung des technischen Potenzials **von Einzelgebäuden (dezentrales Potenzial)** erfolgt mithilfe von Indikatorenmodellen.

1

## Flächenscreening

Ermittlung des Flurstücks und der Dachflächen jedes Gebäudes

- **Flurstücke** werden Gebäuden zugeordnet
- **Dachflächen** werden dem 3D-Gebäudemodell (LoD 2) entnommen und Ausrichtung und Neigung berechnet
- **Bodenbeschaffenheit** (bis 100m Tiefe für Erdsonden)

2

## Flächenfilterung

Eingrenzung der Flächen anhand von Restriktionskriterien

- **Abstandskriterien** (z.B. Mindestabstand von Erdsonden zur Grundstücksgrenze)
- **(Grund-)Wasserschutz** (Wasserschutz & Heilquellen)

3

## Potenzialberechnung

Berechnung des jährlichen energetischen Potenzials je Fläche

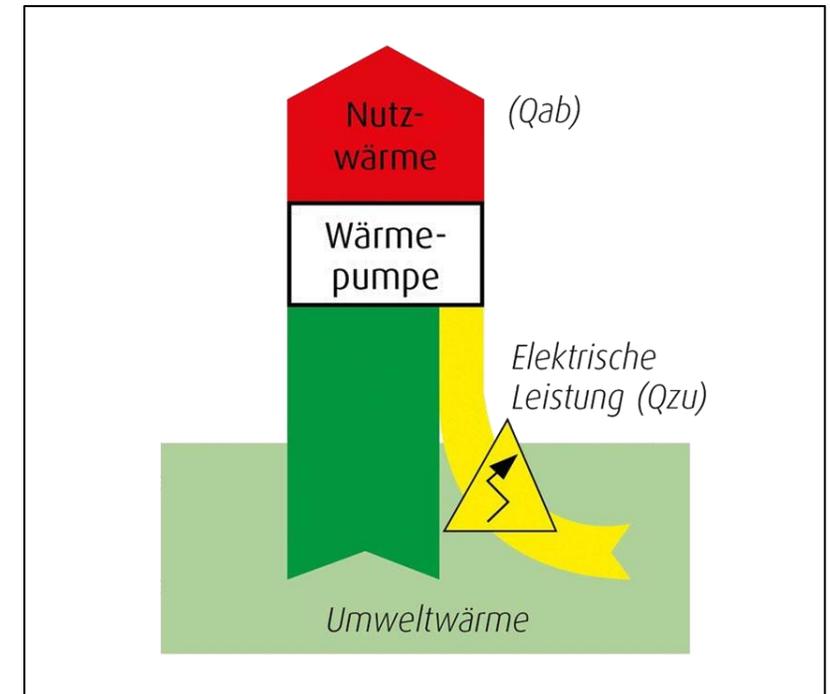
- Bewertung der **Eignung von Wärmepumpentechnologien** durch Abgleich des Erzeugungspotenzials und des Wärmebedarfs
- Berechnung des **Ertragspotenzials von PV- und Solarthermie-Dachflächenanlagen** auf Basis ortspezifischen Witterungsverhältnisse und Einstrahlungen

Die gebäudescharfen Ergebnisse werden wegen der besseren Darstellbarkeit auf Baublockebene zu jeweils mindestens fünf Gebäuden aggregiert

## Exkurs: Wärmepumpen

- Die Umwelt bietet **verschiedene Wärmequellen**, die sich eine Wärmepumpe zunutze machen kann: die Umgebungsluft, das Erdreich und das Grundwasser, seltener auch Oberflächengewässer wie Seen oder Flüsse.
- Diese Wärme steht **kostenlos und in unbeschränkter Menge** zur Verfügung. Ihre **Temperatur ist jedoch zu tief**, um diese direkt für die Beheizung von Räumen oder die Warmwasseraufbereitung einsetzen zu können.
- Deshalb bedient sich die Wärmepumpe eines thermodynamischen Prozesses (Joule-Thompson-Phänomen), um die **Umweltwärme auf das Niveau von Heizwärme** zu bringen. Dazu ist der **Einsatz von elektrischer Energie (Strom) notwendig**.
- Der **COP (Coefficient of Performance)** gibt das Verhältnis von Umweltwärme und eingesetztem Strom wieder.
- Typische Werte liegen je nach Wärmepumpe und Ausgangstemperatur der Umweltwärme bei einem **COP von 3 bis 4**.
- Bei einem COP von 3 wird mit Hilfe 1 kWh elektrischer Energie aus 2 kWh Umgebungswärme 3 kWh thermische Energie höheren Temperaturniveaus erzeugt.
- Je Höher der COP, desto effizienter die Wärmepumpe.

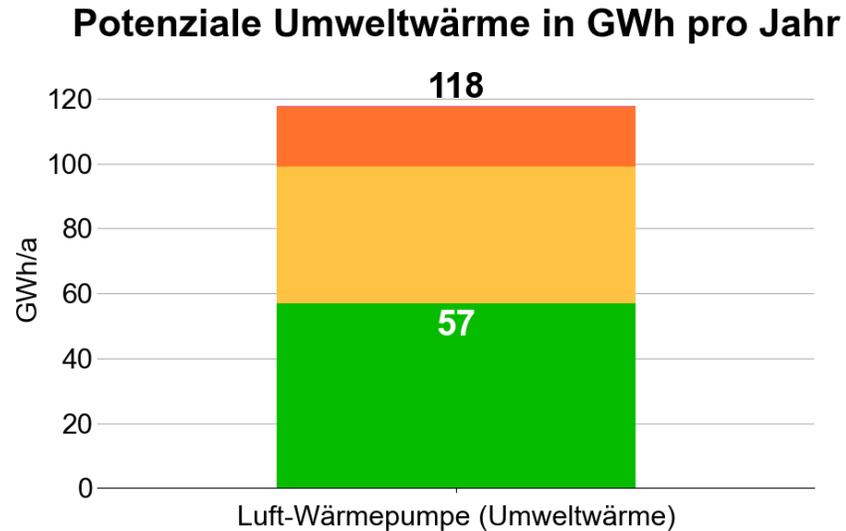
### Prinzip einer Wärmepumpe<sup>2</sup>



<sup>1</sup> <https://www.vaillant.ch/privatkunden/ratgeber-heizung/heiztechnologie-verstehen/warmepumpen/funktionsweise-warmepumpe>

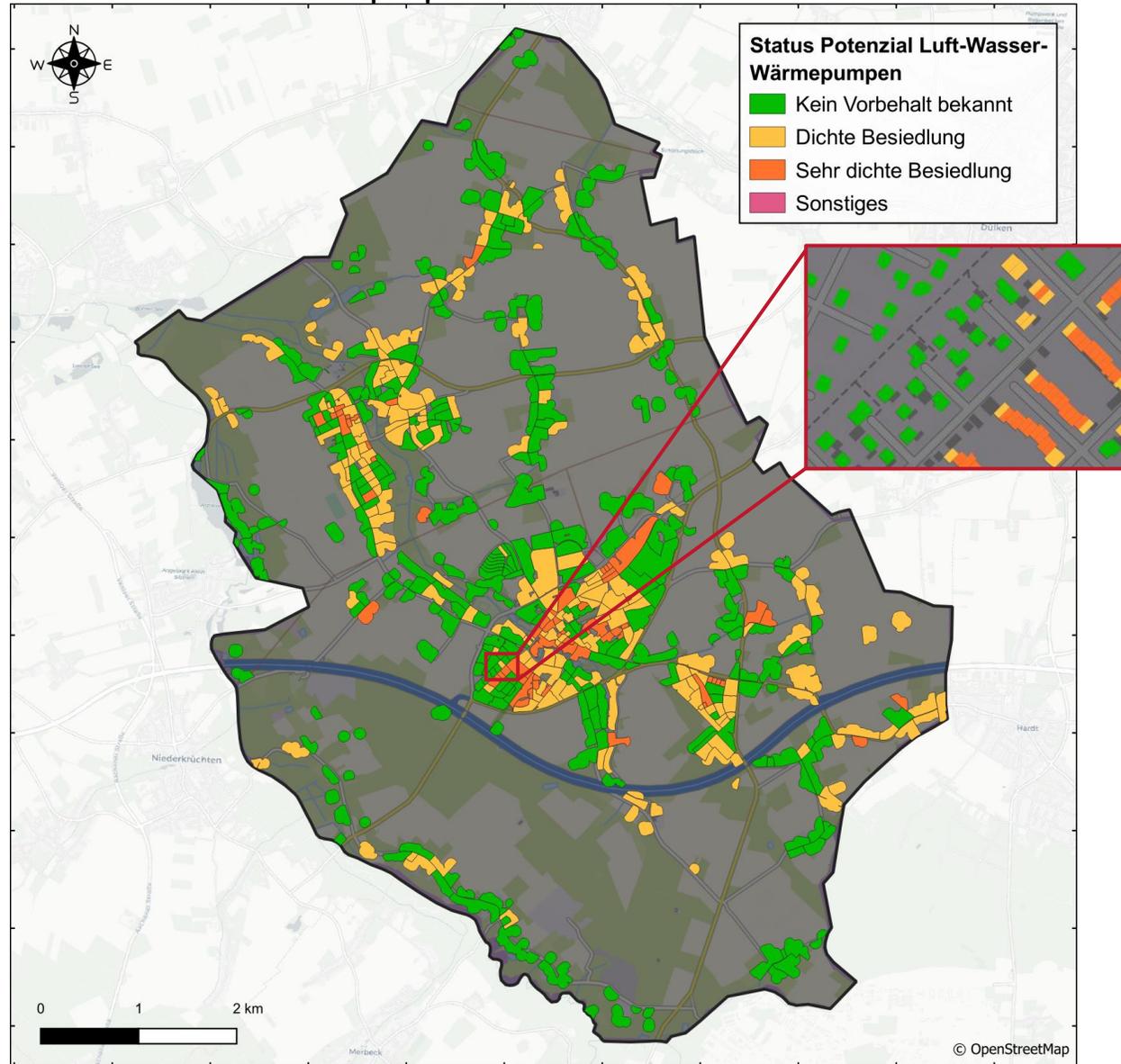
<sup>2</sup> <https://www.holzdiesonne.net>

## Luft-Wasser-Wärmepumpen eignen sich prinzipiell für jedes Gebäude.



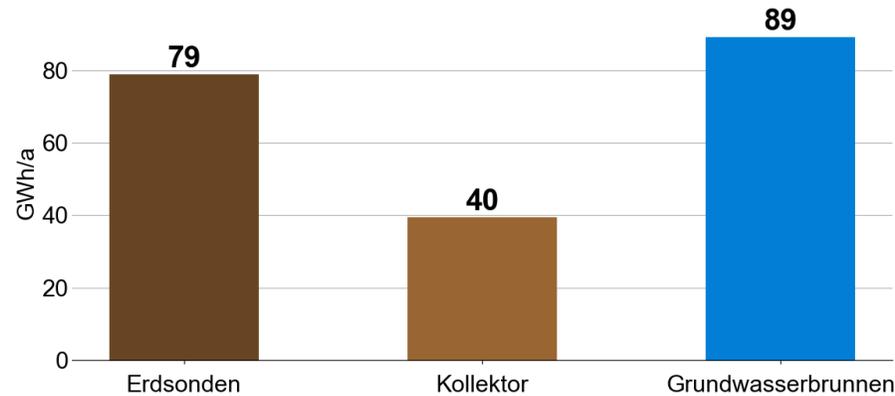
- **Kein Mindestabstand** von 3m zwischen Wärmepumpe und Grundstücksgrenze in NRW erforderlich
- In dicht besiedelten Gebieten können zusätzliche Lärmschutzmaßnahmen zur Einhaltung der **Emissionsschutzrichtlinien** notwendig sein
- Prinzipiell eignet sich jedes Gebäude für den Einbau einer Wärmepumpe. Eine **(Teil-)Sanierung** des Gebäudes kann den Betrieb wirtschaftlicher machen
- Das hier ausgewiesene Potenzial ist je Gebäude auf den jeweiligen Wärmebedarf sowie durch den COP der Wärmepumpe limitiert

### Potenzial Luft-Wasser-Wärmepumpen



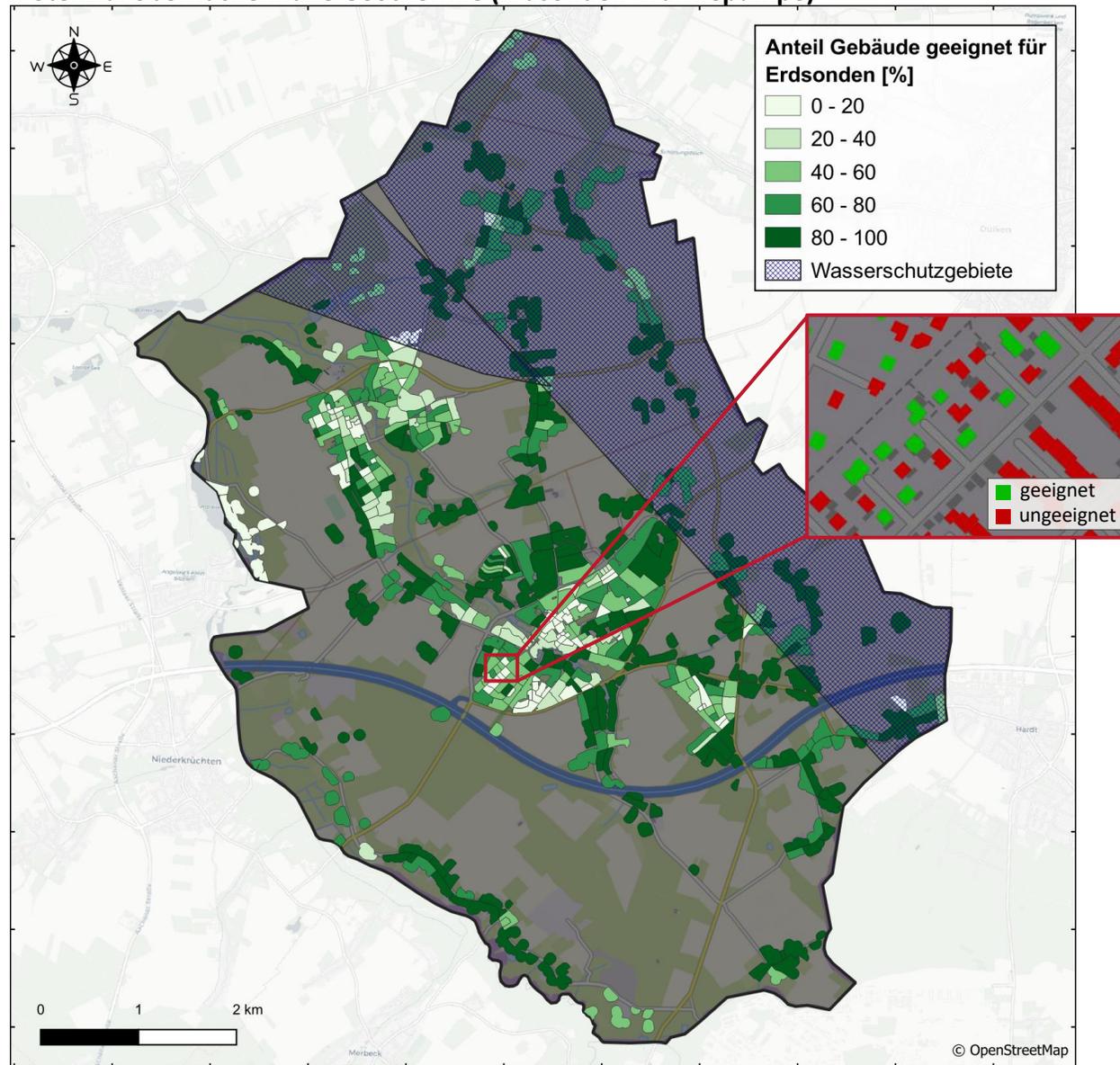
## Oberflächennahe Geothermie eignet sich für viele Einzelgebäude für die Wärmeversorgung

Potenziale oberflächennahe Geothermie in GWh pro Jahr



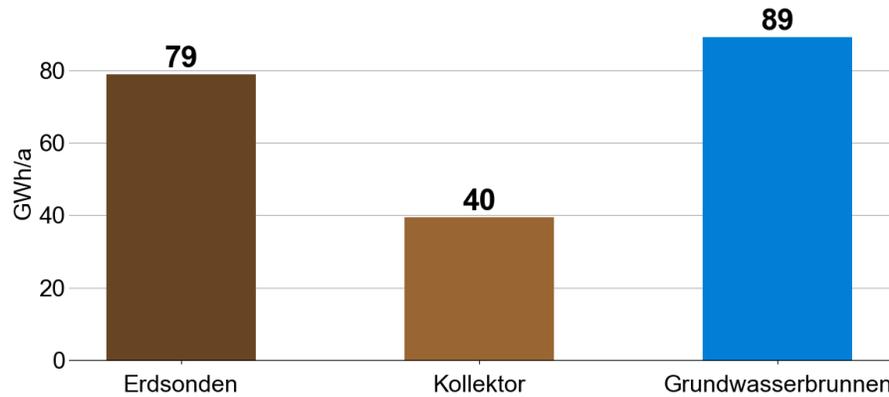
- In Schwalmtal liegt das Wärmeentzugspotenzial für **Erdsonden bei 37 - 44 W/m** und für **Erdkollektoren bei ~38 W/m<sup>2</sup>** (beide Werte liegen in für DE durchschnittlichen Bereichen)
- Abschätzung der Eignung oberflächennaher Geothermie für jedes Gebäude auf Grundlage der maximal entziehbaren Energiemenge entsprechend des **verfügbaren Platzes** sowie des **zu deckenden Wärmebedarfs**
- Erdsondenbohrungen und Grundwasserbrunnen in **Wasserschutzgebieten** sind i.d.R. genehmigungspflichtig
- Das hier ausgewiesene Potenzial ist je Gebäude auf den jeweiligen Wärmebedarf sowie durch den COP der Wärmepumpe limitiert

Potenzial oberflächennahe Geothermie (Erdsonden-Wärmepumpe)



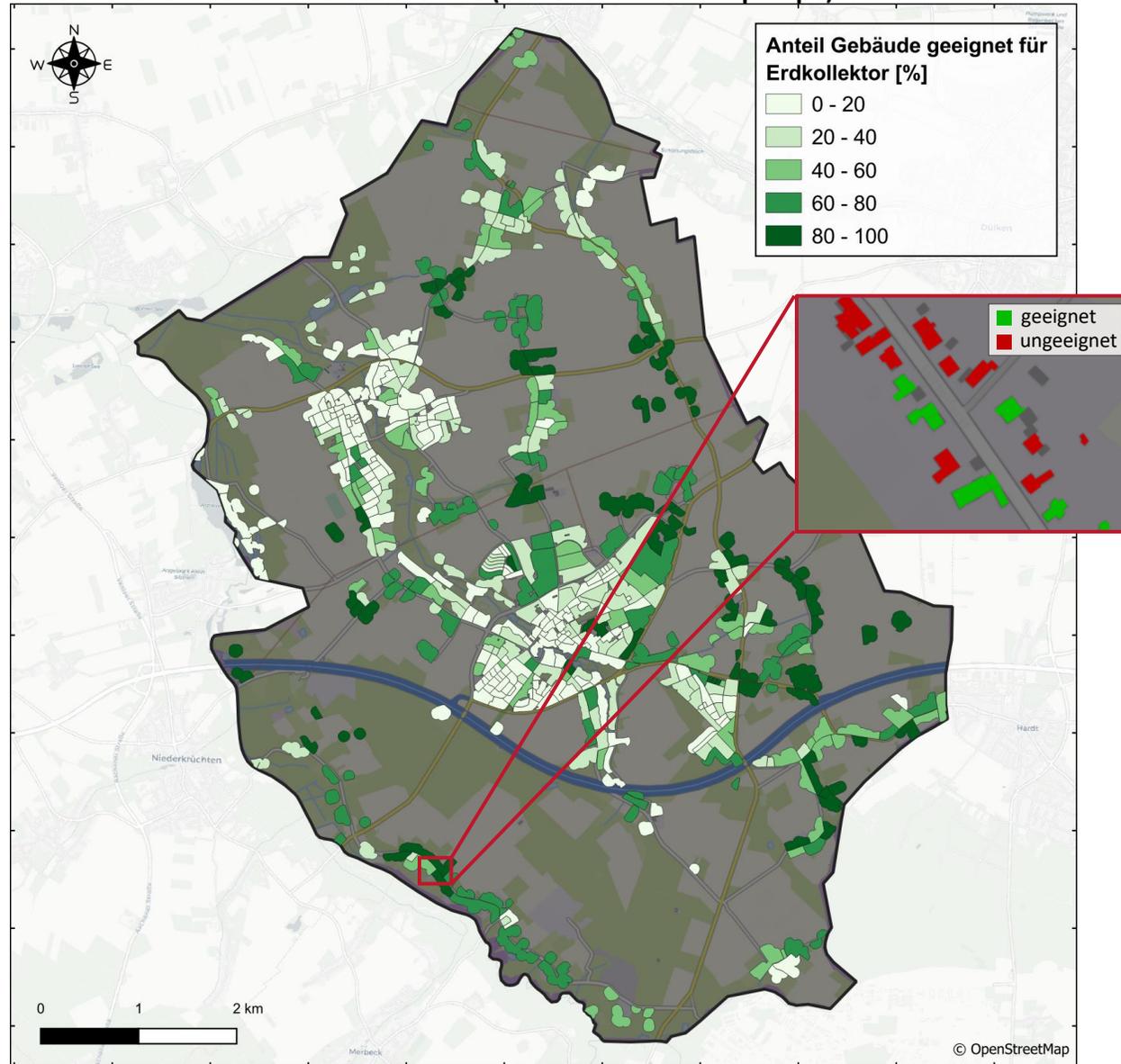
## Oberflächennahe Geothermie eignet sich für viele Einzelgebäude für die Wärmeversorgung

Potenziale oberflächennahe Geothermie in GWh pro Jahr



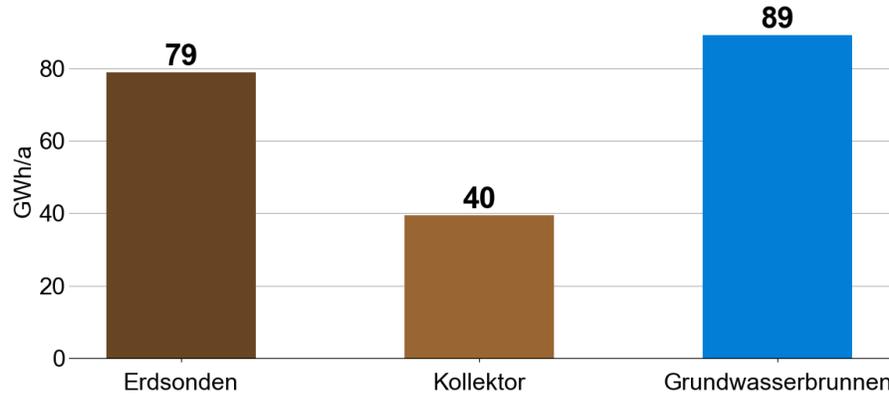
- In Schwalmtal liegt das Wärmeentzugspotenzial für **Erdsonden bei 37 - 44 W/m** und für **Erdkollektoren bei ~38 W/m<sup>2</sup>** (beide Werte liegen in für DE durchschnittlichen Bereichen)
- Abschätzung der Eignung oberflächennaher Geothermie für jedes Gebäude auf Grundlage der maximal entziehbaren Energiemenge entsprechend des **verfügbaren Platzes** sowie des **zu deckenden Wärmebedarfs**
- Erdsondenbohrungen und Grundwasserbrunnen in **Wasserschutzgebieten** sind i.d.R. genehmigungspflichtig
- Das hier ausgewiesene Potenzial ist je Gebäude auf den jeweiligen Wärmebedarf sowie durch den COP der Wärmepumpe limitiert

Potenzial oberflächennahe Geothermie (Erdkolektor-Wärmepumpe)



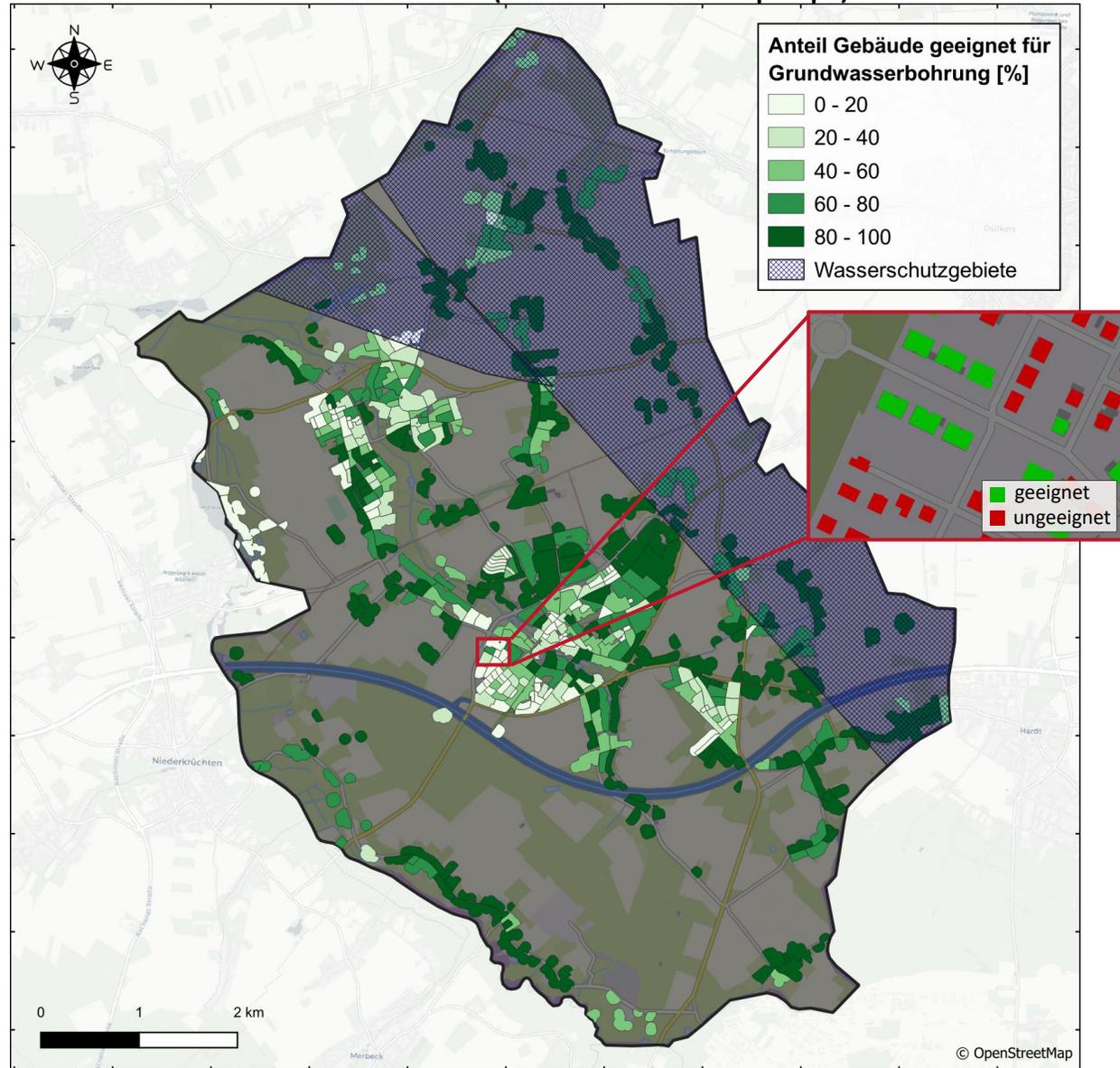
## Oberflächennahe Geothermie eignet sich für viele Einzelgebäude für die Wärmeversorgung

Potenziale oberflächennahe Geothermie in GWh pro Jahr

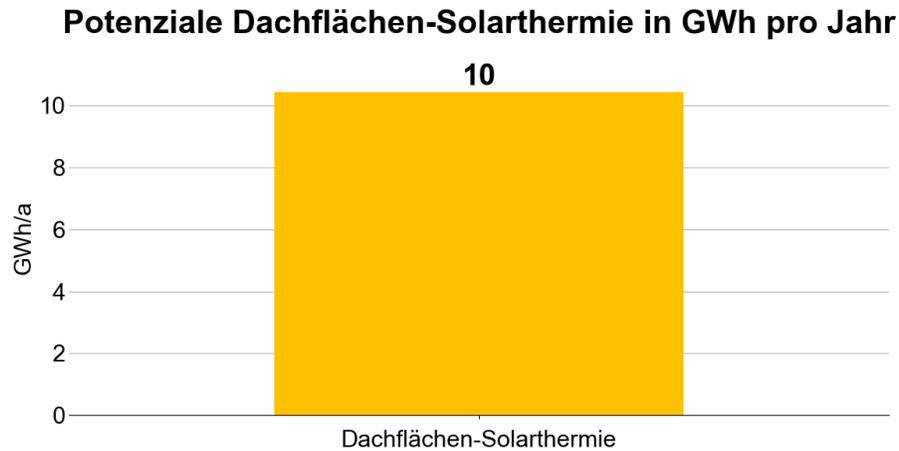


- In Schwalmtal liegt das Wärmeentzugspotenzial für **Erdsonden bei 37 - 44 W/m** und für **Erdkollektoren bei ~38 W/m<sup>2</sup>** (beide Werte liegen in für DE durchschnittlichen Bereichen)
- Abschätzung der Eignung oberflächennaher Geothermie für jedes Gebäude auf Grundlage der maximal entziehbaren Energiemenge entsprechend des **verfügbaren Platzes** sowie des **zu deckenden Wärmebedarfs**
- Erdsondenbohrungen und Grundwasserbrunnen in **Wasserschutzgebieten** sind i.d.R. genehmigungspflichtig
- Das hier ausgewiesene Potenzial ist je Gebäude auf den jeweiligen Wärmebedarf sowie durch den COP der Wärmepumpe limitiert

Potenzial oberflächennahe Geothermie (Grundwasser-Wärmepumpe)

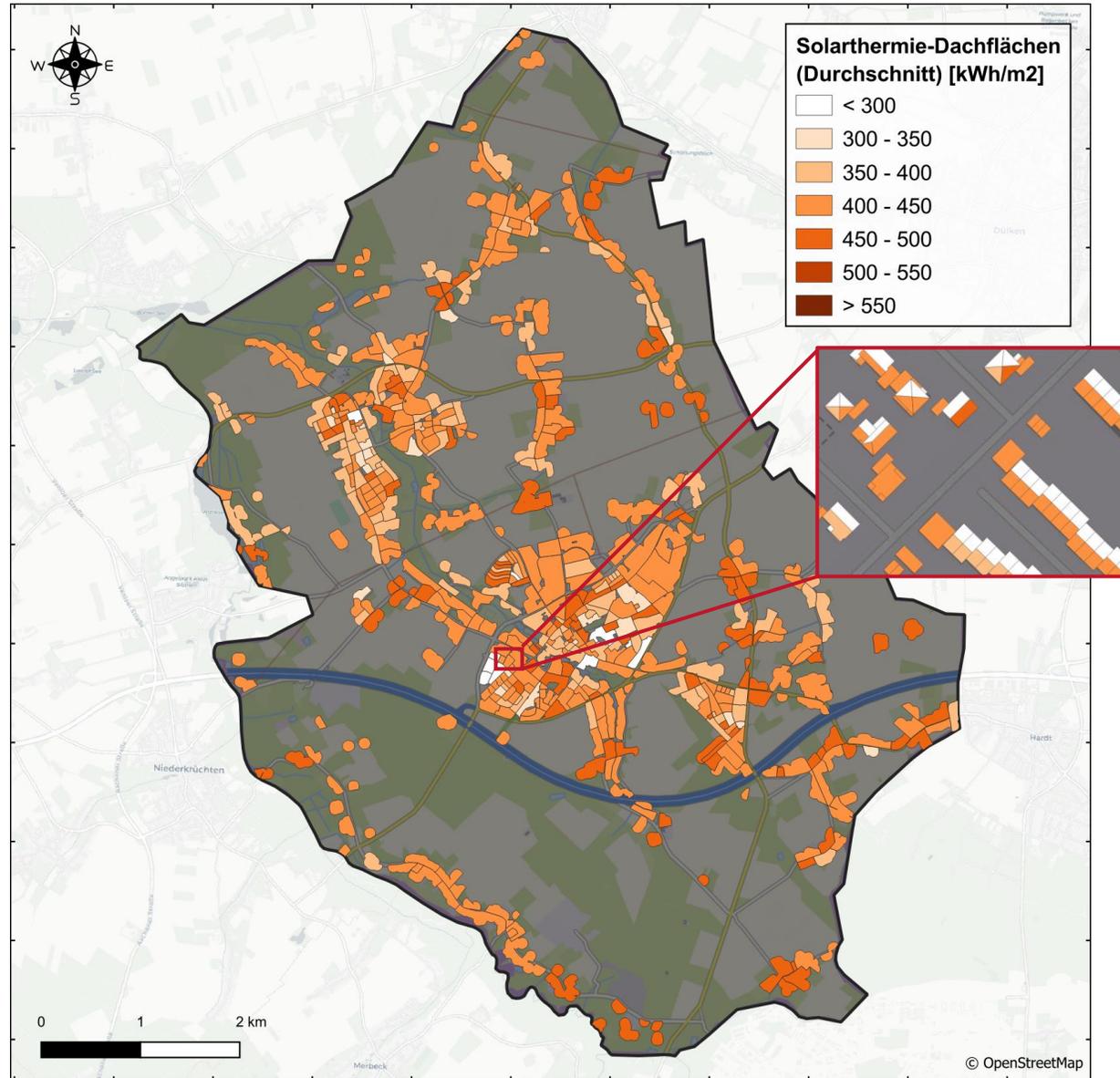


## Dachflächen-Solarthermie werden insbesondere für die Warmwasseraufbereitung eingesetzt.

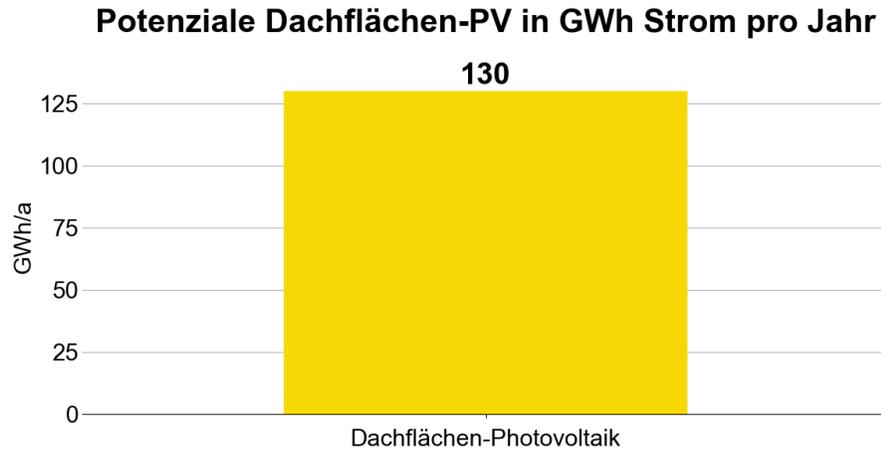


- Vergleichsweise moderates Ertragspotenzial von bis zu ca. **400 kWh je m<sup>2</sup> Apperaturfläche** in Abhängigkeit der Ausrichtung und Neigung
- Hohes Wärmepotenzial, jedoch **überwiegend im Sommer sowie ausschließlich tagsüber**
- Solarthermieanlagen sind insbesondere für die **Warmwasseraufbereitung** interessant
- Potenzialabschätzung auf Grundlage einer Auslegung zur Deckung von **60 % des Warmwasserbedarfs** je Gebäude
- Dachflächen-Solarthermieanlagen stehen in **Flächenkonkurrenz mit PV-Anlagen**, die insbesondere bei vorhandener Wärmepumpe i.d.R. wirtschaftlicher sind

## Potenzial Dachflächen-Solarthermie

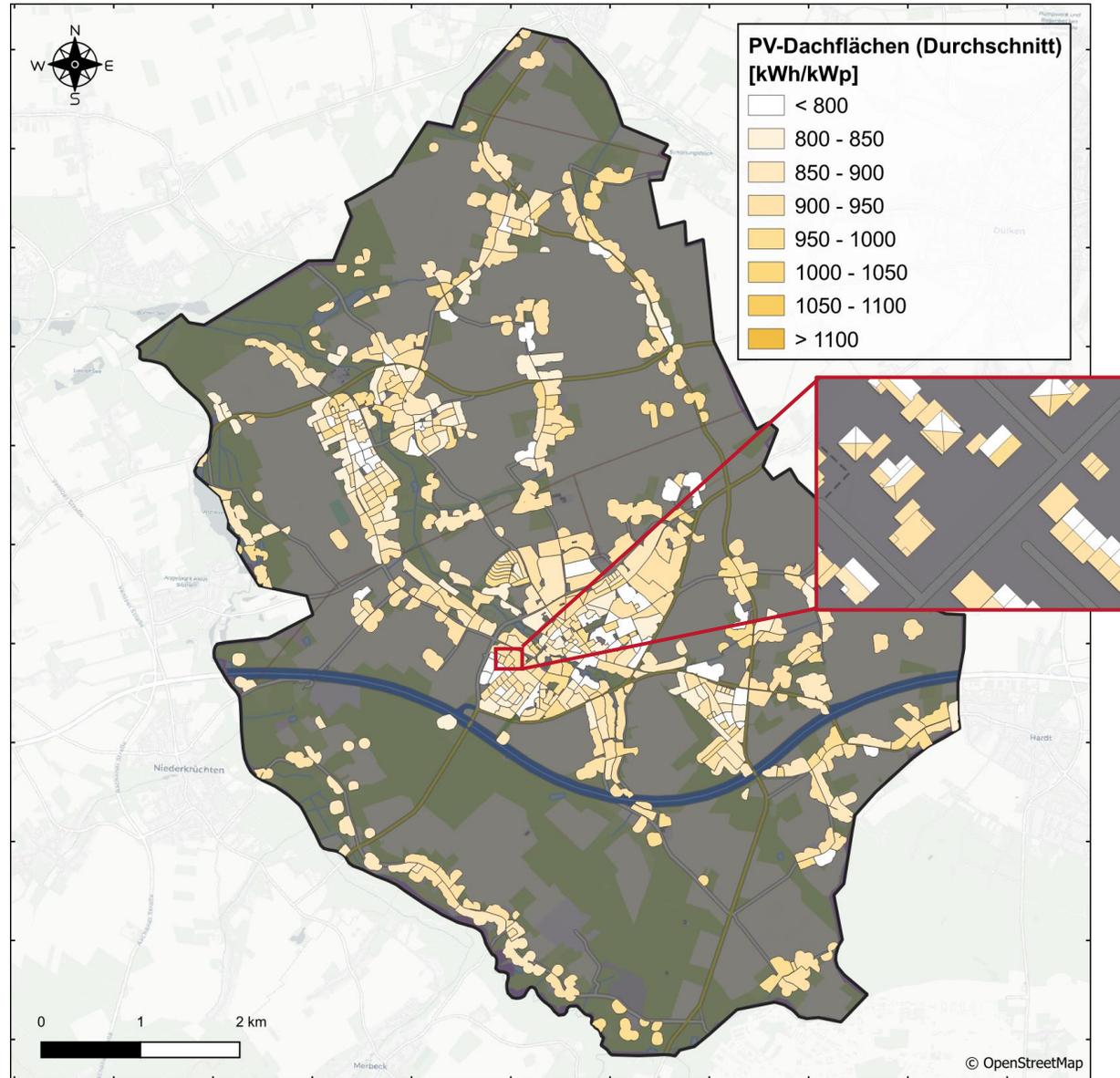


## Dachflächen-Photovoltaik bieten das Potenzial Strom lokal zu erzeugen.



- Potenzial aus **EE-Strom**
- Berücksichtigung der **Ausrichtung und Neigung jeder Dachfläche** in Schwalmtal
- Annahme eines pauschalen Reduktionsfaktor je Dachfläche zur **Berücksichtigung von Dachgauben etc.**
- Dachflächen mit einem Ertrag  $> 800$  kWh/kWp werden als Potenzialflächen ausgewiesen
- Nach Süden gerichtete Dachflächen mit einer Neigung von  $30-40^\circ$  haben das höchste Ertragspotenzial. Andere Ausrichtungen, wie z.B. ein Ost/West-Dach, können für die **Eigenverbrauchsmaximierung** auch interessant sein

### Potenzial Dachflächen-Photovoltaik



# Die Ableitung des technischen Potenzials **zentraler Wärmequellen** erfolgt mithilfe von Indikatorenmodellen.

1

## Flächenscreening

Erfassung struktureller Merkmale aller Flächen des Untersuchungsgebietes

- **Siedlungsfläche** inkl. Kategorisierung der Nutzung
- **Schutzgebiete** (Vogelschutzgebiete, Naturschutzgebiete, National- und Naturparke, Landschaftsschutzgebiete, Fauna-Flora-Habitate/Natura 2000 Flächen, Biosphärenreservate, Wasserschutz und Heilquellen)
- **Überschwemmungsgebiete**
- **Flüsse & Seen**
- **Bodenbeschaffenheit** (bis 5000m Tiefe für Geothermie)

2

## Flächenfilterung

Eingrenzung der Flächen anhand von Restriktionskriterien

- **Harte Ausschlusskriterien** (Unvereinbarkeit der aktuellen Flächennutzung mit Erzeugungspotenzial (z.B. PV-Freifläche in Wäldern))
- **Weiche Ausschlusskriterien** führen zur Ausweisung von eingeschränkten Potenzialen bzw. Vorbehalten (z.B. PV-Freifläche in Wasserschutzgebieten)
- **Abstandskriterien** (z.B. Mindestabstand von Windkraftanlagen zu Wohngebäuden)

3

## Potenzialberechnung

Berechnung des jährlichen energetischen Potenzials je Fläche

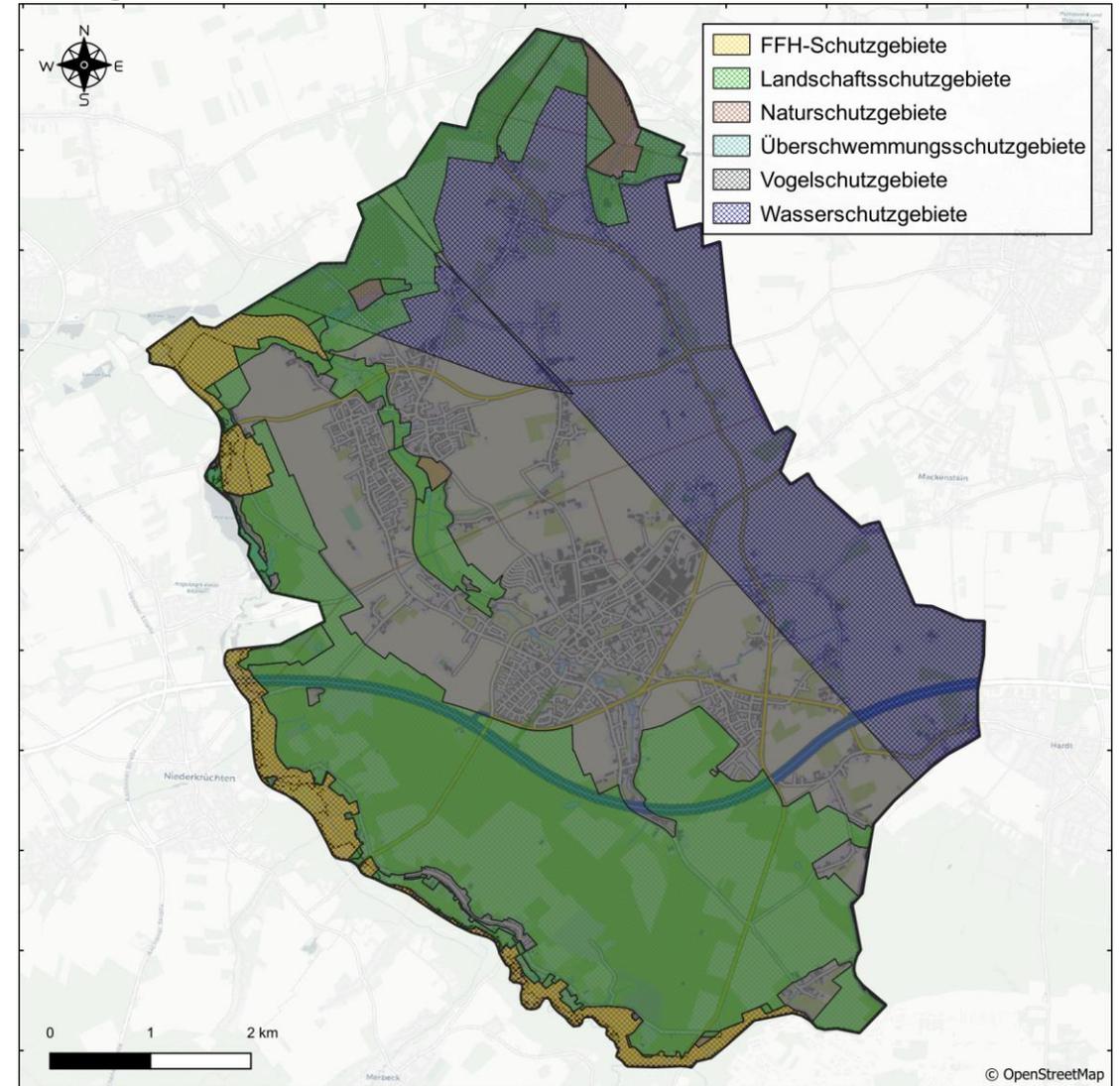
### Technische Modellierung

- Hebung der Potenziale über **spezifische Technologien** z.B. Wärmepumpen oder Solarthermie
- Beschreibung der technologischen Erschließung über **Indikatoren pro Fläche** (z.B. Sonnenertrag pro Fläche)

## Zentrale Potenziale - Schutzgebiete

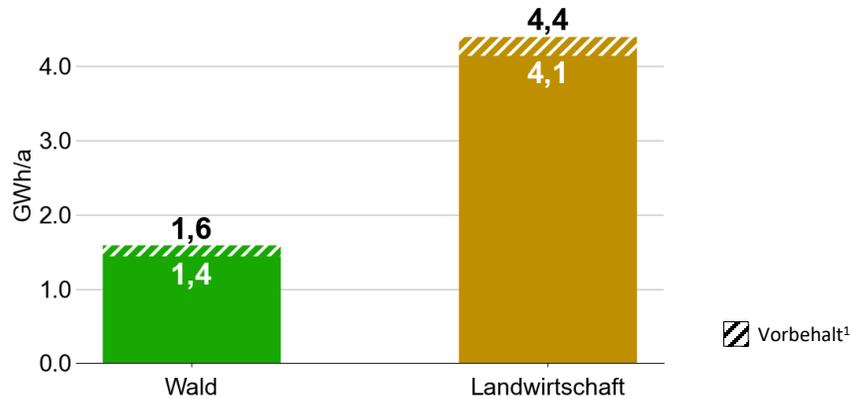
- Zu Beginn erfolgt ein Flächenscreening, bei dem Flächen ermittelt werden, die bestimmte Technologien einschränken oder ausschließen (Naturschutzgebiete, Wasserschutzgebiete etc.). Diese wurden bei den nachstehend dargestellten Potenzialerhebungen berücksichtigt (sofern notwendig)
- **FFH-Gebiete** (Fauna-Flora-Habitat) gehören wie die Vogelschutzgebiete zu den Natura 2000 Gebieten. **Landschaftsschutzgebiete** sind rechtsverbindlich festgesetzte Gebiete, in denen nach § 26 Abs. 1 BNatSchG ein besonderer Schutz von Natur und Landschaft erforderlich ist.
- **Naturschutzgebiete** nach § 23 Bundesnaturschutzgesetz dienen insbesondere der Erhaltung, Entwicklung und Wiederherstellung von Lebensräumen (Biotopen) sowie der daran gebundenen wildlebenden Tier- und Pflanzenarten. 6,5 % der Landfläche in Deutschland gehören dazu.
- **Überschwemmungsgebiete** sind Flächen, die bei extremen Hochwassern überflutet sein können.
- **Vogelschutzgebiete** gehören wie die FFH-Gebiete zu den Natura 2000 Gebieten.
- **Wasserschutzgebiete** sind Gebiete, in denen zum Schutz von Gewässern vor schädlichen Einflüssen besondere Ge- und Verbote gelten.

### Schutzgebiete



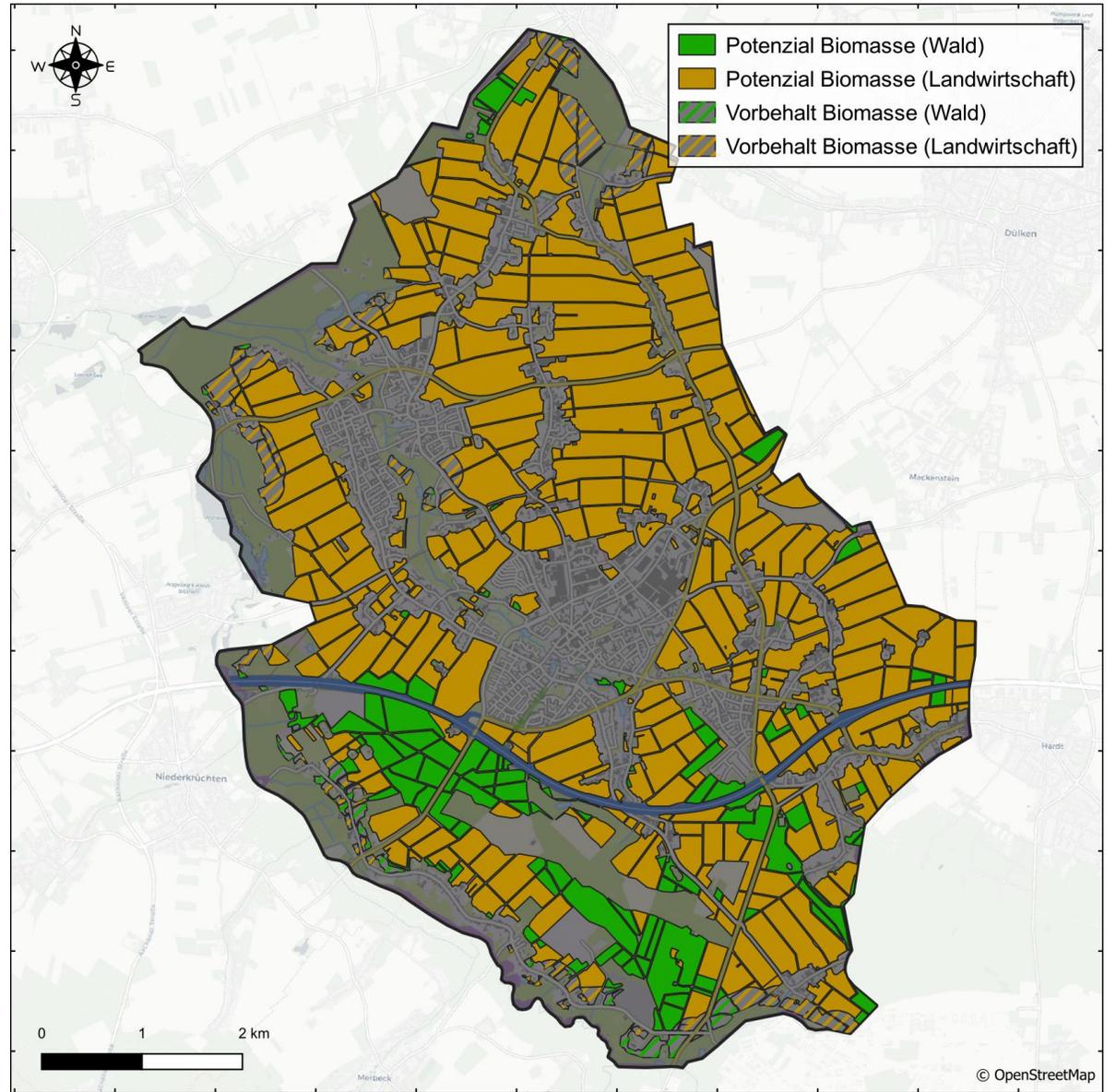
# Biomasse kann für die Bereitstellung von Wärme nur bedingt genutzt werden.

Potenzielle Biomasse in GWh pro Jahr



- **RED III<sup>2</sup>**: Holz-Biomasse ist in folgender Rangfolge einzusetzen: Holzprodukte, Verlängerung der Lebensdauer von holzbasierten Produkten, Wiederverwendung, **Bioenergie** und Beseitigung
- Dementsprechend wird das Biomassepotenzial aus Wäldern über die Nutzung von **Waldrestholz** ermittelt. D.h. es wird nicht von einer zusätzlichen Rodung zur reinen Wärmegewinnung ausgegangen
- Angenommener Flächenertrag von **4,3 MWh/ha Waldfläche**
- Für das Biomassepotenzial der **Landwirtschaft** wird aufgrund hoher Flächenkonkurrenz ein Anbau von **Energiepflanzen** auf 5 % der Potenzialflächen angenommen (**Mobilisierungsrate**)
- Angenommener Flächenertrag von **42,5 MWh/ha (Ackerland)** bzw. **25,5 MWh/ha (Grünland)**
- Biomasse hat im Vergleich zu den meisten anderen Wärmepotenzialen den Vorteil, dass ein **Import aus umliegenden Gemeinden möglich** ist

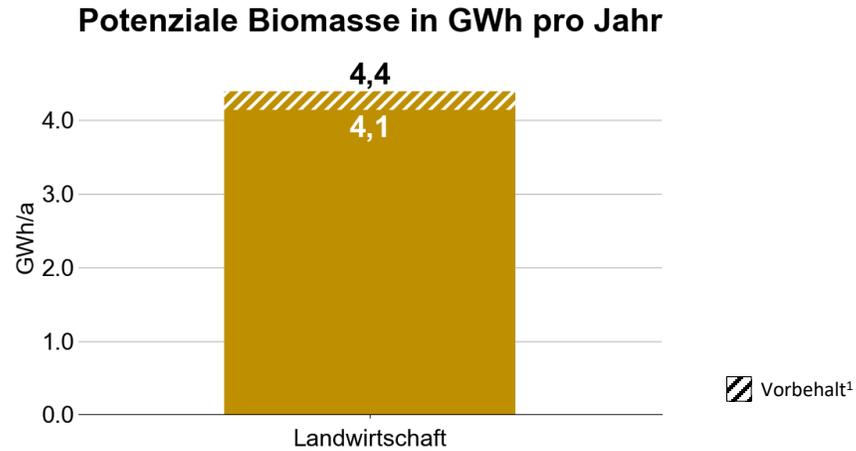
Potenzial Biomasse



<sup>1</sup> Vorbehaltsflächen u.a.: Naturschutzgebiete, Überschwemmungsgebiete, Vorbehaltsgebiete Bodenschätze (vgl. Anhang)

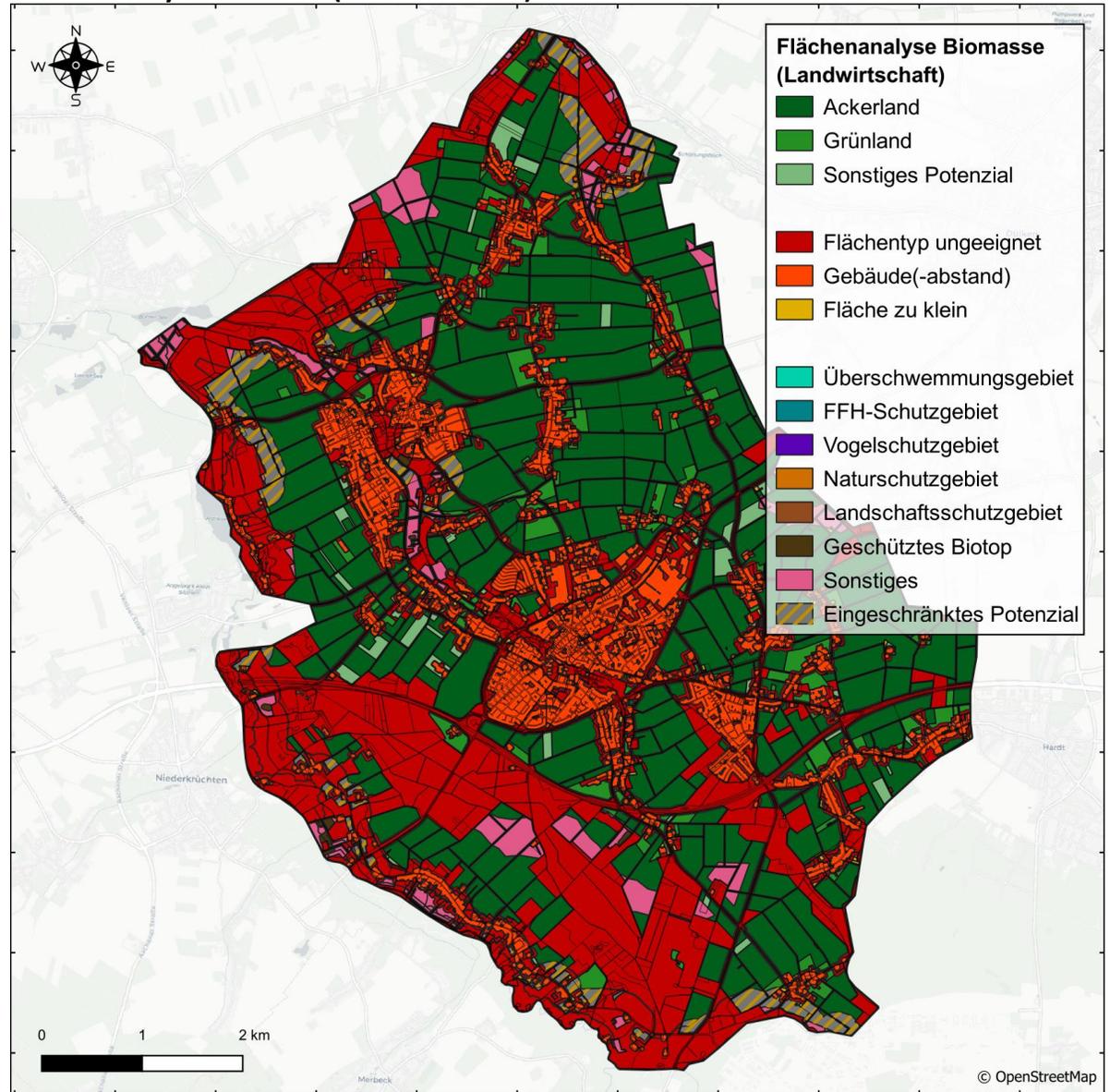
<sup>2</sup> Renewable Energy Directive III: [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=OJ:L\\_202302413](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202302413)

## Biomasse kann für die Bereitstellung von Wärme nur bedingt genutzt werden.



- Für das Biomassepotenzial der **Landwirtschaft** wird aufgrund hoher Flächenkonkurrenz ein Anbau von **Energiepflanzen** auf 5 % der Potenzialflächen angenommen (**Mobilisierungsrate**)
- Angenommener Flächenertrag von **42,5 MWh/ha (Ackerland)** bzw. **25,5 MWh/ha (Grünland)**

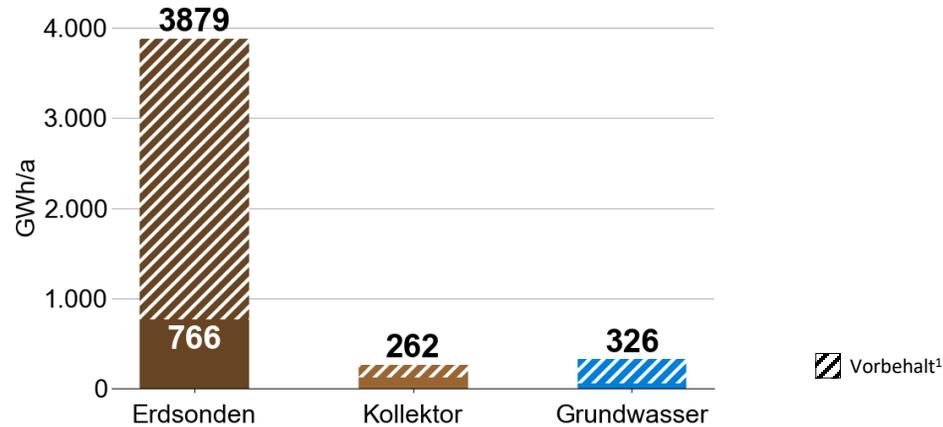
### Flächenanalyse Biomasse (Landwirtschaft)



<sup>1</sup> Vorbehaltsflächen u.a.: Landwirtschaftlich ertragsreiche Böden (vgl. Anhang)

## Erdwärmesonden bieten das höchste Potenzial für die Wärmegewinnung aus oberflächennaher Geothermie.

Potenziale oberflächennahe Geothermie in GWh pro Jahr



- In Verbindung mit Groß-Wärmepumpen eignet sich oberflächennahe Geothermie für die Wärmegewinnung
- In Schwalmtal liegt das Wärmeentzugspotenzial für **Erdsonden bei 37-44 W/m** und für **Erdkollektoren bei 35-40 W/m<sup>2</sup>** (beide Werte liegen in etwas überdurchschnittlichen Bereichen)
- Abschätzung des Potenzials von Grundwasserbrunnen basierend auf einer **Förderleistung von 50 l/s** und einem Mindestabstand zwischen zwei Brunnen
- Die wirtschaftliche Nutzbarkeit des hier ausgewiesenen Potenzials ist stark eingeschränkt

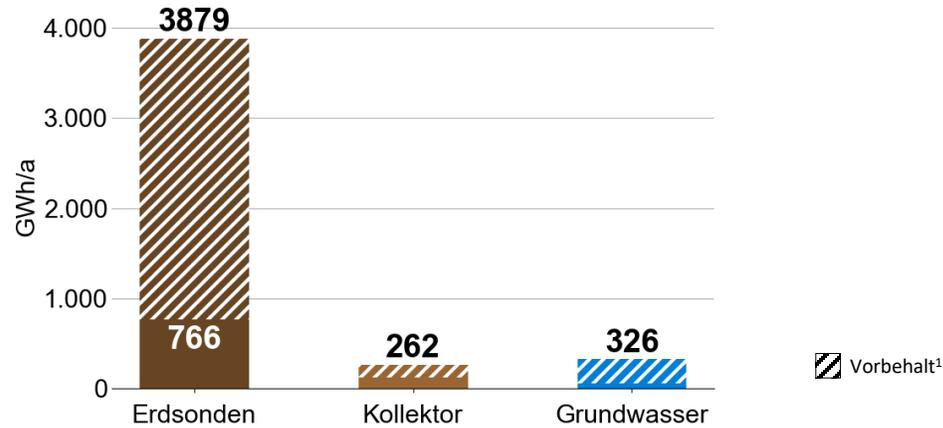
Potenzial oberflächennahe Geothermie (Erdsonden)



<sup>1</sup> Vorbehaltsflächen u.a.: Wasserschutzgebiete, eingeschr. Grabbarkeit, hohe Ertragsfähigkeit, etc. (s. Anhang)

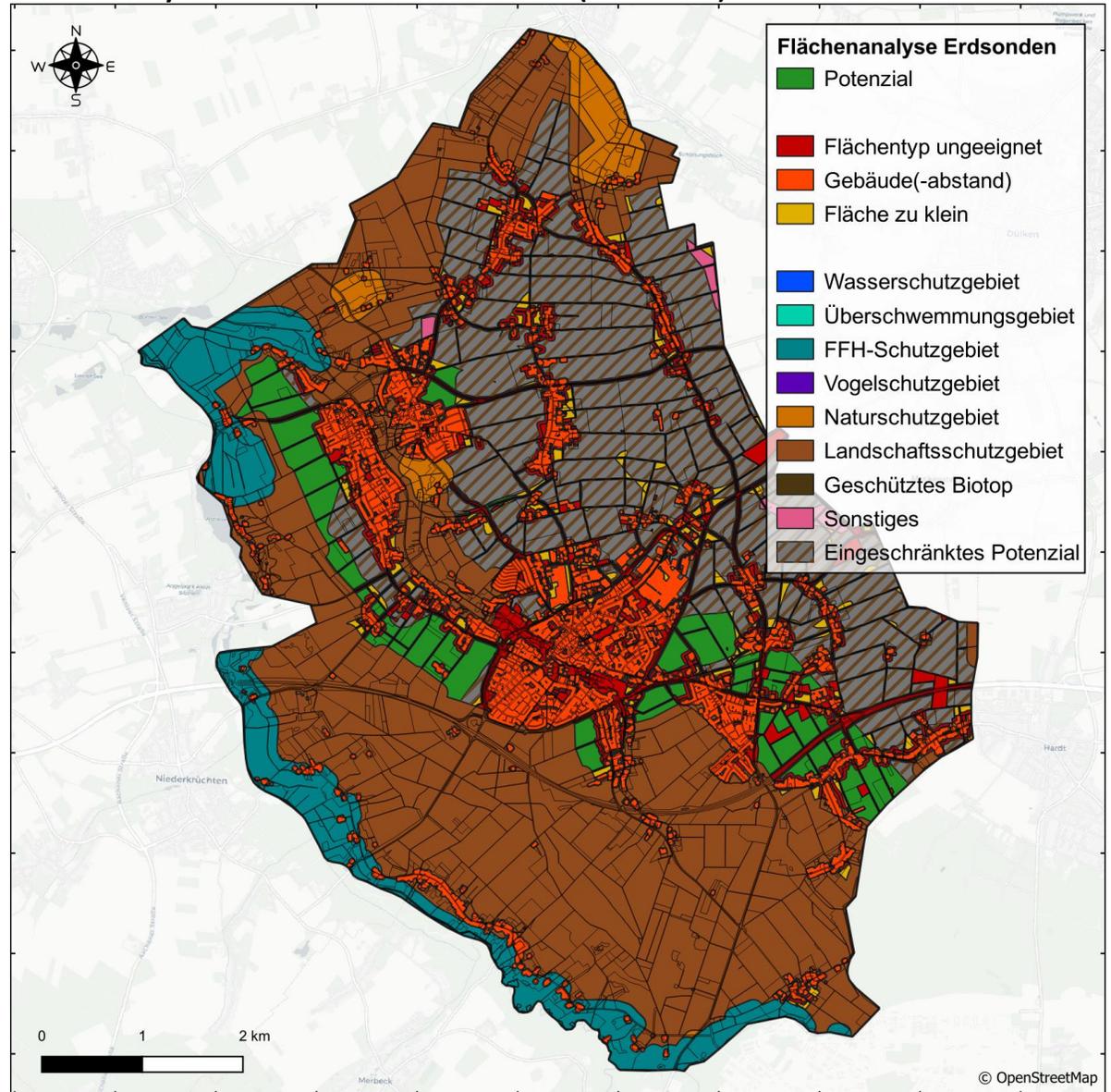
# Erdwärmesonden bieten das höchste Potenzial für die Wärmegewinnung aus oberflächennaher Geothermie.

Potenziale oberflächennahe Geothermie in GWh pro Jahr



- In Verbindung mit Groß-Wärmepumpen eignet sich oberflächennahe Geothermie für die Wärmegewinnung
- In Schwalmtal liegt das Wärmeentzugspotenzial für **Erdsonden bei 37-44 W/m** und für **Erdkollektoren bei 35-40 W/m<sup>2</sup>** (beide Werte liegen in etwas überdurchschnittlichen Bereichen)
- Abschätzung des Potenzials von Grundwasserbrunnen basierend auf einer **Förderleistung von 50 l/s** und einem Mindestabstand zwischen zwei Brunnen
- Die wirtschaftliche Nutzbarkeit des hier ausgewiesenen Potenzials ist stark eingeschränkt

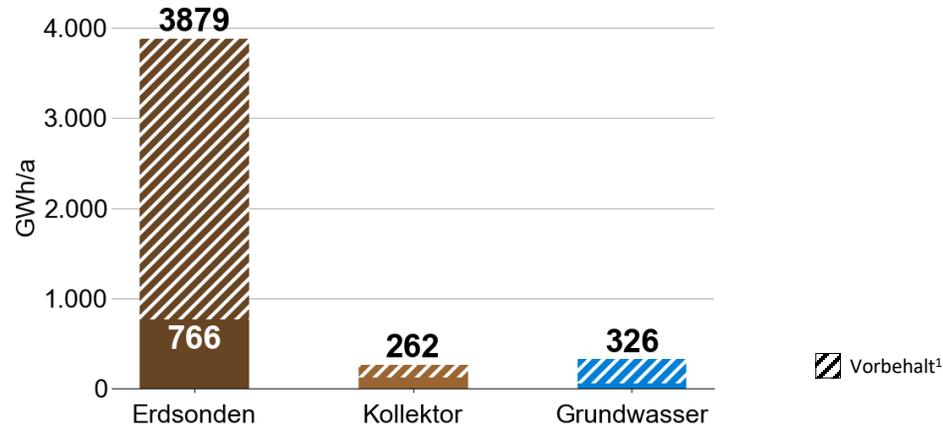
Flächenanalyse oberflächennahe Geothermie (Erdsonden)



<sup>1</sup> Vorbehaltsflächen u.a.: Wasserschutzgebiete, eingeschr. Grabbarkeit, hohe Ertragsfähigkeit, etc. (s. Anhang)

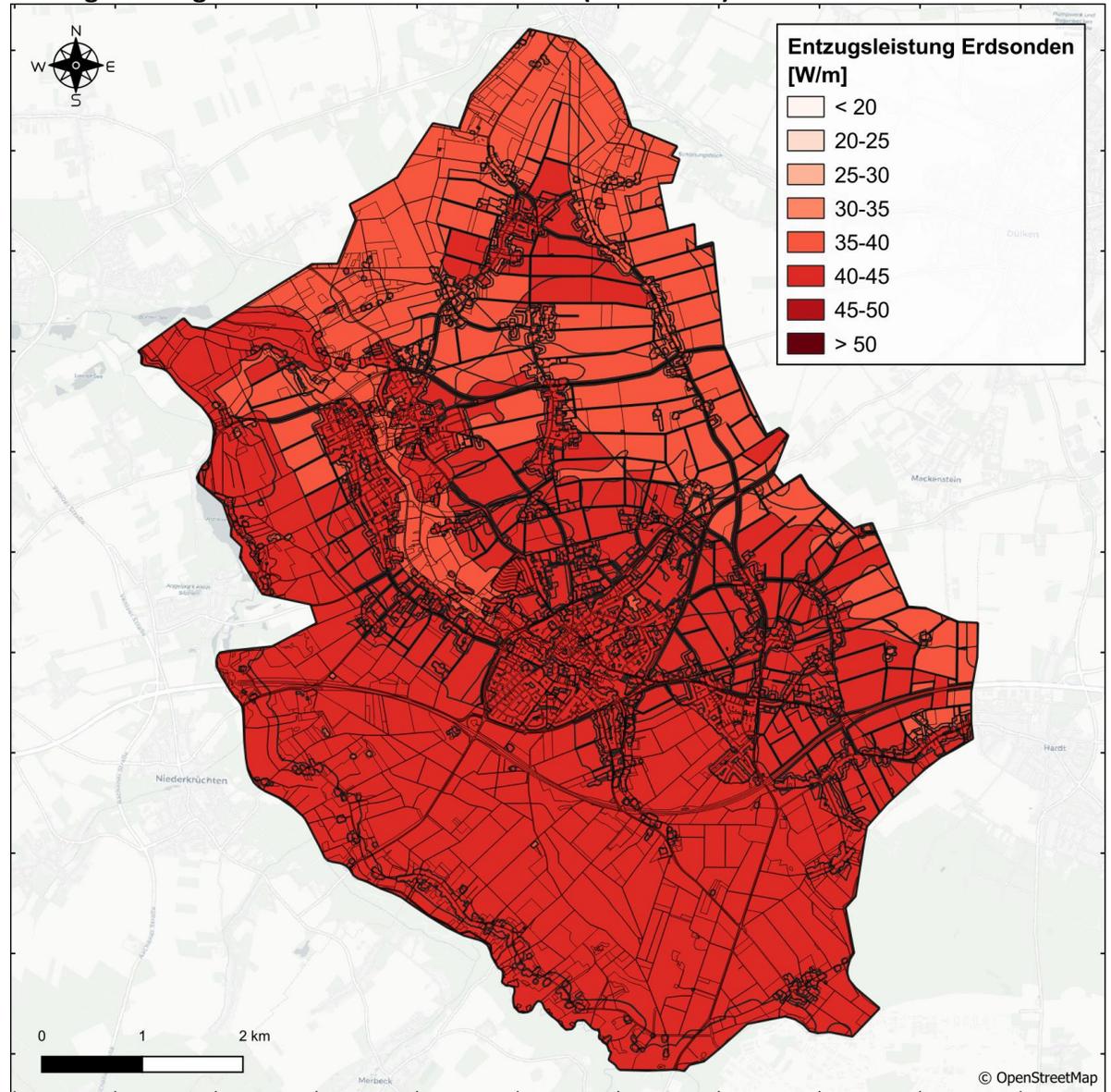
# Erdwärmesonden bieten das höchste Potenzial für die Wärmegewinnung aus oberflächennaher Geothermie.

Potenziale oberflächennahe Geothermie in GWh pro Jahr



- In Verbindung mit Groß-Wärmepumpen eignet sich oberflächennahe Geothermie für die Wärmegewinnung
- In Schwalmtal liegt das Wärmeentzugspotenzial für **Erdsonden bei 37-44 W/m** und für **Erdkollektoren bei 35-40 W/m<sup>2</sup>** (beide Werte liegen in etwas überdurchschnittlichen Bereichen)
- Abschätzung des Potenzials von Grundwasserbrunnen basierend auf einer **Förderleistung von 50 l/s** und einem Mindestabstand zwischen zwei Brunnen
- Die wirtschaftliche Nutzbarkeit des hier ausgewiesenen Potenzials ist stark eingeschränkt

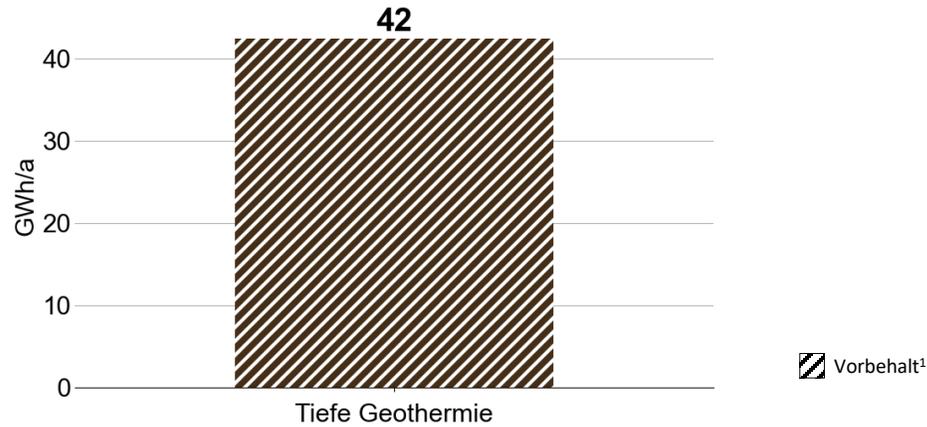
Entzugsleistung oberflächennahe Geothermie (Erdsonden)



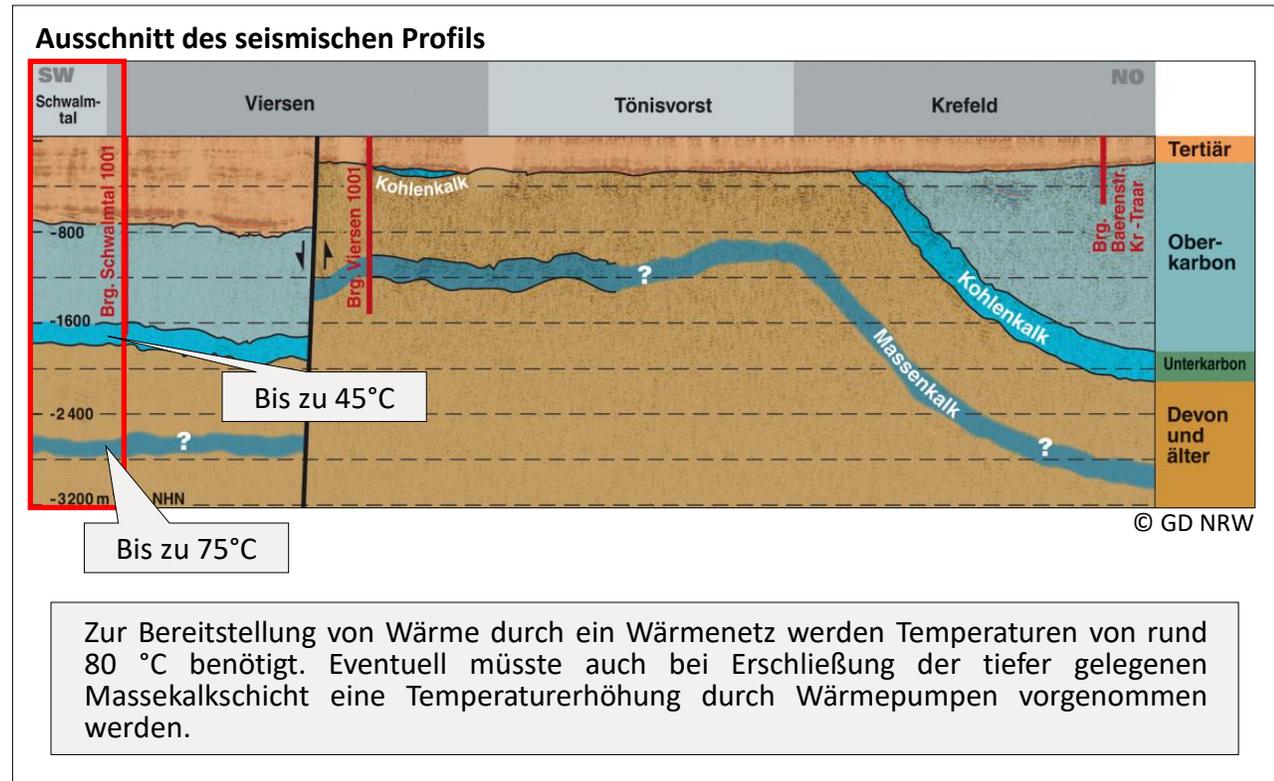
<sup>1</sup> Vorbehaltsflächen u.a.: Wasserschutzgebiete, eingeschr. Grabbarkeit, hohe Ertragsfähigkeit, etc. (s. Anhang)

# Das Potenzial tiefer Geothermie unterliegt hoher Unsicherheit

Potenziale tiefe Geothermie in GWh pro Jahr



- Die **hydrothermale Geothermie** nutzt natürlich vorhandenes Thermalwasser von 40 bis weit über 100 °C. Sie ist gebunden an ergiebige Grundwasserleiter mit einer guten Wasserdurchlässigkeit
- Im Projekt „**Seismik Rheinland**“<sup>2</sup> wurden 2022 Kalksteinschichten, die als geothermische Reservoir dienen können erkundet
- Die Ergebnisse zeigen zwei Kalksteinhorizonte in Tiefen von ca. 1600 und 2500 Metern in Schwalmatal
- Das Potenzial wird auf die durchschnittliche Leistung/Energie bestehender Anlagen von rund 8,5 MW bzw. **42,5 GWh/a** beziffert<sup>3</sup>
- Die tatsächliche Verfügbarkeit tiefer Geothermie unterliegt **hoher Unsicherheit**



<sup>1</sup> Hohe Unsicherheit bzgl. tatsächlich vorliegender Temperatur und möglicher Förderraten

<sup>2</sup> <https://geowaerme.nrw.de/seismik-rheinland>

<sup>3</sup> Annahme von 5000 Volllaststunden

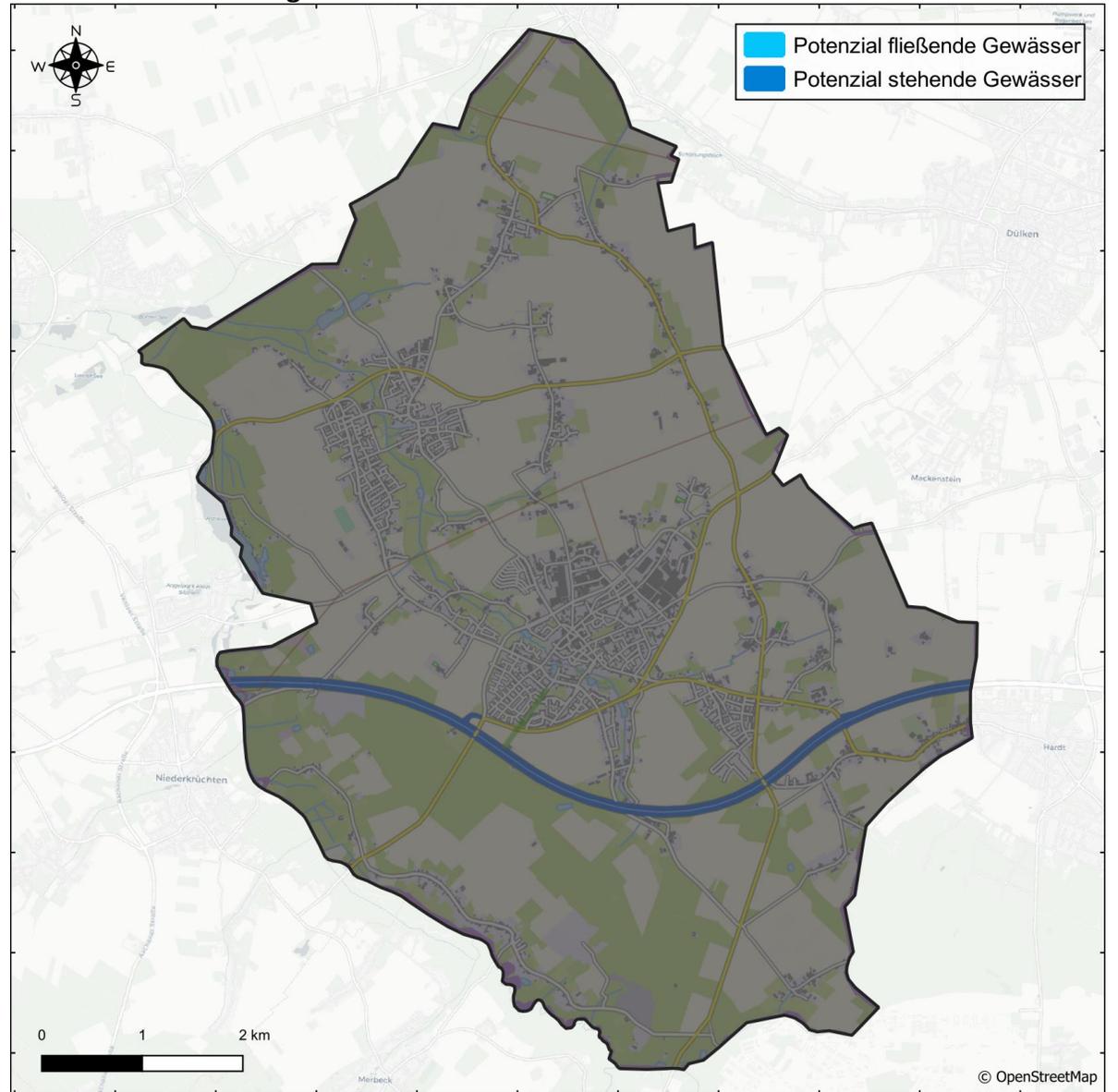
## Es besteht kein Potenzial aus Oberflächengewässern

### Potenzielle Oberflächengewässer in GWh pro Jahr



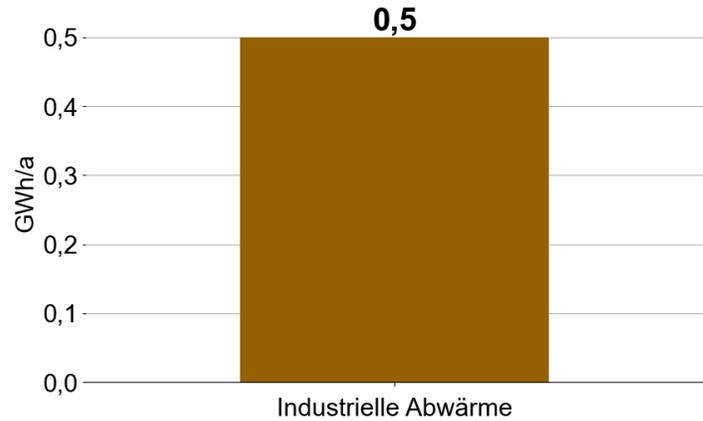
- In Verbindung mit Groß-Wärmepumpen eignen sich Flüsse und Seen für die Wärmeengewinnung
- Der **Hariksee** sowie die **Schwalm** sind die größten potenziellen Gewässer für die Wärmeengewinnung in Schwalmtal
- Aufgrund der vergleichsweise **geringen Größe**, der Lage an und um (Natur-)**Schutzgebiete** sowie der **Distanz zu geeigneten Wärmesenken** kann kein Potenzial ausgewiesen werden.

### Potenzial Oberflächengewässer



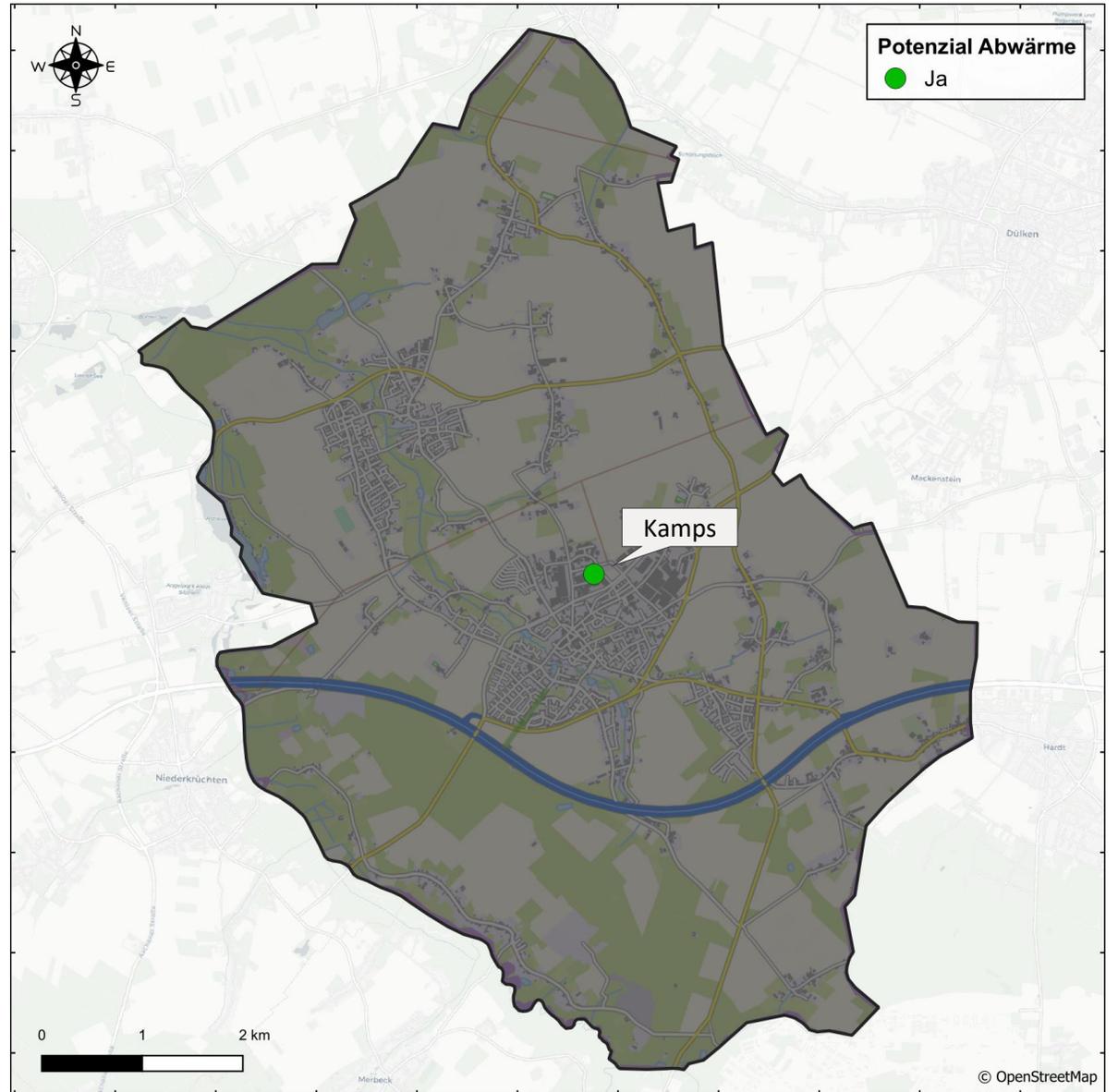
## Es gibt geringes Potenzial zur Nutzung industrieller Abwärme

Potenziale industrielle Abwärme in GWh pro Jahr

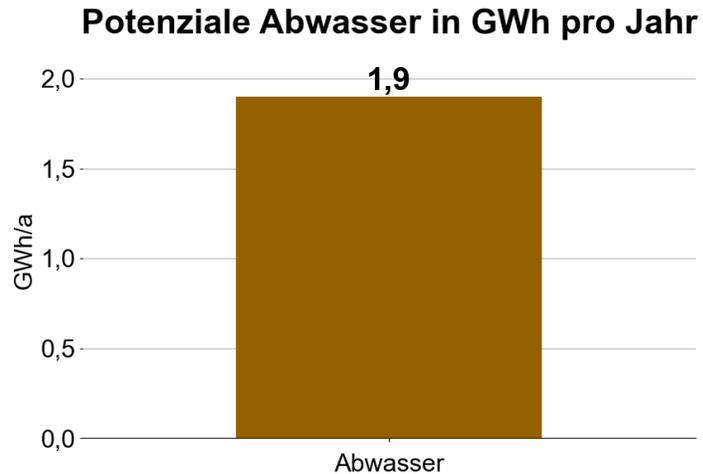


- Der Produktionsstandort **Kamps** hat ein **Abwärmepotenzial < 1GWh/a**.
- Aufgrund der Nähe zum bestehenden Wärmenetz, ist eine weiterführende Analyse der Einspeisung der Abwärme in das Wärmenetz sinnvoll.
- Die Nutzung industrieller Abwärme für die Bereitstellung von Wärme außerhalb des jeweiligen Industriebetriebs ist i.d.R. mit **Risiken** verbunden, da ein Weiterbetrieb nicht garantiert werden kann.

Potenzial industrielle Abwärme

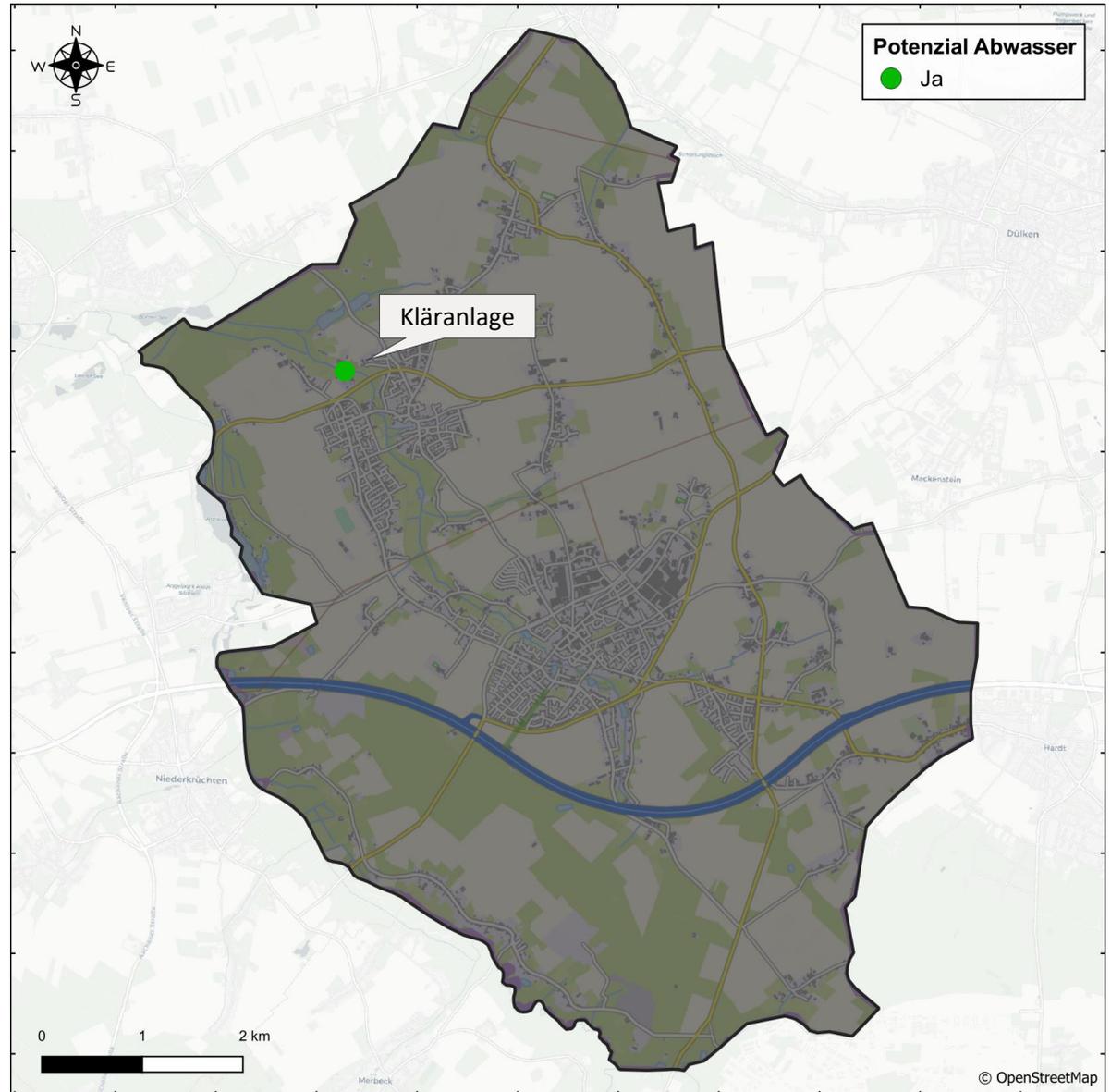


## Potenzial zur Wärmegewinnung aus **Abwasser** liegt insbesondere in der Kläranlage vor



- Das Potenzial von Abwasser ist primär vom Durchfluss bzw. Zufluss und der Temperatur, um die das Abwasser abgekühlt werden kann, abhängig
- Der Niedrigzufluss der **Kläranlage** wird auf Basis der durchschnittlichen monatlichen Zuflussraten auf 30 l/s geschätzt<sup>1</sup>
- Da die Eingangstemperatur im Winter rund 11°C<sup>1</sup> beträgt, wird eine Abkühlung um 5°C als unproblematisch eingeschätzt
- Das Potenzial an der Kläranlage wird demnach auf 1,9 GWh/a quantifiziert<sup>2</sup>
- Für den Einbau von Wärmetauschern in **Abwasserkanälen** Bedarf es einem Mindestdurchmesser der Kanäle von ca. DN 800 (80 cm). Diese liegen teilweise in Waldniel vor (u.a. Musikerviertel)
- Aufgrund unbekannter Trockenwetterabflüsse in den Abwasserkanälen, kann derzeit keine Aussage zum Vorliegen von Potenzialen getroffen werden. Wegen der vergleichsweise geringen Besiedlungsdichte in Schwalmatal kann von einem geringen (ggf. nicht vorhandenem) Potenzial ausgegangen werden

### Potenzial Abwasser

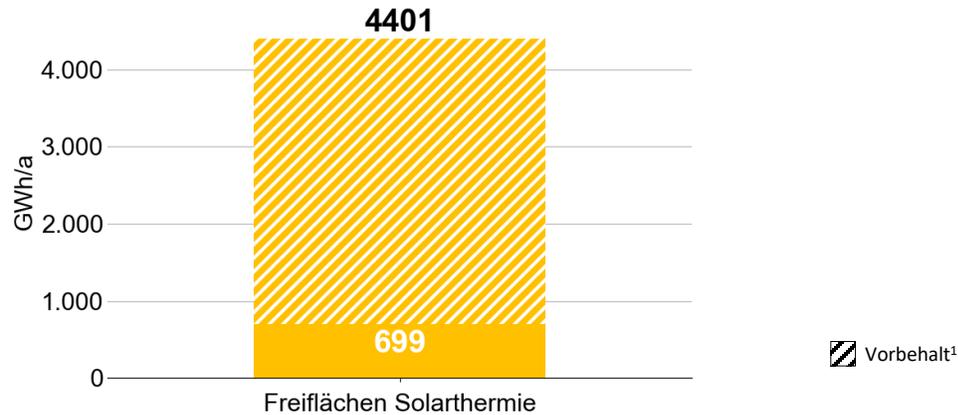


<sup>1</sup> Quelle: Jahresbericht Zentralkläranlage Schwalmatal 2023

<sup>2</sup> Unter Annahme von 3000 Volllaststunden bei berechneten 630 kW Wärmeleistung

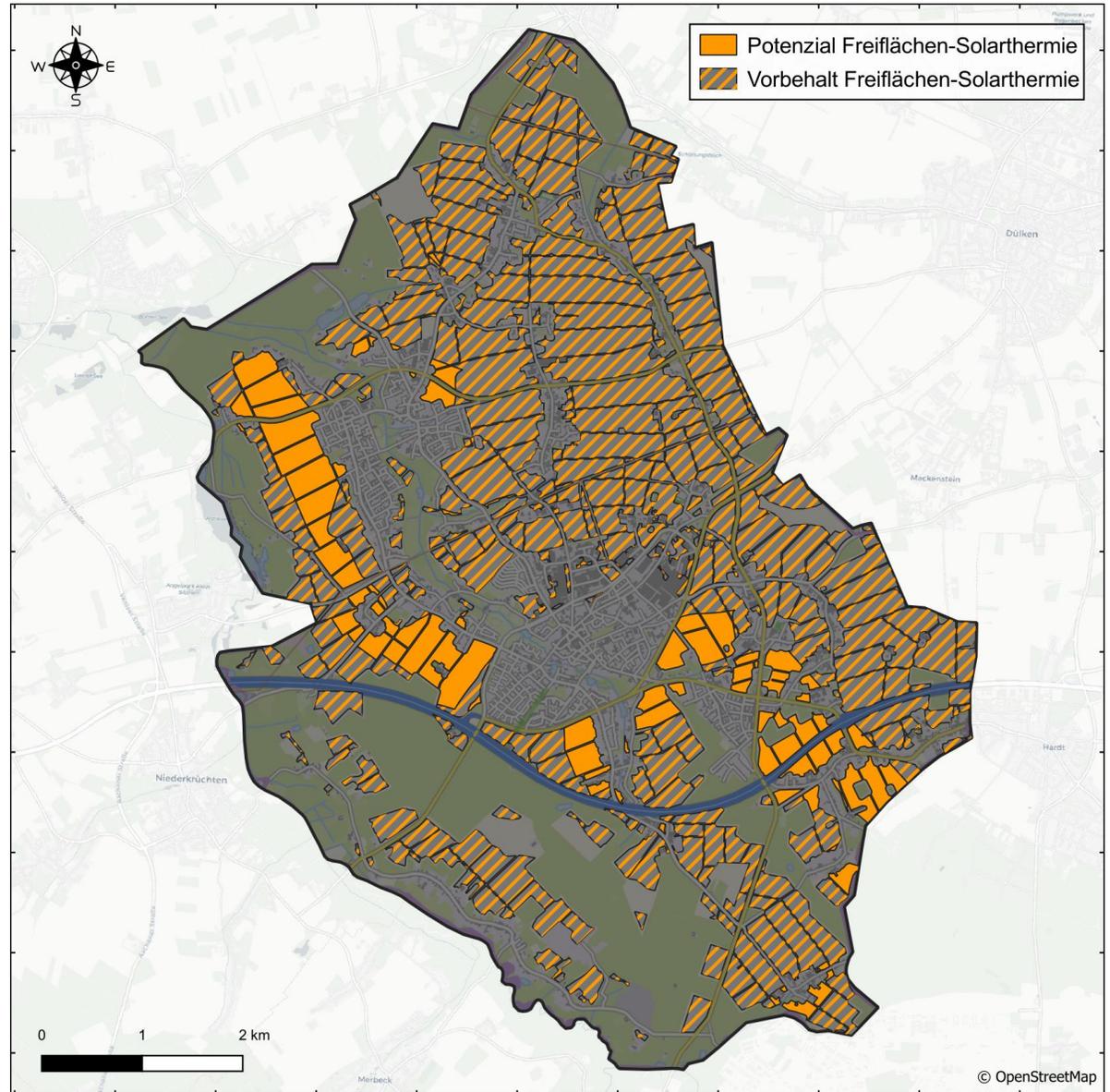
## Ackerflächen und weitere Flächen rund um Schwalmtal kommen für **Solarthermie** in Betracht.

Potenziale freiflächen Solarthermie in GWh pro Jahr



- Flächenertrag von ca. **400 kWh je m<sup>2</sup> Apperaturfläche**
- Hohes Wärmepotenzial, jedoch **überwiegend im Sommer sowie ausschließlich tagsüber**
- Mögliche Kombination mit **Wärmespeichern** für flexible Nutzung über mehrere Tage bis hin zu Monaten (Wirtschaftlichkeit zu untersuchen!)
- In Kombination mit Großwärmespeicher, die eine saisonal durchgängige Nutzung der Wärme ermöglichen, ist mit einem zusätzlichen Flächenbedarf von ca. 30 % und Verlusten in Höhe von 20 % zurechnen, sodass sich das Gesamtpotenzial in etwa halbieren würde

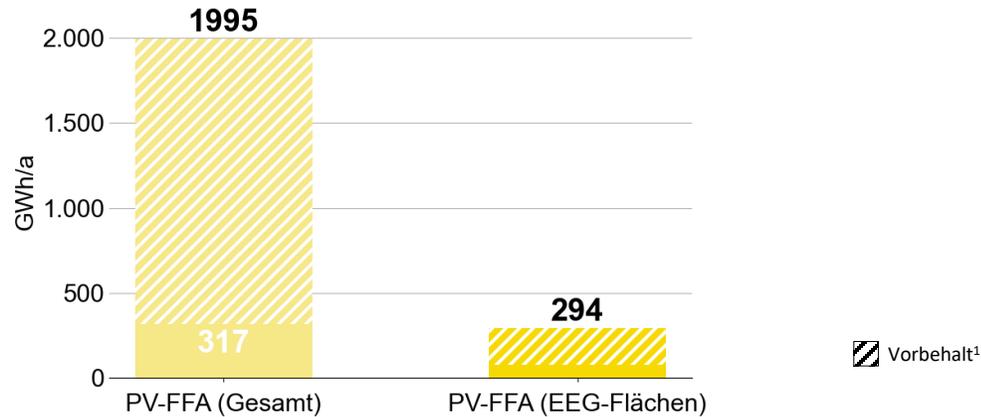
Potenzial Solarthermie



<sup>1</sup> Vorbehaltsflächen u.a.: Landschaftsschutzgeb., Wasserschutzgeb., Landw. hohe Ertragsfähigkeit, etc. (s. Anhang)

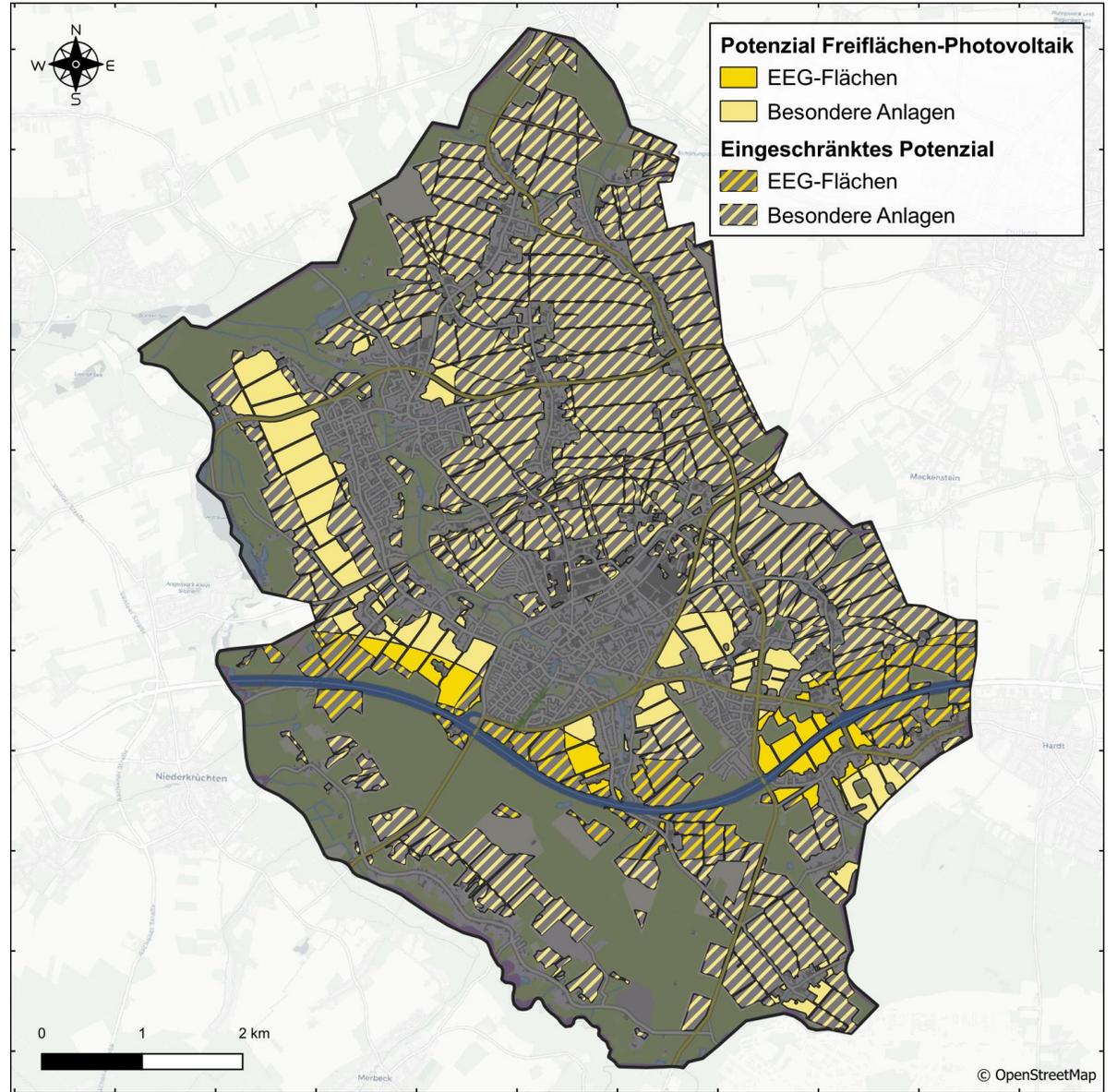
# Ackerflächen und weitere Flächen rund um Schwalmtal kommen für **Photovoltaikanlagen** in Betracht.

Potenzielle Freiflächen-PV in GWh Strom pro Jahr



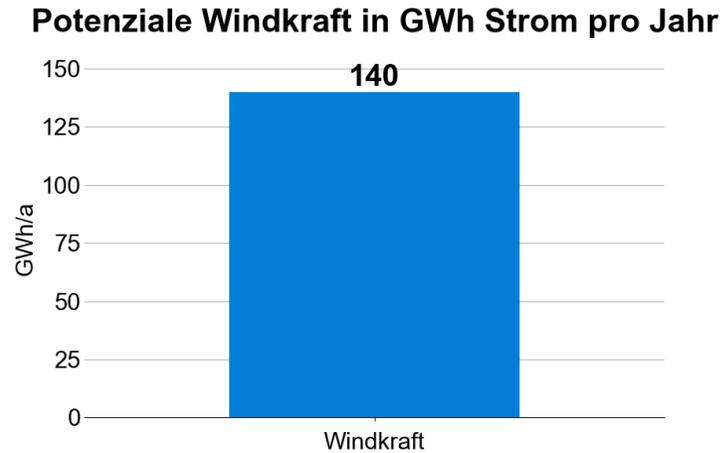
- Potenzial aus **EE-Strom**
- EEG-Förderung von PV-Freiflächenanlagen auf Flächen um **Schienen, Autobahnen** sowie in **landwirtschaftlich benachteiligten Gebieten**
- Außerdem werden „**besondere Anlagen**“ (Agri-PV oder Parkplatzüberdachung) auf übrigen Potenzialflächen gefördert
- Im deutschlandweiten Vergleich mittleres Erzeugungspotenzial von ca. **900 kWh/kWp**
- Das uneingeschränkte Potenzial auf EEG-Flächen beträgt rund **90 GWh/a**

Potenzial Photovoltaik



¹ Vorbehaltsflächen u.a.: Landschaftsschutzgeb., Wasserschutzgeb., Landw. hohe Ertragsfähigkeit, etc. (s. Anhang)

# Windenergie ist ein wichtiger Faktor zum Erreichen der Klimaziele



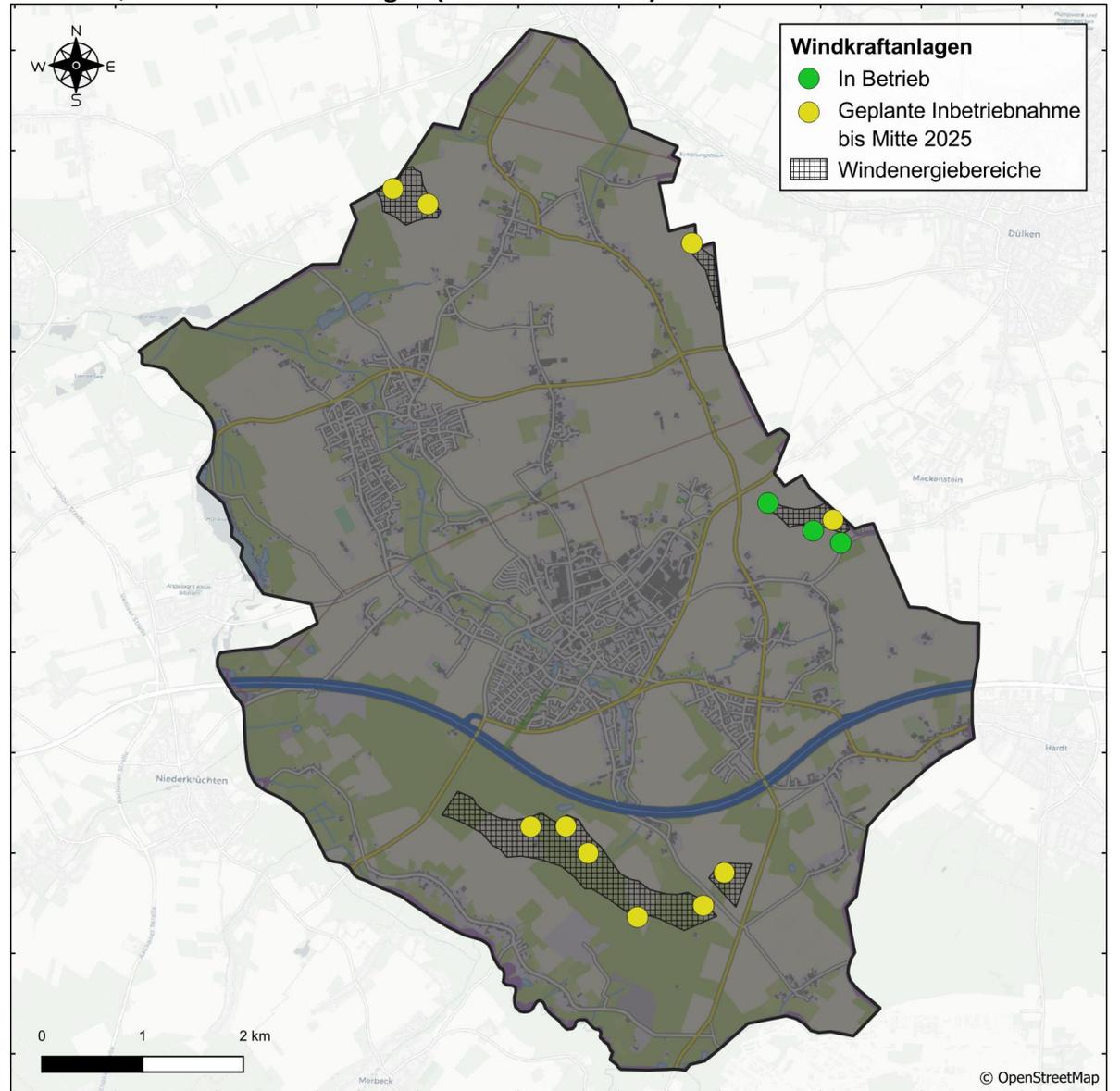
## Status-Quo:

- Kein Pauschaler Mindestabstand von 1000m in NRW
- Im Regionalplan<sup>1</sup> sind **Windenergiebereiche** für Schwalmtal verankert, in denen dem Bau von Windkraftanlagen Vorrang geboten werden muss
- Derzeit befinden sich **13 Windkraftanlagen** in Schwalmtal bereits in Betrieb bzw. werden bis Mitte 2025 planmäßig in Betrieb gehen<sup>2</sup>
- Die installierte Leistung beträgt dann **51,6 MW** mit einer jährlichen Energieerzeugung von rund **90 GWh**

## Potenzial unter aktuellen Rahmenbedingungen:

- In der Kartendarstellung ist erkennbar, dass unter den aktuellen Rahmenbedingungen Potenzial für etwa **fünf weitere große Windkraftanlagen** in den Windenergiebereichen gegeben ist.
- Unter den aktuellen Rahmenbedingungen wird das Gesamtpotenzial daher auf rund **140 GWh/a** quantifiziert.

## Status-Quo der Windkraftanlagen (Stand Ende 2024)



<sup>1</sup>Berücksichtigung des aktuell gültigen Regionalplans (Die 18. Änderung des Regionalplans Düsseldorf ist derzeit im Entwurf. Die dort ausgewiesenen Gebiete weichen in Teilen von den hier dargestellten ab

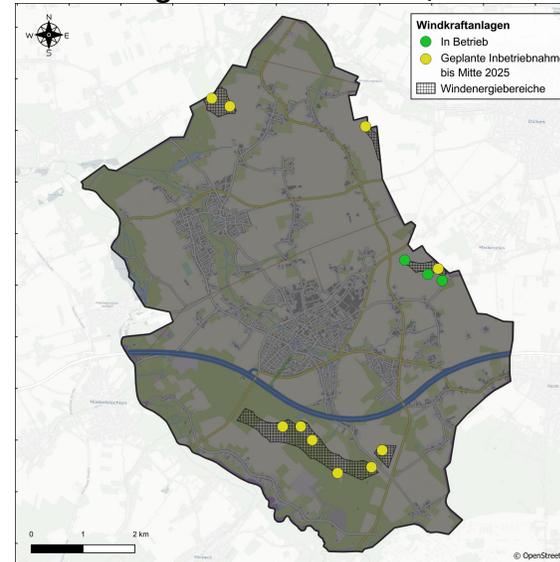
<sup>2</sup><https://www.marktstammdatenregister.de>

# Windenergie ist ein wichtiger Faktor zum Erreichen der Klimaziele

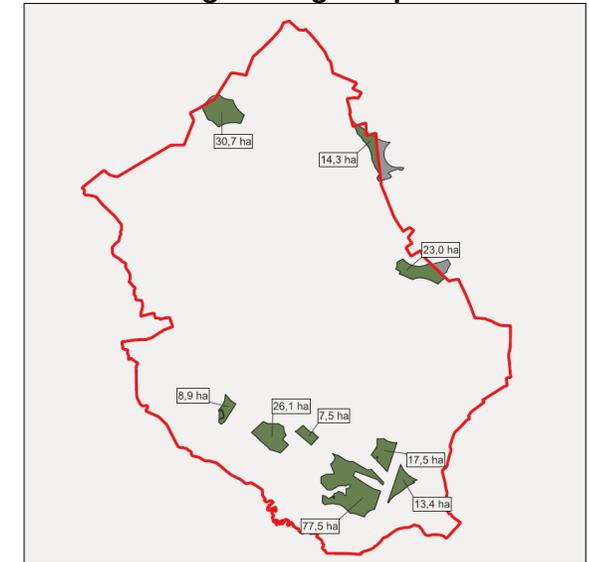
## Wechselnde Rahmenbedingungen

- Grundlage für die Windenergiebereiche im Status-Quo sind umfangreiche Vorgaben zu Mindestabständen (z.B. zu Wohngebieten) und Restriktionsflächen
- Durch wechselnde Rahmenbedingungen kann sich das hier ausgewiesene Potenzial zukünftig ändern
- Beispielsweise beinhaltet der Entwurf für die unten dargestellte 18. Änderung des Regionalplans angepasste Windenergiebereiche, die das Potenzial geringfügig beeinflussen
- Mit einer zukünftig signifikanten Vergrößerung der Windenergiebereiche gegenüber der 18. Änderung des Regionalplans ist nicht zu rechnen, da u.a. bereits vergleichsweise geringe Abstände zur Wohnbebauung als Grundlage dienen
- Eine signifikante Verdichtung der Windenergieanlagen in den Windenergiebereichen ist ebenfalls nicht zu erwarten, da die Errichtung weiterer Anlagen durch eine zu starke gegenseitige Beeinflussung (Windabschwächung) unwirtschaftlich wäre.

## Windenergiebereiche Status-Quo



## 18. Änderung des Regionalplans



# Wasserstoff wird in der zukünftigen Wärmeversorgung von Schwalmatal nicht eingeplant

## Haushalte

- Es wird vor der Ausweisung von Wasserstoffgebieten zur dezentralen Gebäudebeheizung gewarnt<sup>1</sup>:
  - Niedrige Verfügbarkeit und hoher Preis von Wasserstoff
  - Aufbau teurer Infrastruktur bei abnehmender Nachfrage
  - Entschädigungszahlungen für Gasverteilnetzbetreiber bei Scheitern eines geplanten Wasserstoffnetzes

## Gewerbe/Industrie

- In Schwalmatal liegen keine Industrieunternehmen vor, die einer stofflichen Nutzung von Wasserstoff bedarf oder den Betrieb eines Wasserstoffnetzes wirtschaftlich ermöglichen würden.

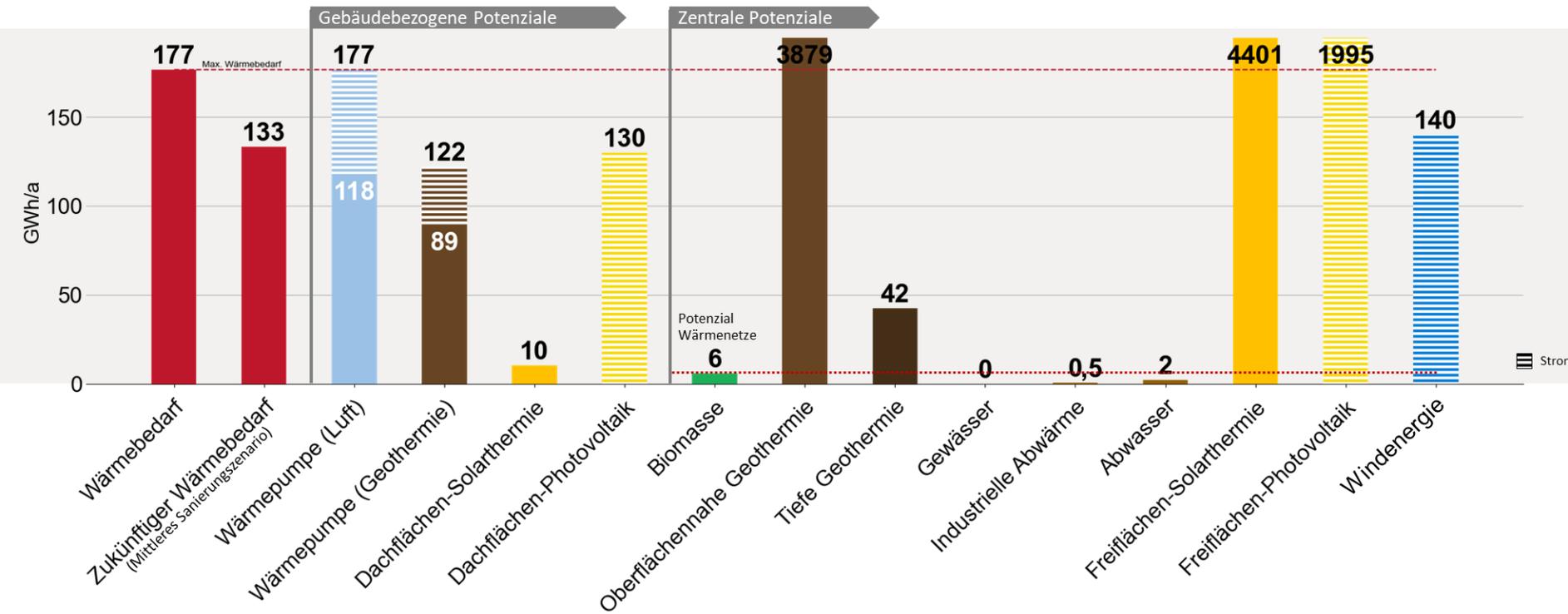
## Wärmenetz

- Wasserstoffkraftwerke zur Speisung eines Wärmenetzes können zur Abdeckung der Spitzenlast vorgesehen werden.
- Aufgrund des geringen Absatzpotenzials ist der Einsatz von Wasserstoff auch für das Wärmenetz unwahrscheinlich.



<sup>1</sup> Umweltinstitut: [https://umweltinstitut.org/wp-content/uploads/2024/02/Infoblatt\\_Kostenfalle\\_Wasserstoff.pdf](https://umweltinstitut.org/wp-content/uploads/2024/02/Infoblatt_Kostenfalle_Wasserstoff.pdf)

# Zusammenfassung



- In Schwalmatal bietet sich insbesondere die **dezentrale Wärmeversorgung durch Wärmepumpen** an
- **Notwendigkeit tiefergehender Analysen** zu verschiedenen zentralen Potenzialen in Form von Machbarkeitsstudien bzw. Transformationsplanungen
- Insbesondere die Technologien oberflächennahe und tiefe **Geothermie, Biomasse** und **Freiflächen-Solarthermie** sollten näher betrachtet werden

Weiterführende Maßnahmen werden abschließend im Rahmen der Umsetzungstrategie definiert (§20)

# Ausblick Zielbild

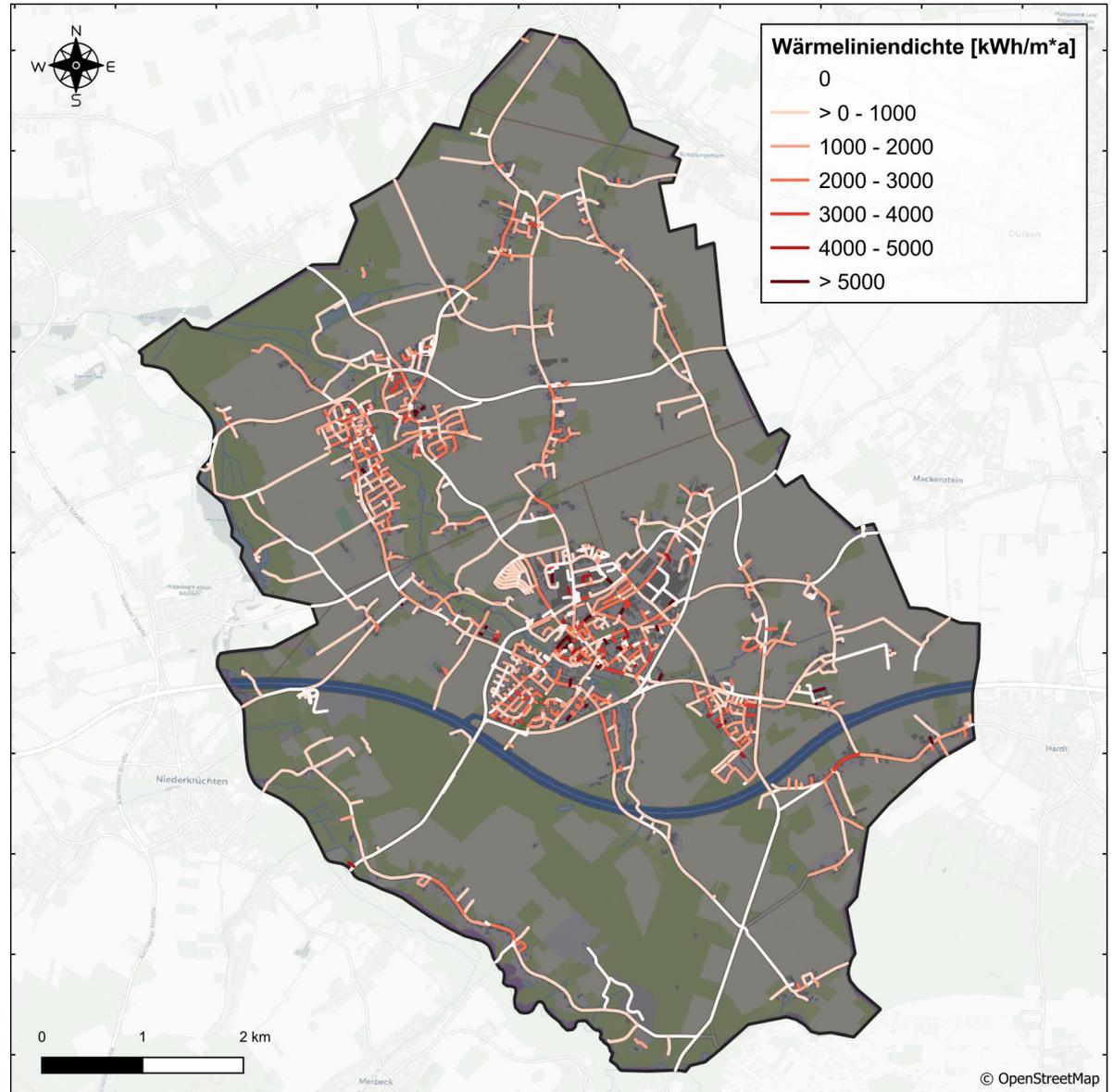
2

## Potenzielle Wärmenetze

### Ausgangslage für weitere Analysen

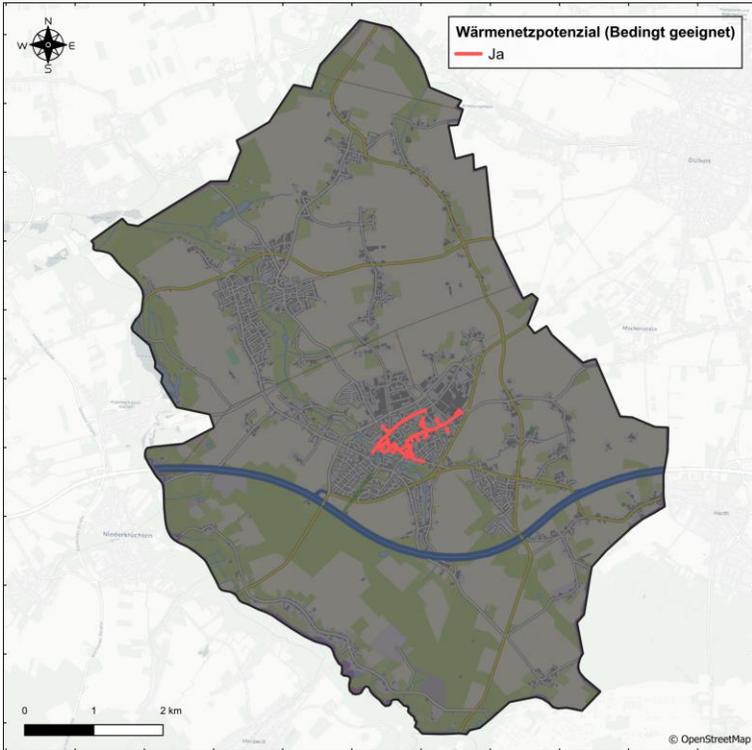
- Wärmeliniendichte: Wärmebedarf, der je Längeneinheit Straße bzw. Wärmenetz in den angrenzenden Gebäuden anfällt
- Wärmeliniendichte als gute Indikation für die Wirtschaftlichkeit von Wärmenetzen
- Je höher die Wärmeliniendichte (dunkel rot), desto wahrscheinlicher ist ein wirtschaftlicher Wärmenetzbetrieb
- Um ein robustes Zielbild ausweisen zu können, dass nicht von ungewissen Entscheidungen einzelner Unternehmen abhängt, ist der Wärmebedarf von Unternehmen mit  $> 1$  GWh/a Wärmebedarf hier nicht berücksichtigt. Diese Unternehmen können zwar als wichtige Ankerkunden dienen, sind jedoch häufig auf Einzellösungen angewiesen und müssen bei der Anschlussbündelung individuell berücksichtigt werden.
- Entsprechend der üblichen Herangehensweise bezieht sich die dargestellte Wärmeliniendichte auf den Status-Quo. Entsprechend den zuvor dargestellten erwarteten Einspareffekten ist also mit einer Abnahme der Wärmedichten zu rechnen
- **Wärmeliniendichten weisen technisches Potenzial aus. Die (wirtschaftliche) Machbarkeit muss im Einzelfall geprüft werden.**

### Wärmeliniendichte

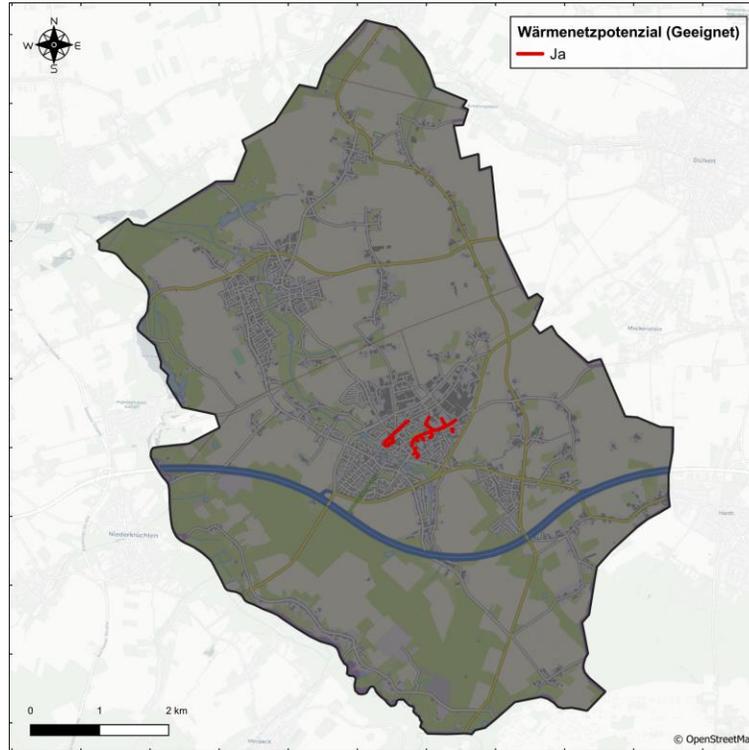


# Potenzielle Wärmenetze – Identifikation zusammenhängender Netzgebiete

Wärmelinienendichte > 3.000 kWh/m



Wärmelinienendichte > 4.000 kWh/m



Wärmelinienendichte > 5.000 kWh/m

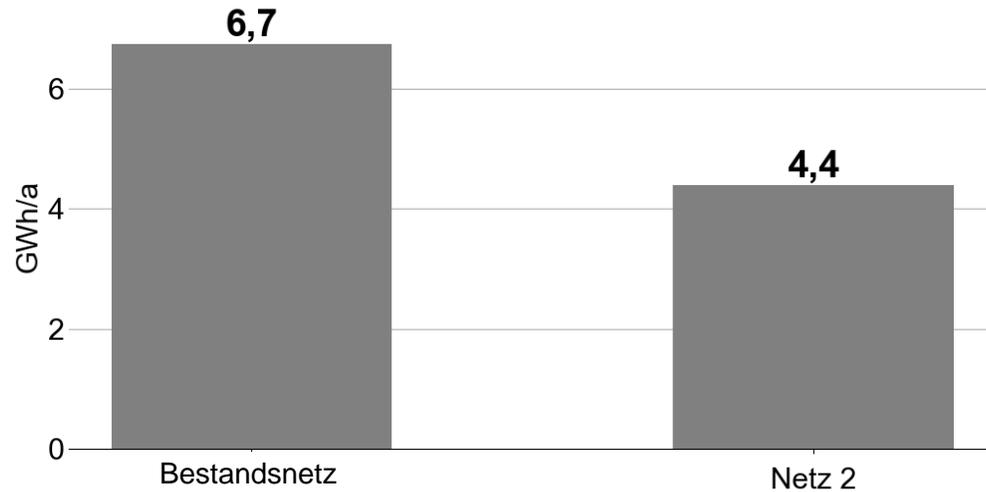


- Das Potenzial von Wärmenetzen variiert stark je nach den zugrunde liegenden Annahmen, was zu unterschiedlichen Durchdringungsgraden führt.
- Der Technikkatalog Baden-Württemberg zur kommunalen Wärmeplanung empfiehlt in Bestandsgebieten eine Mindestwärmelinienendichte von über 3.000 kWh/(m\*a). Aktuelle Analysen weisen bei der hier zugrunde gelegten Methodik auf deutlich höhere Grenzwerte hin (>= 4.000 kWh/(m\*a), teilweise >= 5.000 kWh/(m\*a)).
- Die wirtschaftliche Erschließung dieser Gebiete hängt zudem von Faktoren wie der Ausbaugeschwindigkeit, der Verfügbarkeit kostengünstiger erneuerbarer Wärmequellen und der Anschlussbereitschaft der Verbraucher ab.

Annahmen für die Potenzialerhebung:  
 Wärmebedarf: >= 1,0 GWh je Netz  
 Länge: >= 500 m je Netz

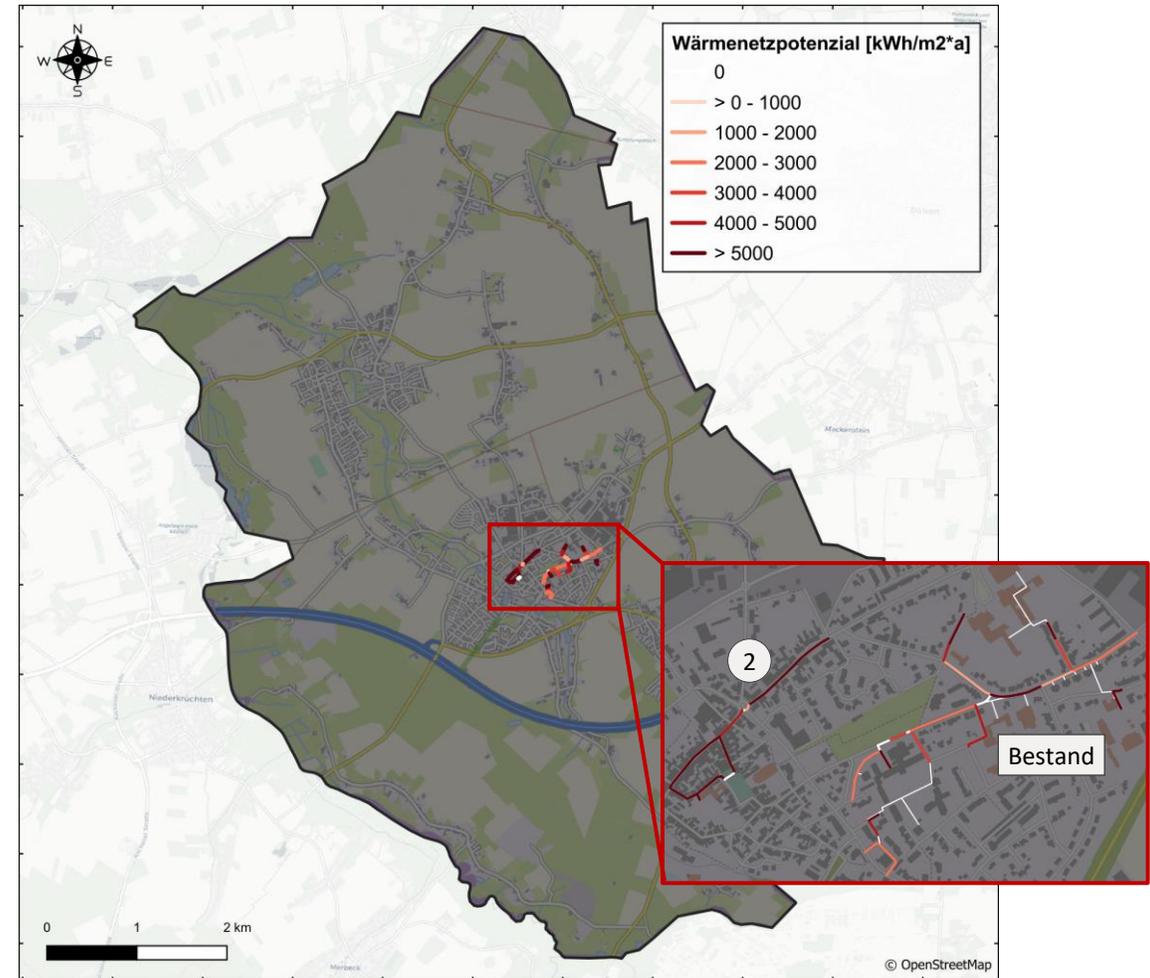
# Potenzielle Wärmenetze - Identifikation zusammenhängender Netzgebiete

## Potenzielle Wärmenetz in GWh pro Jahr



- **Geringes Potenzial** zur Erhöhung des Anteils von Wärmenetzen zur Wärmeversorgung in Schwalmtal
- Bestandsnetz
  - Potenzial zur Verdichtung des Wärmenetzes und Erhöhung der Anschlussquote
  - Erhöhung des Wärmebedarfs von derzeit ca. 4 GWh/a auf **6,7 GWh/a** bei 100 % Anschlussquote (gemessen am Wärmebedarf im Status-Quo)
- Netz 2
  - **4,4 GWh/a** Wärmebedarf bei 100 % Anschlussquote (gemessen am Wärmebedarf im Status-Quo)
  - Netzlänge ca. 800 Meter (ohne Hausanschlussleitungen)
- Darüber hinaus gibt es Potenziale für Nahwärmenetze in den Gewerbegebieten mit eventueller Option zur Anbindung an die hier dargestellten Netzpotenziale
- **Die Gemeinde Schwalmtal wird bei einer Erweiterung des Bestandsnetzes wie auch bei einem Aufbau von neuen Wärmenetzen in Bestandsgebieten – z. B. im hier skizzierten Fall („Netz 2“) – keinen Anschluss- und Benutzungszwang umsetzen.**

## Wärmelinien-dichte > 4.000 kWh/m



Annahmen für die Potenzialerhebung:  
 Mindest-Wärmelinien-dichte: 4.000 kWh/m  
 Mindest-Wärmebedarf: 1,0 GWh je Netz  
 Mindest-Länge: 500 m je Netz

3

Anhang

# Potenziale – Schutzgebiete

Name	Typ	Biomasse Landwirtschaft	Biomasse Wald	Erdwärmekollektoren	Erdwärmesonden	Grundwasserbrunnen	PV-Freifläche	Solarthermie-Freifläche	Tiefe Geothermie	Windkraft
FFH-Schutzgebiet	Aktiv	1	0	1	1	1	1	1	1	1
	Abstand [m]	0	0	100	100	100	0	0	100	100
	Ausschluss/Vorbehalt	Vorbehalt		Ausschluss	Ausschluss	Ausschluss	Ausschluss	Ausschluss	Ausschluss	Ausschluss
Vogelschutzgebiet	Aktiv	1	0	1	1	1	1	1	1	1
	Abstand [m]	0	0	100	100	100	0	0	100	400
	Ausschluss/Vorbehalt	Vorbehalt		Ausschluss	Ausschluss	Ausschluss	Ausschluss	Ausschluss	Ausschluss	Ausschluss
Naturschutzgebiet	Aktiv	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Abstand [m]	0	0	100	100	100	0	0	100	100
	Ausschluss/Vorbehalt	Vorbehalt	Vorbehalt	Ausschluss	Ausschluss	Ausschluss	Ausschluss	Ausschluss	Ausschluss	Ausschluss
Landschaftsschutzgebiet	Aktiv	0	0	1	1	1	1	1	1	0
	Abstand [m]	0	0	100	100	100	0	0	100	0
	Ausschluss/Vorbehalt	0	0	Ausschluss	Ausschluss	Ausschluss	Vorbehalt	Vorbehalt	Ausschluss	
Wasserschutzgebiet	Aktiv	0	0	0	1	1	1	1	1	1
	Abstand [m]	0	0	0	0	0	0	0	100	0
	Ausschluss/Vorbehalt				Vorbehalt	Vorbehalt	Vorbehalt	Vorbehalt	Vorbehalt	Vorbehalt
Überschwemmungsgebiet	Aktiv	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Abstand [m]	0	0	20	20	20	20	20	20	20
	Ausschluss/Vorbehalt	Vorbehalt	Vorbehalt	Ausschluss	Ausschluss	Ausschluss	Ausschluss	Ausschluss	Ausschluss	Ausschluss

# Potenziale – ALKIS (1/2)

Name	Typ	Biomasse Landwirtschaft	Biomasse Wald	Erdwärmekollektoren	Erdwärmesonden	Grundwasserbrunnen	PV-Freifläche	Solarthermie-Freifläche	Tiefe Geothermie	Windkraft
Landwirtschaft	Aktiv	1	0	1	1	1	1	1	1	1
	Abstand [m]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Potenzial/Abstand	Potenzial		Potenzial	Potenzial	Potenzial	Potenzial	Potenzial	Potenzial	Potenzial
Unland/ Vegetationslose Fläche	Aktiv	0	0	1	1	1	1	1	1	1
	Abstand [m]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Potenzial/Abstand			Potenzial	Potenzial	Potenzial	Potenzial	Potenzial	Potenzial	Potenzial
Heide	Aktiv	0	0	1	1	1	1	1	1	1
	Abstand [m]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Potenzial/Abstand			Potenzial	Potenzial	Potenzial	Potenzial	Potenzial	Potenzial	Potenzial
Halde	Aktiv	0	0	1	1	1	1	1	1	1
	Abstand [m]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Potenzial/Abstand			Potenzial	Potenzial	Potenzial	Potenzial	Potenzial	Potenzial	Potenzial
Industrie- und Gewerbefläche	Aktiv	0	0	1	1	1	1	1	1	0
	Abstand [m]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Potenzial/Abstand			Potenzial	Potenzial	Potenzial	Potenzial	Potenzial	Potenzial	
Wald	Aktiv	0	1	0	0	0	1	1	0	1
	Abstand [m]	0	0	0	0	0	30	30	0	0
	Potenzial/Abstand		Potenzial	Potenzial	Potenzial	Potenzial	Abstand	Abstand	Potenzial	Potenzial
Gehölz	Aktiv	0	0	0	0	0	1	1	0	0
	Abstand [m]	0	0	0	0	0	20	20	0	0
	Potenzial/Abstand						Abstand	Abstand		

# Potenziale – ALKIS (2/2)

Name	Typ	Biomasse Landwirtschaft	Biomasse Wald	Erdwärmekollektoren	Erdwärmesonden	Grundwasserbrunnen	PV-Freifläche	Solarthermie-Freifläche	Tiefe Geothermie	Windkraft
Wohnbaufläche	Aktiv	1	1	1	1	1	1	1	1	0
	Abstand [m]	30	30	30	30	30	30	30	30	0
	Potenzial/Abstand	Abstand	Abstand	Abstand	Abstand	Abstand	Abstand	Abstand	Abstand	
Straßenverkehr	Aktiv	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Abstand [m]	15	15	15	15	15	15	15	15	100
	Potenzial/Abstand	Abstand	Abstand	Abstand	Abstand	Abstand	Abstand	Abstand	Abstand	Abstand
Weg	Aktiv	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Abstand [m]	5	5	5	5	5	5	5	5	50
	Potenzial/Abstand	Abstand	Abstand	Abstand	Abstand	Abstand	Abstand	Abstand	Abstand	Abstand
Bahnverkehr	Aktiv	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Abstand [m]	15	15	15	15	15	15	15	15	100
	Potenzial/Abstand	Abstand	Abstand	Abstand	Abstand	Abstand	Abstand	Abstand	Abstand	Abstand
Fließgewässer	Aktiv	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Abstand [m]	10	10	10	10	10	10	10	10	30
	Potenzial/Abstand	Abstand	Abstand	Abstand	Abstand	Abstand	Abstand	Abstand	Abstand	Abstand
Stehendes Gewässer	Aktiv	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Abstand [m]	10	10	10	10	10	10	10	10	30
	Potenzial/Abstand	Abstand	Abstand	Abstand	Abstand	Abstand	Abstand	Abstand	Abstand	Abstand

# Potenziale – Sonstige Flächen (1/2)

Name	Typ	Biomasse Landwirtschaft	Biomasse Wald	Erdwärmekollektoren	Erdwärmesonden	Grundwasserbrunnen	PV-Freifläche	Solarthermie-Freifläche	Tiefe Geothermie	Windkraft
Geschütztes Biotop	Aktiv	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Abstand [m]	10	10	20	20	20	20	20	20	100
	Ausschluss/Vorbehalt/Exklusiv	Ausschluss	Ausschluss	Ausschluss	Ausschluss	Ausschluss	Ausschluss	Ausschluss	Ausschluss	Ausschluss
Hohe Ackerzahl	Aktiv	0	0	1	1	1	1	1	1	1
	Abstand [m]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ausschluss/Vorbehalt/Exklusiv			Vorbehalt	Vorbehalt	Vorbehalt	Vorbehalt	Vorbehalt	Vorbehalt	Vorbehalt
Bereich zum Schutz der Natur	Aktiv	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Abstand [m]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ausschluss/Vorbehalt/Exklusiv	Ausschluss	Ausschluss	Ausschluss	Ausschluss	Ausschluss	Ausschluss	Ausschluss	Ausschluss	Ausschluss
GIB für zweckgebundene Nutzungen	Aktiv	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Abstand [m]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ausschluss/Vorbehalt/Exklusiv	Ausschluss	Ausschluss	Ausschluss	Ausschluss	Ausschluss	Ausschluss	Ausschluss	Ausschluss	Ausschluss
Wind Konzentrationszonen	Aktiv	0	0	1	1	1	1	1	1	1
	Abstand [m]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ausschluss/Vorbehalt/Exklusiv			Vorbehalt	Vorbehalt	Vorbehalt	Vorbehalt	Vorbehalt	Vorbehalt	Exklusiv
Vorranggebiet Bodenschätze	Aktiv	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Abstand [m]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ausschluss/Vorbehalt/Exklusiv	Ausschluss	Ausschluss	Ausschluss	Ausschluss	Ausschluss	Ausschluss	Ausschluss	Ausschluss	Ausschluss

## Potenziale – Sonstige Flächen (2/2)

Name	Typ	Biomasse Landwirtschaft	Biomasse Wald	Erdwärmekollektoren	Erdwärmesonden	Grundwasserbrunnen	PV-Freifläche	Solarthermie- Freifläche	Tiefe Geothermie	Windkraft
Grabbarkeit	Aktiv	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	Abstand [m]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ausschluss/Vorbehalt/ Exklusiv			Ausschluss						
Grundwasserhöhe	Aktiv	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	Abstand [m]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ausschluss/Vorbehalt/ Exklusiv			Ausschluss						

## Potenziale – Sonstige Abstände/Größen

Name	Biomasse Landwirtschaft	Biomasse Wald	Erdwärmekollektoren	Erdwärmesonden	Grundwasserbrunnen	PV-Freifläche	Solarthermie-Freifläche	Tiefe Geothermie	Windkraft
Mindestgröße [m2]	2000	2000	10000	10000	10000	2000	2000	5000	10000
Abstand Wohngebäude	20	20	20	20	20	20	20	20	700
Abstand Nicht-Wohngebäude	10	10	10	10	10	10	10	10	200

20.03.2025 | SCHWALMTAL

# Kommunale Wärmeplanung Schwalmatal

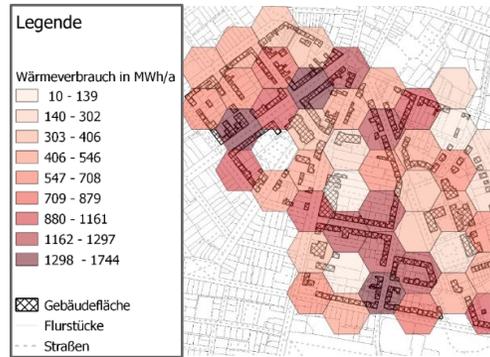
Zielszenario



# Kommunale Wärmeplanung der Gemeinde Schwalmtal

## Bestandsanalyse (§ 15)

Erstellung des digitalen Zwillings



- Aufbau eines 3D-Modells aller Gebäude der Stadt
- Erfassung des Ist-Zustands der Wärmeversorgung und Erstellung der CO2-Bilanz

## Potenzialanalyse (§ 16)

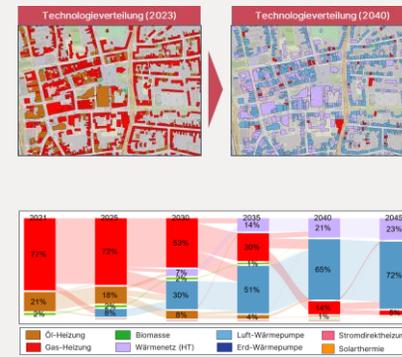
Energieeffizienzmaßnahmen und Wärmetechnologien



- Gebäudescharfe Ermittlung der Technologieoptionen und Sanierungsmaßnahmen
- Georeferenzierte Identifikation grüner Wärmepotenziale

## Zielszenario (§ 17, 18, 19)

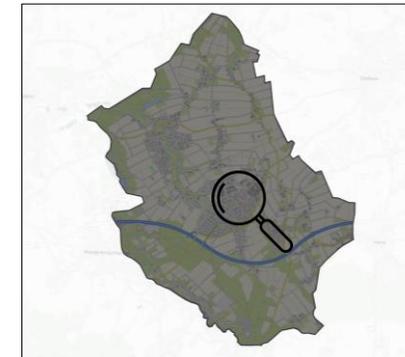
Einteilung in Wärmeversorgungsgebiete



- § 17: Zielszenario
- § 18: Einteilung beplantes Gebiet in Wärmeversorgungsgebiete
- § 19: Darstellung Wärmeversorgungsarten Zieljahr

## Fokusgebiete (Nicht im WPG)

Einteilung in Wärmeversorgungsgebiete



- Detaillierte Darlegung des Status-Quo und der Potenziale
- Aufzeigen möglicher Maßnahmen für eine klimaneutrale Wärmeversorgung

## Maßnahmenkatalog (§ 20)

Beschreibung des Transformationspfades



- Umsetzungsstrategie mit konkreten Maßnahmen, zur Erreichung des Zielszenarios

## Vorstellung der Ergebnisse des Zielszenarios

# Wärmeplanungsgesetz

1

Alle Vorgaben an das Zielszenario nach dem Wärmeplanungsgesetz werden erfüllt.

## § 17 Zielszenario

- (1) Im Zielszenario beschreibt die planungsverantwortliche Stelle für das beplante Gebiet als Ganzes anhand der Indikatoren nach Anlage 2 Abschnitt III die **langfristige Entwicklung der Wärmeversorgung**, die im Einklang mit der Einteilung des beplanten Gebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete nach § 18, der Darstellung der Wärmeversorgungsarten für das Zieljahr nach § 19 und mit den Zielen dieses Gesetzes stehen muss.
- (2) Die planungsverantwortliche Stelle entwickelt das Zielszenario auf Grundlage der Ergebnisse der Eignungsprüfung nach § 14, der Bestandsanalyse nach § 15 sowie der Potenzialanalyse nach § 16 im Einklang mit der Einteilung des beplanten Gebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete nach § 18 und mit der Darstellung der Wärmeversorgungsarten für das Zieljahr nach § 19. Sie kann den in § 7 Absatz 2 und 3 genannten Beteiligten die Gelegenheit zur Stellungnahme geben. Zur Bestimmung des maßgeblichen Zielszenarios betrachtet die planungsverantwortliche Stelle unterschiedliche jeweils zielkonforme Szenarien, die insbesondere die voraussichtliche Entwicklung des Wärmebedarfs innerhalb des beplanten Gebiets sowie die Entwicklung der für die Wärmeversorgung erforderlichen Energieinfrastrukturen berücksichtigen. Aus diesen Szenarien entwickelt die planungsverantwortliche Stelle das für die Wärmeplanung des beplanten Gebiets maßgebliche Zielszenario unter Darlegung der Gründe.

**Entwicklung und Darlegung eines Zielszenarios unter Berücksichtigung von §18 und §19 sowie konkrete Vorgaben zu Auswertungsgrößen gemäß Anlage 2 WPG**

Alle Vorgaben an das Zielszenario nach dem Wärmeplanungsgesetz werden erfüllt.

## § 18 Einteilung des beplanten Gebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete

- (1) Die planungsverantwortliche Stelle teilt das beplante Gebiet, sofern es nicht der verkürzten Wärmeplanung nach § 14 Absatz 4 unterliegt, auf Grundlage der Bestandsanalyse nach § 15 und der Potenzialanalyse nach § 16 in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete ein. Hierzu stellt die planungsverantwortliche Stelle mit dem **Ziel einer möglichst kosteneffizienten Versorgung** des jeweiligen Teilgebiets auf Basis von Wirtschaftlichkeitsvergleichen jeweils differenziert für die Betrachtungszeitpunkte nach Absatz 3 dar, welche Wärmeversorgungsart sich für das jeweilige beplante Teilgebiet besonders eignet. Besonders geeignet sind Wärmeversorgungsarten, die im Vergleich zu den anderen in Betracht kommenden Wärmeversorgungsarten **geringe Wärmegegostehungskosten, geringe Realisierungsrisiken, ein hohes Maß an Versorgungssicherheit und geringe kumulierte Treibhausgasemissionen** bis zum Zieljahr aufweisen, wobei die Wärmegegostehungskosten sowohl Investitionskosten einschließlich Infrastrukturausbaukosten als auch Betriebskosten über die Lebensdauer umfassen. Vorschläge zur Versorgung des beplanten Teilgebiets nach Absatz 4 sind von der planungsverantwortlichen Stelle bei der Einteilung zu berücksichtigen.
- (2) ...

**Einteilung in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete für die Jahre 2030, 2035, 2040 und 2045. Möglicher Gebiete sind:  
Gebiete für die dezentrale Wärmeversorgung, Wärmenetzgebiete, Wasserstoffgebiete oder Prüfgebiete**

Alle Vorgaben an das Zielszenario nach dem Wärmeplanungsgesetz werden erfüllt.

## § 19 Darstellung der Wärmeversorgungsarten für das Zieljahr

- (1) Die planungsverantwortliche Stelle stellt auf Grundlage der Eignungsprüfung nach § 14, der Bestandsanalyse nach § 15, der Potenzialanalyse nach § 16 sowie unter Beachtung der Ziele dieses Gesetzes die für das beplante Gebiet möglichen Wärmeversorgungsarten für das Zieljahr dar. Hierzu zeigt sie auf, aus welchen Elementen eine Wärmeversorgung ausschließlich auf Grundlage von Wärme aus erneuerbaren Energien oder aus unvermeidbarer Abwärme innerhalb des beplanten Gebiets bis zum Zieljahr bestehen kann.
- (2) Die planungsverantwortliche Stelle bestimmt für jedes beplante Teilgebiet und differenziert nach den einzelnen voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebieten nach § 3 Absatz 1 Nummer 6, 18 oder Nummer 23 die **Eignungsstufe**. Eignungsstufen sind:
  1. die Wärmeversorgungsart ist für dieses Gebiet im Zieljahr **sehr wahrscheinlich geeignet**;
  2. die Wärmeversorgungsart ist für dieses Gebiet im Zieljahr **wahrscheinlich geeignet**;
  3. die Wärmeversorgungsart ist für dieses Gebiet im Zieljahr **wahrscheinlich ungeeignet**;
  4. die Wärmeversorgungsart ist für dieses Gebiet im Zieljahr **sehr wahrscheinlich ungeeignet**.

Zuordnung von Wahrscheinlichkeiten für die einzelnen Wärmeversorgungsarten (dezentral, Wärmenetz, Wasserstoff) je Wärmeversorgungsgebiet für das Zieljahr 2045

# Alle Vorgaben an die Potenzialanalyse nach dem Wärmeplanungsgesetz werden erfüllt.

## Anlage 2 WPG – Darstellung der Ergebnisse des Zielszenario nach § 17

Das Zielszenario nach § 17 beschreibt anhand der nachfolgenden Indikatoren, wie das Ziel einer auf erneuerbaren Energien oder der Nutzung von unvermeidbarer Abwärme basierenden Wärmeversorgung erreicht werden soll. Die Indikatoren sind, soweit nicht im Folgenden etwas anderes bestimmt wird, für das beplante Gebiet als Ganzes und jeweils für die Jahre 2030, 2035, 2040 und 2045 anzugeben. Die Indikatoren sind:

1. der **jährliche Endenergieverbrauch** der gesamten Wärmeversorgung in Kilowattstunden pro Jahr, differenziert nach Endenergiesektoren und Energieträgern,
2. die **jährliche Emission** von Treibhausgasen im Sinne von § 2 Nummer 1 des Bundes-Klimaschutzgesetzes der gesamten Wärmeversorgung des beplanten Gebiets in Tonnen Kohlendioxid-Äquivalent,
3. der **jährliche Endenergieverbrauch der leitungsgebundenen Wärmeversorgung** nach Energieträgern in Kilowattstunden pro Jahr und der Anteil der Energieträger am gesamten Endenergieverbrauch der leitungsgebundenen Wärmeversorgung in Prozent,
4. der **Anteil der leitungsgebundenen Wärmeversorgung** am gesamten Endenergieverbrauch der Wärmeversorgung in Prozent,
5. die **Anzahl der Gebäude mit Anschluss an ein Wärmenetz** und deren Anteil an der Gesamtheit der Gebäude im beplanten Gebiet in Prozent,
6. der **jährliche Endenergieverbrauch aus Gasnetzen nach Energieträgern** in Kilowattstunden pro Jahr und der Anteil der Energieträger am gesamten Endenergieverbrauch der gasförmigen Energieträger in Prozent,
7. die **Anzahl der Gebäude mit Anschluss an ein Gasnetz** und deren Anteil an der Gesamtheit der Gebäude im beplanten Gebiet in Prozent.



# Methodik

2

Die Analyse von Entwicklungspfaden des kommunalen Energiesystems erfordert ein Modell, das die vielfältigen Randbedingungen berücksichtigt.



In einer Vorabanalyse wird ermittelt, welche Straßenzüge für den Aufbau eines Wärmenetzes geeignet sind.

### Wärmeliniendichte

- Wärmeliniendichte: Wärmebedarf, der je Längeneinheit Straße bzw. Wärmenetz in den angrenzenden Gebäuden anfällt
- Je höher die Wärmeliniendichte in einem Straßenzug ist, desto wahrscheinlicher ist ein wirtschaftlicher Wärmenetzbetrieb
- Anwendung eines Optimierungsmodells zur Ermittlung zusammenhängender Wärmenetze auf Basis von Straßen mit hoher Wärmeliniendichte

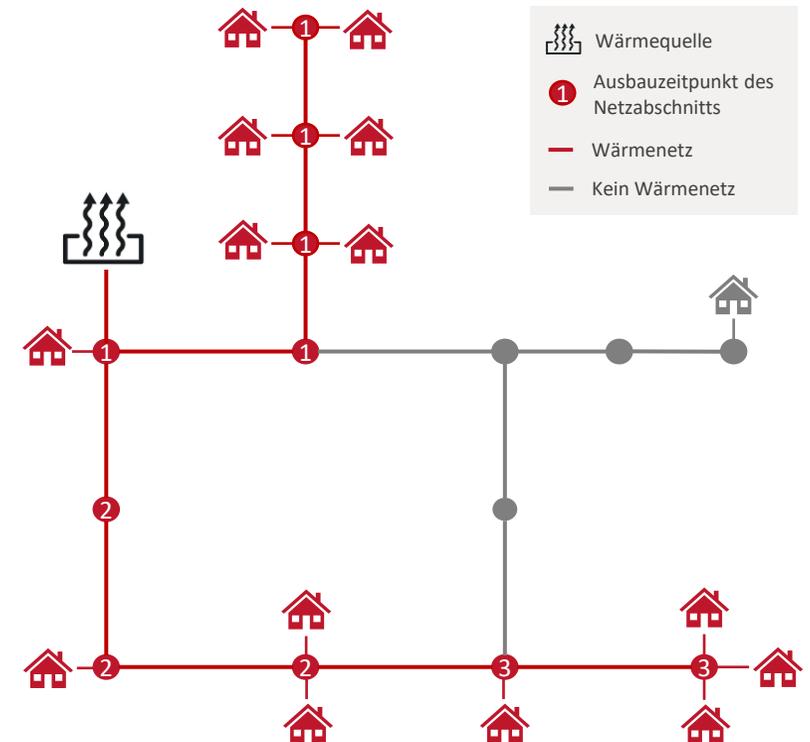
### Erzeugungspotenzial

- Einbezug der Potenzialanalyse zentraler Wärmequellen
- Wärmenetze können nur auf Basis von erneuerbaren Erzeugungsquellen betrieben werden

### Ausbaugeschwindigkeit und -pfad

- Vorgabe einer jährlichen Ausbaugeschwindigkeit des Wärmenetzes (z.B. 1000m/Jahr)
- Ermittlung des optimalen Ausbaupfades unter Einhaltung der Ausbaukapazitäten

Ablauf des Wärmenetzausbaus



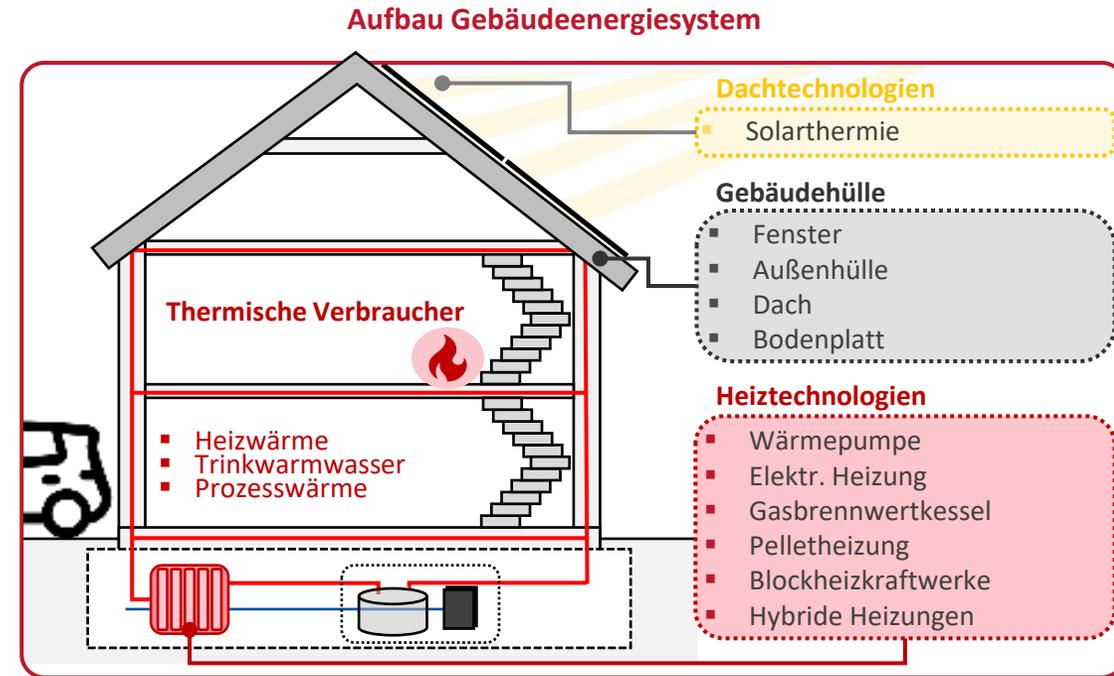
# Das individuelle Endkundenverhalten wird auf Grundlage wirtschaftlicher Kriterien für jedes Gebäude simuliert.

## Individuelles Endkundenverhalten

- Simulation des Entscheidungsverhalten je Gebäude auf Basis der Wärmegestehungskosten
- Minimierung der Investitions- und Betriebskosten, inkl. staatlicher Subvention (BEG, EEG etc.)
- Je Betrachtungsjahr werden für jede Heizungstechnologie die regulatorisch-technischen Rahmenbedingungen berücksichtigt
- Finale Auswahl einer Heizungstechnologie gemäß Wahrscheinlichkeitsverteilung entsprechend der Wärmegestehungskosten
- Eine ausführliche Übersicht bzgl. Annahmen zu Kosten und regulatorischen Vorgaben ist im Anhang zu finden

## Berücksichtigung zusätzlicher Restriktionen

- Wärmepumpeneignung
- Netzverfügbarkeit
- Handwerkerverfügbarkeit



- Berücksichtigt werden diverse unterschiedliche Gebäudeanlagen (Luft-Wasser / Sole-Wasser Wärmepumpe, Hybrid-Anlagen, ...)

# Szenariorahmen: Übersicht

- Die Durchführung einer kommunalen Wärmeplanung beruht auf vielfältigen Annahmen und Parametersets.
- Sofern möglich und sinnvoll, basieren die Annahmen auf öffentlichen Leitfäden und Datenbanken. Die zentrale Quelle für Parameterannahmen ist der Leitfaden vom Kompetenzzentrum kommunale Wärmewende<sup>1</sup>
- Parameterannahmen aus dem **KWW-Leitfaden**<sup>2</sup>:
  - Emissionsfaktoren, Wirkungsgrade sowie Investitions- und Betriebskosten
- Annahmen zu Restriktionen bzgl. Einbau und Betrieb von Heizungsanlagen werden der **aktuellen Gesetzgebung** entnommen, ergänzt um **szenariospezifische Annahmen**<sup>2</sup>:
  - Einbau fossiler Heizungssysteme bis Mitte 2028 erlaubt
  - Keine Verfügbarkeit von Wasserstoff in Schwalmatal
  - Stilllegung des Gasnetzes in 2045 in Schwalmatal
- Prognosen für Endkundenpreise für Energie wurden als Experteneinschätzungen **auf Basis verschiedener Systemstudien** (vgl. Abbildung) und aktueller Marktprognosen erstellt und basieren u.a. auf bereits durchgeführten Wärmeplanungen. Zudem wurden **ortsspezifische Gegebenheiten** Berücksichtigt<sup>2</sup>:
  - Berücksichtigung der Prognose für Gasnetzentgelte der NEW AG
  - Berücksichtigung der Preisprognose für das Wärmenetz von Loick Bioenergie GmbH

## Systemstudien (Agora, DENA, BDI/BCG, Fraunhofer ISE, Ariadne, Nymoen)



<sup>1</sup> KWW-Leitfaden: <https://www.kww-halle.de/wissen/bundesgesetz-zur-waermeplanung#c636>

<sup>2</sup> Siehe Anhang für detaillierte Aufschlüsselung

# Szenariorahmen: Heiztechnologien

## Gas- und Ölheizungen

- Aktuell dominierende Heiztechnologien in Schwalmatal, jedoch hohe Treibhausgasemissionen
- Steigende Brennstoffkosten bevorstehend aufgrund des Anstiegs von CO<sub>2</sub>-Preis und Gasnetzentgelten sowie der gesetzlichen Vorgaben zum Anteil erneuerbaren Energien bei Heizungstechnologien (siehe hierzu auch nachfolgenden Exkurs)

**Gebäudeenergiegesetz (§ 71)<sup>1</sup>** gibt verschiedene Alternativen zum Erreichen der Klimaziele vor

- Primäre Vorgabe: mindestens 65 % Anteil erneuerbarer Energien
- Dazu zählen u.a. **Wärmepumpen, Fernwärme und Biomasseanlagen**

## Wärmepumpen

- Hohe Energieeffizienz, besonders bei guter Dämmung und niedrigen Vorlauftemperaturen
- Niedrigere Strombezugskosten als Haushaltsstrom, da u.a. geringere Netzentgelte zu zahlen sind
- Individuelle Lösungen wie PV-Dachanlagen und Konzepte wie Energiegemeinschaften können den hier angenommenen Strompreis beeinflussen und sind im Einzelfall bzgl. ihrer Wirtschaftlichkeit zu bewerten

## Fernwärme

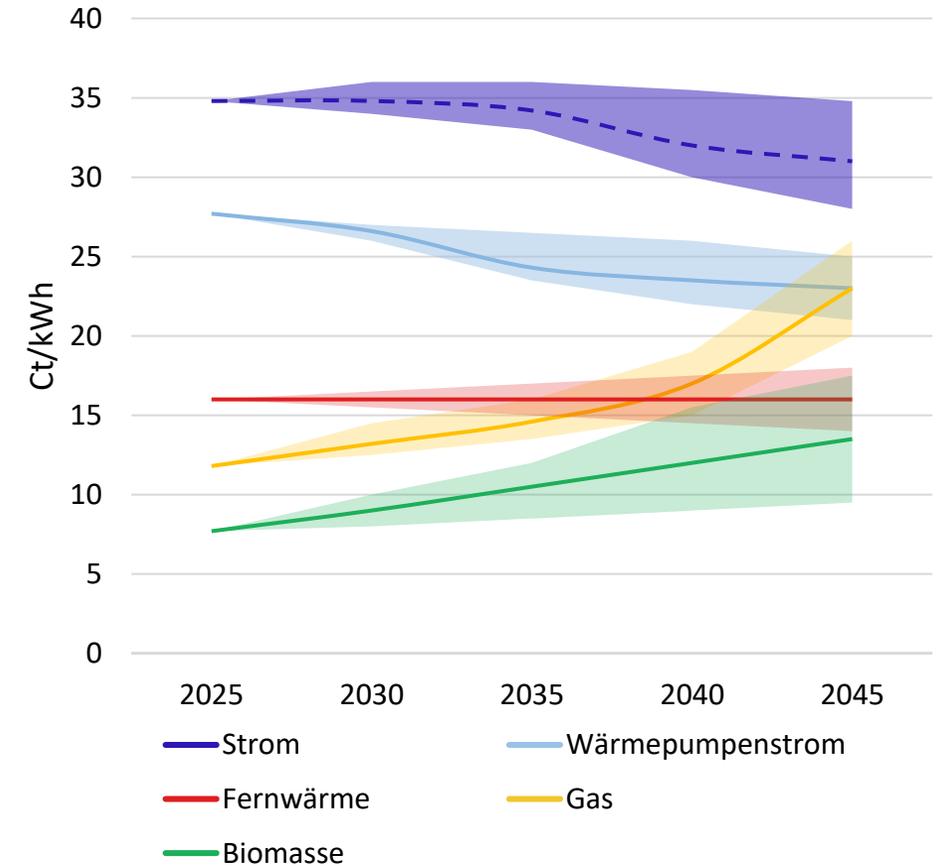
- Geringer Platzbedarf und wartungsarm, da nur eine Wärmeübergabestation benötigt wird
- Netzgebundene Lösung – nur in erschlossenen Gebieten verfügbar
- Potenziell kostengünstig in Ballungsräumen mit hohen Wärmedichten

## Biomasse

- Potenziell regional verfügbarer Brennstoff (Unabhängigkeit von Importen)
- Emissionen von Feinstaub und anderen Partikeln (ggf. zukünftig verschärfte Regulierung)
- Unsicherheit bzgl. Verfügbarkeit und Preisentwicklung von Biomassebrennstoffen

<sup>1</sup> [https://www.gesetze-im-internet.de/geg/\\_\\_71.html](https://www.gesetze-im-internet.de/geg/__71.html)

**Angenommene zukünftige Energieträgerpreise und indikative Unsicherheitskorridore<sup>2,3,4</sup>**



<sup>2</sup> Die dargestellten Energieträgerpreise sind Endkundenpreise und beinhalten neben Arbeitspreis inkl. Netzentgelte etc. auch eine eventuelle Grundpreiskomponente

<sup>3</sup> Es handelt sich um die **reinen Energieträgerpreise, nicht Wärmegestehungskosten**. Wirkungsgrade, Investitionskosten, etc. sind hier nicht enthalten

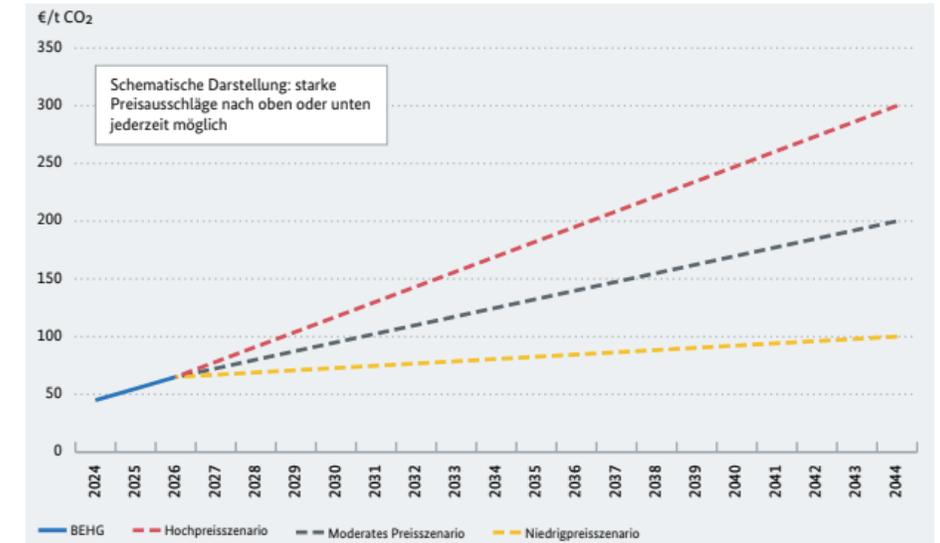
<sup>4</sup> Quelle: Experteneinschätzung auf Basis von Systemstudien etc., vgl. voranstehende Folie

# Exkurs: Einflussfaktoren auf die zukünftige Kostenentwicklung bei der Wärmeversorgung (1/2)

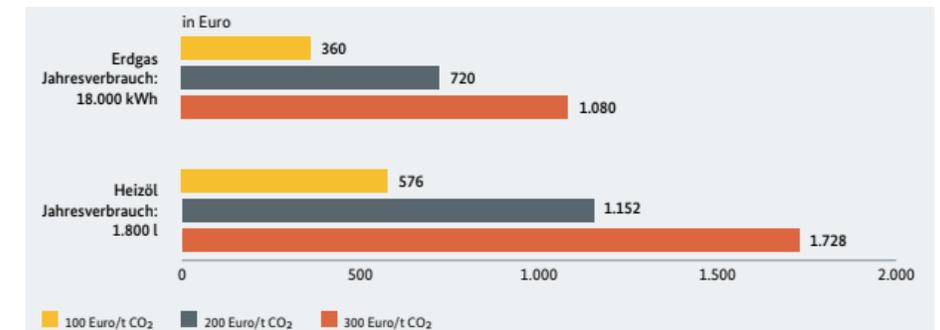
## CO<sub>2</sub>-Preisentwicklung<sup>1</sup>

- Der CO<sub>2</sub>-Preis als umweltpolitisches Instrument zur Reduzierung von CO<sub>2</sub>-Emissionen dürfte einen **zunehmenden Einfluss auf die Kosten der Wärmeversorgung mit Erdgas und Erdöl** haben.
- Gemäß Brennstoffemissionshandelsgesetz (BEHG) ist **im Zeitraum 2024-2026** ein Anstieg als **Festpreis** von 45 auf 65€/t CO<sub>2</sub> geplant. **Ab 2027** soll im Zuge der Ausweitung des europaweiten Handels mit CO<sub>2</sub>-Emissionszertifikaten auf den Gebäude- & Verkehrssektors (EU-ETS 2) die **freie Preisbildung am Markt** erfolgen.
- Für die **CO<sub>2</sub>-Preisentwicklung ab 2027** liegen verschiedene Studien mit **Preisprognosen bzw. -szenarien** vor.<sup>2</sup> Einfluss auf die unterschiedlichen Preisentwicklungen haben u.a. Annahmen zu politischen Entscheidungen (z.B. bezogen auf die Festlegung von Emissionsobergrenzen im Handelssystem sowie Klimaziele auf nationaler und internationaler Ebene), zu technologischen Entwicklungen (z.B. bezogen auf Energieeffizienzen sowie Technologien zur CO<sub>2</sub>-Emissionsreduzierung) oder zu Veränderungen im Verbraucherverhalten.
- Mit dem prognostizierten Anstieg des CO<sub>2</sub>-Preises werden voraussichtlich auch die Kosten für Erdgas und Erd- bzw. Heizöl kontinuierlich steigen.** Nach Einschätzungen des BMWK verteuert sich der Kubikmeter Gas bei einem CO<sub>2</sub>-Preis von 100 €/t CO<sub>2</sub> um 20 Cent (ca. 2 Cent pro kWh) und ein Liter Heizöl um etwa 32 Cent (ca. 3,2 Cent/kWh).<sup>1</sup> Bei einem CO<sub>2</sub>-Preis von 100 €/t CO<sub>2</sub> würden demnach exemplarisch bei einem 3-Personen-Haushalt mit einem Verbrauch von 18.000 kWh Gas Mehrkosten durch den CO<sub>2</sub>-Preisanstieg von 360 € pro Jahr anfallen. Bei einem Bedarf von 1.800 Litern Heizöl belaufen sich diese Mehrkosten auf 576 € pro Jahr.
- Die CO<sub>2</sub>-Preisentwicklung dürfte auch einen **Einfluss auf die Strompreisentwicklung** und somit dann auch auf die Kosten strombasierter Heizsysteme haben. Allerdings wird der **Anteil von Strom aus erneuerbaren Energiequellen** von heute bereits rd. 50% perspektivisch **weiter steigen**, so dass hier die **Bedeutung der CO<sub>2</sub>-Bepreisung** - im Gegensatz zum Fall fossiler Energieträger wie Erdgas und Erdöl - **abnehmen** dürfte.
- Bei der Fernwärmeversorgung** werden steigende CO<sub>2</sub>-Preise auch die **fossilen Energieträger verteuern, die zur Wärmeerzeugung verwendet werden**. Der **Anteil der erneuerbaren Energien** in der Fernwärme lag in **2023 bei rd. 20 %** und entfällt dabei vor allem auf Biomasse und biogene Abfälle.<sup>3</sup>

## Szenarien zur CO<sub>2</sub>-Preisentwicklung<sup>1</sup>



## Szenarien zu jährlichen Mehrkosten für einen 3-Personen-Haushalt in Abhängigkeit der CO<sub>2</sub>-Preisentwicklung<sup>1</sup>



<sup>1</sup> BMWK, BMWSB: Pflichtinformation vor dem Einbau einer neuen Heizung, März 2024. | <sup>2</sup> z.B. Kopernikus-Projekt Ariadne PIK: Notwendige CO<sub>2</sub>-Preise zum Erreichen des europäischen Klimaziels 2030, November 2021, oder Öko-Institut, IREES: Treibhausgas-Projektionen 2024 für Deutschland, März 2024. | <sup>3</sup> Agentur für Erneuerbare Energien e.V.: Nah- und Fernwärmeerzeugung nach Energieträgern in Deutschland 2023, Dezember 2023.

# Exkurs: Einflussfaktoren auf die zukünftige Kostenentwicklung bei der Wärmeversorgung (2/2)

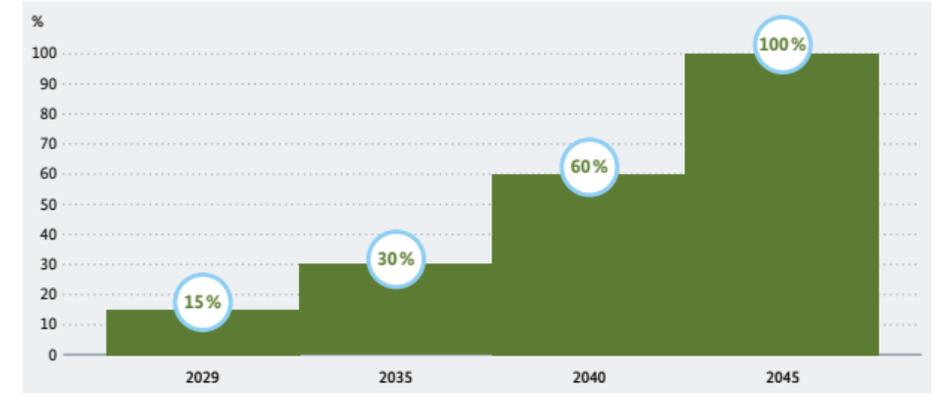
## Gesetzliche Vorgaben zum Anteil erneuerbarer Energien bei Heizungstechnologien<sup>1,2</sup>

- **Gemäß dem Gebäudeenergiegesetz (GEG)** sind **bei Gas- und Ölheizungen**, die zwischen dem 1.1.2024 und 30.6.2028 eingebaut werden, vorgegeben, dass **ab 2029 stufenweise ein Anteil des Energiebedarfs durch erneuerbare Energien gedeckt werden muss**. Dies kann durch die Beimischung z.B. von Biomethan, biogenem Flüssiggas oder synthetischen Brennstoffen auf Basis von Wasserstoff erfolgen. Die Verwendung dieser grünen Brennstoffe ist mit Lieferverträgen des Versorgers nachzuweisen.
- Mehrere Studien befassen sich mit der **zukünftigen Preisentwicklung sowie Verfügbarkeit von grünen Brennstoffen**.<sup>3</sup> Dabei zeigt sich grundsätzlich, dass zum einen der Markt für grüne Brennstoffe im Vergleich zu dem Markt für fossiles Gas und Heizöl noch deutlich kleiner ausfällt und zum anderen diese nachhaltigen Energieträger vor allem auch zur Dekarbonisierung der Sektoren Industrie und Verkehr benötigt werden. Aufgrund dieses **Angebot-Nachfrage-Verhältnisses** dürfte demnach **auch zukünftig die Preise für grüne Brennstoff über denen für Erdgas und Heizöl liegen**.
- Gemäß Wärmeplanungsgesetz (WPG) müssen **ab 2024 neue Wärmenetze mindestens 65% erneuerbare Wärme und/oder unvermeidbare Abwärme einspeisen**. Bei **bestehenden Wärmenetzen** soll dieser **Anteil ab 2030 mindestens 30% und ab 2040 mindestens 80%** betragen. Die Transformation der Netze wird Investitionen erfordern, die Einfluss auf den Wärmepreis haben werden. Mit der Dekarbonisierung wird sich jedoch auch die Preisgestaltung von fossilen Brennstoffmärkten sukzessive entkoppeln.

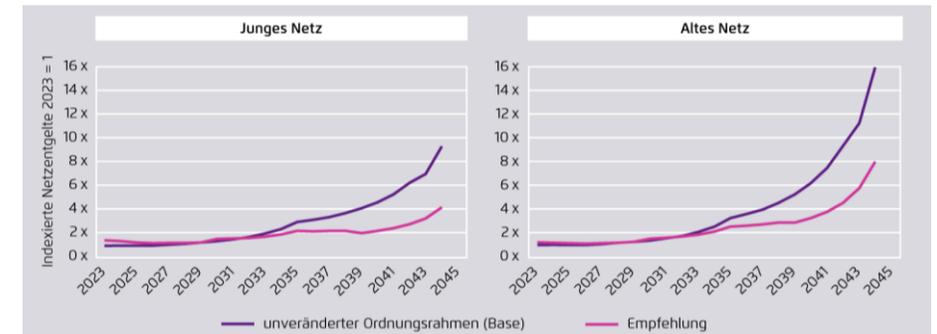
## Entwicklung der Erdgasnetzentgelte

- Mit dem zunehmenden Umstieg auf alternative Heiztechnologien müssen die **Kosten für den Betrieb des Erdgasnetzes auf eine rückläufige Anzahl an Kunden verteilt** werden, was zu steigenden Netzentgelten führen wird. Diese Entwicklung wird verstärkt durch die **regulatorische Anpassung** von kalkulatorischen Nutzungsdauern und Abschreibungsmodalitäten von Erdgasleitungsinfrastrukturen (**KANU 2.0**), mit der die Transformation des Gasnetzes im Zuge der Dekarbonisierung des Gassektors flankiert wird.
- Dementsprechend kommen aktuell mehrere **Studien** zu der Einschätzung, dass die **Netzentgelte bis 2045** deutlich ansteigen werden.<sup>4,5</sup> In Abhängigkeit u.a. vom Alter des Netzes und den Anpassungen im Ordnungsrahmen werden bis 2045 **Anstieg um das 4- bis 16-fache prognostiziert**.

## Mindestanteil grüner Brennstoffe ab 2029<sup>1</sup>



## Szenarien zur Entwicklung der Gasnetzentgelte bis 2045<sup>4</sup>



<sup>1</sup> u.a. GEG, §71 Abs. 9. | <sup>2</sup> BMWK, BMWSB: Pflichtinformation vor dem Einbau einer neuen Heizung, März 2024. | <sup>3</sup> DBI: Grüne Flüssiggasversorgung – Aktueller Stand und Entwicklungsmöglichkeiten, August 2021, oder DVGW: Verfügbarkeit und Kostenvergleich von Wasserstoff, Februar 2022. | <sup>4</sup> Agora Energiewende: Ein neuer Ordnungsrahmen für Erdgasverteilnetze. Analysen und Handlungsoptionen für eine bezahlbare und klimazielkompatible Transformation, Mai 2023. | <sup>5</sup> Öko-Institut: Steigende Netzentgelte für Erdgas, November 2024.

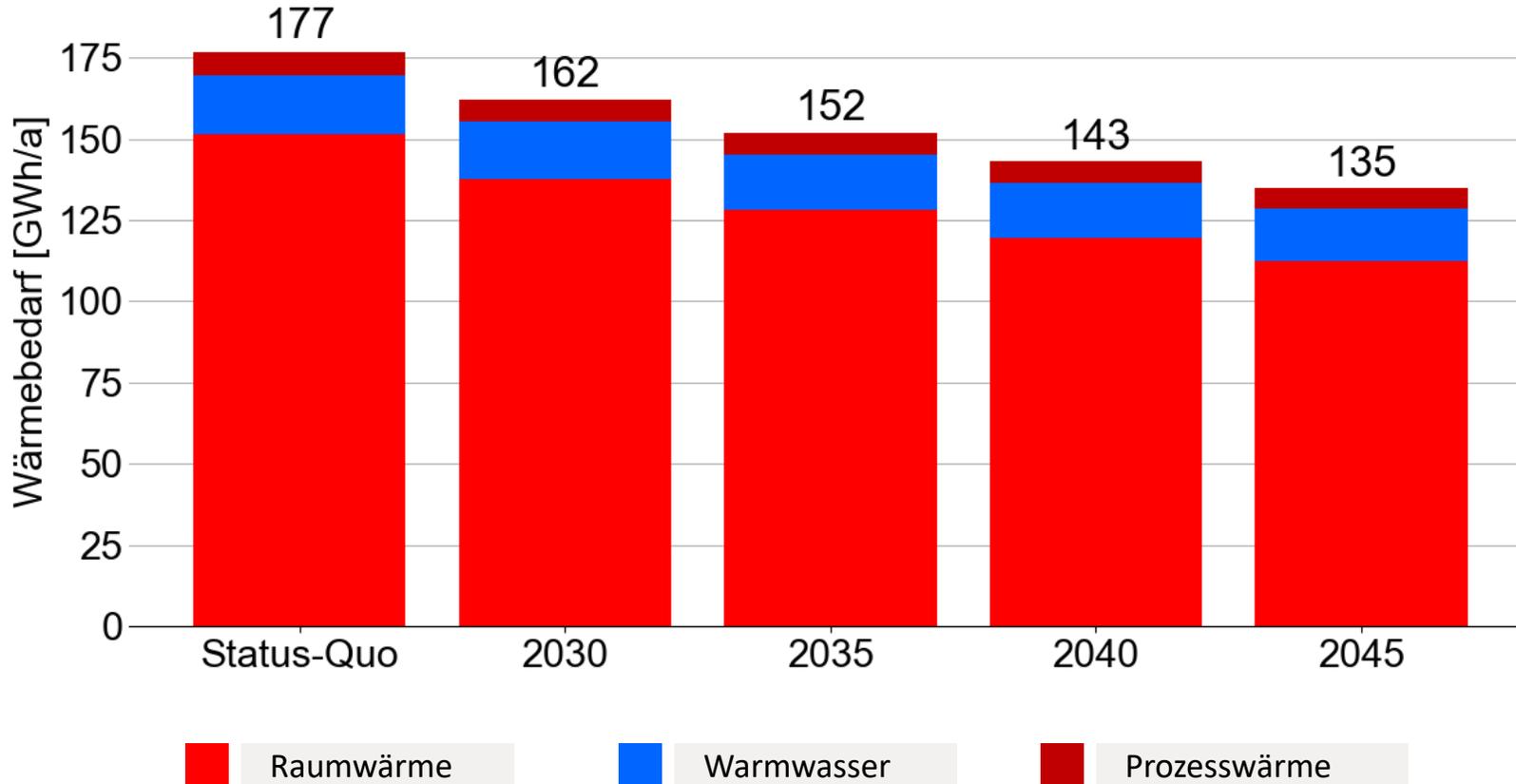
# 3.1

## Zielszenario

Energieeinsparungen

# Zukünftiger Wärmebedarf

## Entwicklung des Wärmebedarfs



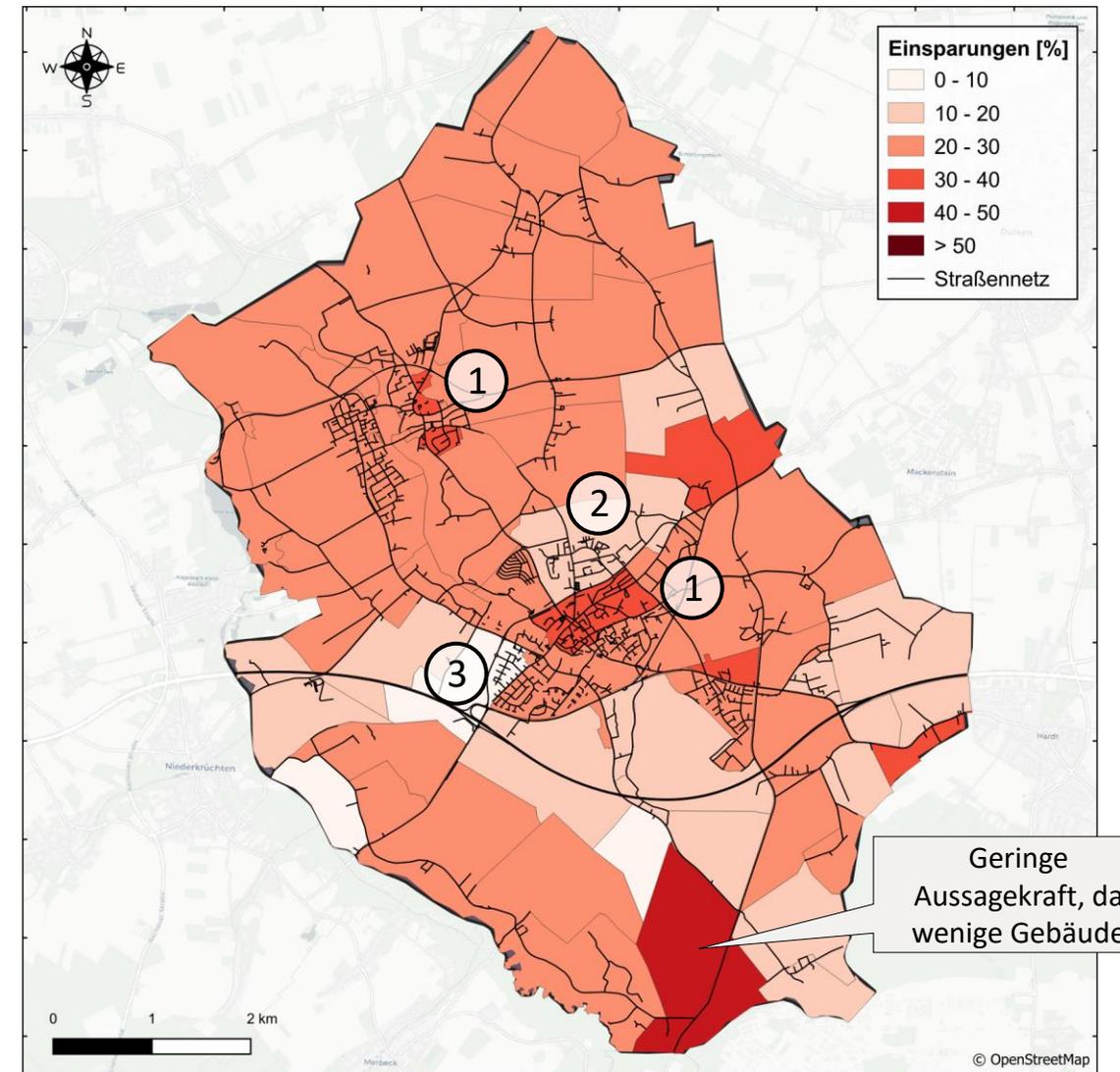
- Übernahme des Szenarios „mittlere Einsparungen“ mit 1,5 % Sanierungsquote aus der Potenzialanalyse
- Abnahme des Wärmebedarfs bis 2045 von ca. 1 %/Jahr bei konstanter Sanierungsrate
- Verlangsamung in der Reduktion des Wärmebedarfs, da zunächst eher die sanierungsbedürftigsten Gebäude saniert werden

## Zukünftiger Wärmebedarf

- **Teilgebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial (§ 18 Absatz 5)** ergeben sich aus den im Rahmen der Potenzialanalyse betrachteten Einsparpotenzialen
- Diese Gebiete können z.B. im Rahmen des Maßnahmenkatalogs (§ 20) wieder aufgegriffen werden

- 1 ▪ Teilgebiete mit erhöhtem Energieeinsparpotenzial sind insbesondere in den Zentren von Amern und Waldniel zu finden
- 2 ▪ Geringes Einsparpotenzial in Gebieten mit hohem Prozesswärmeanteil
- 3 ▪ Geringes Einsparpotenzial in Neubaugebieten

Einsparungen beim Wärmebedarf je Flur bis 2045



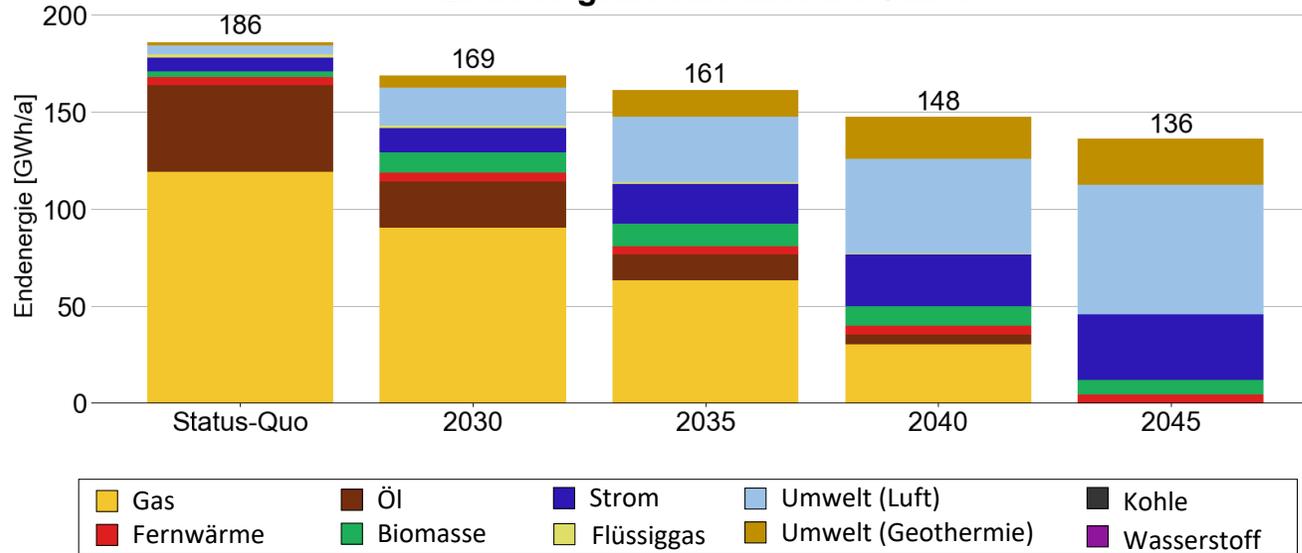
# 3.2

## Zielszenario

Endenergie und Emissionen

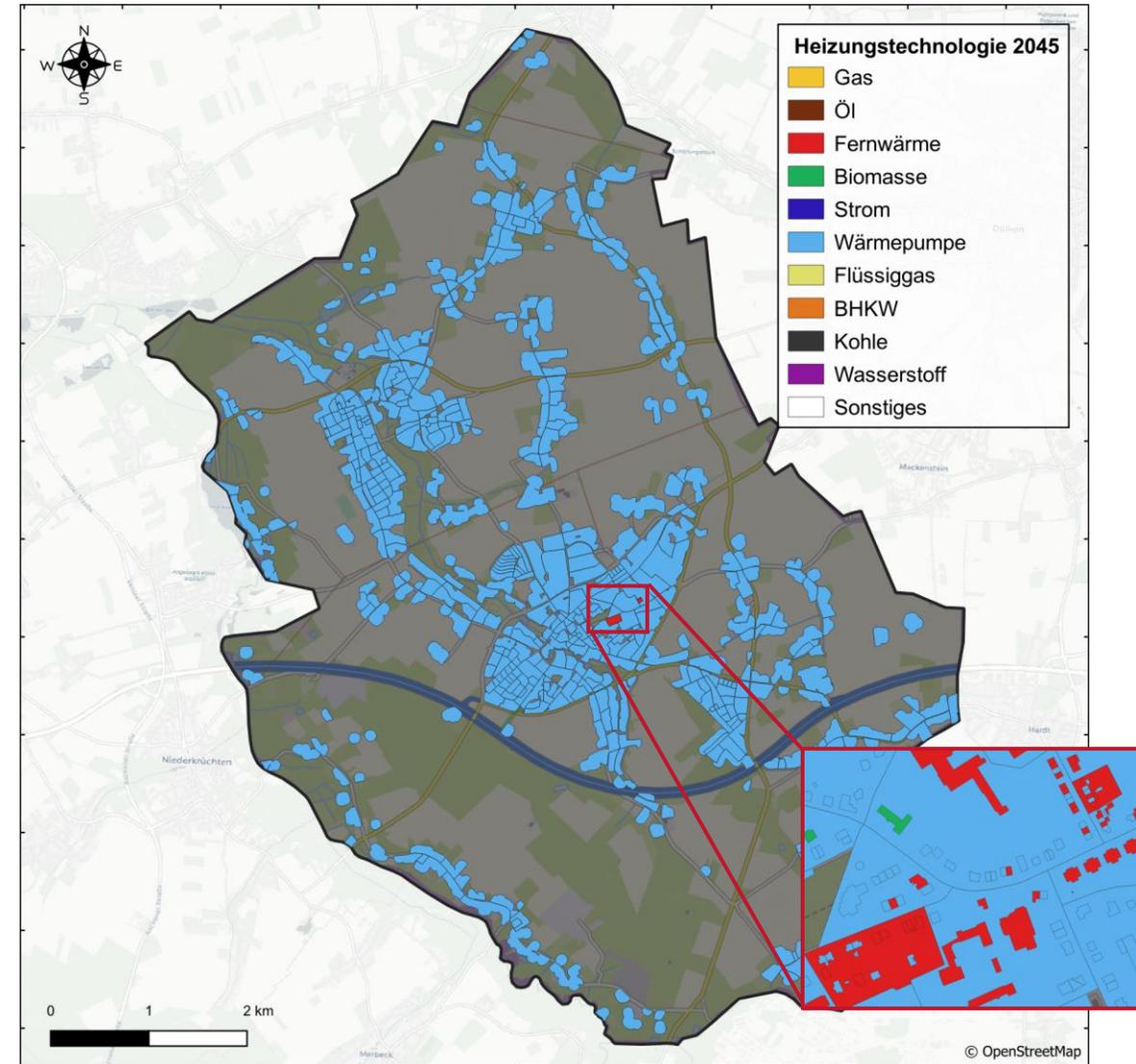
# Endenergieentwicklung

Endenergiebedarf über die Jahre



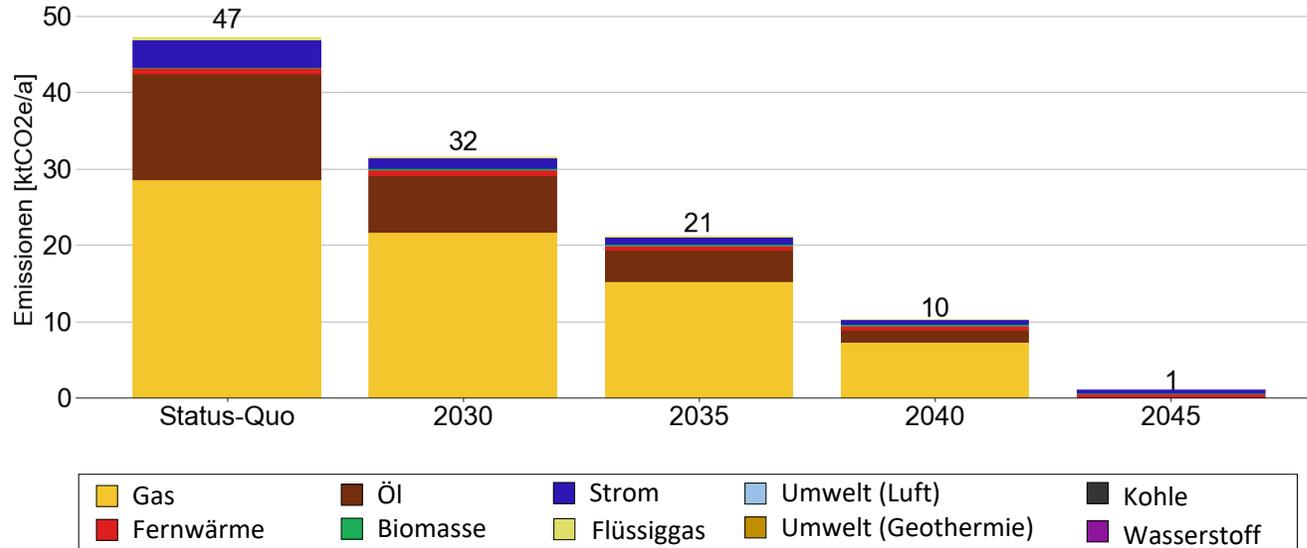
- Die **Endenergienachfrage sinkt um 27 % bzw. 75 %** (ohne Umweltwärme), während die **Stromnachfrage durch Wärmepumpensysteme um das 3,6-fache steigt**.
- Weitere Einflussfaktoren auf die Stromnachfrage wie Elektroautos, Klimaanlagen und Photovoltaikanlagen sind hier nicht berücksichtigt.
- Die Nachfrage nach **Öl und Gas geht bis 2045 vollständig zurück**.
- Biomasseheizungen dienen insbesondere in der Übergangsphase (etwa 2030-2040) als Brückentechnologie.

Häufigste Heiztechnologie je Baublock 2045



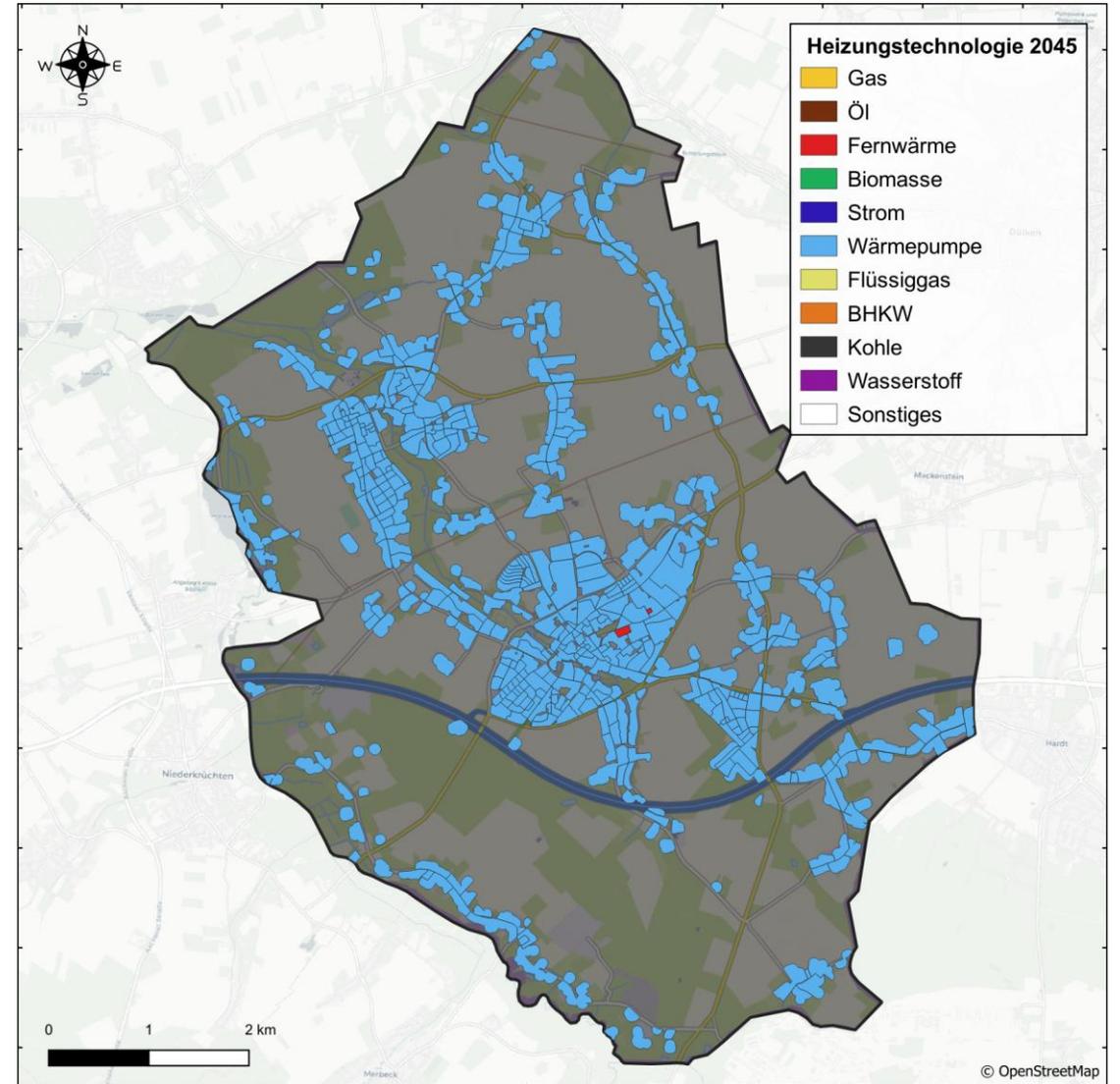
# Entwicklung der Treibhausgasemissionen

Emissionen über die Jahre



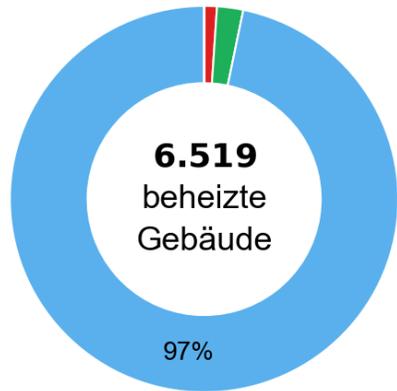
- Insgesamt steht eine **Reduktion der jährlichen Treibhausgasemissionen um rund 46.000 Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente** bis zum Zieljahr bevor
  - Exkurs: Dies entspricht einer CO<sub>2</sub>-Menge, die 3.000.000 Bäume jährlich speichern können. Dafür wäre eine Waldfläche von rund 7.700 Hektar, also dem 1,6-fachen der Gesamtfläche von Schwalmthal notwendig.
- Im aktuellen Zustand sind **gasbasierte Heiztechnologien die Hauptemissionstreiber**, gefolgt von Ölheizungen.
- Durch die schrittweise Dekarbonisierung der Wärmeversorgung werden die Emissionen in den kommenden Jahren drastisch sinken, sodass im Zieljahr 2045 nur noch ein geringer Prozentsatz der ursprünglichen Emissionen übrig bleibt. Diese **verbleibenden Emissionen sind auf die Verbrennung von Biomasse und die Restemissionen des Stroms zurückzuführen.**

Häufigste Heiztechnologie je Baublock 2045

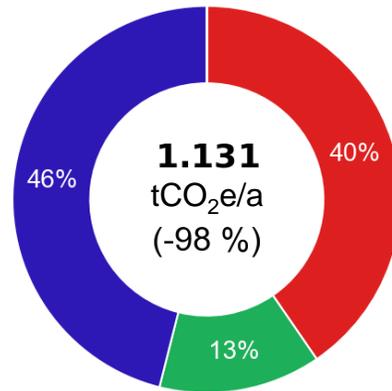


# Zusammenfassung

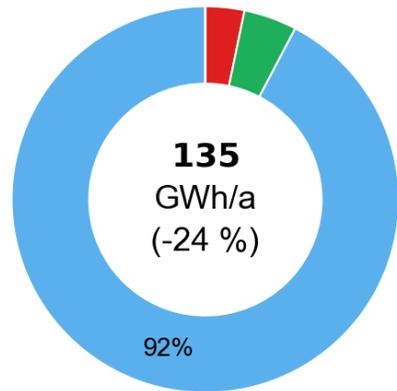
## Heizungen 2045



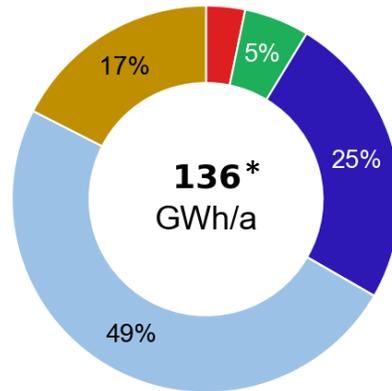
## Emissionen 2045



## Bereitgestellte Nutzenergie 2045



## Endenergie 2045



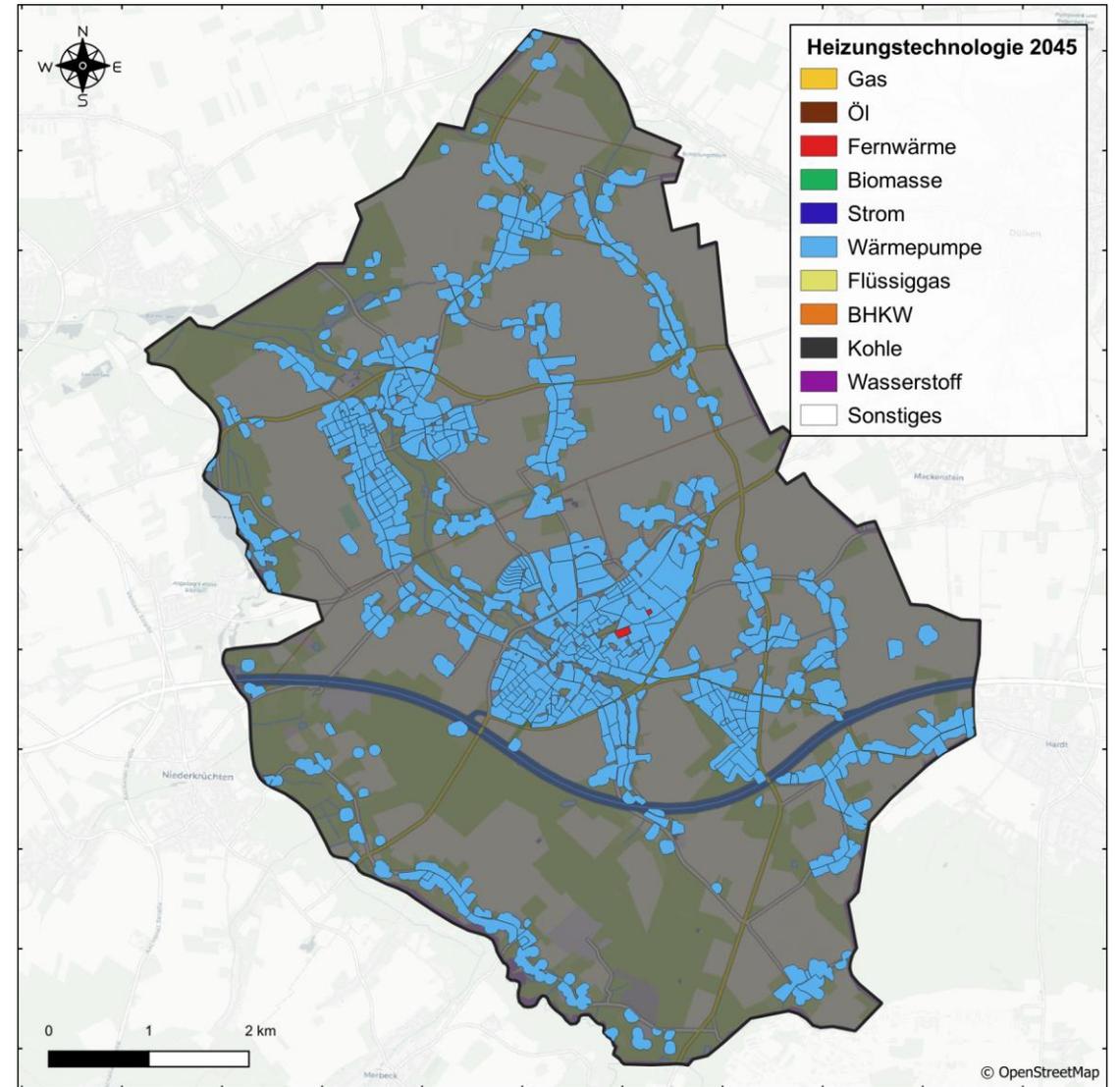
### Heiztypen

Gasheizung	Ölheizung
Fernwärmeübergabest.	Biomasseheizung
Stromdirektheizung	Kohleheizung
Wärmepumpe	Flüssiggasheizung
BHKW	Leerstehend

### Energieträger

Gas	Öl
Fernwärme	Biomasse
Strom	Kohle
Luft	Flüssiggas
Geothermie	

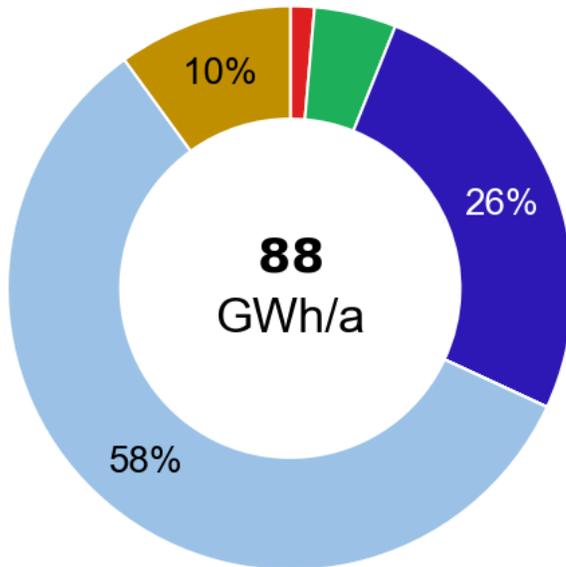
## Häufigste Heiztechnologie je Baublock 2045



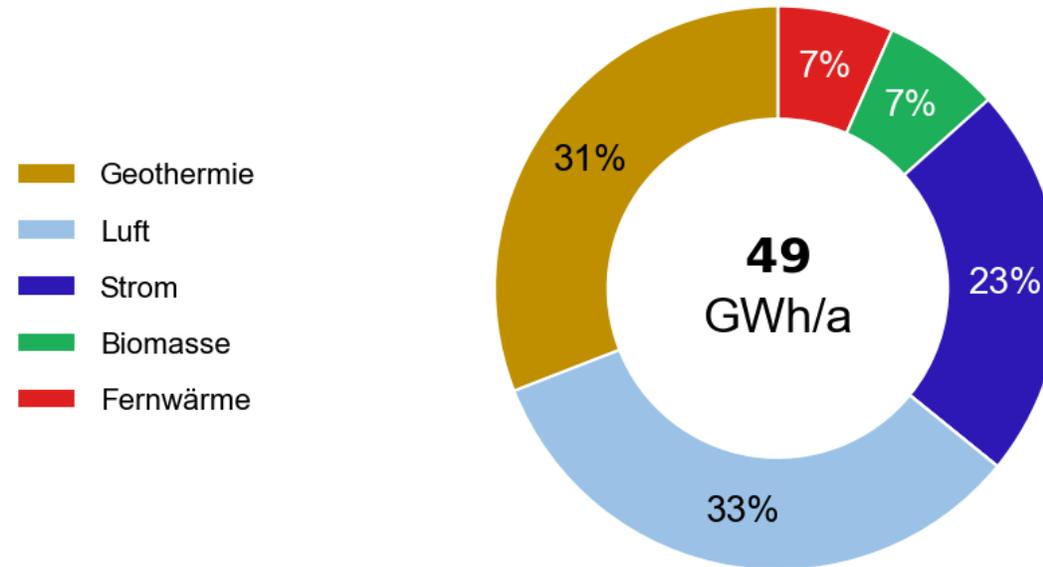
\*inkl. Umweltwärme(Luft/Geothermie), welche unbegrenzt zur Verfügung steht

## Endenergiebedarf Sektoren

### Haushalte Endenergie 2045



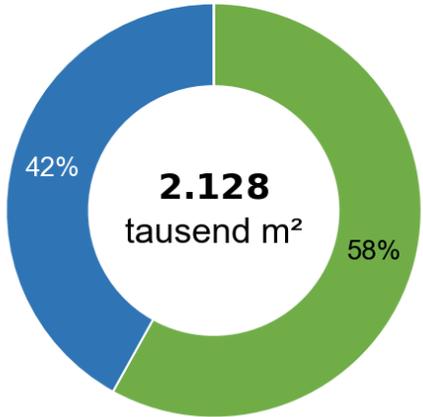
### Gewerbe/ Handel/ Dienstleistung Endenergie 2045



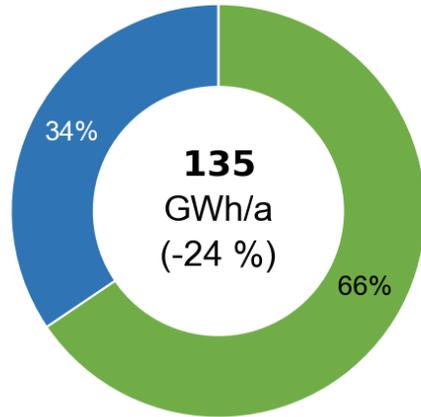
- Höherer Anteil von Fernwärme und Biomasse im GHD-Sektor
  - Das Wärmenetz liegt dort wo große GHD-Kunden vorhanden sind
  - Biomassekessel insbesondere für Großverbraucher oder Verbraucher die auf ein höheres Temperaturniveau angewiesen sind interessant
- Aufgrund der höheren Investitionskosten, jedoch besseren Wirkungsgrades, eignen sich Wärmepumpen auf Basis oberflächennaher Geothermie eher für Verbraucher mit hohem Wärmebedarf (GHD und Mehrfamilienhäuser)

# Zusammenfassung (Sektoren)

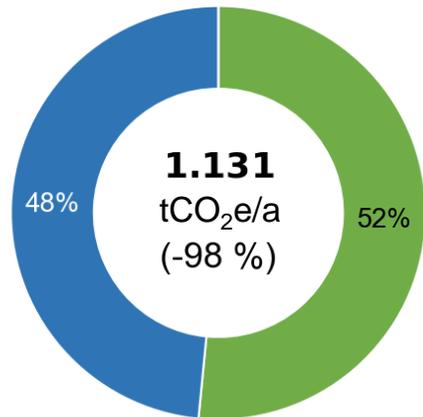
**Nutzfläche der Sektoren**



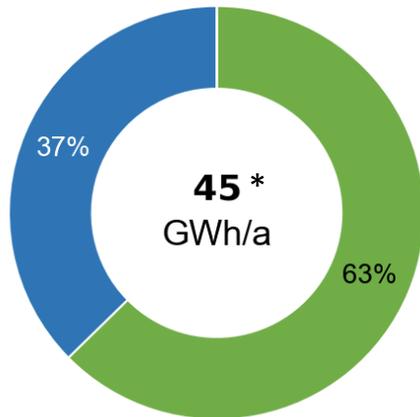
**Wärmebedarf je Sektor 2045**



**Emissionen je Sektor 2045**

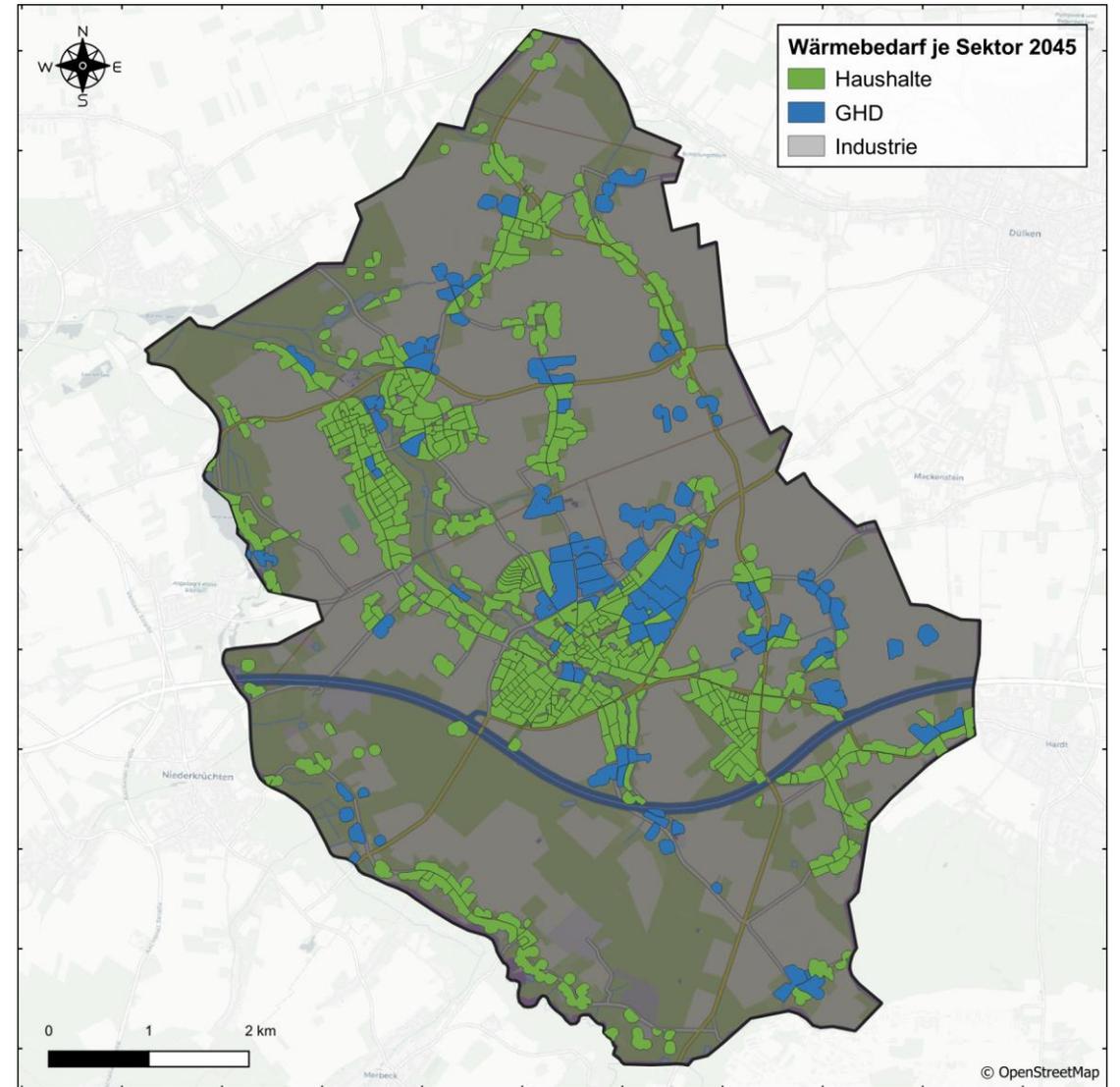


**Endenergie je Sektor 2045**



\*exkl. Umweltwärme(Luft/Geothermie)

**Sektor mit dem höchsten Wärmebedarf je Baublock 2045**



# 3.3

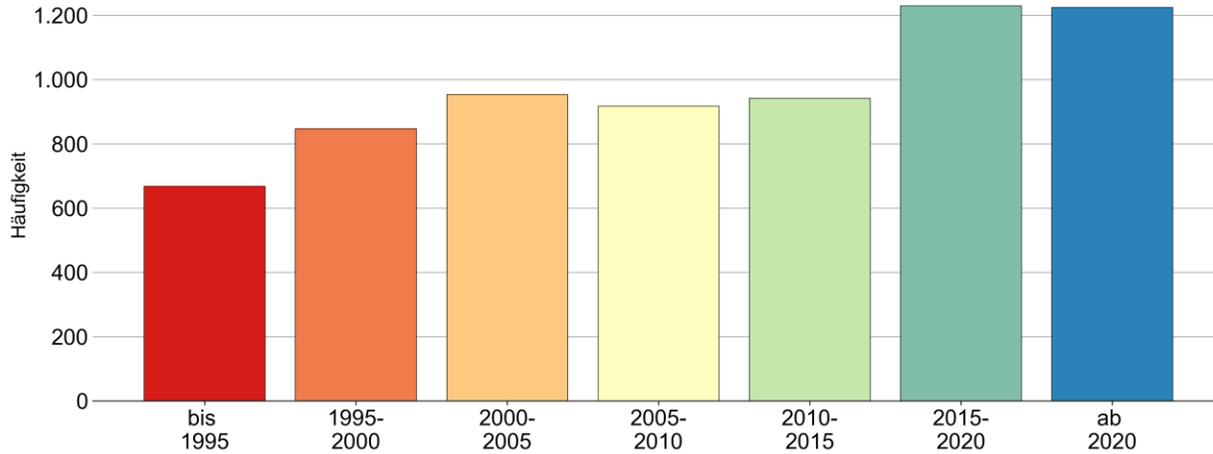
## Zielszenario

Wärmeversorgungsgebiete

# Zukünftiger Wärmeversorgungsentwicklung

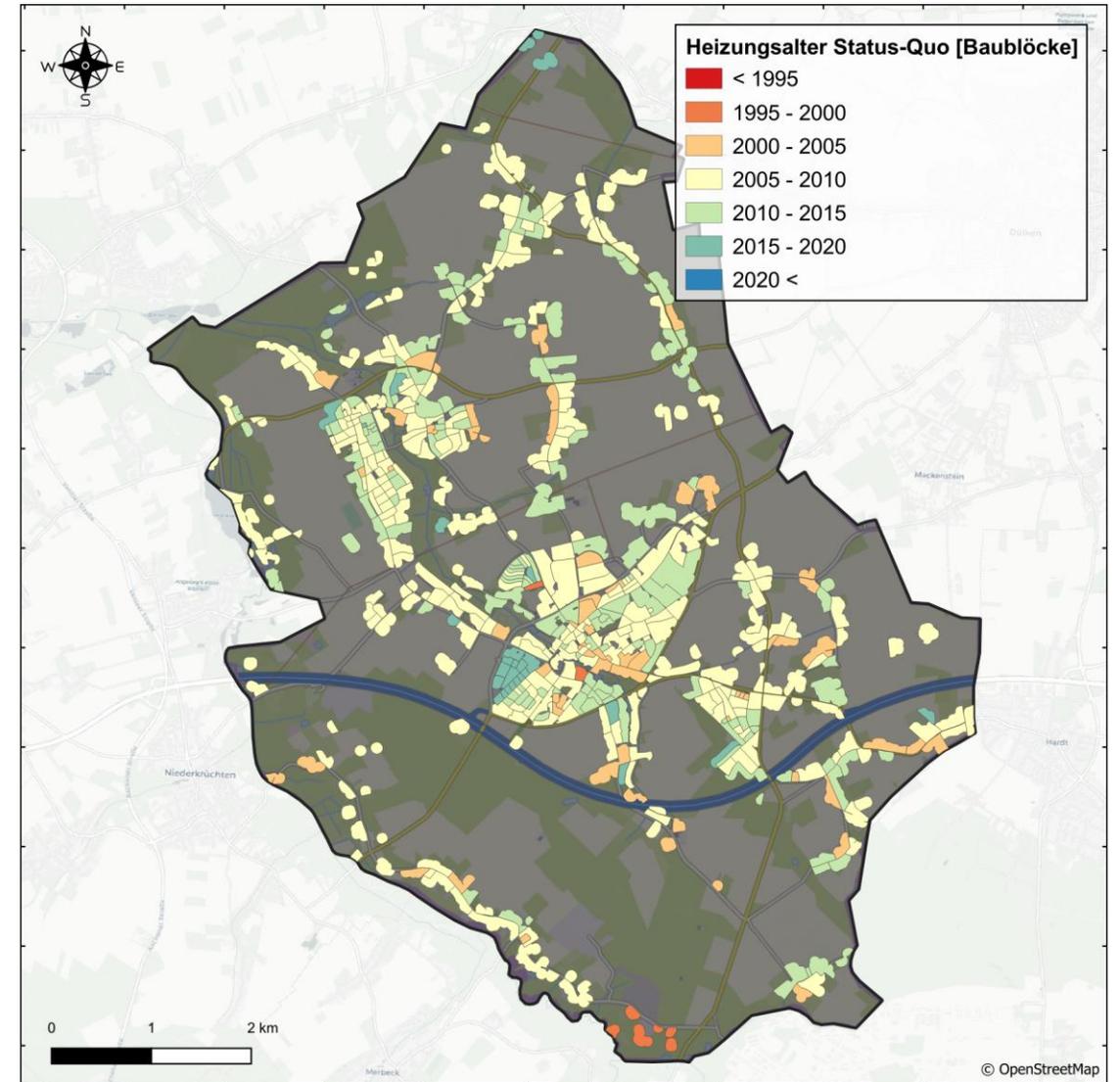
Heizungsalter im Status-Quo

Verteilung des Heizungsalters



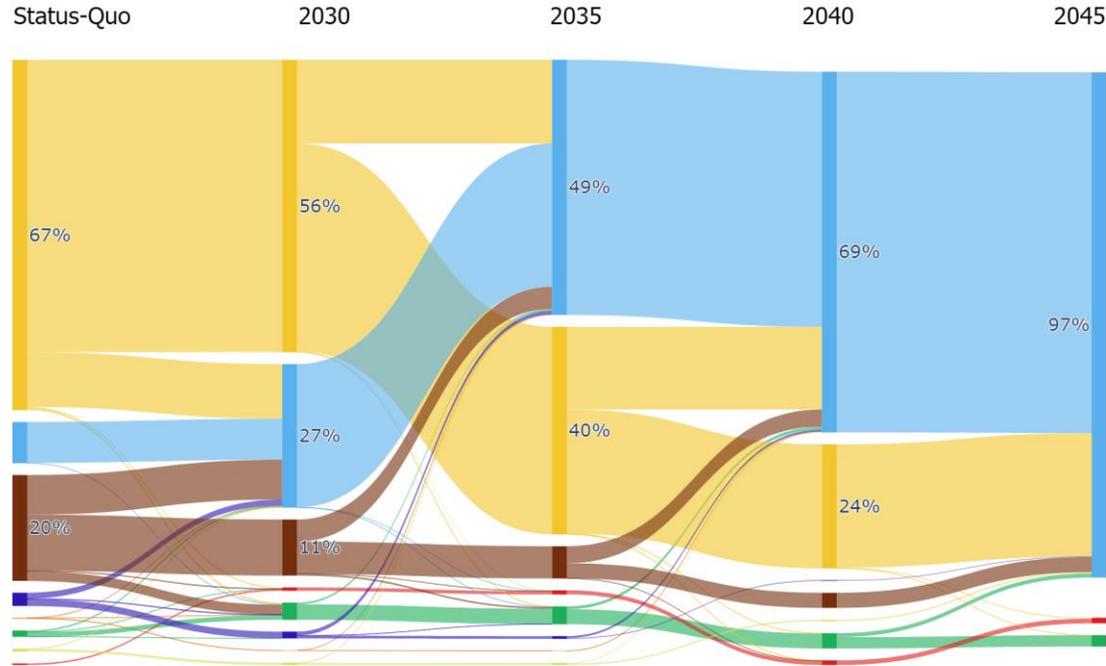
- Das Heizungsalter wurde auf Grundlage der Schornsteinfegerdaten bestimmt. Für dort nicht berücksichtigte Heizungen wurden stochastische Annahmen basierend dem Gebäudealter und deutschlandweiten Verteilungen getroffen
- Das durchschnittliche Einbaujahr ist 2009; bei einer durchschnittlichen Lebensdauer von ca. 20 Jahren ist daher in den kommenden Jahren mit einer großflächigen Erneuerung oder Modernisierung der Wärmeversorgung zu rechnen.

Durchschnittliches Heizungsalter im Status-Quo je Baublock



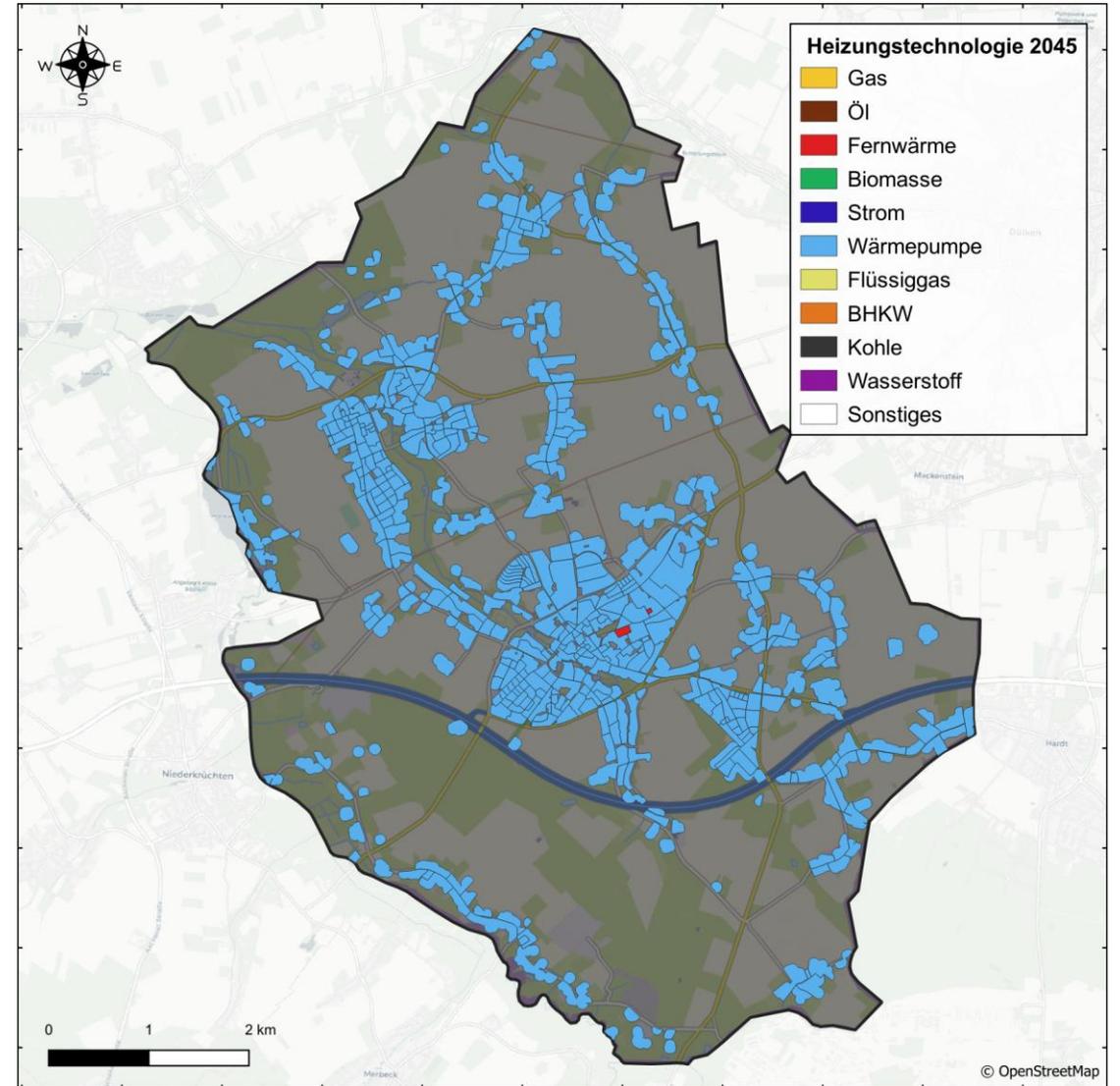
# Zukünftiger Wärmeversorgungsentwicklung

## Anteil der Heizungen je Technologie<sup>1</sup>



- Wärmepumpen und Biomasseheizungen bilden die Hauptalternativen zu fossilen Heizungssystemen.
- Bis 2045 werden alle fossilen Heizungssysteme ersetzt sein.
- Biomasse Heizungen werden insbesondere in größeren, unsanierten Gebäuden als Brückentechnologie eingesetzt. Insbesondere für ehemalige Öl-Kunden, sind Biomasseheizungen eine Option, da der Standort ehemaliger Öltanks als Lagerfläche für Holzpellets dienen kann

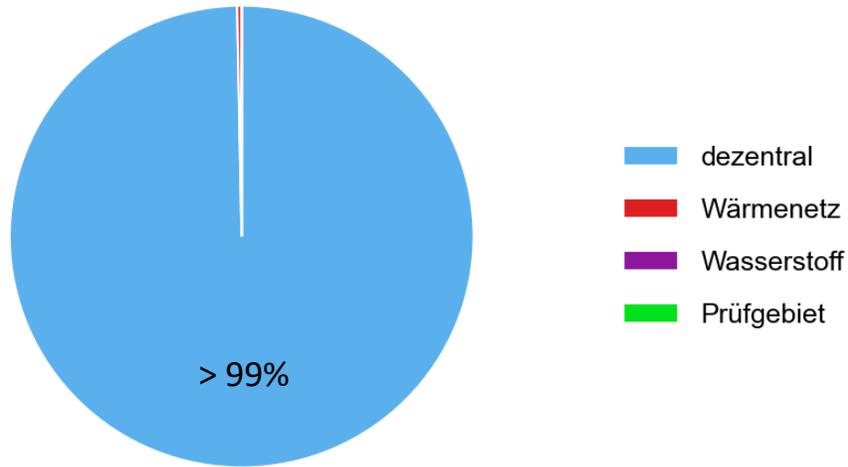
## Häufigste Heiztechnologie je Baublock<sup>1</sup>



<sup>1</sup> Bei Hybrid-Heizungen wird die primäre Heiztechnologie dargestellt

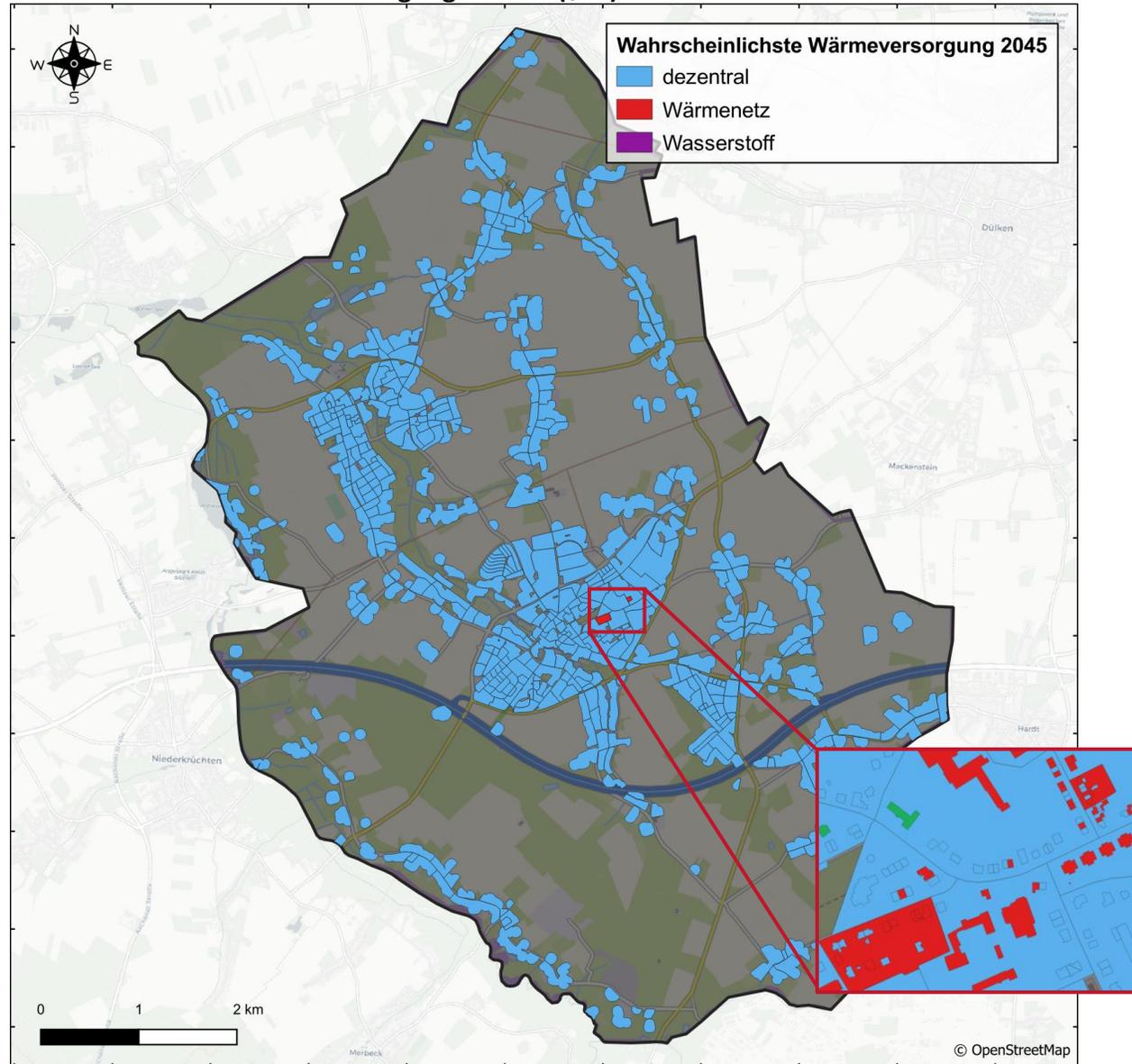
# Eignung von Wärmeversorgungsarten für das Zieljahr 2045 (§18)

Anteil Wärmeversorgungsgebiete 2045



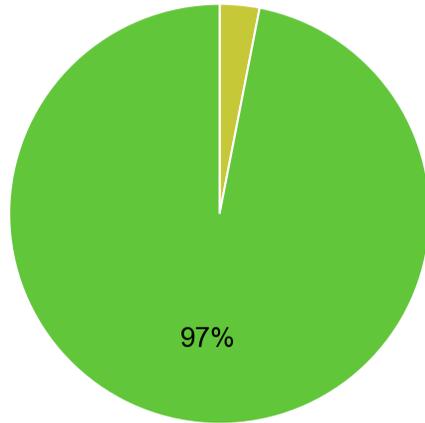
- **Dezentrale Heizungssysteme** wie Wärmepumpen und Biomasseheizungen stellen die **wahrscheinlichsten Wärmeversorgungstechnologien** für sämtliche Gebiete dar.
- Lediglich im Bereich des Bestandswärmenetzes in Waldniel gibt es die Option zum **Anschluss an das bestehende Wärmenetz** (→ „Wärmenetzverdichtungsgebiet“).
- **Wasserstoff** ist für sämtliche Gebiete **keine Option** für die Wärmeversorgung.
- **Diese Einteilung gilt auch für die Stützjahre 2030, 2035 und 2040**

Wahrscheinlichste Wärmeversorgung in 2045 (§18)



# Eignung von Wärmeversorgungsarten für das Zieljahr 2045 (§19)

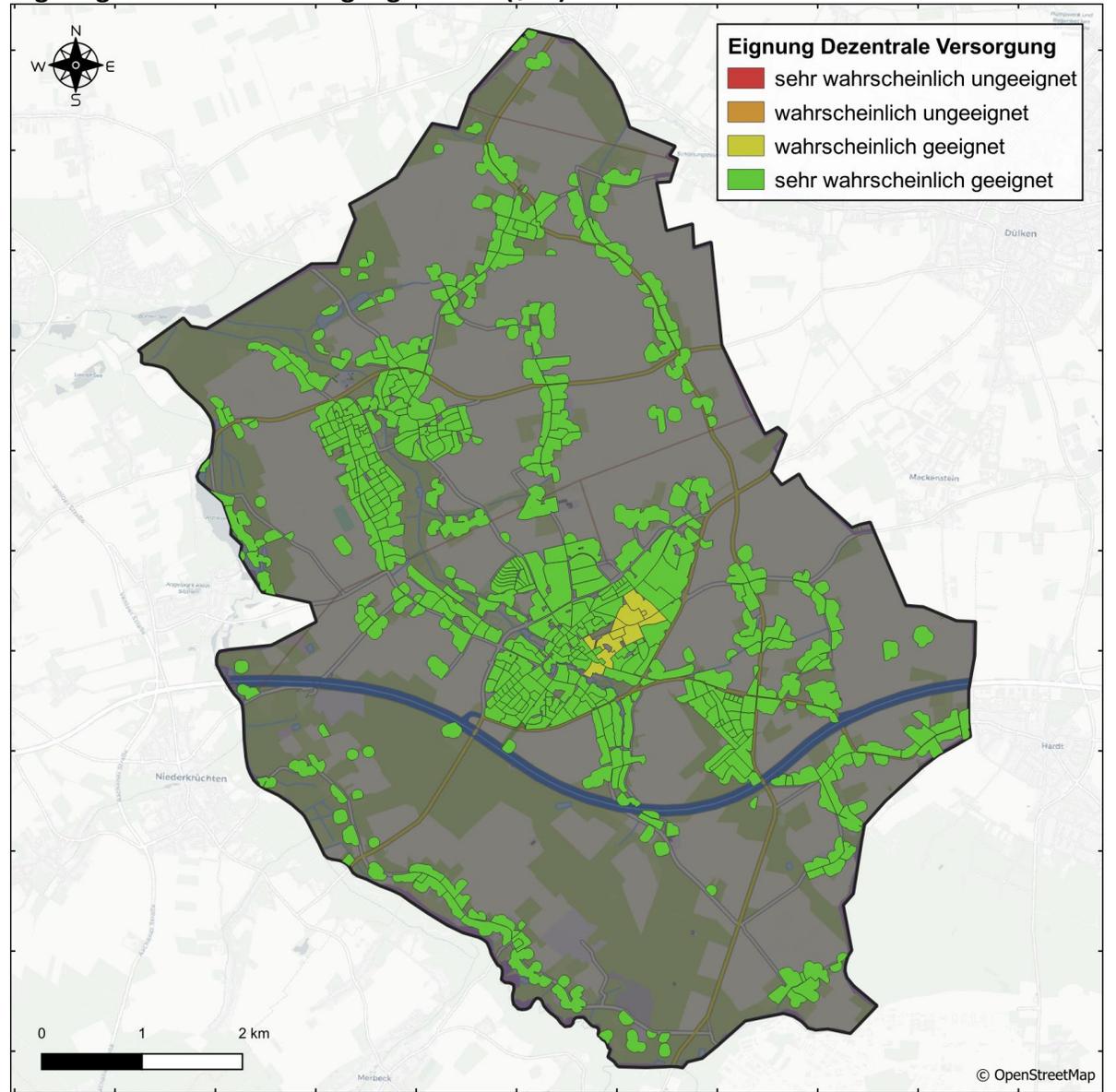
## Anteil Wahrscheinlichkeit dezentral 2045



- sehr wahrscheinlich ungeeignet
- wahrscheinlich ungeeignet
- wahrscheinlich geeignet
- sehr wahrscheinlich geeignet

- Die dezentrale Versorgung, insbesondere durch **Wärmepumpen**, wird in der zukünftigen Wärmeversorgung eine **große Bedeutung** haben.
- Luft-Wasser-Wärmepumpen sind nach aktueller Einschätzung in **fast allen Gebäuden einbaubar**. Notwendige Maßnahmen, wie Lärmschutz und Abstandsregelungen, wurden in der Bewertung berücksichtigt.
- Insbesondere für manche Großverbraucher eignet sich alternativ die Versorgung mittels Biomasse.
- Auch im Bereich des Bestandswärmenetzes sind Wärmepumpen eine mögliche Option. Aufgrund der Alternativoption des Anschlusses an das Wärmenetz, wird die dezentrale Versorgung hier als „wahrscheinlich geeignet“ eingestuft

## Eignung dezentraler Versorgung in 2045 (§19)



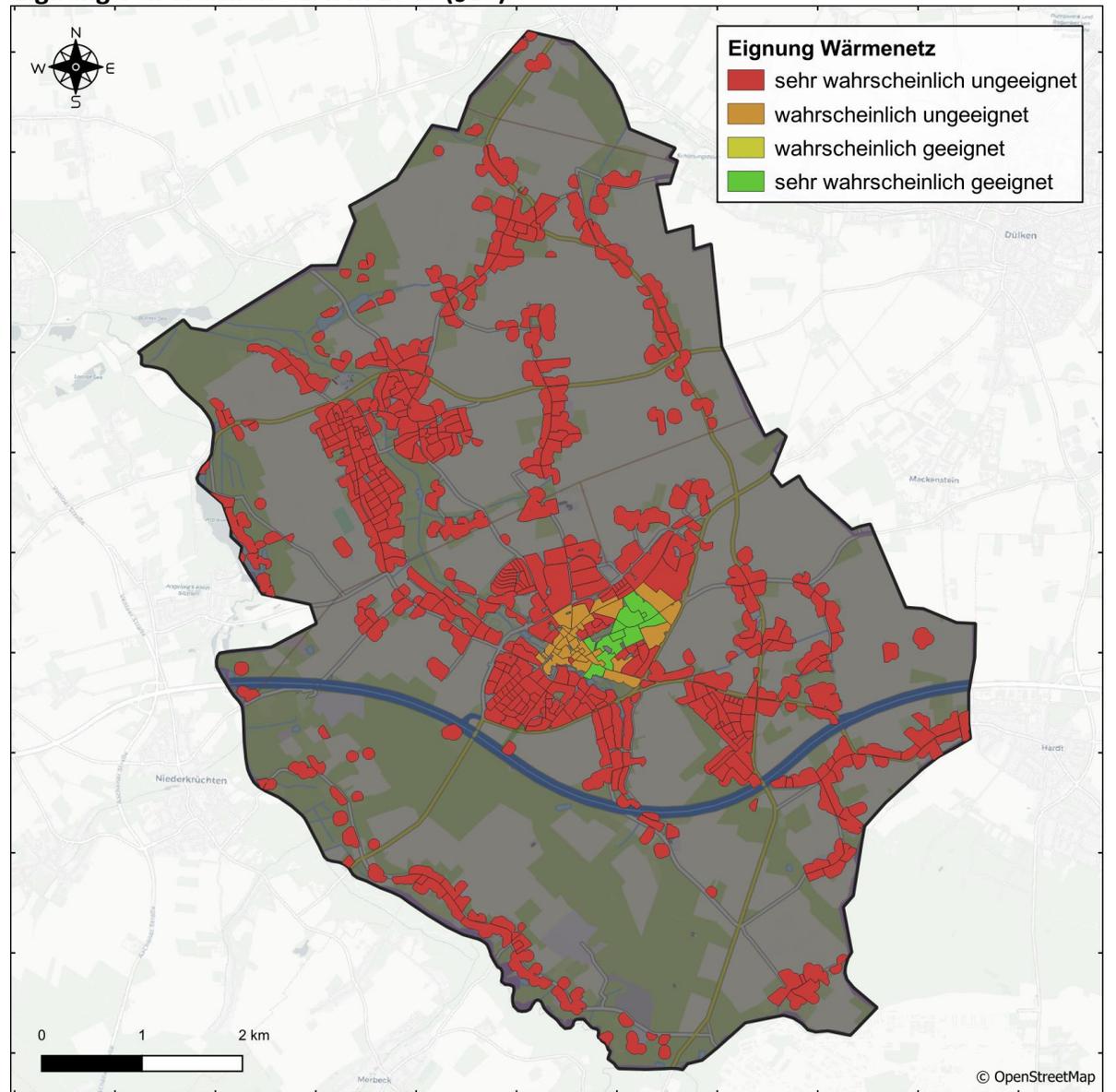
# Eignung von Wärmeversorgungsarten für das Zieljahr 2045 (§19)

## Anteil Wahrscheinlichkeit Wärmenetz 2045



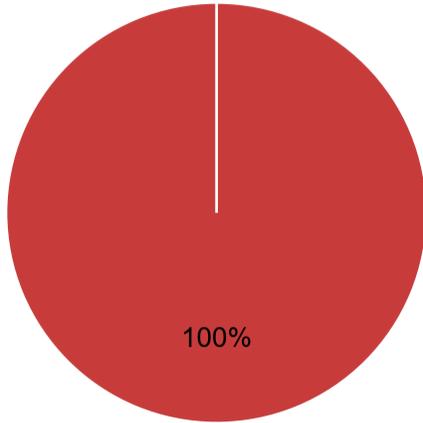
- Insgesamt ist das **Potenzial für den Aufbau von Wärmenetzen als gering** einzuschätzen.
- Im Zentrum von Waldniel gibt es geringes Potenzial zum Ausbau des bestehenden Wärmenetzes. Die Wärmedichte ist nach Grundlage aktueller Kostenannahmen jedoch nicht ausreichend um den Ausbau des Wärmenetzes wirtschaftlich zu gestalten.
  - „**sehr wahrscheinlich geeignet**“: Bestandsnetz innerhalb des Baublocks
  - „**wahrscheinlich ungeeignet**“: Vergleichsweise hohe Wärmedichte (Wärmelinien-dichte > 3000 kWh/m\*a)
- Nahwärmelösungen zur Versorgung von Gebäudegruppen von weniger als 16 Gebäuden/ 100 Wohneinheiten wurden in dieser Analyse nicht näher betrachtet. Solche Einzellösungen können bspw. Für Reihenhäuser oder Gewerbegebiete eine interessante Option darstellen.

## Eignung von Wärmenetzen in 2045 (§19)



# Eignung von Wärmeversorgungsarten für das Zieljahr 2045 (§19)

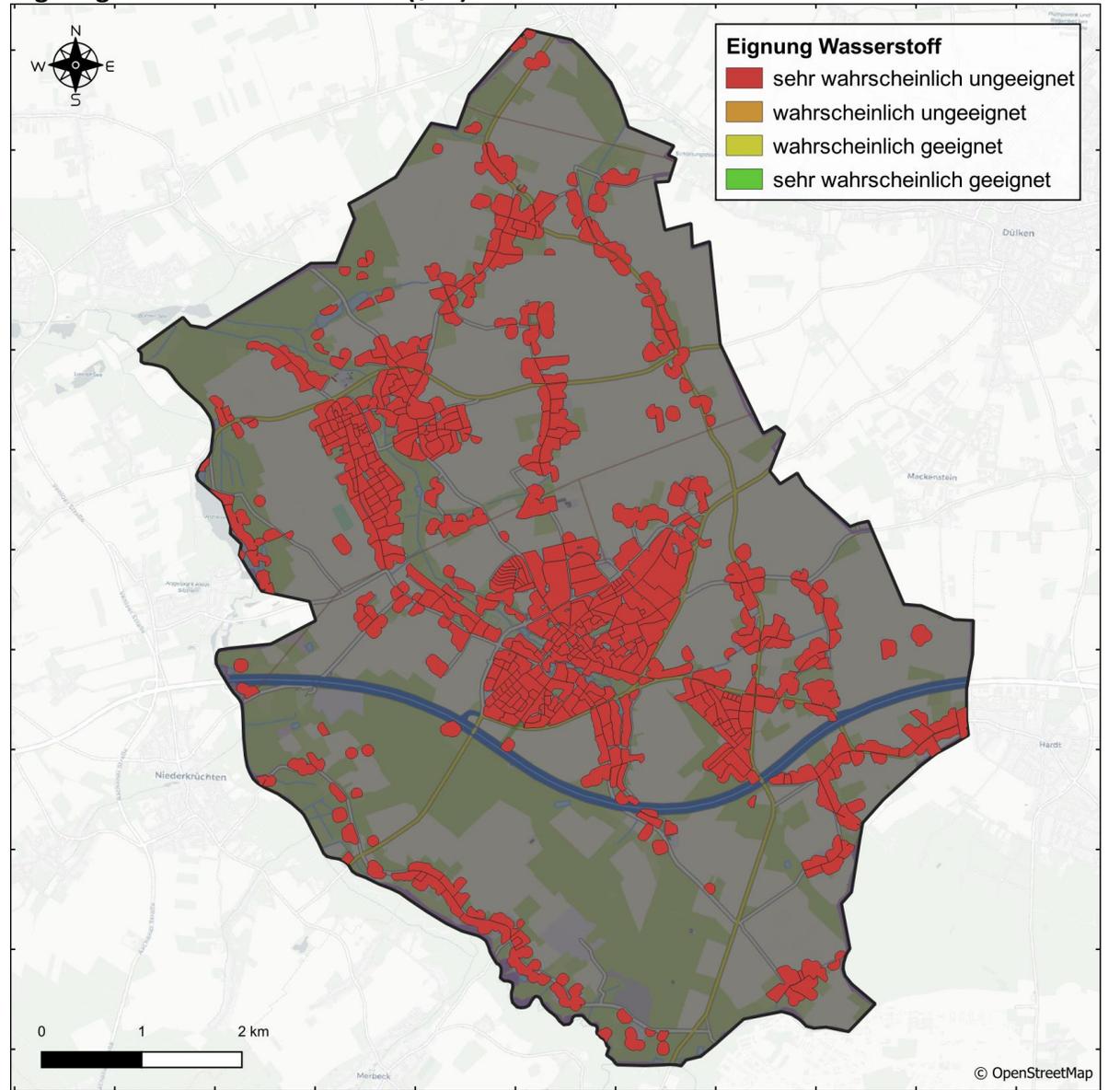
## Anteil Wahrscheinlichkeit Wasserstoff 2045



- sehr wahrscheinlich ungeeignet
- wahrscheinlich ungeeignet
- wahrscheinlich geeignet
- sehr wahrscheinlich geeignet

- Wie in der Potenzialanalyse dargestellt, ergibt sich in Schwalmtal kein wirtschaftlicher Anwendungsfall für Wasserstoff
- Die Versorgung mit **Wasserstoff** zur zukünftigen Wärmebereitstellung wird daher als **sehr unwahrscheinlich** eingeschätzt.

## Eignung von Wasserstoff in 2045 (§19)

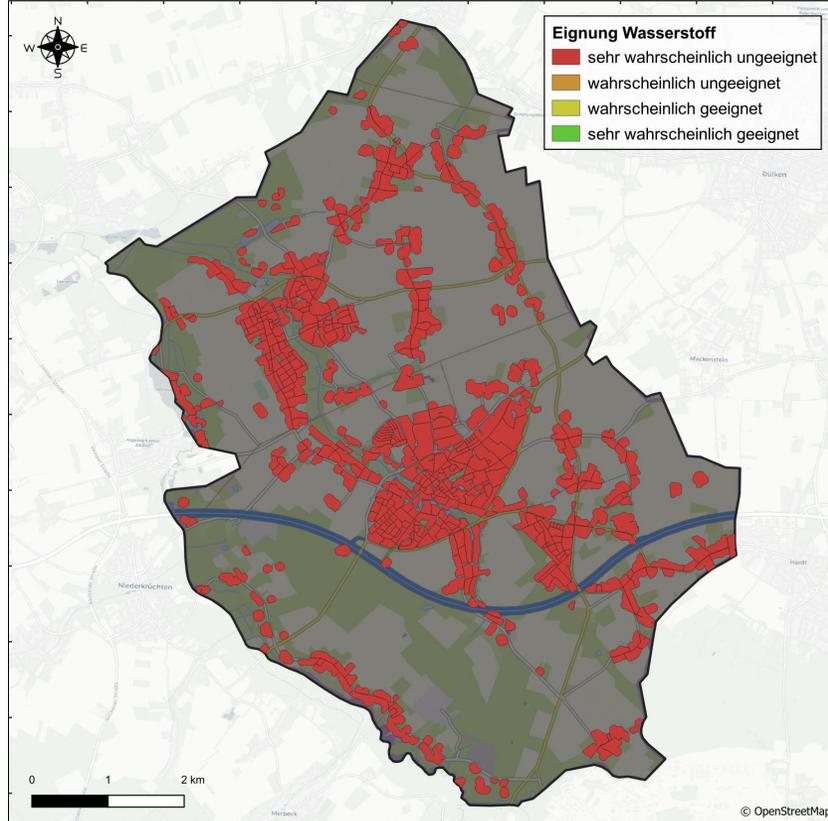
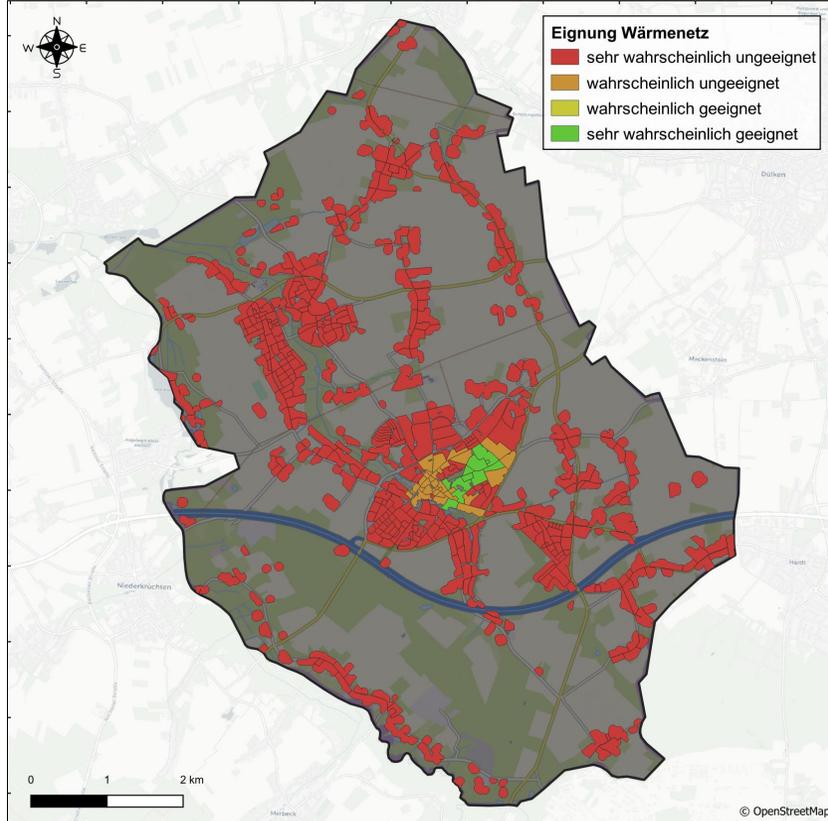
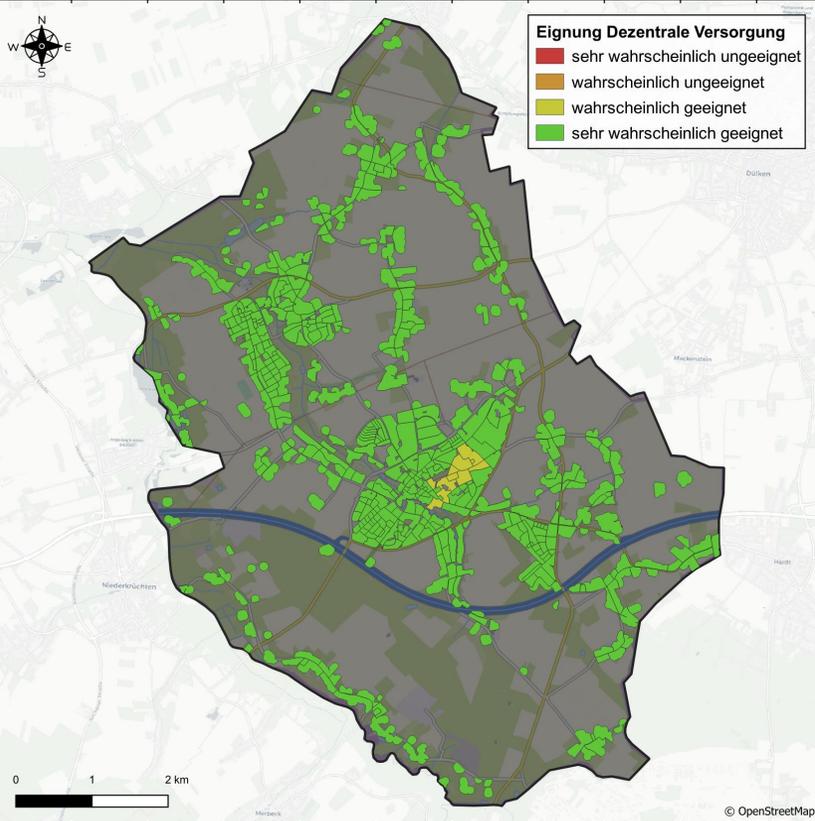


# Zusammenfassung: Eignung von Wärmeversorgungsarten für das Zieljahr 2045

Dezentrale Versorgung

Wärmenetzversorgung

Wasserstoffversorgung



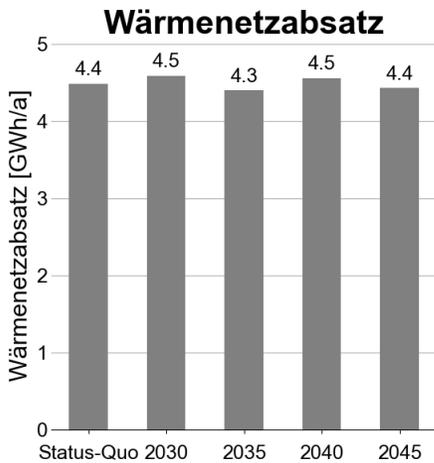
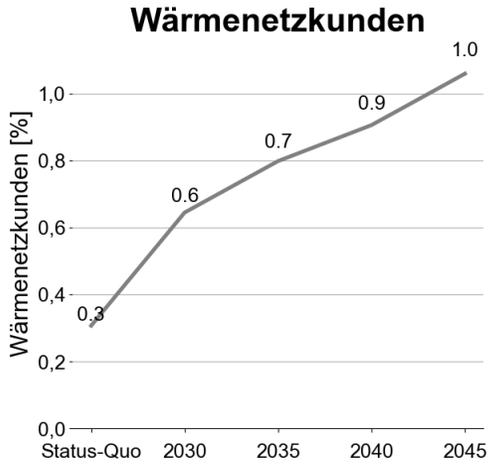
- Dezentrale Heizungssysteme wie Wärmepumpen und Biomasseheizungen stellen die wahrscheinlichsten Wärmeversorgungstechnologien für die meisten Gebiete dar.
- Nur im Bereich des Bestandwärmenetzes ist ein Anschluss an das Wärmenetz eine alternative Option.
- Wasserstoff ist für diese Gebiete auch zukünftig keine Option für die Wärmeversorgung.

# 3.4

## Zielszenario

Energieinfrastruktur

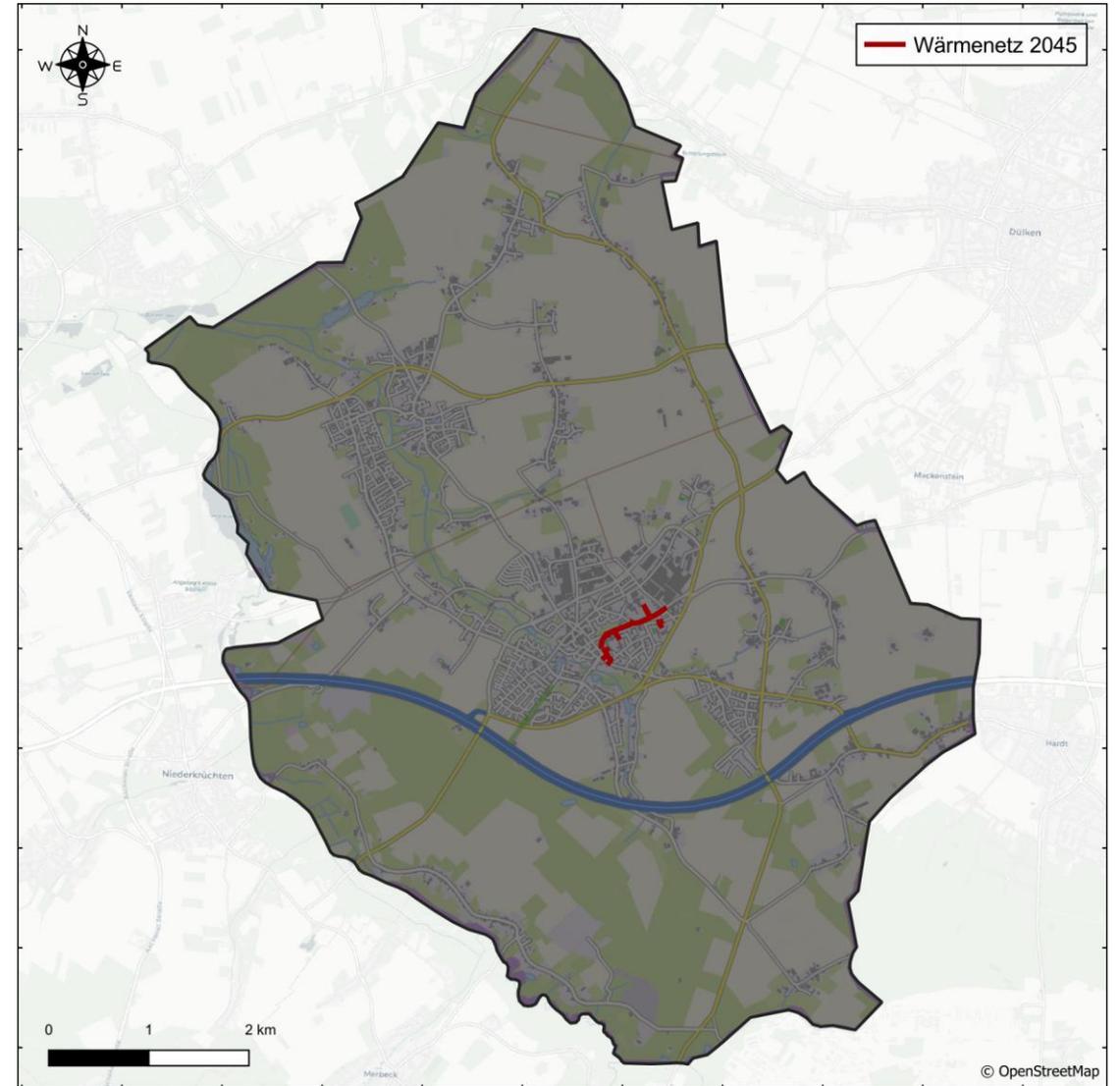
# Zukünftige Wärmenetzentwicklung



- Wärmenetze machen im gesamten Gebiet nur einen geringen Anteil an der Wärmeversorgung aus.
- Bis 2045 werden voraussichtlich nur wenige zusätzliche Gebäude durch Wärmenetze versorgt werden.

- Während ein Zuwachs an Wärmenetzkunden bis 2045 möglich ist, wird der Absatz im Wärmenetz konstant sein.
- Dies ist vor allem auf Einsparpotenziale durch Sanierungen zurückzuführen.

Ausbaugbiet (=Bestandsgebiet) Wärmenetz bis 2045



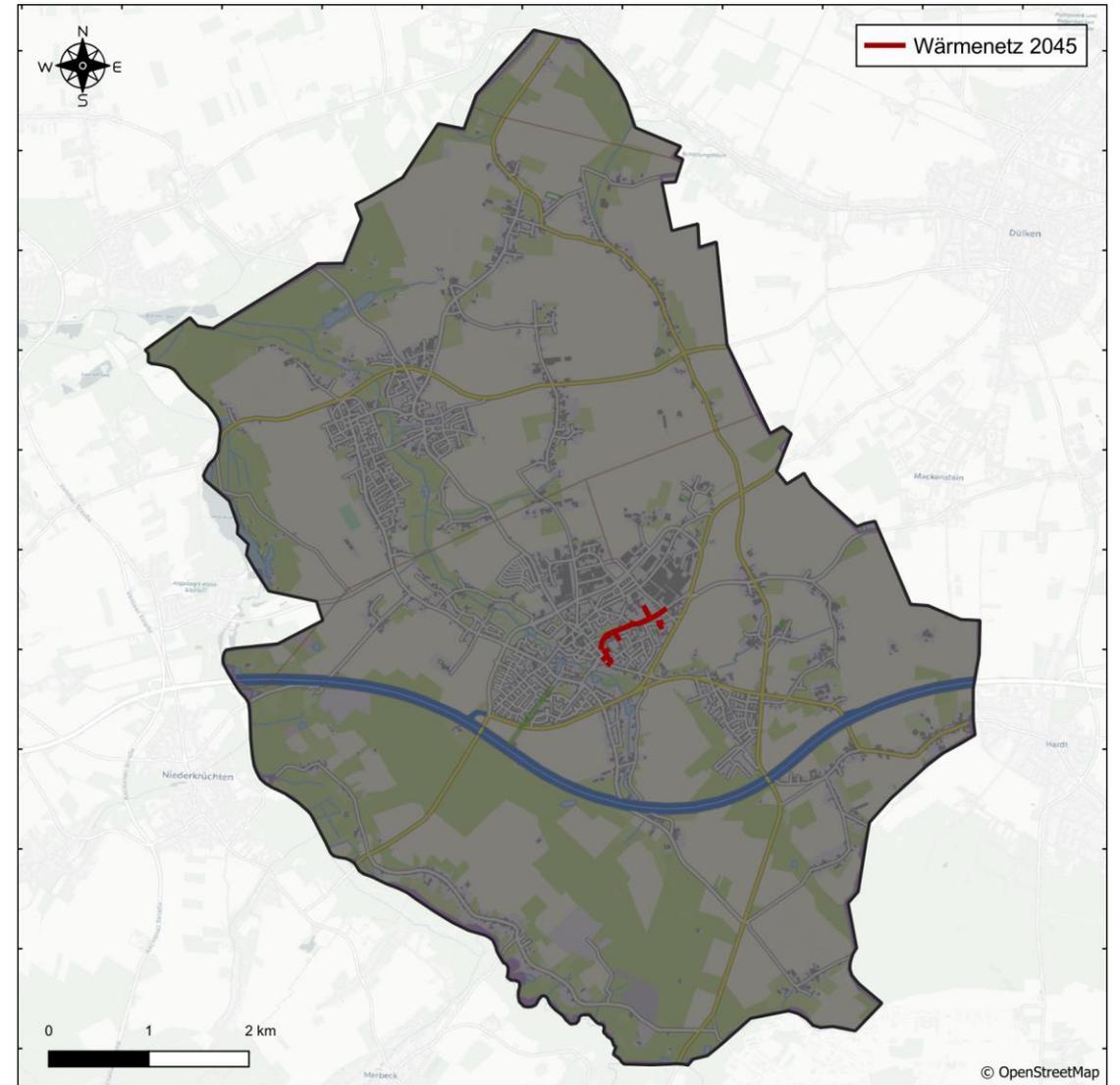
# Zukünftige Wärmenetzentwicklung

## Zusammensetzung Fernwärme 2045

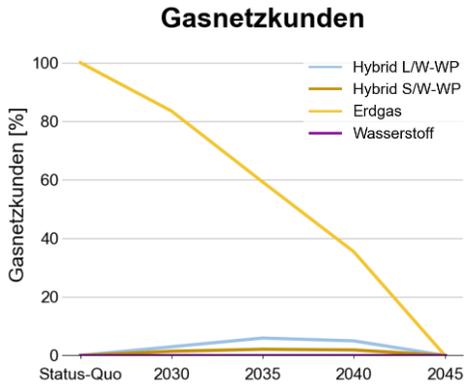


- **§29 und §30 Wärmeplanungsgesetz (Anteil erneuerbarer Energien in Wärmenetzen):**
  - Ab 2030: 30 % der Wärme aus EE oder unvermeidbarer Abwärme
  - Ab 2040: 80 % der Wärme aus EE oder unvermeidbarer Abwärme
  - Ab 2045: 100 % der Wärme aus EE oder unvermeidbarer Abwärme
- Beschränkungen für den Anteil von Biomasse/Biogas gelten nur für Wärmenetze ab einer Länge von 50 km
- Unsicherheit bzgl. Auswirkungen des rechtl. Rahmens auf zukünftigen Betrieb von Biogas BHKW
- Ein Vorteil von Fernwärme ist es, dass sich der Energieträger der Wärmeversorgung von allen an das Wärmenetz angeschlossenen Gebäuden auf einen Schlag ändern lässt, indem die zentrale Wärmeerzeugungstechnologie ausgetauscht wird. So wäre ersatzweise auch ein Betrieb des Wärmenetz mit einer Groß-Wärmepumpe möglich.
- Optimierte Planung und Betrieb von Biogas-BHKWs als ein möglicher Bestandteil der Umsetzungsstrategie gemäß § 20 WPG

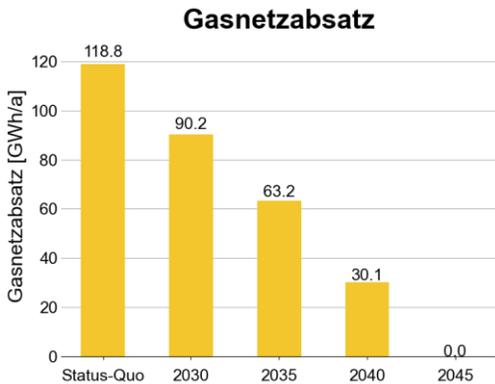
## Ausbaugebiet (=Bestandsgebiet) Wärmenetz bis 2045



# Zukünftige Gaskundenentwicklung

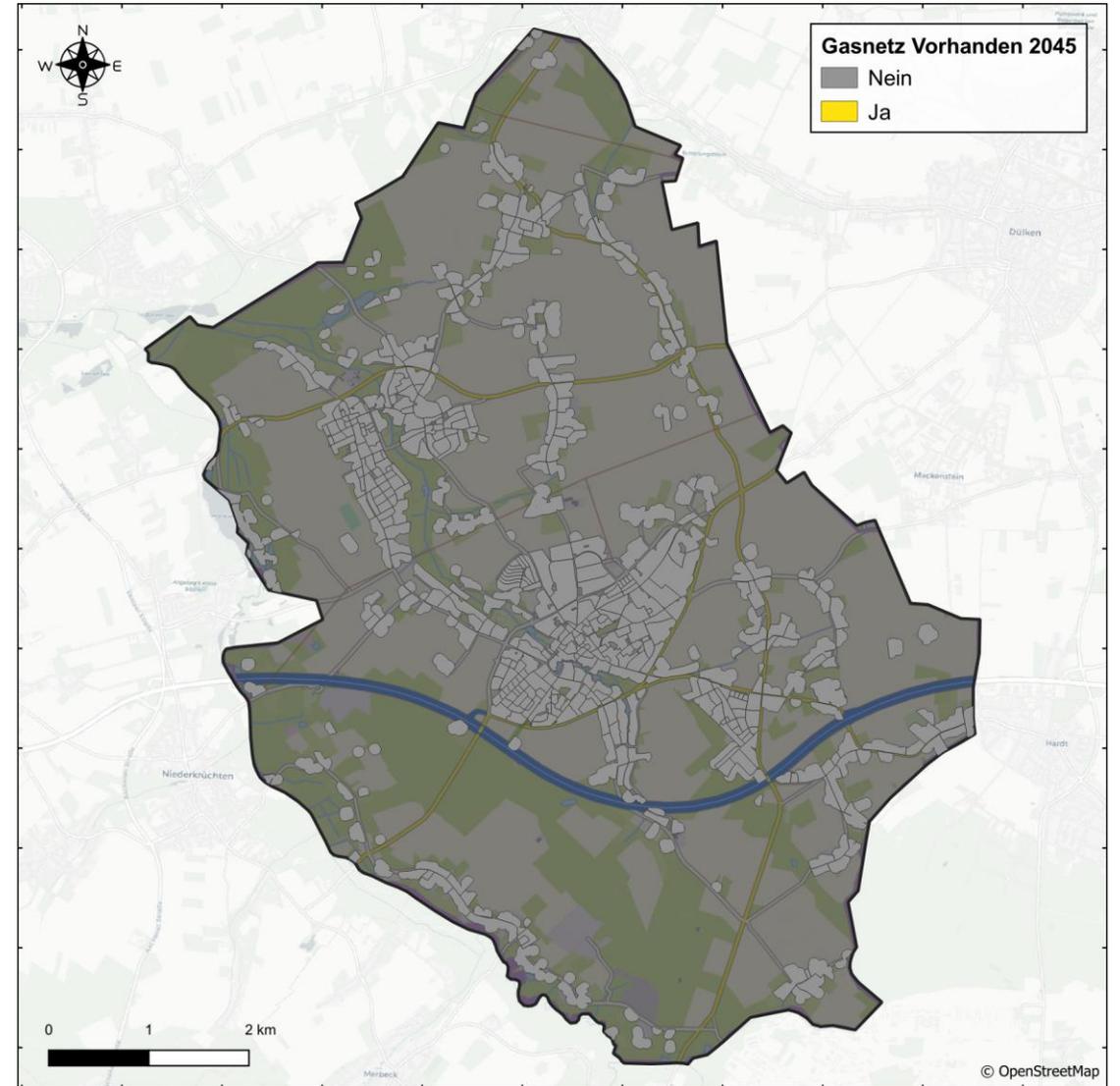


- Die gasbasierte Wärmeversorgung ist im aktuellen System die wichtigste Heizungstechnologie.
- Die Anzahl der Gaskunden wird in den kommenden Jahren drastisch zurückgehen, bis 2045 keine Kunden mehr an das Netz angeschlossen sind.

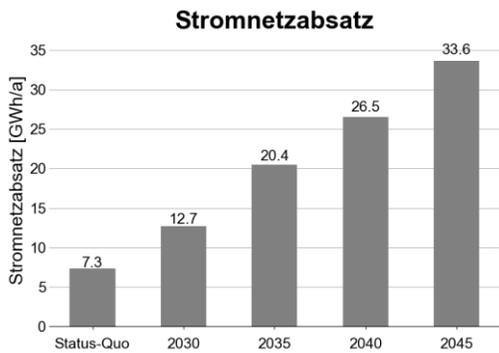
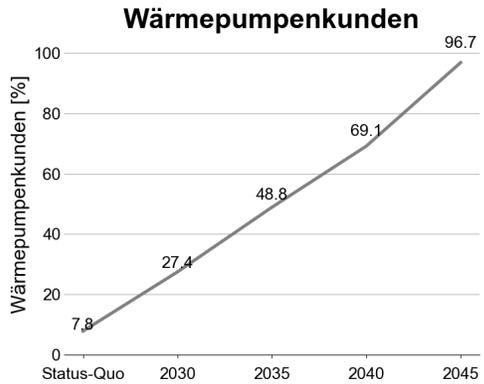


- Die Nachfrage nach Gas sinkt proportional zur abnehmenden Kundenanzahl.
- Bereits bis 2030 ist mit einer Reduktion der Gasnachfrage, um ca. 24 % zu rechnen.

Gasnetzkunden je Baublock 2045



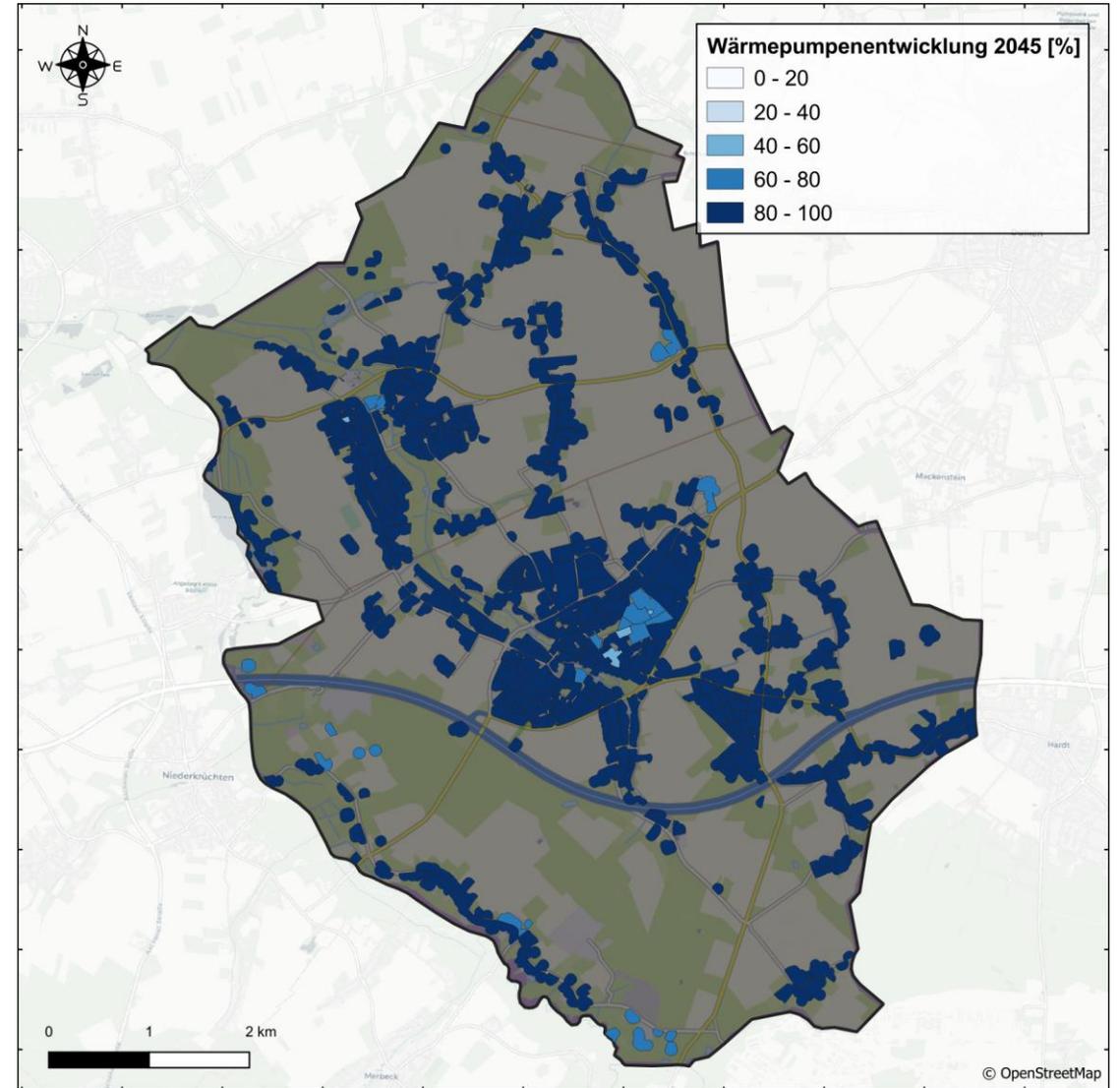
# Zukünftige Stromnachfrageentwicklung



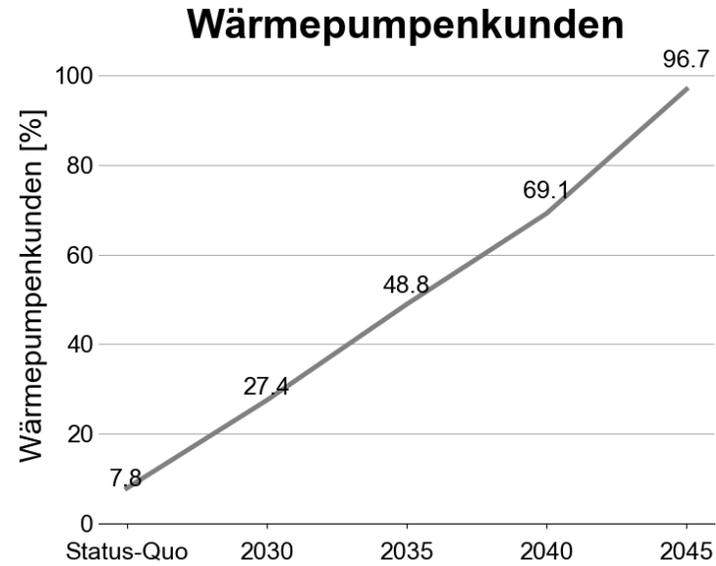
- Die strombasierte Wärmeversorgung ist zukünftig dominierend.
- Hauptanteil der Versorgung erfolgt über Wärmepumpen
  - Luft-WP: 86 %
  - Geothermie-WP: 10 %

- Die Nachfrage nach Strom steigt proportional zur zunehmenden Kundenanzahl.
- Bis 2030 ist mit einem Anstieg der Stromnachfrage in der Wärmeversorgung, um bis zu 73 % zu rechnen.

Wärmepumpen Anteil je Baublock 2045

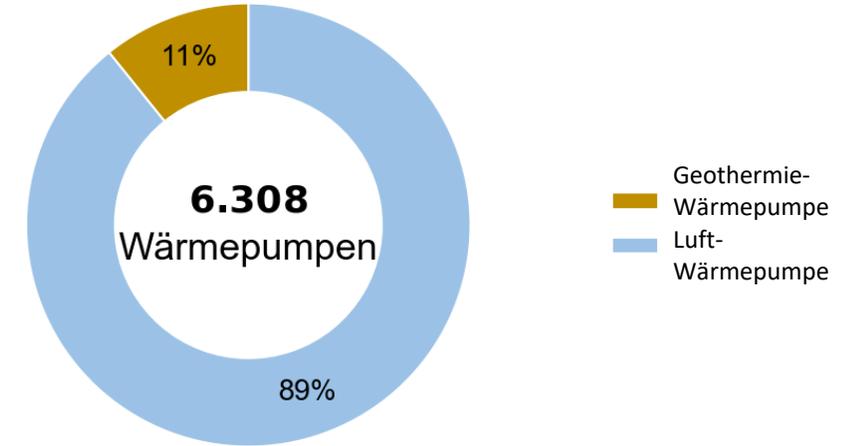


# Zukünftige Stromnachfrageentwicklung

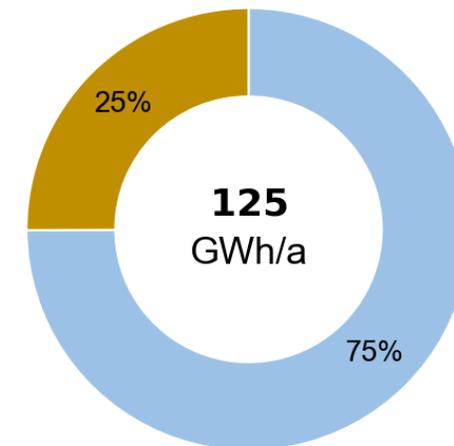


- Die strombasierte Wärmeversorgung ist zukünftig dominierend.
- Hauptanteil der Versorgung erfolgt über Wärmepumpen
  - L/W-WP: 86 %
  - S/W-WP: 10 %
- Aufgrund der höheren Investitionskosten, jedoch besseren Wirkungsgrades, eignen sich Wärmepumpen auf Basis oberflächennaher Geothermie eher für Verbraucher mit hohem Wärmebedarf (Mehrfamilienhäuser und GHD)

## Anzahl Wärmepumpen 2045



## Wärmebedarf gedeckt durch Wärmepumpen 2045



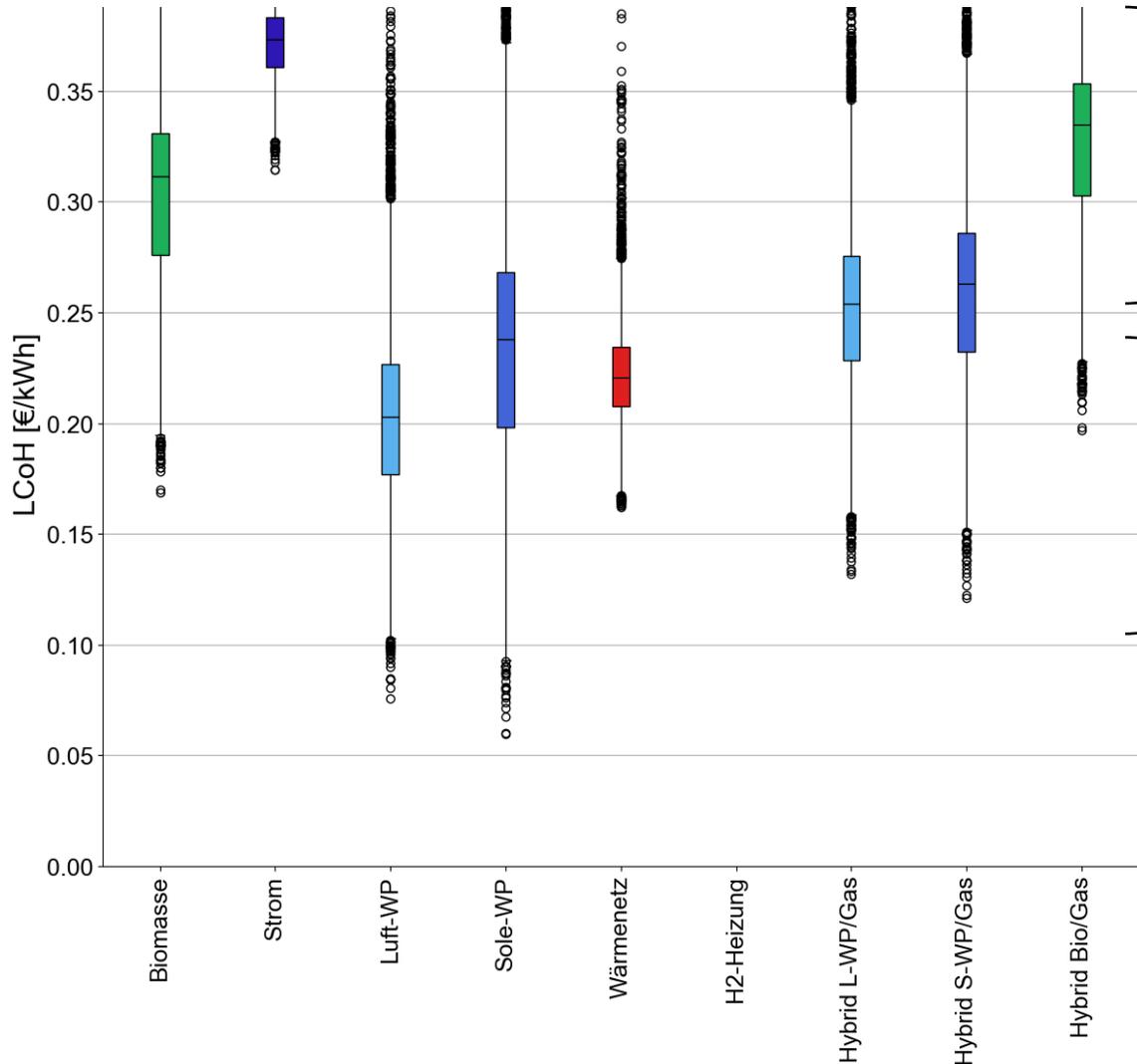
3.5

# Zielszenario

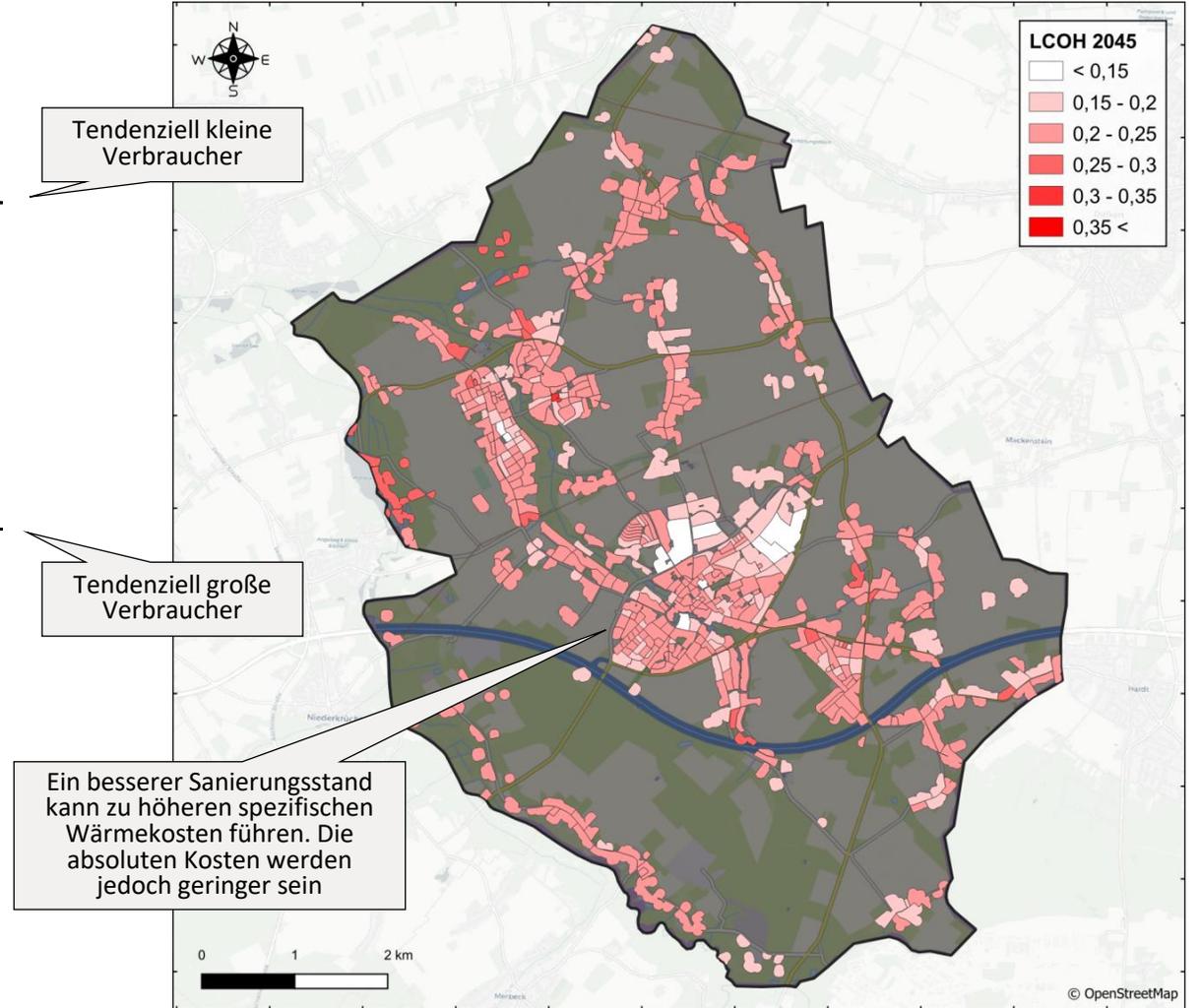
Wärmegestehungskosten

# Wärmegestehungskosten (Levelized Cost of Heating 2045 - LCOH)

Je Technologie sind die potenziellen Wärmegestehungskosten aller Gebäude dargestellt

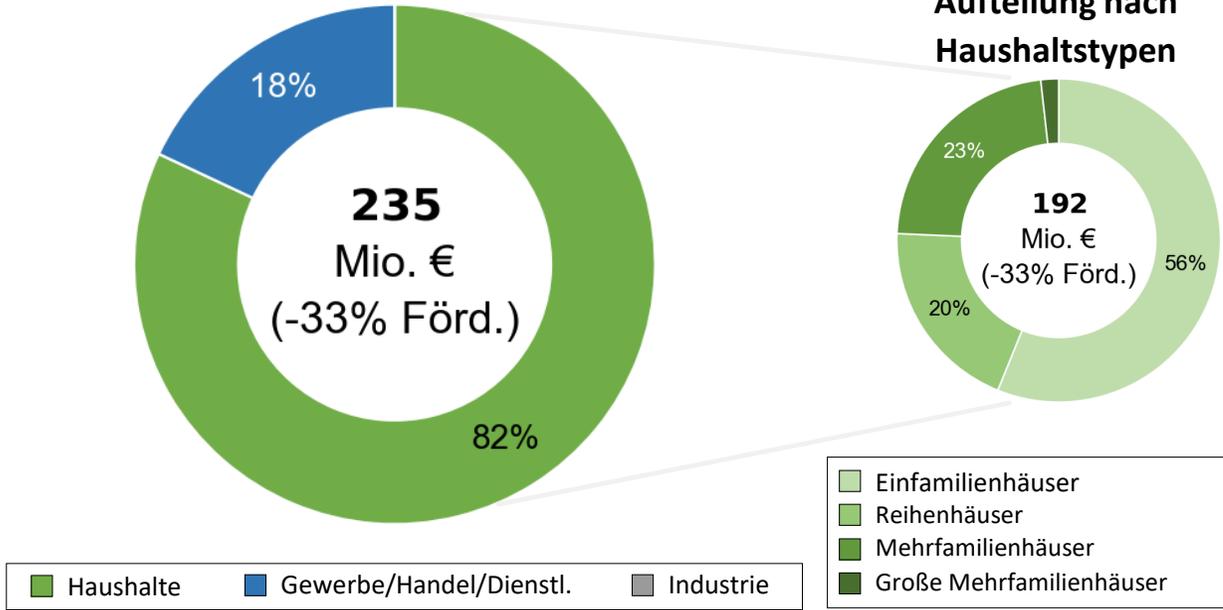


LCOH für die wahrscheinlichste Heiztechnologie je Baublock 2045



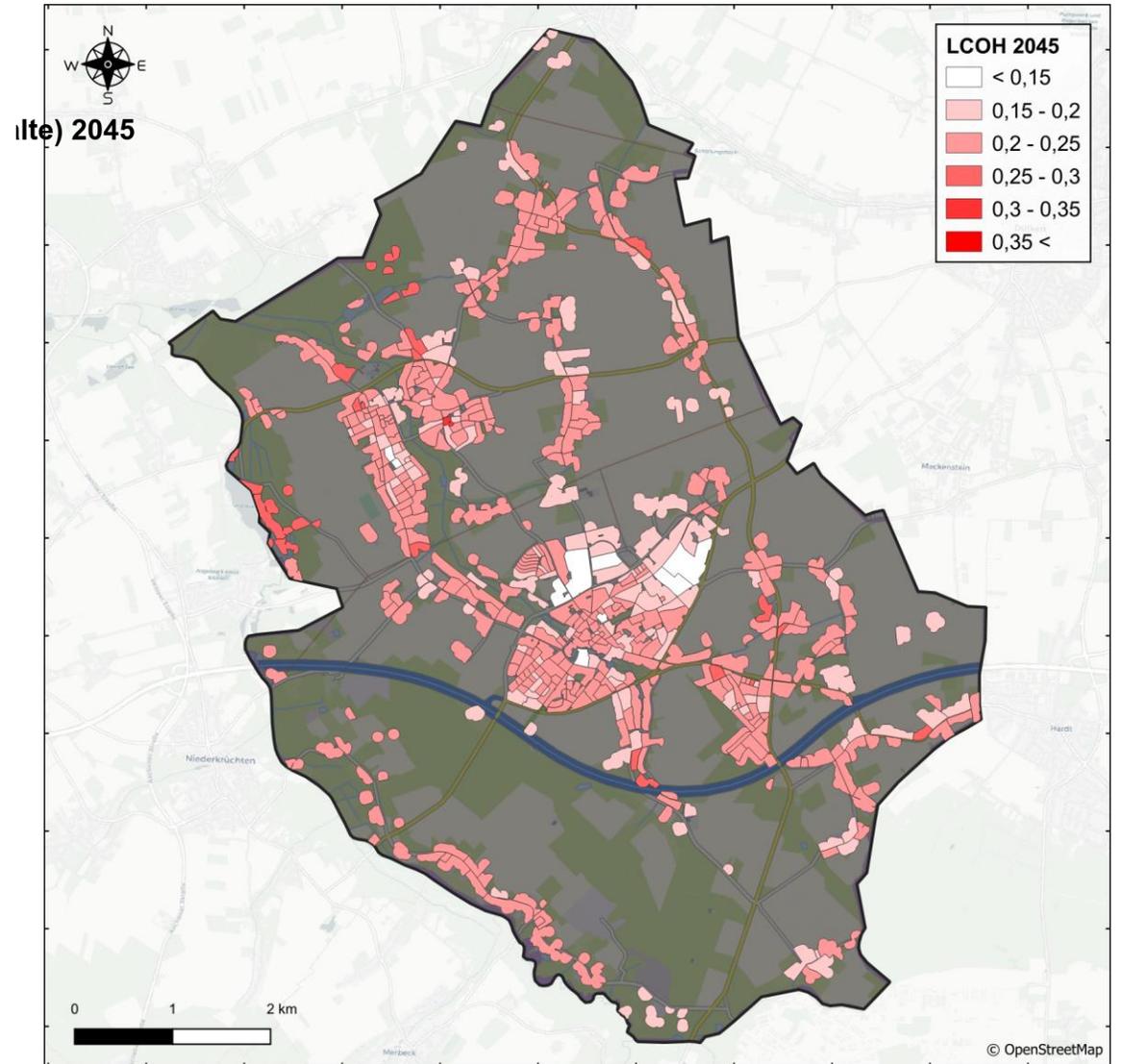
# Investitionskosten

## Investitionskosten Heizungen 2045



- Investitionsbedarf: Schätzung von 235 Mio. € bis 2045 (ohne Förderung; untere Grenze) zur Erneuerung und Modernisierung der Heizungssysteme
- Ein großer Teil dieser Kosten würde **unabhängig vom Umstieg auf Wärmepumpen anfallen**, da ein Austausch der Heizungen sowieso anstände
- Einflussfaktoren auf die Investitionskosten:
  - Preisentwicklung für Heizungssysteme
  - Fördermittel und Subventionen

LCoH für die wahrscheinlichste Heiztechnologie je Baublock 2045



# Anhang

4

# Wirkungsgrade - Quelle KWW Technikkatalog Stand Juni 2024

Technologie	2020-2024	2025-2029	2030-2034	2035-2039	2040-2044	2045
Öl	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Gas	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
Biomasse	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81
Strom	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Luft-WP (Altbau/unsaniert)	2.60	2.60	2.71	2.71	2.84	2.84
Luft-WP	3.00	3.00	3.12	3.12	3.18	3.18
Luft-WP (Neubau/saniert)	3.75	3.75	3.90	3.90	4.10	4.10
Geothermie-WP (Altbau/unsaniert)	3.15	3.15	3.47	3.47	4.10	4.10
Geothermie-WP	3.60	3.60	3.96	3.96	4.68	4.68
Geothermie-WP (Neubau/saniert)	4.60	4.60	5.06	5.06	5.98	5.98
Fernwärme	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99

# Energieträgerpreise – Quellen u.a. Systemstudien und Experteneinschätzung Stand Dezember 2024

Technologie   €/kWh	2020-2024	2025-2029	2030-2034	2035-2039	2040-2044	2045
Öl	0,129	0,139	0,15	0,16	0,17	0,18
Gas	0,116	0,118	0,132	0,146	0,17	0,23
Biomasse	0,074	0,077	0,09	0,105	0,12	0,135
Strom	0,348	0,348	0,348	0,342	0,32	0,31
Wärmepumpenstrom	0,277	0,277	0,266	0,243	0,235	0,23
Fernwärme	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16

€/t	2020-2024	2025-2029	2030-2034	2035-2039	2040-2044	2045
CO <sub>2</sub> -Preis	45	55	155	190	225	250

## Investitionskosten - Quelle KWW Technikkatalog Stand Juni 2024

Technologie	Typ	Einheit	2020-2024	2025-2029	2030-2034	2035-2039	2040-2044	2045
Öl	fix	€	2600	2600	2600	2600	2600	2600
	variabel	€/kW	1300	1300	1300	1300	1300	1300
Gas	fix	€	2600	2600	2600	2600	2600	2600
	variabel	€/kW	970	970	970	970	970	970
Biomasse	fix	€	2600	2600	2600	2600	2600	2600
	variabel	€/kW	2100	2100	2100	2100	2100	2100
Strom	fix	€	1620	1620	1620	1620	1620	1620
	variabel	€/kW	750	750	750	750	750	750
Luft-WP	fix	€	6400	6400	6400	6400	6400	6400
	variabel	€/kW	2500	2500	2350	2350	2200	2200
Geothermie-WP	fix	€	6400	6400	6400	6400	6400	6400
	variabel	€/kW	4300	4300	4100	4100	3900	3900
Fernwärme	fix	€	5000	5000	5000	5000	5000	5000
	variabel	€/kW	692	692	692	692	692	692

Vereinfachte Darstellung. Es wird zudem zwischen verschiedenen Leistungsklassen unterschieden. Hier ist die Leistungsklasse 1-20 kW dargestellt.

## Investitionssubventionen - Quelle GEG 2024

Technologie   % Subv.	2020-2024	2025-2029	2030-2034	2035-2039	2040-2044	2045
Öl	0	0	0	0	0	0
Gas	0	0	0	0	0	0
Biomasse	30	30	30	30	30	30
Strom	0	0	0	0	0	0
Wärmepumpe	35	35	35	35	35	35
Fernwärme	30	30	30	30	30	30

Zudem wird ein Geschwindigkeitsbonus beim Austausch einer alten Fossilen Heizung von bis zu 20 % berücksichtigt.

## Betriebskosten - Quelle KWW Technikkatalog Stand Juni 2024 (exkl. Brennstoffkosten)

Technologie	Typ	Einheit	2020-2024	2025-2029	2030-2034	2035-2039	2040-2044	2045
Öl	fix	€/kW	27	27	27	27	27	27
	variabel	€/kWh	0	0	0	0	0	0
Gas	fix	€/kW	21	21	21	21	21	21
	variabel	€/kWh	0	0	0	0	0	0
Biomasse	fix	€/kW	86	86	86	86	86	86
	variabel	€/kWh	0	0	0	0	0	0
Strom	fix	€/kW	10	10	10	10	10	10
	variabel	€/kWh	0	0	0	0	0	0
Wärmepumpe	fix	€/kW	38	38	38	38	38	38
	variabel	€/kWh	0	0	0	0	0	0
Fernwärme	fix	€/kW	10	10	10	10	10	10
	variabel	€/kWh	0	0	0	0	0	0

Vereinfachte Darstellung. Es wird zudem zwischen verschiedenen Leistungsklassen unterschieden. Hier ist die Leistungsklasse 1-20 kW dargestellt.

# Emissionsfaktoren - Quelle KWW Technikkatalog Stand Juni 2024

Technologie   kg/kWh	2020-2024	2025-2029	2030-2034	2035-2039	2040-2044	2045
Öl	0,310	0,310	0,310	0,310	0,310	0,310
Gas	0,240	0,240	0,240	0,240	0,240	0,240
Biomasse	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
Strom	0,499	0,260	0,110	0,045	0,025	0,015
Fernwärme	0,156	0,156	0,156	0,128	0,100	0,100
Flüssiggas	0,276	0,276	0,276	0,276	0,276	0,276

# Anlagenverfügbarkeit - Quelle GEG und vorliegender Szenariorahmen

■ = Einbau und Betrieb erlaubt

■ = Einbau verboten; Betrieb erlaubt

■ = Einbau und Betrieb verboten/ nicht vorgesehen

Technologie	2020-2024	2025-2029	2030-2034	2035-2039	2040-2044	2045
Öl						
Gas						
Biomasse						
Strom						
Wärmepumpe						
Fernwärme						
Flüssiggas						
Wasserstoff						
Kohle						
Hybridheizungen (Gas)						

Aufgrund der Betrachtung von Stützjahren im Abstand von 5 Jahren können hier Abweichungen zu exakten zeitlichen Vorgaben der Gesetzgebung entstehen

# Wärmegestehungskosten (LCoH)

$$\begin{aligned}
 LCoH &= \frac{(fix. Investitionskosten + var. Investitionskosten * Heizlast) * (1 - Subventionen) * Annuitätenfaktor}{Wärmebedarf} \\
 &+ \frac{\frac{Wärmebedarf}{Wirkungsgrad} * (Energieträgerpreise + var. Betriebskosten) + fix. Betriebskosten}{Wärmebedarf}
 \end{aligned}$$

Quelle: KWW Technikkatalog zur KWP

Quelle: Gebäudeenergiegesetz

Abhängig von der Technologie

Abhängig vom Sanierungsstand des Gebäudes

Abgestimmter Szenariorahmen

20.03.2025 | SCHWALMTAL

# Kommunale Wärmeplanung Schwalmatal

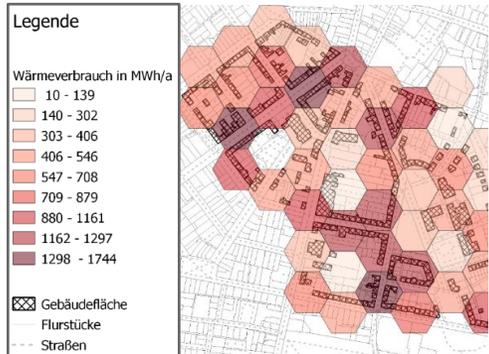
Fokusgebiete



# Kommunale Wärmeplanung der Gemeinde Schwalmtal

## Bestandsanalyse (§ 15)

Erstellung des digitalen Zwillings



- Aufbau eines 3D-Modells aller Gebäude der Stadt
- Erfassung des Ist-Zustands der Wärmeversorgung und Erstellung der CO2-Bilanz

## Potenzialanalyse (§ 16)

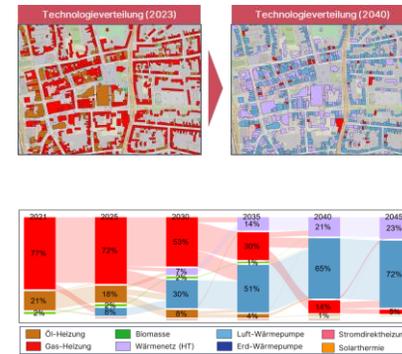
Energieeffizienzmaßnahmen und Wärmetechnologien



- Gebäudescharfe Ermittlung der Technologieoptionen und Sanierungsmaßnahmen
- Georeferenzierte Identifikation grüner Wärmepotenziale

## Zielszenario (§ 17, 18, 19)

Einteilung in Wärmeversorgungsgebiete



- § 17: Zielszenario
- § 18: Einteilung beplantes Gebiet in Wärmeversorgungsgebiete
- § 19: Darstellung Wärmeversorgungsarten Zieljahr

## Fokusgebiete (Nicht im WPG)

Einteilung in Wärmeversorgungsgebiete



- Detaillierte Darlegung des Status-Quo und der Potenziale
- Aufzeigen möglicher Maßnahmen für eine klimaneutrale Wärmeversorgung

## Maßnahmenkatalog (§ 20)

Beschreibung des Transformationspfades



- Umsetzungsstrategie mit konkreten Maßnahmen, zur Erreichung des Zielszenarios

## Vorstellung Fokusgebiete

# Musikerviertel

Status-Quo

1

# Übersicht Musikerviertel

## Lage

- Das betrachtete Fokusgebiet liegt in Schwalmtal-Waldniel zwischen den Straßen Stöckener Weg, Heerstraße und Dülkener Straße
- Es verdankt seinen Namen den Straßennamen, die nach bekannten Musikern und Komponisten benannt sind

## Fläche

- 4,8 Hektar

## Gebäudestruktur

- Ausschließlich Wohngebäude
- Überwiegend Reihenhäuser
- Gebäude größtenteils vor 1980 errichtet

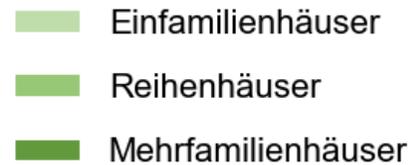
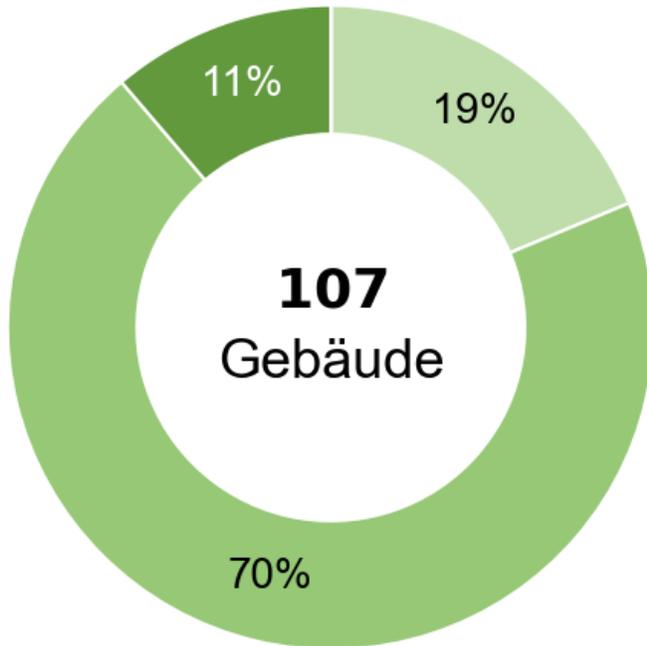
Musikerviertel als Beispiel für den Transformationspfad der Wärmeversorgung einer Reihenhaussiedlung in Schwalmtal

## Fokusgebiet Musikerviertel

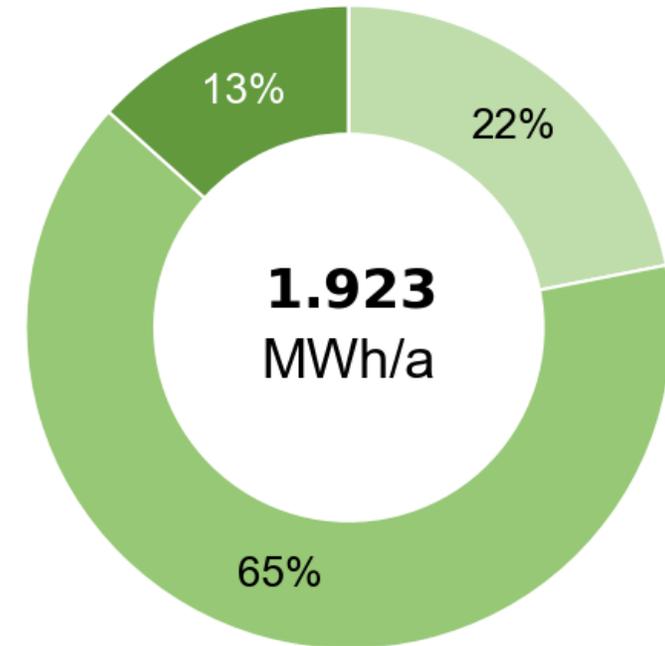


## Gebäudetypen

### Anzahl der Gebäudetypen

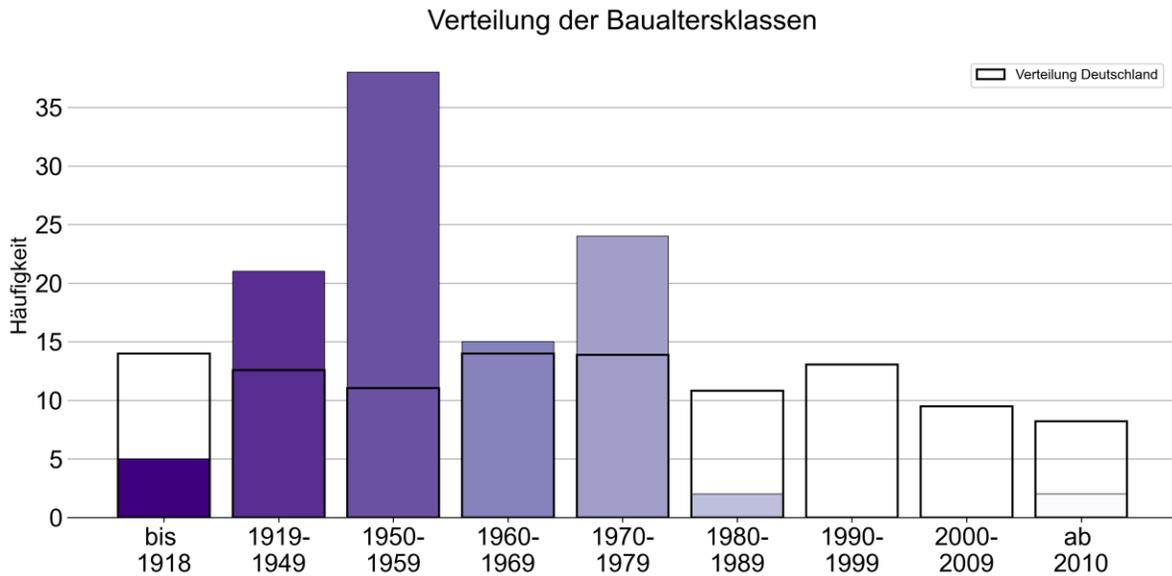


### Wärmebedarf der Gebäudetypen



- Einfamilienhäuser: Freistehende Wohngebäude oder Doppelhaushälften mit einer Wohneinheit
- Reihenhäuser: Wohngebäude mit zwei Nachbarn oder am Ende einer Häuserreihe mit einer Wohneinheit
- Mehrfamilienhäuser: Wohngebäude mit mehreren Wohneinheiten und weniger als 1000 Quadratmeter Wohnfläche
- Große Mehrfamilienhäuser: Wohngebäude mit mehreren Wohneinheiten und mehr als 1000 Quadratmeter Wohnfläche

# Bauersklassen



- In der Literatur existiert keine einheitliche Einteilung von Bauersklassen. Hier wurde die Einteilung gemäß Zensus gewählt, wobei Gebäude ab 2010 gebaut wurden hier nicht weiter differenziert werden
- Die gebäudescharfen Informationen der Baujahre wurden aus der NRW-Wärmestudie (2024) übernommen
- Bis auf vier Gebäude wurde alle Gebäude vor 1980 errichtet
- Ein Großteil der Gebäude wurden **vor 1970** gebaut, also vor der Einführung der Energieeinsparverordnung (EnEV)

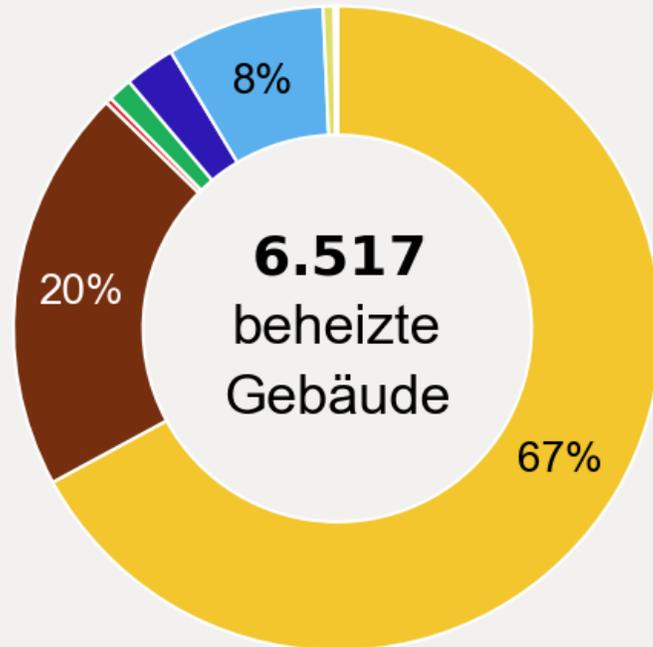
## Fokusgebiet Musikerviertel



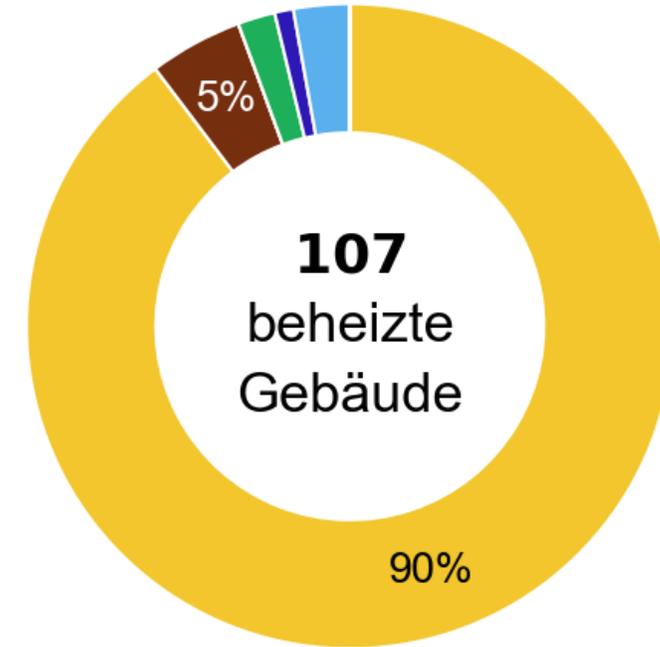
# Heizungsverteilung

Dargestellt ist der Anteil der Gebäude, der über die jeweilige Heiztechnologie primär beheizt wird

So heizt  
Schwalmtal

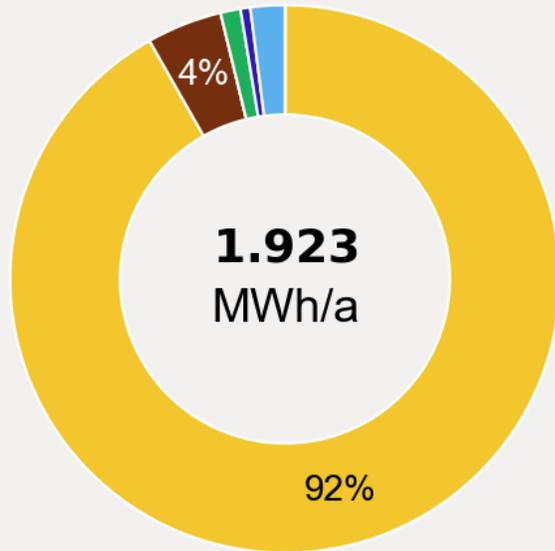


So heizt das  
Musikerviertel



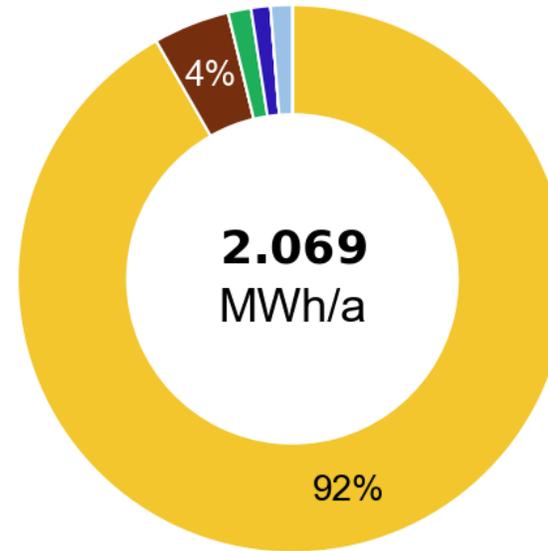
# Heizungen und Wärmebedarf

## Bereitgestellte Nutzenergie

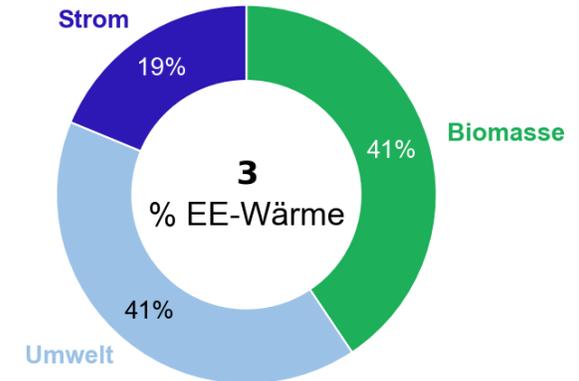


Gasheizung	Ölheizung	BHKW
Fernwärmeübergabest.	Biomasseheizung	Leerstehend
Stromdirektheizung	Flüssiggasheizung	
Wärmepumpe	Wasserstoffheizung	

## Endenergie



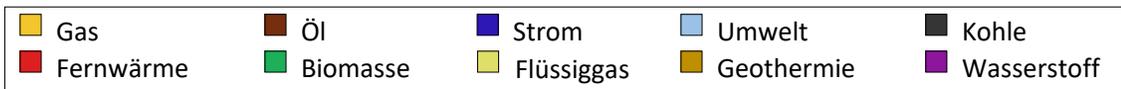
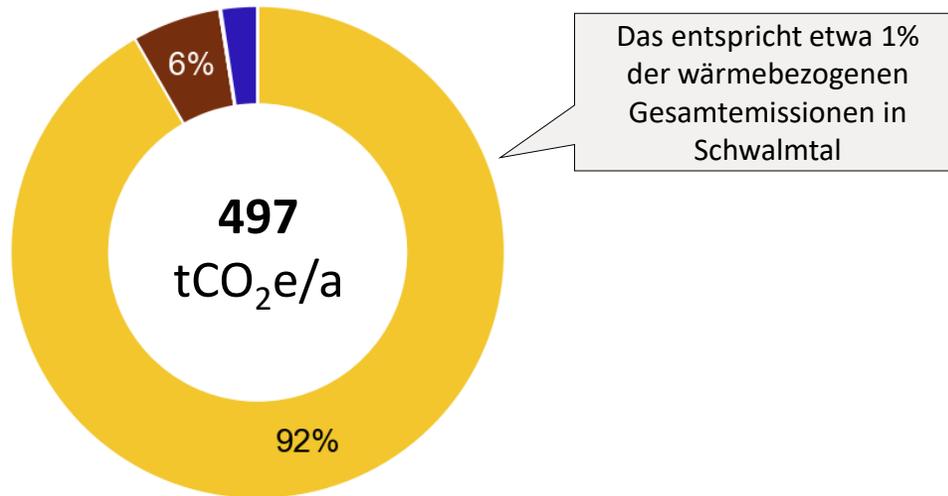
## Erneuerbare Wärme



- Die Endenergie umfasst im Gegensatz zum reinen Wärmebedarf auch Energie, die bei der Umwandlung in Nutzenergie (Wärmebedarf) verloren geht
- 3 %** Anteil erneuerbarer Energien (Solarthermie, Biomasse sowie Umwelt- und Geothermiewärme)

# Emissionen

## Emissionen

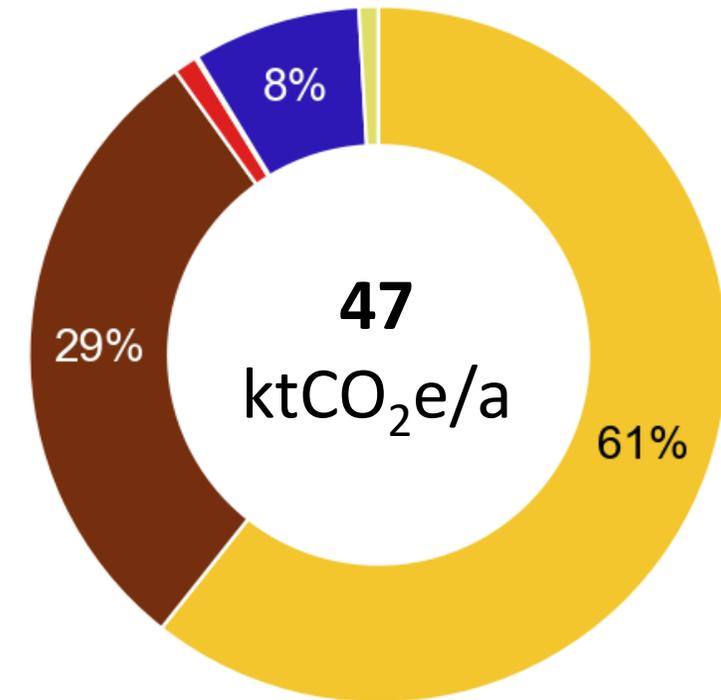


- Die dargestellten Emissionen sind CO<sub>2</sub>-Äquivalente und beinhalten auch die Emissionen der Vorketten

### Emissionsfaktoren [kgCO<sub>2</sub>e/kWh]

- |            |                  |                   |
|------------|------------------|-------------------|
| Gas: 0,240 | Fernwärme: 0,156 | Strom: 0,499*     |
| Öl: 0,310  | Biomasse: 0,020  | Flüssiggas: 0,276 |

## Emissionen in Schwalmtal

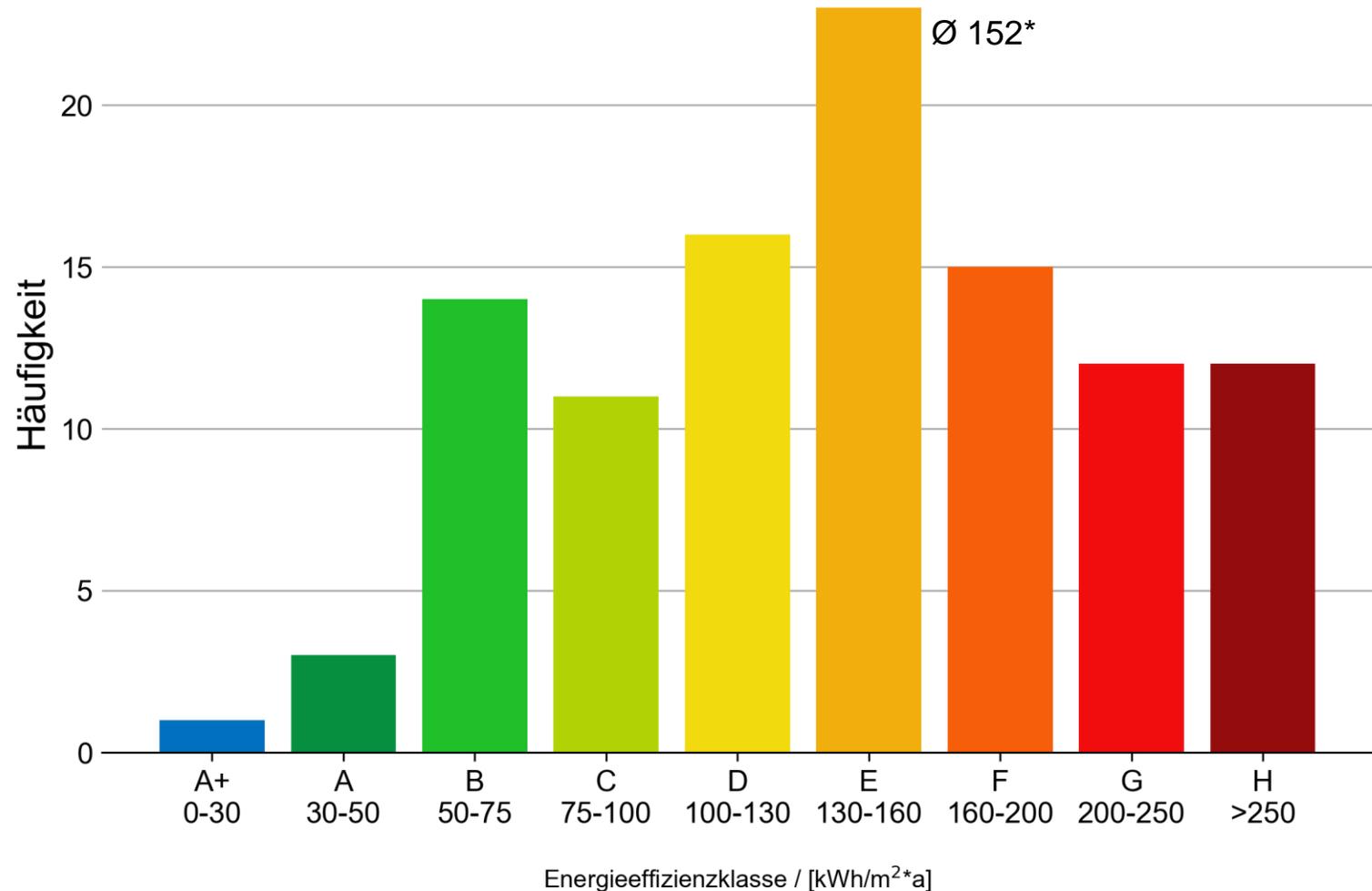


\* KWW Technikkatalog Stand Juni 2024

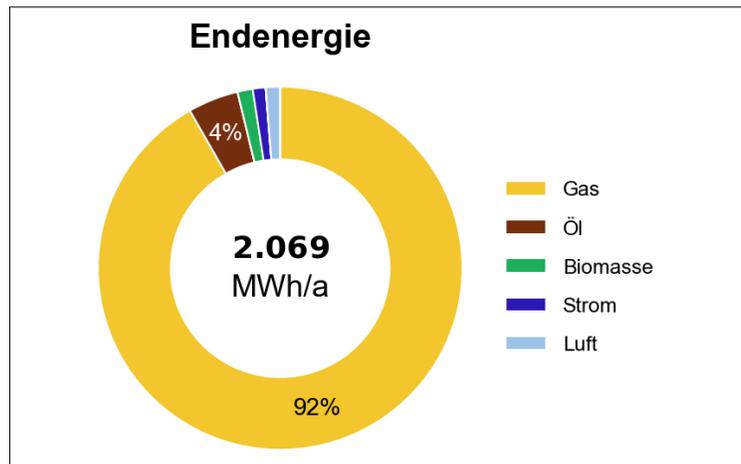
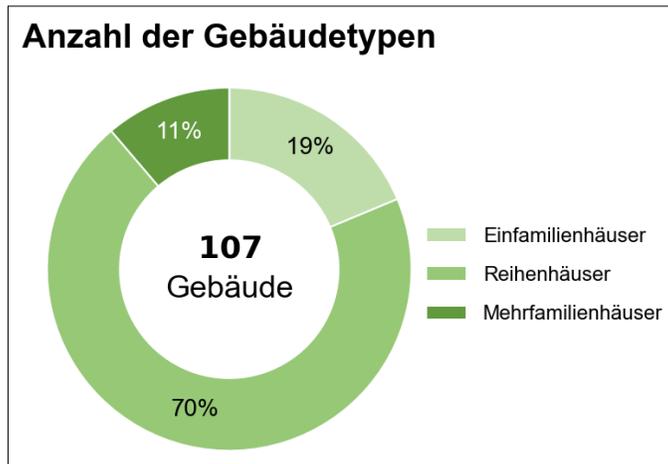
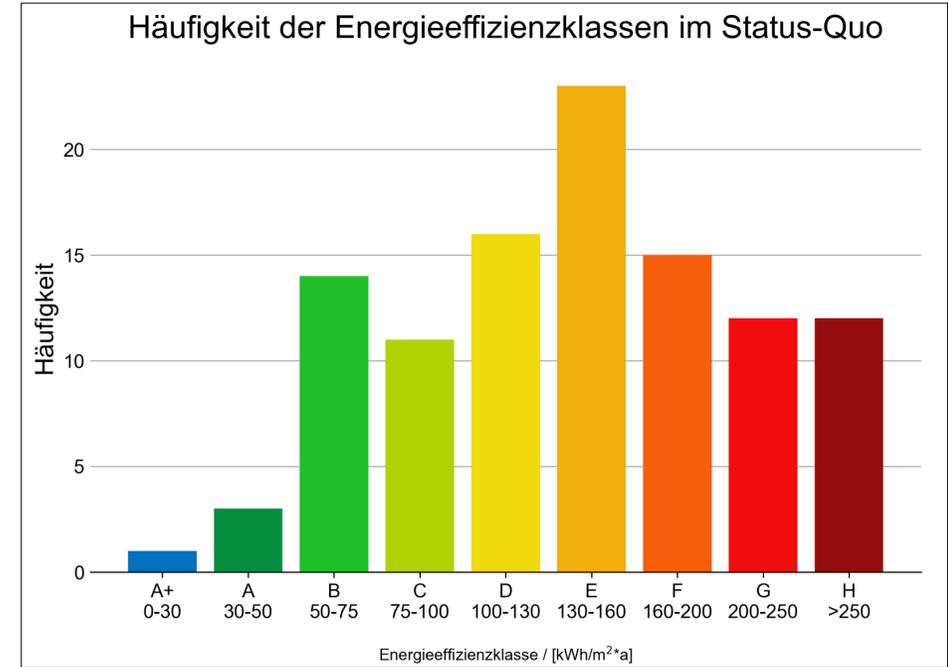
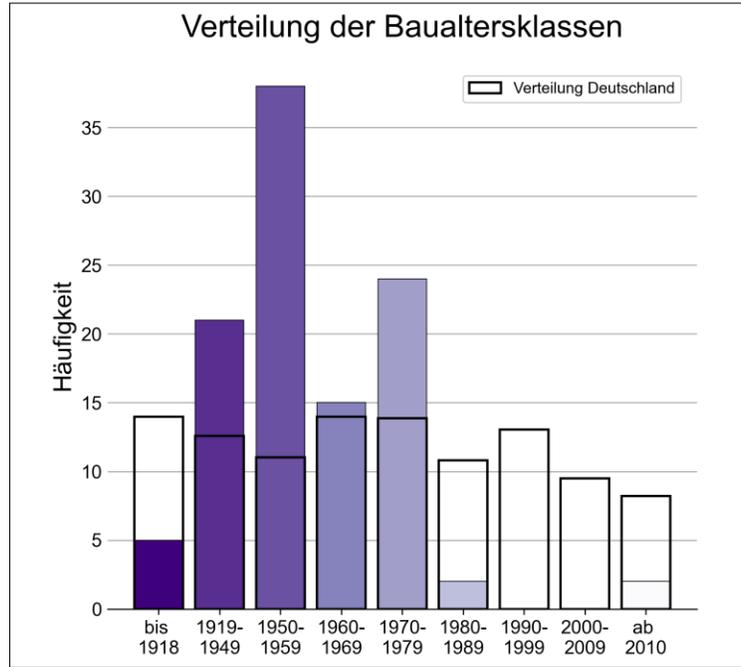
## Spezifischer Endenergieverbrauch

- Spezifischer Endenergieverbrauch je Gebäude bezogen auf Referenzklima (vgl. Gebäudeenergieausweis)
- Die Berechnung der Energieeffizienzklassen basiert auf §20 Absatz 40 des GEG. Dabei wird der Anteil aus Solarstrahlung und Umweltwärme (einschließlich Geothermie) nicht zum Endenergiebedarf gezählt, der als Grundlage für die Bestimmung der Energieeffizienzklasse dient.
- Alle Gebäudesektoren berücksichtigt (ohne Prozesswärme)
- Der spezifische Endenergieverbrauch im Musikerviertel ist um  $18 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  höher als der Durchschnitt Schwalmtals

## Häufigkeit der Energieeffizienzklassen im Status-Quo



# Zusammenfassung



- ### Musikerviertel
- 107 Gebäude, ausschließlich Wohngebäude
  - Überwiegend Reihenhäuser
  - Überwiegende Baualtersklassen zwischen 1919 und 1979 mit einem hohem Sanierungspotenzial
  - Wärmeversorgung aktuell stark von Gas dominiert

2

# Musikerviertel

Potenziale

# Sanierungspotenzial

## Status-Quo

- Wärmebedarf im Musikerviertel: **1,92 GWh/a**

## Einsparpotenzial

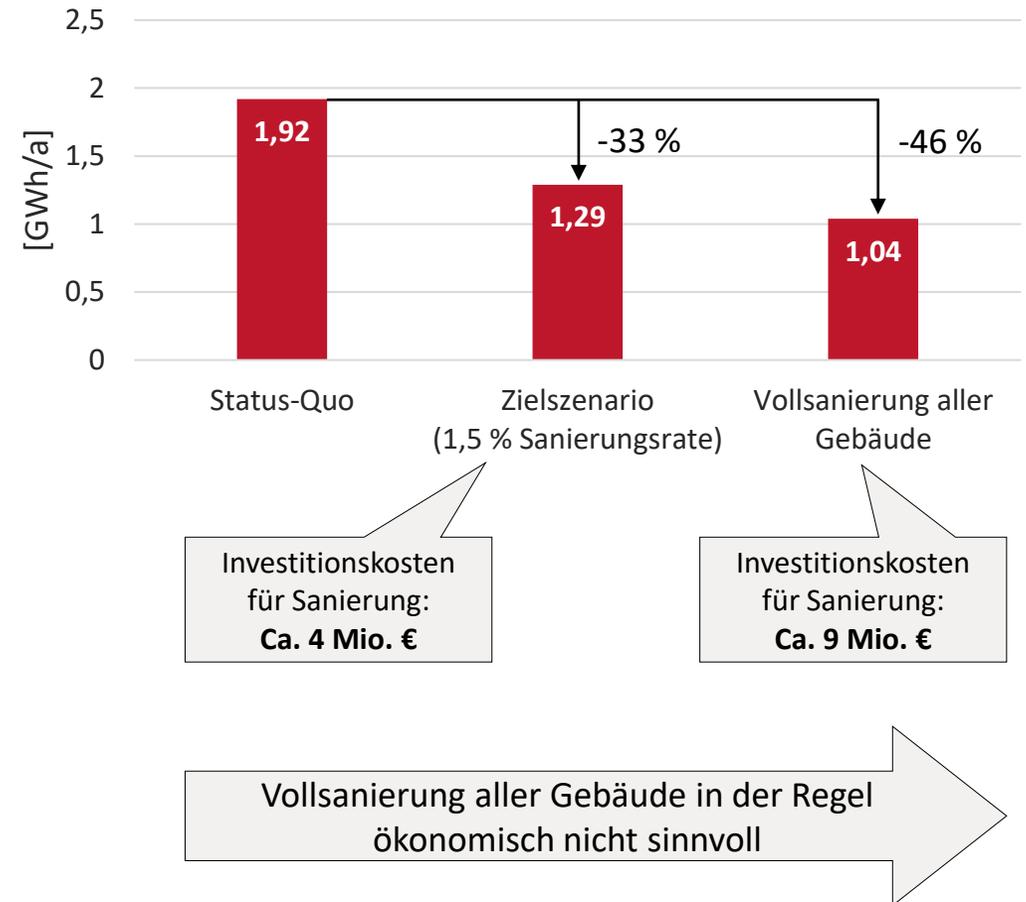
- Alle angenommenen Teil- und Vollsanierungen orientieren sich im Folgenden am Sanierungsstandard KWF 70
- Erwartete Einsparungen im Zielszenario: **33 %**
  - Teil- und Vollsanierungen je nach Wirtschaftlichkeit
  - Investitionskosten von ca. **4 Mio. €** (Ohne Förderung)
  - Auch zum Erreichen dieses Ziels sollten Maßnahmen im Rahmen der Umsetzungsstrategie definiert werden
- Maximale Einsparungen: **46 %**
  - Vollsanierung aller Gebäude
  - Investitionskosten von ca. **9 Mio. €** (Ohne Förderung)

## Wirtschaftlichkeit

- Förderung von Sanierungsmaßnahmen von üblicherweise 10-30 %
- Bei einer Vollsanierung aller Gebäude entstehen jährliche Einsparungen bei den Betriebskosten von ca. 33.000 €<sup>1</sup>
- Aufgrund der hohen Investitionskosten amortisiert sich die Vollsanierung aller Gebäude erst nach > 100 Jahren (auch mit Förderung)

<sup>1</sup> Annahmen: Kosten Wärmepumpenstrom 25 ct/kWh; Durchschnittliche Jahresarbeitszahl 3 (Vollsanierung 3,5)

## Wärmebedarf



# Solarthermie und Photovoltaik

## Status-Quo

- Aktuell haben ca. 2 der 107 Gebäude eine PV- oder Solarthermieanlage<sup>1</sup>
- Potenzielle Dachflächen im südlichen Teil des Fokusgebiet mit Süd-Ost-Ausrichtung (besonders für Eigenverbrauch am Vormittag geeignet)
- Potenzielle Dachflächen im nördlichen Teil des Fokusgebiet mit West-Ausrichtung (vergleichsweise geringer Ertrag)
- 5.500 m<sup>2</sup> Dachflächenpotenzial (unter Berücksichtigung von Dachgauben, Schornsteinen, etc.)

## Photovoltaik

- Potenzial für 620 kWp installierte Leistung<sup>2</sup>
- Potenzial für 560 MWh/a erzeugbaren Strom<sup>2</sup>

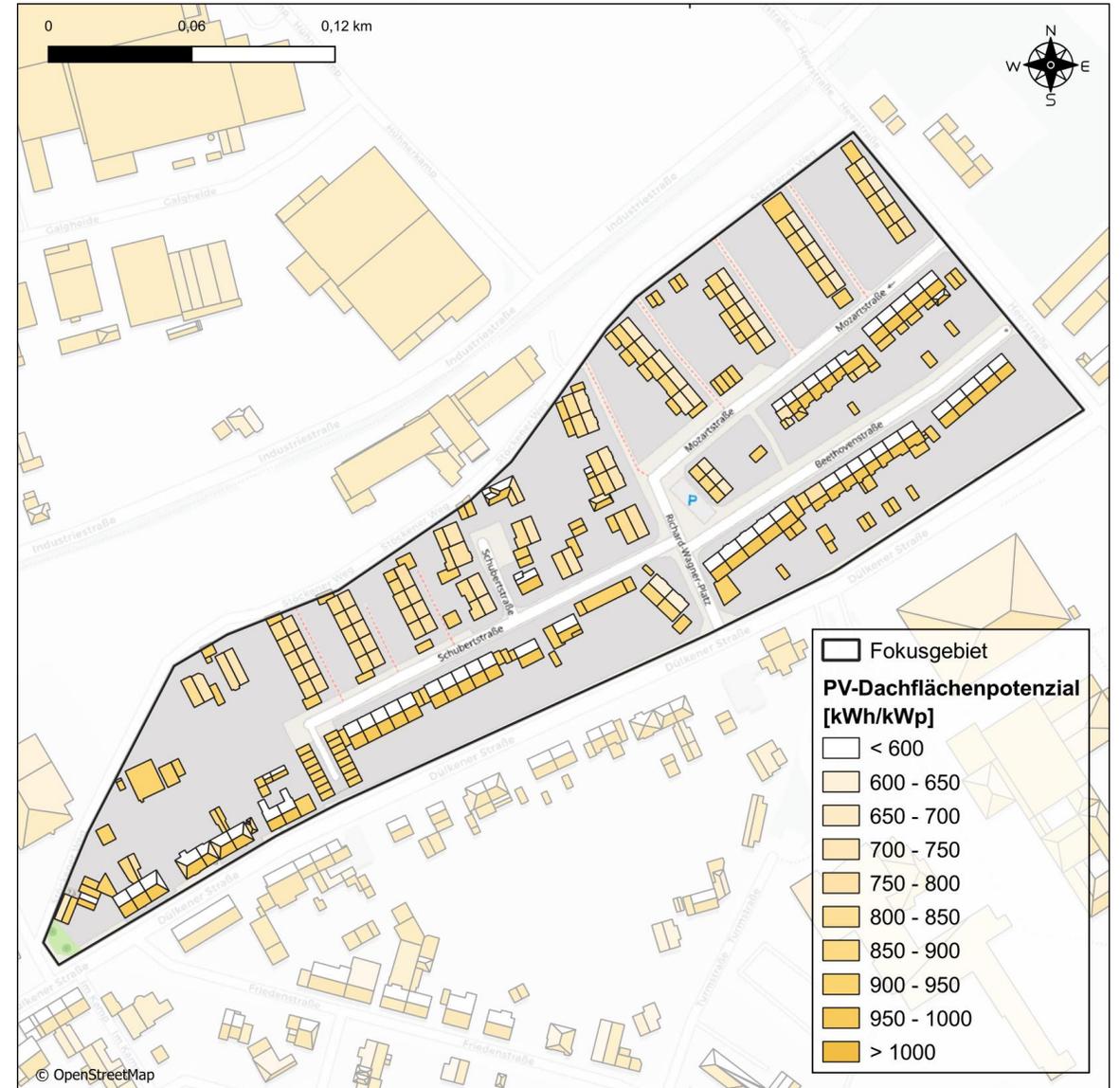
## Solarthermie

- Potenzial für 2.300 MWh erzeugbare Wärme<sup>3</sup>
- Großteil der Wärme wird im Sommer erzeugt, wenn kaum Bedarf besteht

## Wirtschaftlichkeit

- Dachflächen-Solarthermieanlagen stehen in Flächenkonkurrenz mit PV-Anlagen, die insbesondere bei vorhandener Wärmepumpe i.d.R. wirtschaftlicher sind

## Photovoltaik-Dachflächenpotenzial



<sup>1</sup> Quelle: Digitale Orthophotos 2024: <https://www.bezreg-koeln.nrw.de/geobasis-nrw/produkte-und-dienste/luftbild-und-satellitenbildinformationen/aktuelle-luftbild-und-0>

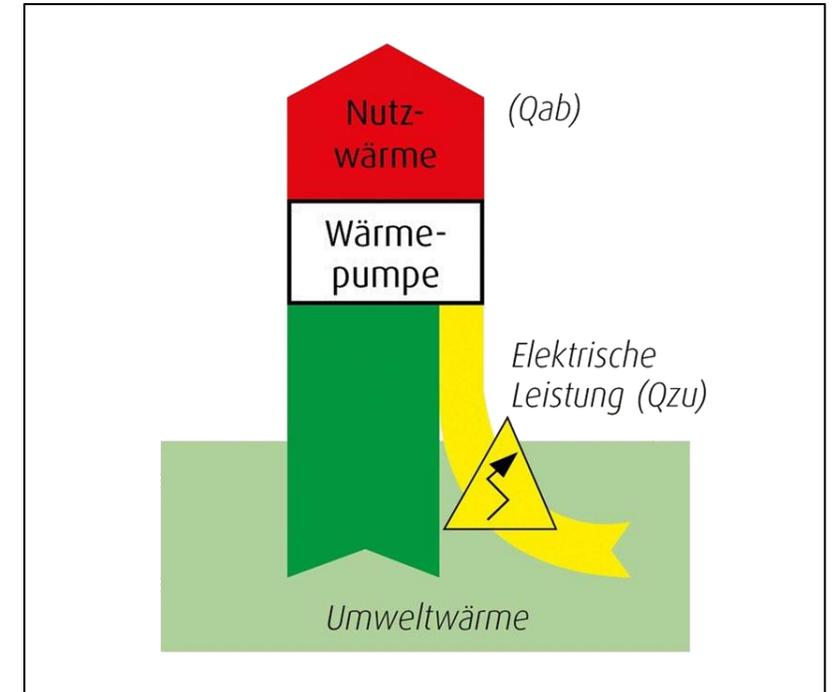
<sup>2</sup> Angenommener Grenzwert für Wirtschaftlichkeit: mindestens 800 kWh/kWp

<sup>3</sup> Angenommener Grenzwert für Wirtschaftlichkeit: mindestens 300 kWh/m<sup>2</sup>

## Exkurs: Wärmepumpen

- Die Umwelt bietet **verschiedene Wärmequellen**, die sich eine Wärmepumpe zunutze machen kann: die Umgebungsluft, das Erdreich<sup>1</sup> und das Grundwasser<sup>2</sup>, seltener auch Oberflächengewässer wie Seen oder Flüsse.
- Diese Wärme steht **kostenlos und in unbeschränkter Menge** zur Verfügung. Ihre **Temperatur ist jedoch zu tief**, um diese direkt für die Beheizung von Räumen oder die Warmwasseraufbereitung einsetzen zu können.
- Deshalb bedient sich die Wärmepumpe eines thermodynamischen Prozesses (Joule-Thompson-Phänomen), um die **Umweltwärme auf das Niveau von Heizwärme** zu bringen. Dazu ist der **Einsatz von elektrischer Energie (Strom) notwendig**.<sup>3</sup>
- Der **COP (Coefficient of Performance)** gibt das Verhältnis von Umweltwärme und eingesetztem Strom wieder.
- Typische Werte liegen je nach Wärmepumpe und Ausgangstemperatur der Umweltwärme bei einem **COP von 3 bis 4**.
- Bei einem COP von 3 wird mit Hilfe 1 kWh elektrischer Energie aus 2 kWh Umgebungswärme 3 kWh thermische Energie höheren Temperaturniveaus erzeugt.
- Je Höher der COP, desto effizienter die Wärmepumpe.

Prinzip einer Wärmepumpe<sup>4</sup>



<sup>1</sup> Sole-Wasser-Wärmepumpe

<sup>2</sup> Wasser-Wasser-Wärmepumpe

<sup>3</sup> <https://www.vaillant.ch/privatkunden/ratgeber-heizung/heiztechnologie-verstehen/warmepumpen/funktionsweise-warmepumpe>

<sup>4</sup> <https://www.holzdiesonne.net>

# Wärmepumpen

## Status-Quo

- Aktuell haben nur ca. 3 der 107 Gebäude eine Wärmepumpe

## Luft-Wasser-Wärmepumpen

- Prinzipiell eignet sich jedes Gebäude für den Einbau einer Luft-Wasser-Wärmepumpe (Keine gesetzlichen Mindestabstände, jedoch Einhaltung der Lärmemissionsrichtlinie erforderlich)

## Sole/Wasser-Wasser-Wärmepumpen

- Keine bekannten Einschränkungen wie Wasserschutzgebiete, begrenzte Grabbarkeit oder zu hohes Grundwasser<sup>1</sup>
- Die Hebung des Potenzials von oberflächennaher Geothermie bedarf ausreichend Platz auf dem Grundstück des betroffenen Hauses (vgl. Abb.)
  - Insbesondere bei Reihenhäusern, wie hier im Musikerviertel, kann dies ein Hinderungsgrund darstellen
- Aufgrund des Verfügbaren Platzes sind etwa..
  - ... 30 Gebäude geeignet für Erdwärmesonden
  - ... 23 Gebäude geeignet für Grundwasserbrunnen
  - ... 6 Gebäude geeignet für Erdwärmekollektoren
- Nahwärmenetze bzw. Nachbarschaftslösungen
  - Gemeinsame Investition einer Nachbarschaft (z.B. ein Stichweg mit rund 10 Reihenhäusern)
  - Bspw. gemeinsame Nutzung eines Grundwasserbrunnens mit Teilen der (Flächen)-Ressourcen und Hebung der Wirtschaftlichkeit

## Freie Flächen



<sup>1</sup> Ggf. kommt es zu einer Einschränkung der Nutzung von oberflächennaher Geothermie aufgrund der Nähe zum ehemaligen Rösler-Gelände und einer dortigen Verunreinigung des Untergrunds.

# Wärmenetz

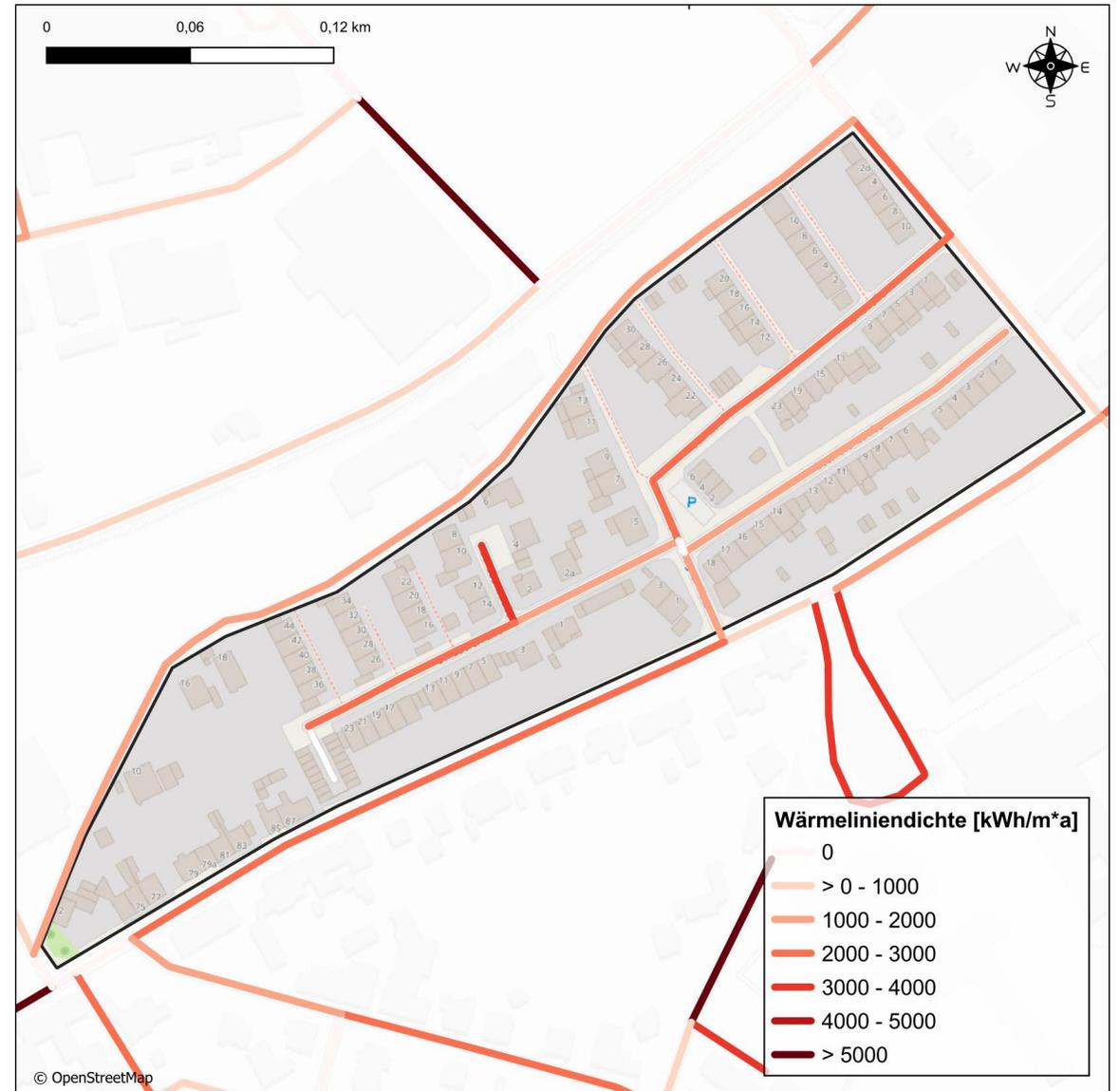
## Potenzialkriterien

- Technikkatalog Baden-Württemberg:
  - Mindestwärmeliniendichte von 3.000 kWh/(m\*a)
- Aktuelle Analysen weisen bei der hier zugrunde gelegten Methodik auf deutlich höhere Grenzwerte hin ( $\geq 4.000$  kWh/(m\*a), teilweise  $\geq 5.000$  kWh/(m\*a)).

## Wärmeliniendichte im Musikerviertel

- In den meisten Straßenabschnitten beträgt die Wärmeliniendichte lediglich 1.000 – 3.000 kWh/m\*a
  - Kein Potenzial für ein Wärmenetz im betrachteten Gebiet

## Wärmeliniendichte



3

# Musikerviertel

Zukünftige Wärmeversorgung

# Zukünftige Wärmeversorgung

## Versorgungsart

- Für das Musikerviertel eignet sich zukünftig eine **dezentrale Wärmeversorgung**
- Keine ausreichende Wärmedichte um ein Wärmenetz wirtschaftlich zu betreiben
- Aufgrund des begrenzten verfügbaren Platzes auf den einzelnen Grundstücken eignen sich insbesondere **Luft-Wasser-Wärmepumpen**

## Auswirkungen

- Hoher Beitrag zur sozialen Nachhaltigkeit, da künftige Generationen von besser sanierten Gebäuden sowie geringeren Emissionen profitieren
- Keine unmittelbaren lokalen Auswirkungen auf Umwelt- und Naturschutz
- Überregional betrachtet wird durch Senkung der Treibhausgasemissionen ein Beitrag zum Umwelt- und Naturschutz geliefert



# Kosten und Akzeptanz

## Kosten (Exemplarisches Reihenhaus)

- Teilsanierung
  - ~25.000 € (Förderanteil von 20 % berücksichtigt)
- Wärmepumpe
  - ~10.000 € (Förderanteil von 50 % berücksichtigt)

## Akzeptanz

+	-
Mittel- bis langfristig günstigere Wärmeversorgung	Hohe Investitionskosten
Keine Abhängigkeit vom Gasimport	"Neue" Technologie
Regionale Wertschöpfung	
Beitrag zur sozialen Nachhaltigkeit	

- Insbesondere hohe Investitionskosten gefährden die Akzeptanz von Wärmepumpen
- Notwendigkeit Informationsveranstaltungen und Beratungsstellen im Rahmen der Umsetzungsmaßnahmen einzuplanen

## Fokusgebiet Musikerviertel



# Sternenviertel

Status-Quo

4

# Übersicht Sternenviertel

## Lage

- Das betrachtete Fokusgebiet liegt in Schwalmtal-Amern zwischen den Straßen Saturnweg, Geneschen, Sternstraße und Merkurweg
- Es verdankt seinen Namen den Straßennamen, die nach Sternen und Planeten benannt sind

## Fläche

- 5,1 Hektar

## Gebäudestruktur

- Ausschließlich Wohngebäude
- Mischung aus Einfamilien-, Reihen- und Mehrfamilienhäusern
- Gebäude größtenteils nach 1970 errichtet

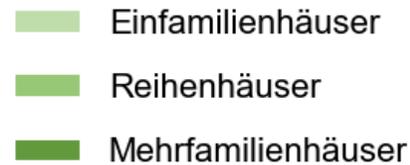
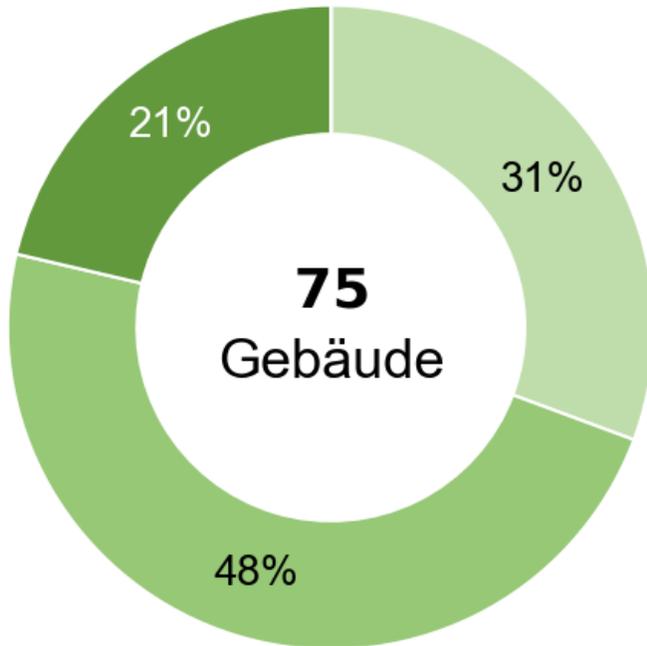
**Sternenviertel als Beispiel für den Transformationspfad der Wärmeversorgung einer Reihenhaussiedlung in Schwalmtal**

## Fokusgebiet Musikerviertel

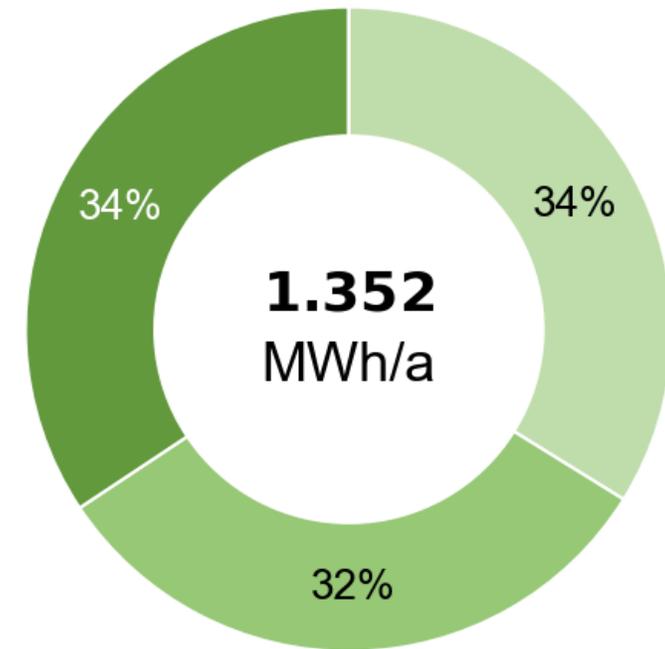


## Gebäudetypen

### Anzahl der Gebäudetypen



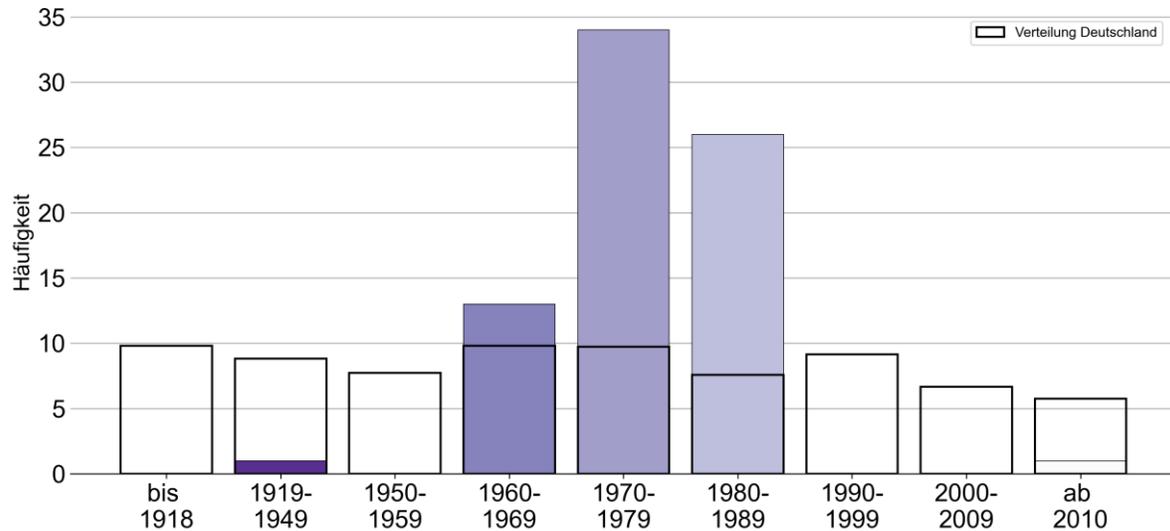
### Wärmebedarf der Gebäudetypen



- Einfamilienhäuser: Freistehende Wohngebäude oder Doppelhaushälften mit einer Wohneinheit
- Reihenhäuser: Wohngebäude mit zwei Nachbarn oder am Ende einer Häuserreihe mit einer Wohneinheit
- Mehrfamilienhäuser: Wohngebäude mit mehreren Wohneinheiten und weniger als 1000 Quadratmeter Wohnfläche
- Große Mehrfamilienhäuser: Wohngebäude mit mehreren Wohneinheiten und mehr als 1000 Quadratmeter Wohnfläche

# Baualtersklassen

Verteilung der Baualtersklassen



- In der Literatur existiert keine einheitliche Einteilung von Baualtersklassen. Hier wurde die Einteilung gemäß Zensus gewählt, wobei Gebäude ab 2010 gebaut wurden hier nicht weiter differenziert werden
- Die gebäudescharfen Informationen der Baujahre wurden aus der NRW-Wärmestudie (2024) übernommen
- Bis auf vier Gebäude wurde alle Gebäude vor 1980 errichtet
- Nur wenige der Gebäude wurden **vor 1970** gebaut, also vor der Einführung der Energieeinsparverordnung (EnEV)

## Fokusgebiet Sternenviertel

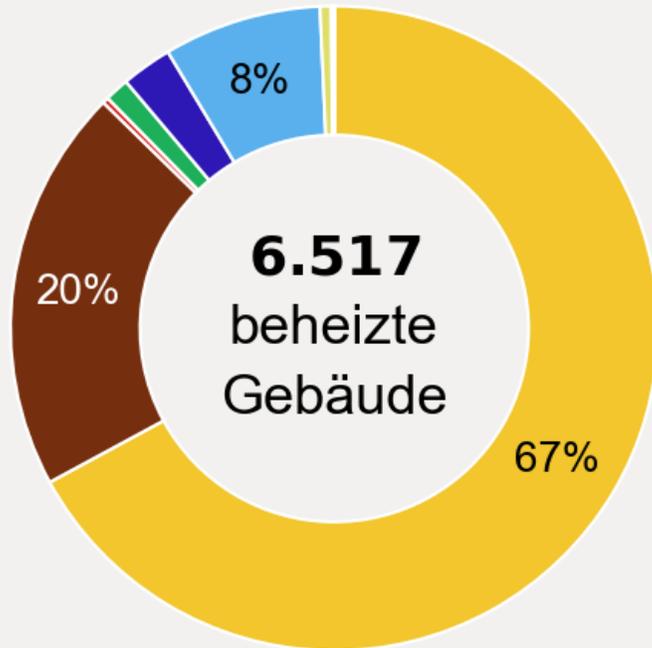


\* Zensus 2022

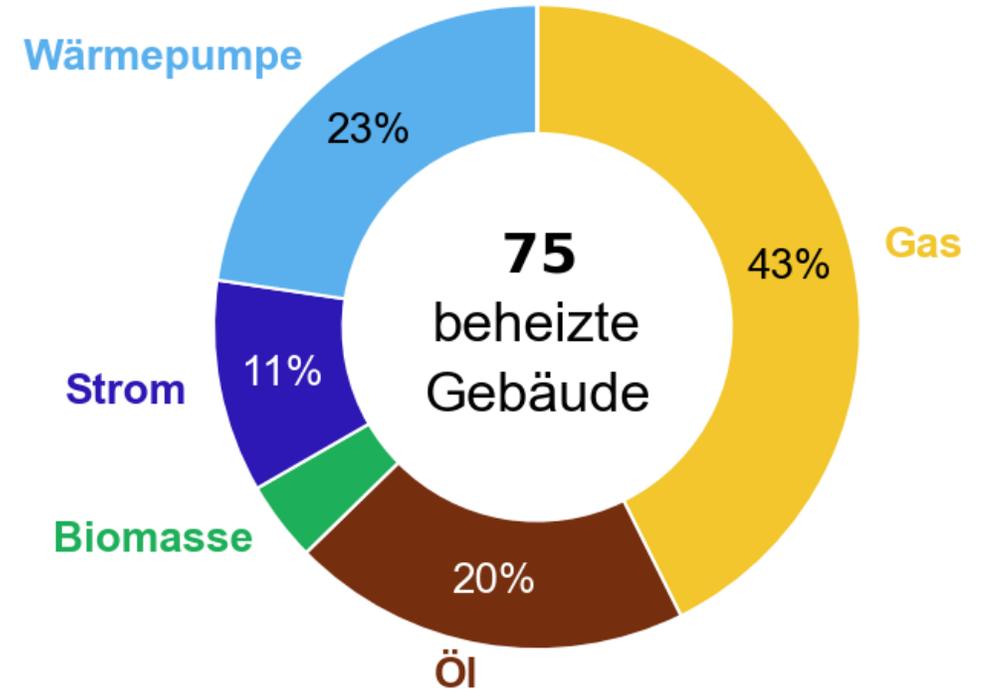
# Heizungsverteilung

Dargestellt ist der Anteil der Gebäude, der über die jeweilige Heiztechnologie primär beheizt wird

So heizt  
Schwalmtal

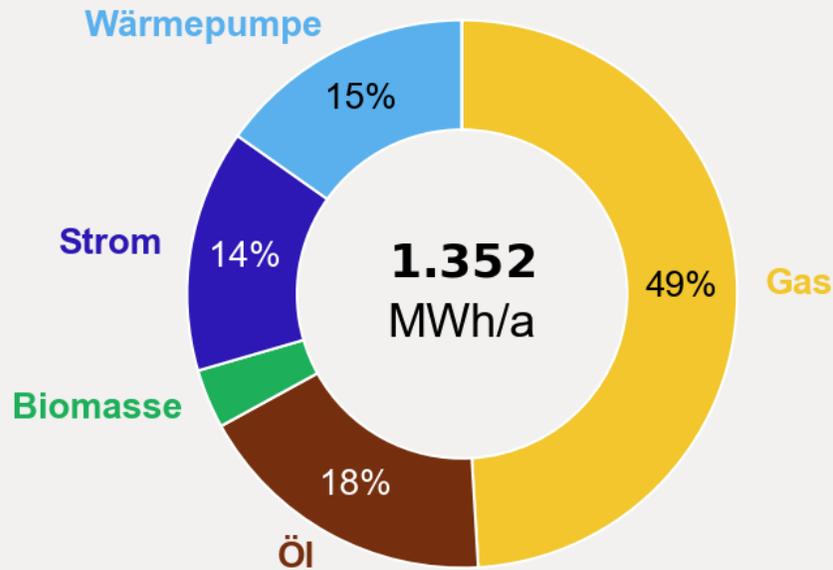


So heizt das  
Sternenviertel

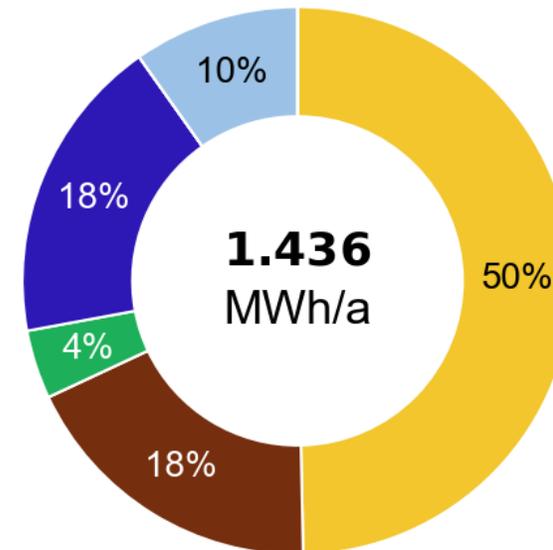


# Heizungen und Wärmebedarf

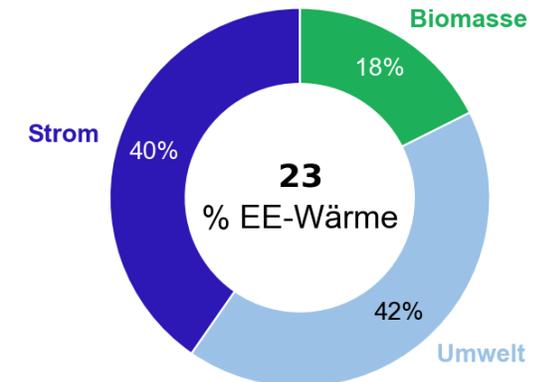
## Bereitgestellte Nutzenergie



## Endenergie



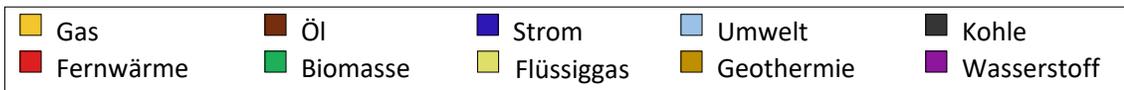
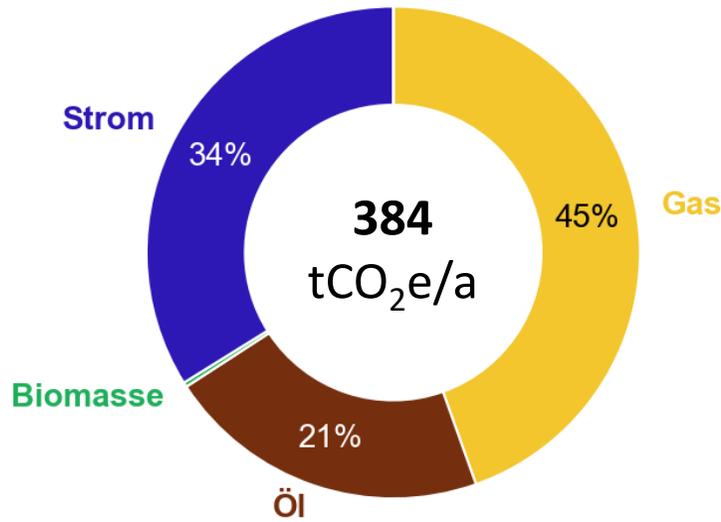
## Erneuerbare Wärme



- Die Endenergie umfasst im Gegensatz zum reinen Wärmebedarf auch Energie, die bei der Umwandlung in Nutzenergie (Wärmebedarf) verloren geht
- 23 %** Anteil erneuerbarer Energien (Solarthermie, Biomasse sowie Umwelt- und Geothermiewärme)

# Emissionen

## Emissionen

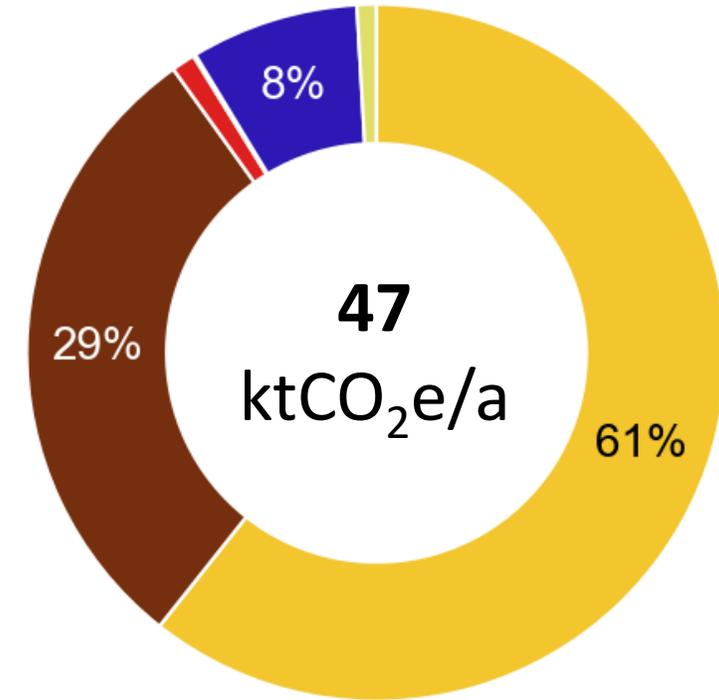


- Die dargestellten Emissionen sind CO<sub>2</sub>-Äquivalente und beinhalten auch die Emissionen der Vorketten

### Emissionsfaktoren [kgCO<sub>2</sub>e/kWh]

- Gas: 0,240
- Öl: 0,310
- Fernwärme: 0,156
- Biomasse: 0,020
- Strom: 0,499\*
- Flüssiggas: 0,276

## Emissionen in Schwalmtal

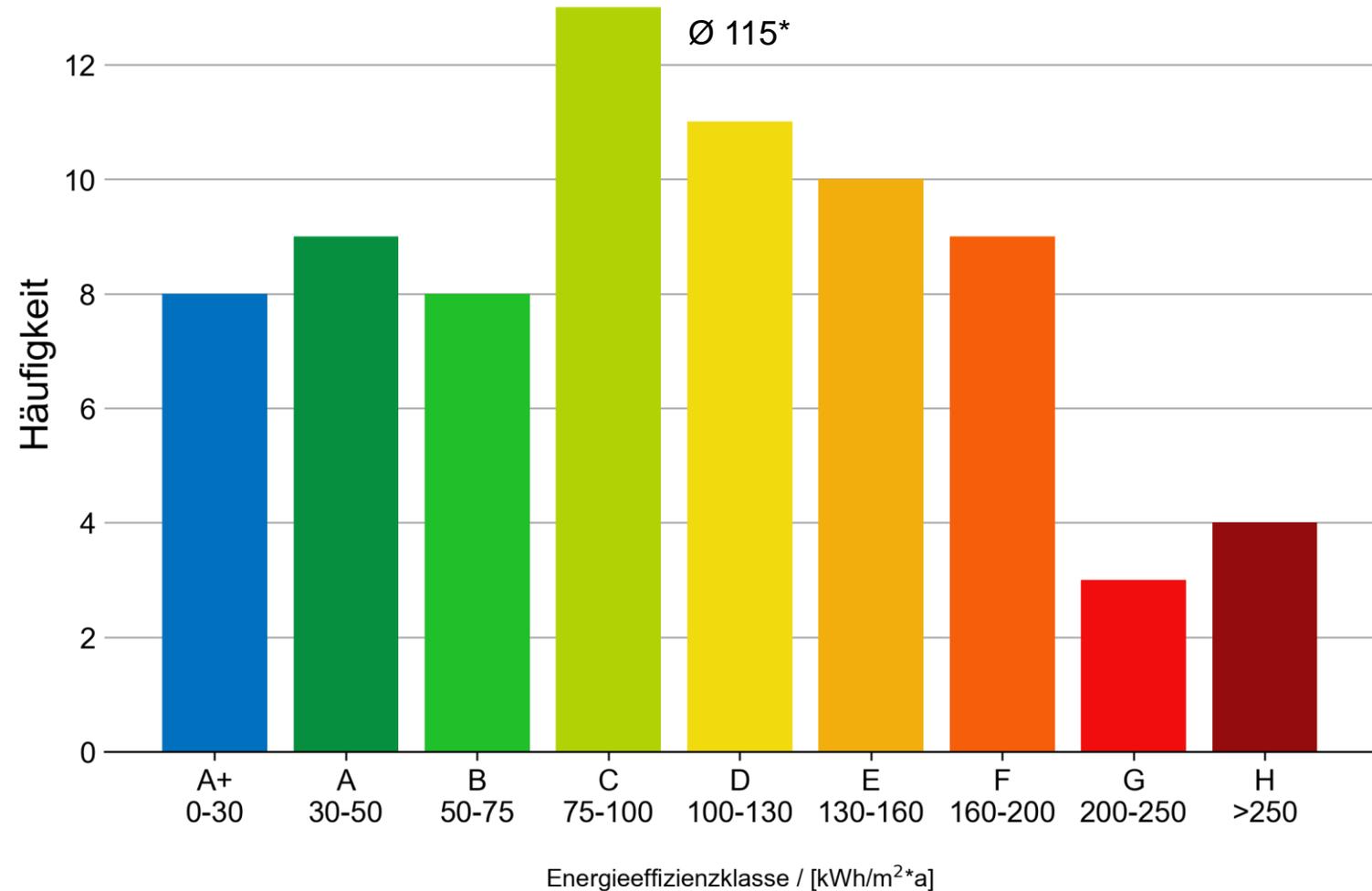


\* KWW Technikkatalog Stand Juni 2024

## Spezifischer Endenergieverbrauch

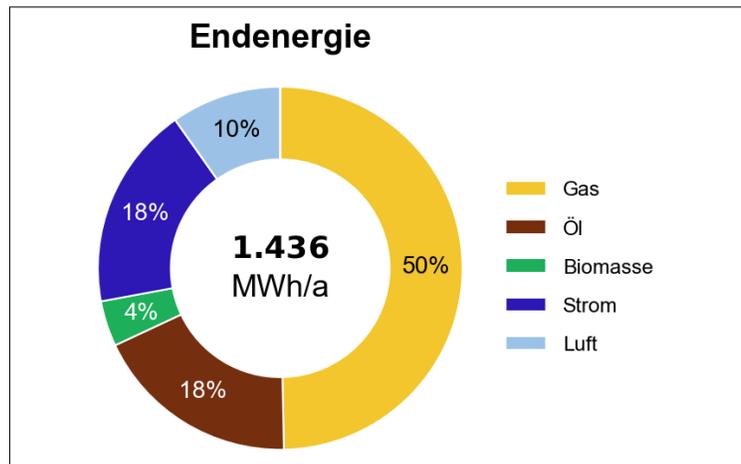
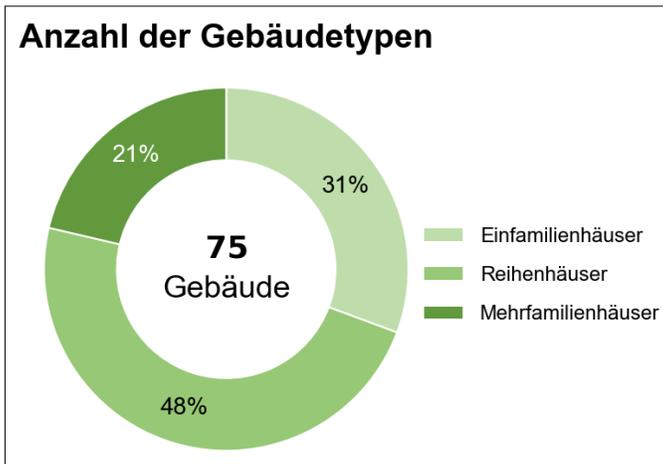
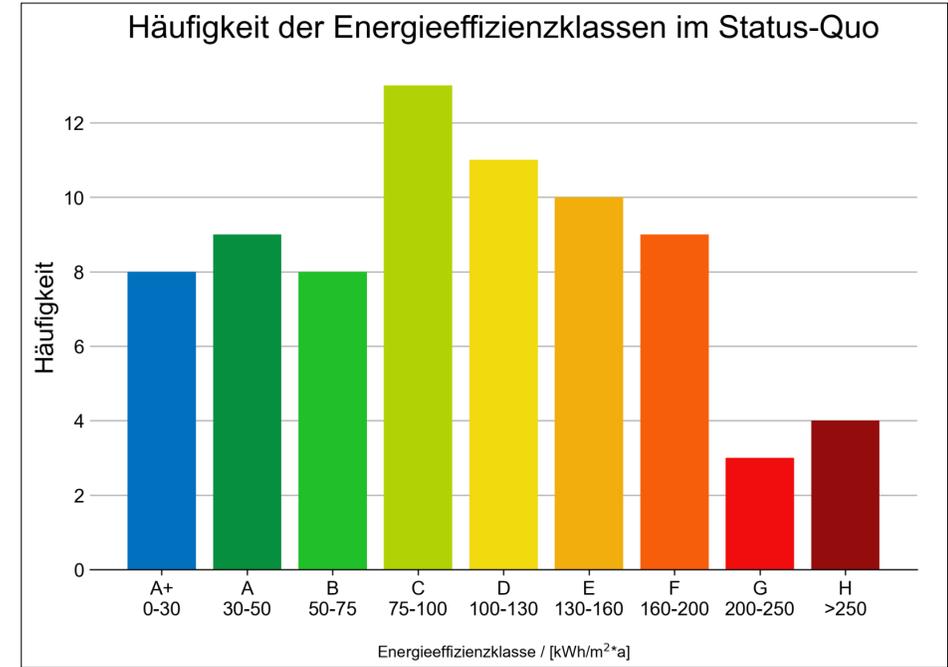
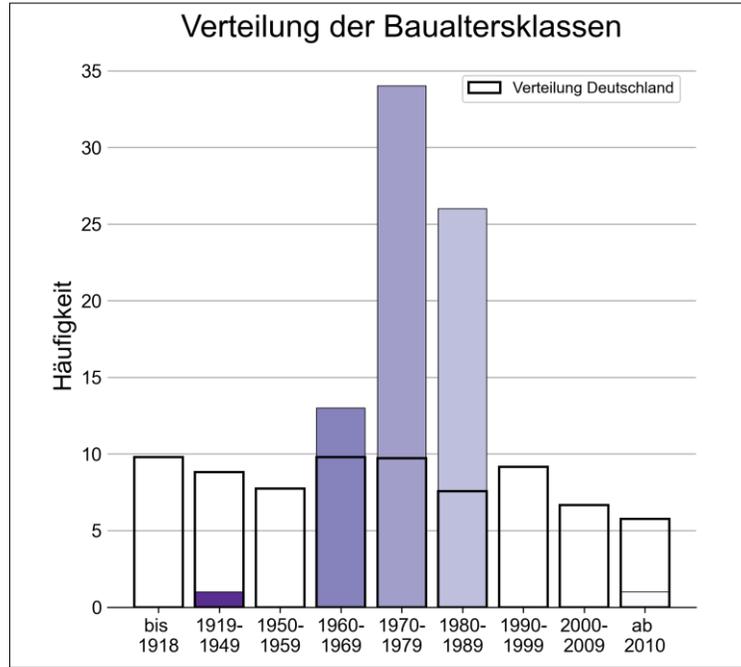
- Spezifischer Endenergieverbrauch je Gebäude bezogen auf Referenzklima (vgl. Gebäudeenergieausweis)
- Die Berechnung der Energieeffizienzklassen basiert auf §20 Absatz 40 des GEG. Dabei wird der Anteil aus Solarstrahlung und Umweltwärme (einschließlich Geothermie) nicht zum Endenergiebedarf gezählt, der als Grundlage für die Bestimmung der Energieeffizienzklasse dient.
- Durch die hohe Effizienz von Wärmepumpen ist der verbleibende Endenergiebedarf gemäß Gebäudeenergieausweis so gering, dass ein Großteil der mit Wärmepumpen versorgten Gebäude in die Klassen A und A+ fallen.
- Alle Gebäudesektoren berücksichtigt (ohne Prozesswärme)
- Der spezifische Endenergieverbrauch im Musikerviertel ist um  $19 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{a}$  geringer als der Durchschnitt Schwalmtals

## Häufigkeit der Energieeffizienzklassen im Status-Quo



\*Raumwärme + Warmwasser

# Zusammenfassung



- ### Sternenviertel
- 75 Gebäude, ausschließlich Wohngebäude
  - Durchmischte Wohngebäudetypen
  - Überwiegende Baualtersklassen nach 1970 mit durchschnittlichem Sanierungspotenzial
  - Wärmeversorgung von Gas und Öl dominiert, jedoch auch bereits 23 % erneuerbare Energien

5

# Sternenviertel

Potenziale

# Sanierungspotenzial

## Status-Quo

- Wärmebedarf im Sternenviertel: **1,35 GWh/a**

## Einsparpotenzial

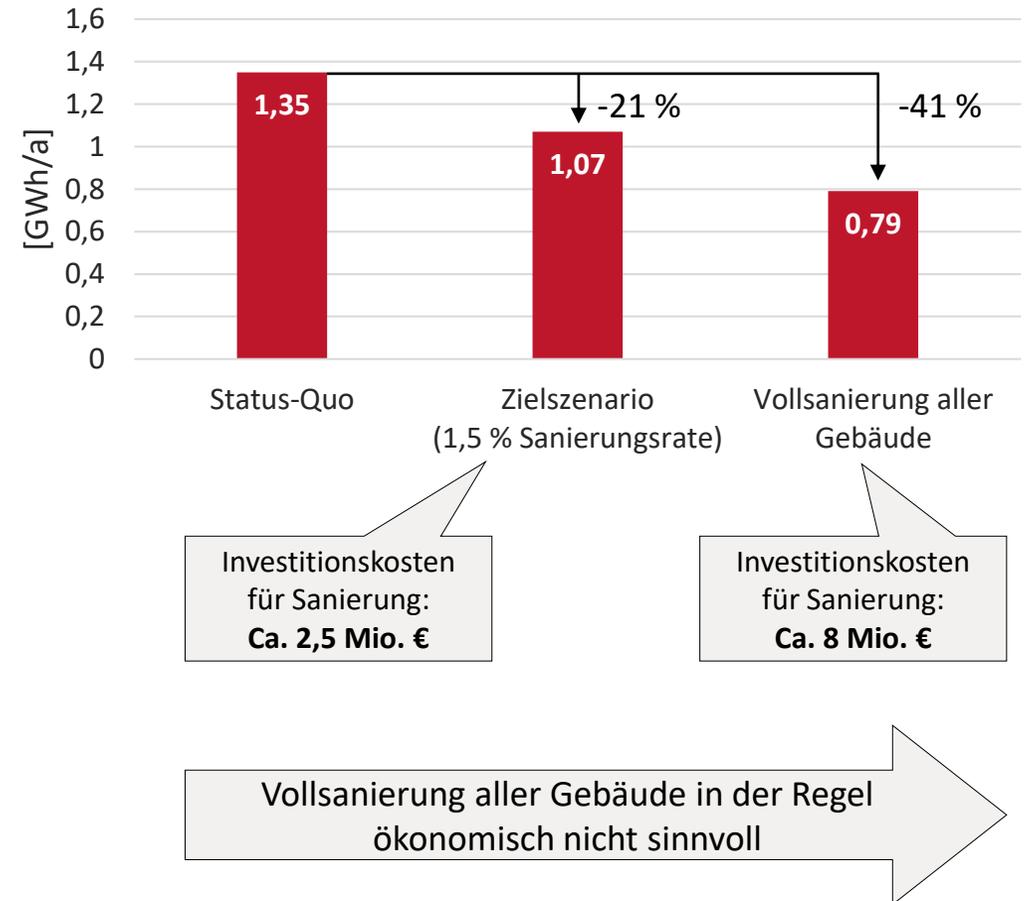
- Alle angenommenen Teil- und Vollsanierungen orientieren sich im Folgenden am Sanierungsstandard KWF 70
- Erwartete Einsparungen im Zielszenario: **21 %**
  - Teil- und Vollsanierungen je nach Wirtschaftlichkeit
  - Investitionskosten von ca. **2,5 Mio. €** (Ohne Förderung)
  - Auch zum Erreichen dieses Ziels sollten Maßnahmen im Rahmen der Umsetzungsstrategie definiert werden
- Maximale Einsparungen: **41 %**
  - Vollsanierung aller Gebäude
  - Investitionskosten von ca. **8 Mio. €** (Ohne Förderung)

## Wirtschaftlichkeit

- Förderung von Sanierungsmaßnahmen von üblicherweise 10-30 %
- Bei einer Vollsanierung aller Gebäude entstehen jährliche Einsparungen bei den Betriebskosten von ca. 33.000 €<sup>1</sup>
- Aufgrund der hohen Investitionskosten amortisiert sich die Vollsanierung aller Gebäude erst nach > 100 Jahren (auch mit Förderung)

<sup>1</sup> Annahmen: Kosten Wärmepumpenstrom 25 ct/kWh; Durchschnittliche Jahresarbeitszahl 3 (Vollsanierung 3,5)

## Wärmebedarf



# Solarthermie und Photovoltaik

## Status-Quo

- Aktuell haben ca. 8 der 75 Gebäude eine PV- oder Solarthermieanlage<sup>1</sup>
- Hoher Anteil der Dachflächen mit Ausrichtung nach Nord-Ost/Süd-West
  - Süd-West Flächen eignen sich tendenziell besonders für den Eigenverbrauch am Nachmittag bzw. frühen Abend
- 4.100 m<sup>2</sup> Dachflächenpotenzial (unter Berücksichtigung von Dachgauben, Schornsteinen, etc.)

## Photovoltaik

- Potenzial für 840 kWp installierte Leistung<sup>2</sup>
- Potenzial für 750 MWh/a erzeugbaren Strom<sup>2</sup>

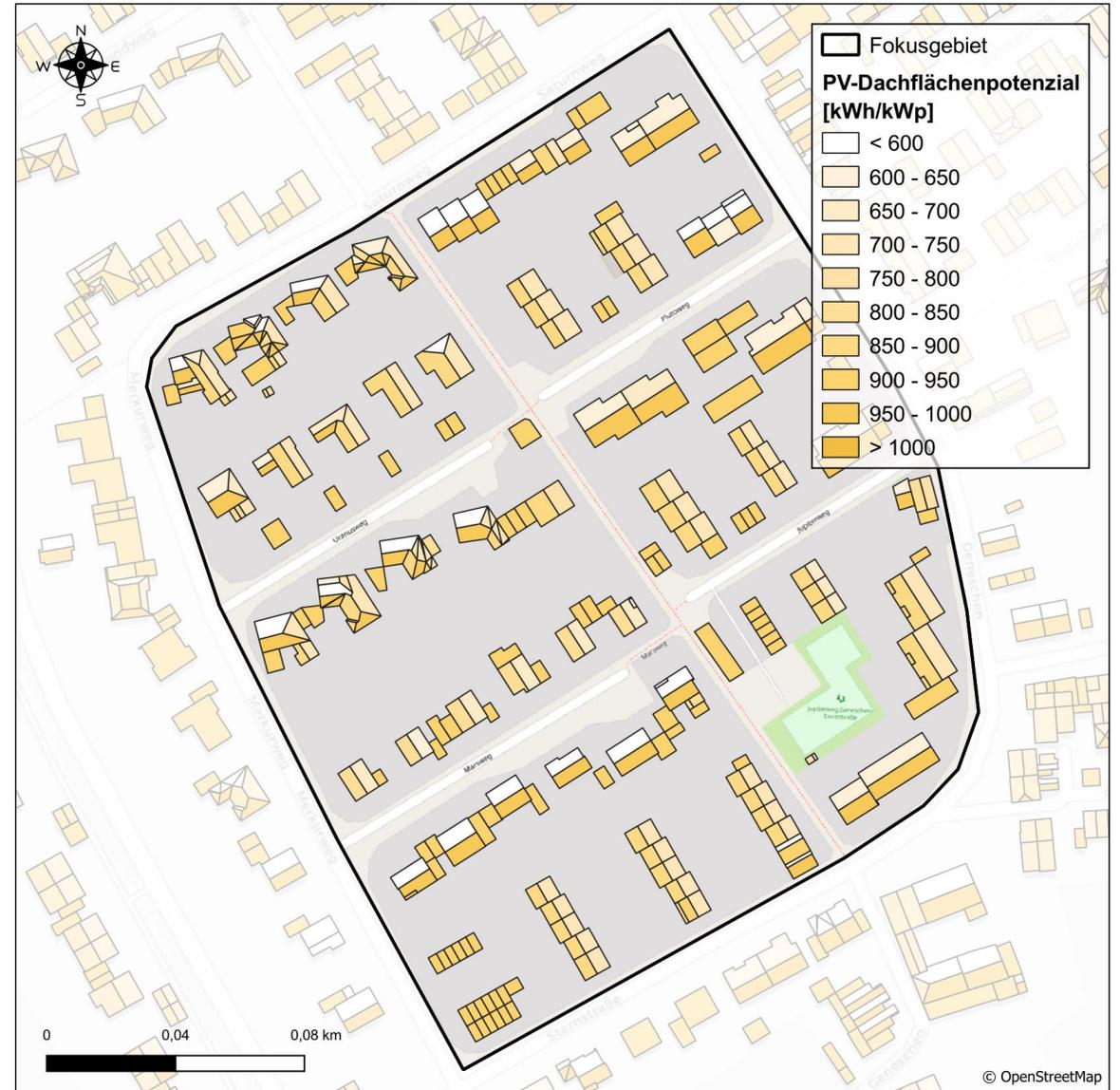
## Solarthermie

- Potenzial für 1.720 MWh erzeugbare Wärme<sup>3</sup>
- Großteil der Wärme wird im Sommer erzeugt, wenn kaum Bedarf besteht

## Wirtschaftlichkeit

- Dachflächen-Solarthermieanlagen stehen in Flächenkonkurrenz mit PV-Anlagen, die insbesondere bei vorhandener Wärmepumpe i.d.R. wirtschaftlicher sind

## Photovoltaik-Dachflächenpotenzial



<sup>1</sup> Quelle: Digitale Orthophotos 2024: <https://www.bezreg-koeln.nrw.de/geobasis-nrw/produkte-und-dienste/luftbild-und-satellitenbildinformationen/aktuelle-luftbild-und-0>

<sup>2</sup> Angenommener Grenzwert für Wirtschaftlichkeit: mindestens 800 kWh/kWp

<sup>3</sup> Angenommener Grenzwert für Wirtschaftlichkeit: mindestens 300 kWh/m<sup>2</sup>

# Wärmepumpen

## Status-Quo

- Aktuell haben bereits ca. 17 der 75 Gebäude eine Wärmepumpe

## Luft-Wasser-Wärmepumpen

- Prinzipiell eignet sich jedes Gebäude für den Einbau einer Luft-Wasser-Wärmepumpe (Keine gesetzlichen Mindestabstände, jedoch Einhaltung der Lärmemissionsrichtlinie erforderlich)

## Sole/Wasser-Wasser-Wärmepumpen

- Keine bekannten Einschränkungen wie Wasserschutzgebiete, begrenzte Grabbarkeit oder zu hohes Grundwasser
- Die Hebung des Potenzials von oberflächennaher Geothermie bedarf ausreichend Platz auf dem Grundstück des betroffenen Hauses (vgl. Abb.)
  - Insbesondere bei Reihenhäusern, wie hier im Musikerviertel, kann dies ein Hinderungsgrund darstellen
- Aufgrund des Verfügbaren Platzes sind etwa..
  - ... 42 Gebäude geeignet für Erdwärmesonden
  - ... 45 Gebäude geeignet für Grundwasserbrunnen
  - ... 14 Gebäude geeignet für Erdwärmekollektoren
- Nahwärmenetze bzw. Nachbarschaftslösungen
  - Gemeinsame Investition einer Nachbarschaft (z.B. ein Stichweg mit rund 10 Reihenhäusern)
  - Bspw. gemeinsame Nutzung eines Grundwasserbrunnens mit Teilen der (Flächen)-Ressourcen und Hebung der Wirtschaftlichkeit

## Freie Flächen



# Wärmenetz

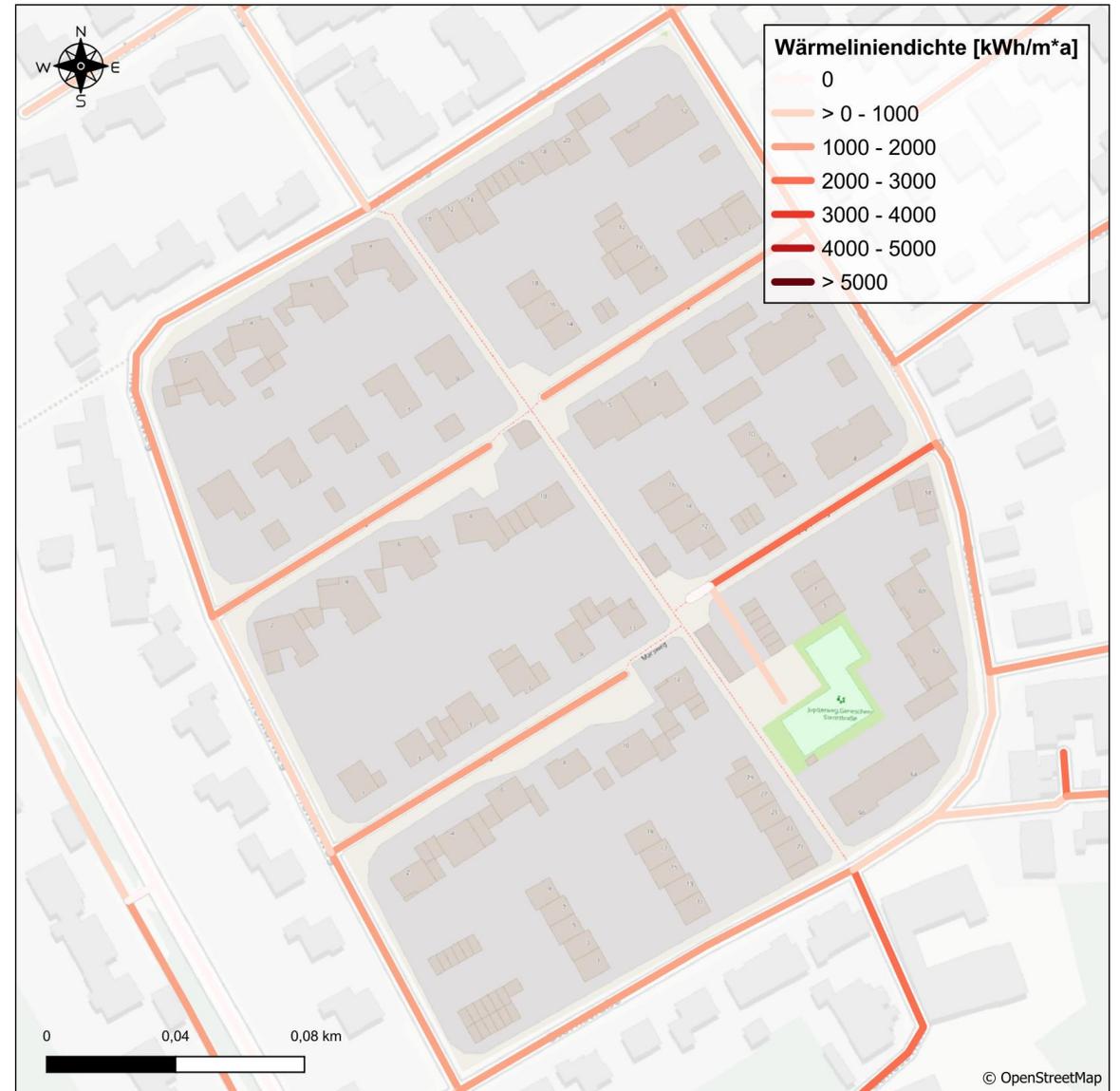
## Potenzialkriterien

- Technikkatalog Baden-Württemberg:
  - Mindestwärmeliniendichte von 3.000 kWh/(m\*a)
- Aktuelle Analysen weisen bei der hier zugrunde gelegten Methodik auf deutlich höhere Grenzwerte hin ( $\geq 4.000$  kWh/(m\*a), teilweise  $\geq 5.000$  kWh/(m\*a)).

## Wärmeliniendichte im Sternenviertel

- In den meisten Straßenabschnitten beträgt die Wärmeliniendichte lediglich 1.000 – 2.000 kWh/m\*a
  - Kein Potenzial für ein Wärmenetz im betrachteten Gebiet

## Wärmeliniendichte



6

# Sternenviertel

Zukünftige Wärmeversorgung

# Zukünftige Wärmeversorgung

## Versorgungsart

- Für das Sternenviertel eignet sich zukünftig eine **dezentrale Wärmeversorgung**
- Keine ausreichende Wärmedichte um ein Wärmenetz wirtschaftlich zu betreiben
- Neben **Luft-Wasser-Wärmepumpen** können sich insbesondere für die großen Einfamilienhäuser oder Mehrfamilienhäuser auch Sole-Wasser- sowie Wasser-Wasser-Wärmepumpen eignen

## Auswirkungen

- Hoher Beitrag zur sozialen Nachhaltigkeit, da künftige Generationen von besser sanierten Gebäuden sowie geringeren Emissionen profitieren
- Keine unmittelbaren lokalen Auswirkungen auf Umwelt- und Naturschutz
- Überregional betrachtet wird durch Senkung der Treibhausgasemissionen ein Beitrag zum Umwelt- und Naturschutz geliefert



## Kosten und Akzeptanz

### Kosten (Exemplarisches Einfamilienhaus)

- Teilsanierung
  - ~35.000 € (Förderanteil von 20 % berücksichtigt)
- Wärmepumpe
  - ~12.500 € (Förderanteil von 50 % berücksichtigt)

### Akzeptanz

+	-
Mittel- bis langfristig günstigere Wärmeversorgung	Hohe Investitionskosten
Keine Abhängigkeit vom Gasimport	"Neue" Technologie
Regionale Wertschöpfung	
Beitrag zur sozialen Nachhaltigkeit	

- Insbesondere hohe Investitionskosten gefährden die Akzeptanz von Wärmepumpen
- Notwendigkeit Informationsveranstaltungen und Beratungsstellen im Rahmen der Umsetzungsmaßnahmen einzuplanen

### Fokusgebiet Sternenviertel

