Gefördert durch:

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

NATIONALE KLIMASCHUTZ INITIATIVE

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

GEISENHEIM
BILDUNG | KULTUR | WEIN

# Kommunaler Wärmeplan

## der Hochschulstadt Geisenheim

Ergebnisbericht der Kommunalen Wärmeplanung
für die Hochschulstadt Geisenheim

07.11.2025

GEISENHEIM
BILDUNG | KULTUR | WEIN

Syna
Energie.Besser.Machen.

HORIZONTE GROUP

# Inhaltsverzeichnis

**Tabellenverzeichnis** ..... **5**

**Abbildungsverzeichnis** ..... **6**

**Abkürzungsverzeichnis** ..... **6**

**Vorbemerkung** ..... **11**

**1 Vorwort zum Projekt** ..... **12**

**1.1 Datenerhebung** ..... **13**

1.1.1 Vorgehensweise ..... 13

1.1.2 Datenaufbereitung ..... 14

1.1.3 Datenqualität ..... 14

**2 Eignungsprüfung** ..... **15**

**2.1 Ausgangslage und Gebäudestruktur** ..... **15**

**2.2 Bestehende Wärmenetze und lokale Potenziale** ..... **15**

**2.3 Siedlungsstruktur und Wärmeliniendichte** ..... **15**

**2.4 Perspektiven für Wasserstoffnutzung** ..... **15**

**2.5 Ergebnis der Eignungsprüfung** ..... **16**

**3 Bestandsanalyse** ..... **17**

**3.1 Ziele der Bestandsanalyse** ..... **17**

**3.2 Gebäude- und Siedlungstypen** ..... **18**

**3.3 Energieverbrauchs- oder Energiebedarfserhebungen** ..... **23**

**3.4 Heizungsalter** ..... **27**

**3.5 Sanierungsstand der Gebäude** ..... **28**

**3.6 Wärme- und Kälteinfrastruktur – Gasnetze** ..... **30**

**3.7 Wärme- und Kälteinfrastruktur - Wärmenetze** ..... **30**

**4 Potenzialanalyse** ..... **31**

**4.1 Potenziale zur Energieeinsparung durch Senkung des Wärmebedarfs** ..... **31**

**4.2 EE-Potenziale und Abwärme** ..... **34**

4.2.1 Geothermie ..... 35

4.2.2 Umweltwärme ..... 42

4.2.3 Solarthermie ..... 52

4.2.4 Abwärme aus Industrie, Gewerbe bzw. öffentlicher Liegenschaften ..... 56
4.2.5 Biomasse ..... 57
4.2.6 Großwärmespeicher ..... 60
4.2.7 Power-to-X (Windkraft & PV) ..... 61
4.2.8 Regionale Stoffkreisläufe (ohne biogene Abfälle) ..... 63
**5 Zielszenario und Entwicklungspfade ..... 64**
**5.1 Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete ..... 64**
5.1.1 Einteilung in Wärmenetzgebiete ..... 65
5.1.2 Einteilung in Wasserstoffnetzgebiete ..... 69
5.1.3 Einteilung in Prüfgebiete ..... 69
5.1.4 Einteilung Einzelversorgungsgebiete ..... 73
5.1.5 Einstufung der voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete ..... 74
**5.2 Kostenprognose in Form von Wärmevollkostenvergleich ..... 76**
**5.3 Ermittlung des Zielszenarios ..... 78**
5.3.1 Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs (Sanierungsszenarien) ..... 78
5.3.2 Entwicklungspfade für die Energieinfrastruktur (Entwicklungsszenarien) ..... 83
**5.4 Zielszenario ..... 87**
5.4.1 Endenergieverbrauch nach Endenergiesektoren ..... 88
5.4.2 Endenergieverbrauch nach Energieträgern ..... 88
5.4.3 Jährliche Emissionen von Treibhausgasen ..... 89
5.4.4 Endenergieverbrauch der Fernwärme nach Energieträgern ..... 90
5.4.5 Anteil Fernwärme am gesamten Endenergieverbrauch der Wärmeversorgung ..... 91
5.4.6 Anzahl der Gebäude mit Anschluss an Wärme- und Gasnetz ..... 92
**6 Strategie und Maßnahmenkatalog ..... 93**
**6.1 Methodik und Vorgehensweise ..... 93**
**6.2 Maßnahmenkatalog ..... 93**
**7 Verstetigungs- und Controllingkonzept ..... 106**
**8 Beteiligungs- und Kommunikationskonzept ..... 111**
**8.1 Beteiligungsprozesse während der Wärmeplanung ..... 111**
**8.2 Kommunikationsstrategie für die Wärmewende in Geisenheim ..... 114**

8.2.1 Ziele der Kommunikationsstrategie.....115

8.2.2 Maßnahmen und Instrumente .....115

**9 Literaturverzeichnis.....116**

# Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: theoretisches Energieeinsparpotenzial durch Gebäudesanierung ..... 31

Tabelle 2: Petrothermales und Hydrothermales Potenzial bis zu einer Tiefe von - 4.000 m ..... 41

Tabelle 3: Mögliche Energiemengen für Dachflächensolarthermie in Geisenheim ..... 55

Tabelle 4: Bewertungsmatrix künftiger Wärmeversorgunggebiete ..... 76

Tabelle 5: Priorisierung verschiedener Sanierungsmaßnahmen ..... 80

Tabelle 6: Entwicklung des Gesamtwärmebedarfs (Nutzenergie) in [GWh/a] bis 2045, Szenario IV ..... 83

Tabelle 7: Quantitative Verteilung der wärmeversorgten Gebäude mit und ohne Heizungsalter ..... 85

Tabelle 8: Umstellung der Heizungen nach Heizungsbaujahr und Gebäudebaujahr ..... 85

Tabelle 9: Umstellmatrix für Wärmenetzeignungsgebiete ..... 86

Tabelle 10: Umstellungsmatrix für Einzelversorgungsgebiete und Prüfgebiete ..... 87

# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schematische Darstellung des regionalen Wasserstoff-Backbones in Nord- und Mittelhessen16

Abbildung 2: Überwiegende Gebäudenutzung nach Baublöcken ..... 19

Abbildung 3: Prozentuale Aufteilung der Gebäudecharakteristik ..... 20

Abbildung 4: Gebäudebestand nach Baualtersklassen ..... 21

Abbildung 5: numerische Verteilung der Baualtersklassen inkl. BISKO-Sektor ..... 22

Abbildung 6: Verteilung der spezifischen Wärmebedarfe auf Baublockebene ..... 23

Abbildung 7: Aufteilung des Wärmebedarfs nach Energieträger ..... 24

Abbildung 8: Verteilung der Wärmeversorgungsarten auf Baublockebene ..... 25

Abbildung 9: Aufteilung des Wärmebedarfs nach Gebäudenutzung ..... 26

Abbildung 10: prozentuale Verteilung der Heizungsanlagen nach Alter ..... 27

Abbildung 11: Sanierungsstände auf Baublockebene ..... 28

Abbildung 12: Sanierungsstatus der Gebäude im Planungsgebiet ..... 29

Abbildung 13: Geografische Verortung des Gasnetzes ..... 30

Abbildung 14: Wärmenetzgebiet in Johannisberg ..... 30

Abbildung 15: Wärmebedarf Nutzenergie nach Gebäudealter und -art ..... 32

Abbildung 16: Sanierungspotenzial Gebäudestand im Untersuchungsgebiet ..... 33

Abbildung 17: Definition der Potenzialbegriffe ..... 34

Abbildung 18: Funktion einer Wärmepumpe innerhalb eines Wärmenetzes ..... 36

Abbildung 19: Hydrogeologische Standortbeurteilung Geisenheim ..... 37

Abbildung 20: Wasserwirtschaftliche Standortbeurteilung Geisenheim ..... 38

Abbildung 21: Beispielfläche für eine oberflächennahe Geothermie ..... 39

Abbildung 22: Beispielrechnung – oberflächennahe Geothermie ..... 40

Abbildung 23: Tiefengeothermie – hydrothermales Potenzial –1000 m ..... 41

Abbildung 24: Wärmeentnahmemöglichkeiten am Rhein ..... 46

Abbildung 25: Wärmeentnahmemöglichkeiten Abwasser ..... 47

Abbildung 26: Luftbild der Lage der Rüdesheimer Klärwerke ..... 49

Abbildung 27: Möglicher Leitungsverlauf von den Rüdesheimer Klärwerken nach Geisenheim ..... 49
Abbildung 28: Abwassertemperatur und Durchfluss der Kläranlage Geisenheim ..... 50
Abbildung 29: Vergleich der unterschiedlichen Optionen zur Wärmeentnahme am Standort Geisenheim 51
Abbildung 30: Gebietseinschränkungen (Zulässigkeit von Freiflächen-PV als Indikator für Solarthermie) 53
Abbildung 31: Solarthermiepotenzial - Beispielrechnung ..... 54
Abbildung 32: Geeignete Dachflächen für Solarthermie in Geisenheim ..... 55
Abbildung 33: Inhalte der Plattform für Abwärme nach Energieeffizienzgesetz ..... 57
Abbildung 34: Flächenintensität verschiedener (nachhaltiger) Wärmeenergiequellen (exemplarisch) ..... 59
Abbildung 35: theoretisches Potenzial aus Agrar- und Waldflächen ..... 60
Abbildung 36: Übersicht verschiedener Power-to-X Prozesse ..... 62
Abbildung 37: Kriterium A - Wärmeliniendichten im Planungsgebiet ..... 66
Abbildung 38: Kriterium B - Kommunale Gebäude im Planungsgebiet ..... 67
Abbildung 39: Wärmeliniendichte im WNEG ‚Kernstadt' ..... 68
Abbildung 40: Wärmeliniendichte im WNEG ‚Johannisberg' ..... 69
Abbildung 41: Gebäudeumrisse im Gebiet der Kernstadt Geisenheim ..... 70
Abbildung 42: Wärmeliniendichte im Ort Stephanshausen ..... 71
Abbildung 43: Wärmeliniendichte im Stadtteil Schlossheide ..... 72
Abbildung 44: Wärmeliniendichte im Prüfgebiet ‚Marienthal' ..... 73
Abbildung 45: Marktpreisniveau GEG-konforme Heizung im durchschn. Einfamilienhaus ..... 76
Abbildung 46: Entwicklung des Gesamtwärmebedarfs in [GWh/a] bis 2045, Szenarien I-III ..... 79
Abbildung 47: Sanierung der Gebäudeklassen H (dunkelrot) bis zum Jahr 2030 ..... 81
Abbildung 48: Sanierung der Gebäudeklassen G (rot) bis zum Jahr 2035 ..... 81
Abbildung 49: Sanierung der Gebäudeklassen F (orange) bis zum Jahr 2040 ..... 82
Abbildung 50: Sanierung der Gebäudeklassen H (gelb-orange) bis zum Jahr 2045 ..... 82
Abbildung 51: Entwicklung des Gesamtwärmebedarfs (Nutzenergie) in [GWh/a] bis 2045, Szenario IV ..... 83
Abbildung 52: Endenergieverbrauch nach Endenergiesektoren ..... 88
Abbildung 53: Endenergieverbrauch nach Energieträgern ..... 89
Abbildung 54: Jährliche Emissionen von Treibhausgasen ..... 90

Abbildung 55: Endenergieverbrauch der Fernwärme nach Energieträgern ..... 91

Abbildung 56: Anteil Fernwärme am gesamten Endenergieverbrauch der Wärmeversorgung ..... 91

Abbildung 57: Anzahl der Gebäude mit Anschluss an Wärme- und Gasnetz sowie dezentrale Versorgungslagen 92

Abbildung 58: „SMARTe“ Ziele zur Kontrolle der Zielerreichung ..... 108

Abbildung 59: Einfluss-Interessen-Matrix der Akteursanalyse ..... 112

Abbildung 60: Ergebnisse der Online-Umfrage ..... 113

Abbildung 61: Ergebnisse des Austauschs ..... 114

Abbildung 62: Fotos aus der Veranstaltung ..... 114

# Abkürzungsverzeichnis

| Abkürzung | Bedeutung |
|---|---|
| AGFW | Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V. |
| ALKIS | Amtliches Liegenschaftskataster-Informationssystem |
| BAFA | Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle |
| BBergG | Bundesberggesetz |
| BEG | Bundesförderung für effiziente Gebäude |
| BEW | Bundesförderung für effiziente Wärmenetze |
| BFEE | Bundesstelle für Energieeffizienz (im BAFA) |
| BHKW | Blockheizkraftwerk |
| BISKO | Bilanzierungs-Systematik Kommunal |
| BMWK | Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz |
| $CH_4$ | Methan |
| $CO_2$ | Kohlendioxid |
| DN | Nenndurchmesser (z. B. von Rohrleitungen) |
| EE | Erneuerbare Energien |
| EEG | Erneuerbare-Energien-Gesetz |
| EnEFG | Energieeffizienzgesetz |
| EnEV | Energieeinsparverordnung (historisch) |
| GEG | Gebäudeenergiegesetz |
| GHD | Gewerbe, Handel, Dienstleistungen |
| GIS | Geoinformationssystem |
| GWh | Gigawattstunde |
| $H_2$ | Wasserstoff |
| HLNUG | Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie |

| Abkürzung | Bedeutung |
|---|---|
| HQSG | Heilquellenschutzgebiet |
| i. d. R. | in der Regel |
| JAZ | Jahresarbeitszahl |
| kW | Kilowatt |
| kWh | Kilowattstunde |
| KWK | Kraft-Wärme-Kopplung |
| KWP | Kommunale Wärmeplanung |
| LEA | LandesEnergieAgentur Hessen |
| MIDAL | Mitte-Deutschland-Anbindungsleitung |
| MNQ | Mittlerer Niedrigwasserabfluss |
| $m^2$ | Quadratmeter |
| $m^3$ | Kubikmeter |
| NKI | Nationale Klimaschutzinitiative |
| OGE | Open Grid Europe |
| OGewV | Oberflächengewässerverordnung |
| PtG | Power-to-Gas |
| PtH | Power-to-Heat |
| PtX | Power-to-X |
| PV | Photovoltaik |
| THG | Treibhausgas |
| TrinkwV | Trinkwasserverordnung |
| vbh | Vollbenutzungsstunden |
| VDI | Verein Deutscher Ingenieure |
| WNEG | Wärmenetzeignungsgebiet |
| WP | Wärmepumpe |
| WPG | Wärmeplanungsgesetz (Bund) |

# Vorbemerkung

| **Auftraggeber:** | **Auftragnehmer:** | | |
|---|---|---|---|
| GEISENHEIM<br>BILDUNG \| KULTUR \| WEIN | Syna<br>Energie.Besser.Machen. | HORIZONTE<br>GROUP | ENEKA<br>ENERGIEKARTOGRAFIE |
| | Syna GmbH | HORIZONTE-Group GmbH | ENEKA Energie & Karten GmbH |
| **Hochschulstadt Geisenheim** | **Projektleitung und -koordination** | **Ingenieurbüro** | **Digitaler Zwilling** |
| Rüdesheimer Str. 48<br>65366 Geisenheim | Ludwigshafener Straße 4<br>65929 Frankfurt am Main | Mittelstraße 11<br>40789 Monheim am Rhein | Richard-Wagner-Straße 1a<br>18055 Rostock |

Die Durchführung der kommunalen Wärmeplanung der Hochschulstadt Geisenheim wurde gefördert im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative (NKI).

Mit der Nationalen Klimaschutzinitiative initiiert und fördert das Bundesumweltministerium seit 2008 zahlreiche Projekte, die einen Beitrag zur Senkung der Treibhausgasemissionen leisten. Ihre Programme und Projekte decken ein breites Spektrum an Klimaschutzaktivitäten ab: Von der Entwicklung langfristiger Strategien bis hin zu konkreten Hilfestellungen und investiven Fördermaßnahmen. Diese Vielfalt ist ein Garant für gute Ideen.

Die Nationale Klimaschutzinitiative trägt zur Verankerung des Klimaschutzes vor Ort bei. Von ihr profitieren Verbraucherinnen und Verbraucher ebenso wie Unternehmen, Kommunen oder Bildungseinrichtungen.

Gefördert durch:

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

NATIONALE KLIMASCHUTZ INITIATIVE

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

# 1 Vorwort zum Projekt

Die Hochschulstadt Geisenheim liegt im Rheingau-Taunus-Kreis im Süden des Bundeslandes Hessen. Geisenheim grenzt unter anderem an die Stadt Oestrich-Winkel im Osten, den Rhein im Süden sowie Rüdesheim am Rhein im Westen. Das Stadtgebiet umfasst rund 40 km² und die Stadt hat 11.297 Einwohner (31. 03. 2025) [1].

Neben dem Kernstadtbereich gliedert sich Geisenheim in 3 Stadtteile, Johannisberg, Marienthal und Stephanshausen. Das Umland ist vor allem durch Weinbau geprägt, wobei auch zahlreiche kleinere Handwerks- und Gewerbebetriebe zur wirtschaftlichen Struktur beitragen. Die Stadt wird außerdem durch die Hochschule Geisenheim gekennzeichnet, die mit ihren Studien- und Forschungsangeboten im Bereich Weinbau, Gartenbau, Lebensmittelforschung und Umweltwissenschaften ein überregionales Alleinstellungsmerkmal darstellt.

Eine grundlegende Aufgabenstellung bei der Entwicklung des kommunalen Wärmeplans ist es, die Basis für eine Strategie zur langfristigen $CO_2$-neutrale Wärmeversorgung des Gebietes der Stadt bis zum Jahr 2045 zu schaffen. Der kommunale Wärmeplan zeigt dafür den aktuellen Sachstand der Wärmeversorgung sowie verschiedenste Perspektiven der Wärmeversorgung aus erneuerbaren Energiequellen, Abwärme und Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) auf. Über Zwischenstände für die Jahre 2030, 2035 und 2040 wird das klimaneutrale Zielszenario für 2045 entwickelt. Im Wesentlichen gliedert sich die Planerstellung in fünf Hauptphasen:

**Eignungsprüfung**

Identifikation von kommunalen Teilgebieten, die sich mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht für eine Wärmeversorgung durch Wasserstoff- oder Wärmenetze eignen.

**Bestandsanalyse**

Erhebung des aktuellen Wärmebedarfs und -verbrauchs und der daraus resultierenden Treibhausgas (THG) Emissionen, einschließlich Informationen zu den vorhandenen Gebäudetypen und den Baualtersklassen, der Versorgungsstruktur aus Gas- und Wärmenetzen, Heizzentralen und Speichern sowie Ermittlung der Beheizungsstruktur der Wohn- und Nichtwohngebäude. Erstellung einer Energie- und Treibhausgasbilanz nach Energieträgern und Sektoren.

**Potenzialanalyse**

Ermittlung der Potenziale zur Energieeinsparung für Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme in den Sektoren Haushalte, Gewerbe-Handel-Dienstleistungen, Industrie und öffentlichen Liegenschaften sowie Erhebung der lokal verfügbaren Potenziale erneuerbarer Energien und Abwärmepotenziale.

**Entwicklung eines klimaneutralen Zielszenarios**

Entwicklung eines Szenarios für eine klimaneutrale Wärmeversorgung. Dazu wird die Nutzung der in Phase 2 ermittelten Potenziale für Energieeinsparung und erneuerbare Energien in einer Energie- und Treibhausgasbilanz nach Sektoren und Energieträgern für die Jahre 2030 und 2045 dargestellt. Außerdem erfolgt eine räumlich aufgelöste Beschreibung der dafür benötigten zukünftigen Versorgungsstruktur im Jahr 2045 mit einem

Zwischenziel für 2030. Insbesondere soll eine Einteilung in Eignungsgebiete für Wärmenetze und Einzelversorgung erfolgen.

**Festlegung der kommunalen Wärmewendestrategie und des Maßnahmenkatalogs**

Formulierung eines Transformationspfads zum Aufbau einer klimaneutralen Wärmeversorgung und Beschreibung der dafür erforderlichen Maßnahmen. Die Maßnahmen sollen spezifisch auf unterschiedliche Eignungsgebiete und Quartiere eingehen. Die Summe der beschriebenen Maßnahmen soll zu den erforderlichen Treibhausgasminderungen für eine klimaneutrale Wärmeversorgung führen. Die Öffentlichkeit (Bürgerschaft, Interessengruppen und Vertreter der Wirtschaft) soll am Entwurf des Wärmeplans beteiligt werden.

Die Hochschulstadt Geisenheim hat im Jahr 2024 die Förderzusage für die Erstellung ihrer kommunalen Wärmeplanung im Rahmen des Förderprogramms der Nationalen Klimaschutzinitiative des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) erhalten. Der Durchführungszeitraum des Projekts war November 2024 – Dezember 2025.

Die Aufstellung des kommunalen Wärmeplans erfolgt unabhängig von Interessen wirtschaftlich orientierter Akteure, v.a. bei der Umsetzung des Wärmeplans. Bei der Erhebung und Verarbeitung der zu sammelnden Daten wurden die Vorgaben des Datenschutzes eingehalten.

## 1.1 Datenerhebung

Für eine praxisorientierte und umsetzbare kommunale Wärmeplanung ist eine fundierte und umfassende Datengrundlage unerlässlich. Dabei sind nicht nur die aktuell benötigten Wärmemengen und Energieträger von Bedeutung, sondern auch die derzeitigen Wärmeerzeugungsarten sowie die damit verbundenen Implikationen für die zukünftige Wärmeversorgung. An den Stellen, wo eine Erhebung von Realdaten rechtlich oder technisch nicht möglich war, wurde auf statistische Werte zurückgegriffen.

### 1.1.1 Vorgehensweise

Zur Datenerhebung wurden Gas- und Wärmenetzbetreiber, Schornsteinfeger, Unternehmen und weitere relevante Akteure der kommunalen Wärmeplanung kontaktiert.

**Digitaler Zwilling**

Ein digitaler Zwilling ist ein virtuelles Abbild der realen Energieinfrastruktur, das auf Basis von Geodaten, Verbrauchsdaten und technischen Parametern erstellt wird. Er ermöglicht es, unterschiedliche Szenarien für die zukünftige Wärmeversorgung zu simulieren und deren Auswirkungen auf Energiebedarf, Netzstrukturen und Kosten zu bewerten. Damit dient der digitale Zwilling als zentrales Planungsinstrument, um Entscheidungen in der kommunalen Wärmeplanung datenbasiert und transparent zu treffen.

Der Datendienstleister ENEKA erstellte im Auftrag von Syna und dessen Kooperationspartner HORIZONTE-Group den digitalen Zwilling für Geisenheim. Auf Grundlage umfangreicher statistischer Daten in dem digitalen Zwilling, die u. a. auf Nexiga-Daten beruhen, können vor allem Gebäudedaten (z.B. Art der Nutzung des Gebäudes, Baualtersklassen, Grund- und Wohnfläche) in hoher Datenqualität abgebildet und

ausgespielt werden. Bei den Nexiga-Daten handelt es sich um modellbasierte Standort- und Gebäudedaten, die u. a. demographische, gebäudestrukturelle und energierelevante Informationen adressgenau bereitstellen.

### 1.1.2 Datenaufbereitung

Bei der Bearbeitung der eingereichten Energiedaten wurden folgende Schritte durchgeführt:

1. **Prüfung der Vollständigkeit**

   Es wurde grundsätzlich davon ausgegangen, dass die bereitgestellten Datensätze vollständig sind. Daher bezog sich die Vollständigkeitskontrolle auf die Überprüfung der Attribute innerhalb eines Datensatzes. Fehlende Daten führten zur Ergänzung durch statistische Werte, welche bereits vorab im digitalen Zwilling für Geisenheim hinterlegt waren.

2. **Plausibilitäts- und Konsistenzprüfung**

   Hierbei wurde die Plausibilität des Wertebereichs und die Verteilung der vorhandenen Werte überprüft und ob in den Daten Ausreißer vorhanden waren.

3. **Fehleranalyse und Datenbereinigung**

   Fehlerhafte, unvollständige oder doppelte Datensätze wurden identifiziert, bewertet und bei Bedarf gelöscht.

4. **Datenumwandlung und -ergänzung**

   In diesem Schritt wurde sichergestellt, dass in den Datensätzen dieselben Einheiten vorliegen. Bei Energiedaten sind dies insbesondere Energiemengen in Kilowattstunden (kWh), Leistungen in Kilowatt (kW), Flächen in Quadratmetern ($m^2$). Aufbauend auf den vorherigen Schritten wurden die Datensätze um weitere nützliche Attribute für die folgenden Analysen erweitert. Dies sind beispielsweise gebäudetyp-spezifische Attribute wie Baualtersklasse, Gebäudenutzung oder flächenbezogene sowie straßenabschnittsbezogene Energieverbräuche.

### 1.1.3 Datenqualität

Bei den vorliegenden Datensätzen konnte eine hohe Datenqualität festgestellt werden. Bei der Einspielung und Verarbeitung der Daten im digitalen Zwilling kommt es jedoch zwangsläufig zu Unschärfen – maßgeblich aufgrund der gemäß WPG erforderlichen Datenaggregation sowie ungenauer Adressbezeichnungen. Die georeferenzierten Informationen zu Wärme-, Gas-, Strom-, und Abwassernetzen lagen als GIS (Geoinformationssysteme)-Daten vor und konnten daher in den digitalen Zwilling übertragen werden.

# 2 Eignungsprüfung

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung der Hochschulstadt Geisenheim wurde gemäß § 11 WPG eine Eignungsprüfung zur Feststellung potenziell geeigneter Gebiete für den Aufbau oder die Erweiterung von Wärme- und Wasserstoffnetzen durchgeführt. Ziel dieser Prüfung war es, Gebiete mit ausreichender Wärme- bzw. Wärmeliniendichte und sonstigen günstigen Voraussetzungen zu identifizieren, um eine detaillierte Wärmeplanung im nächsten Schritt sachgerecht und wirtschaftlich fundiert durchführen zu können.

## 2.1 Ausgangslage und Gebäudestruktur

Die Hochschulstadt Geisenheim liegt im Bundesland Hessen und hat rund 11.297 Einwohner. Im Stadtgebiet befinden sich insgesamt 6.059 Gebäude, davon 4.850 Wohngebäude. Die Wohngebäudetypen sind stark durch Einfamilienhäuser (1.649) geprägt.

Der jährliche Nutzenergiebedarf für Wärme beträgt insgesamt etwa 125,4 GWh. Die Wärmeversorgung erfolgt derzeit überwiegend durch Erdgas (78,3 GWh/a) und Heizöl (36,2 GWh/a), gefolgt von Holz (4,9 GWh/a), Wärmepumpen (2,3 GWh/a) sowie Flüssiggas (1,7 GWh/a).

## 2.2 Bestehende Wärmenetze und lokale Potenziale

Im Stadtteil Johannisberg besteht ein kleines Wärmenetze mit einem jährlichen Wärmeabsatz von < 1 GWh.

## 2.3 Siedlungsstruktur und Wärmeliniendichte

Geisenheim zeichnet sich durch eine polyzentrische Struktur mit der Kernstadt Geisenheim und weiteren Stadtteilen aus (u. a. Johannisberg, Marienthal, Stephanshausen). Während in Geisenheim-Stadt eine höhere Bebauungsdichte und auch größere Industrieansiedlungen (ca. 7 größere Industriegebäude) zu verzeichnen sind, weisen die umliegenden Stadtteile überwiegend den Charakter ländlicher Streusiedlungen auf. Das Umland ist stark landwirtschaftlich geprägt.

## 2.4 Perspektiven für Wasserstoffnutzung

Geisenheim liegt zentral zwischen der Umstellungsleitung 2032, die den Rhein-Taunus-Kreis durchquert, und der auf der gegenüberliegenden Rheinseite geplanten Neubauleitung 2032 (Abbildung 1). Beide Leitungen verlaufen jedoch in deutlichem Abstand zum Untersuchungsgebiet. Auch zum geplanten „regionalen Wasserstoff-Backbone Rhein-Main-Gebiet“ besteht ein erheblicher Abstand.

Aufgrund der größeren Entfernung zu diesen – zudem noch nicht realisierten – Infrastrukturen sind die Perspektiven für eine künftige Nutzung von Wasserstoff in Geisenheim derzeit als eingeschränkt zu bewerten.

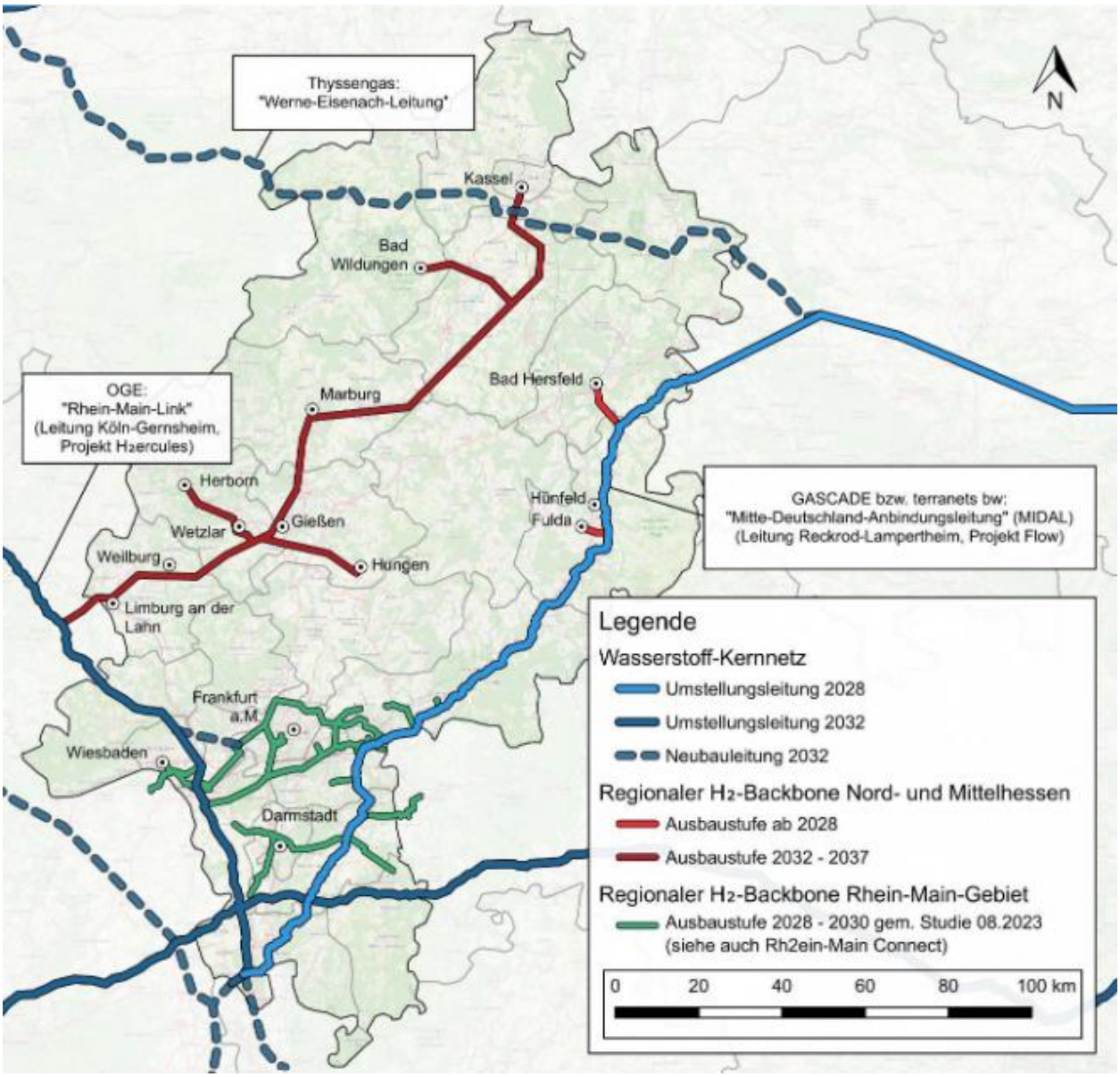



*Abbildung 1: Schematische Darstellung des regionalen Wasserstoff-Backbones in Nord- und Mittelhessen [2]*

## 2.5 Ergebnis der Eignungsprüfung

Vor dem Hintergrund der vorhandenen Wärmestruktur, des bestehenden Wärmenetzes, der lokalen Potenziale und der zukünftigen nicht vollkommen auszuschließenden Wasserstoffanbindung kann kein Teil des Stadtgebiets pauschal als ungeeignet für den Aufbau oder die Erweiterung von Wärme- bzw. Wasserstoffnetzen eingestuft werden.

Eine verkürzte Wärmeplanung gem. §14 WPG erfolgt daher **nicht**. Stattdessen wird für das gesamte Stadtgebiet eine vertiefte Potenzialanalyse sowie eine Einteilung des beplanten Gebiets in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete im Rahmen von §15 und §18 WPG durchgeführt.

# 3 Bestandsanalyse

Der erste Schritt in der kommunalen Wärmeplanung besteht in der Durchführung einer Bestandsanalyse. Diese dient der Erfassung des aktuellen energetischen Zustands der Hochschulstadt Geisenheim. In diesem Prozess wurden umfangreiche Daten gesammelt und analysiert, da nur durch ein fundiertes Verständnis des aktuellen Zustands eine fundierte Entscheidungsfindung hinsichtlich notwendiger Maßnahmen ermöglicht wird.

Zunächst soll eine Definitionslücke im WPG erörtert werden hinsichtlich des Begriffs „leitungsgebundene Wärmeversorgung“. Im Rahmen dieses Dokuments wird „leitungsgebundene Wärmeversorgung“ mit der Versorgung durch ein *Wärmenetz* nach Gebäudeenergiegesetz (GEG) angenommen. *Gebäudenetze*, welche auch eine Form der leitungsgebundenen Wärmeversorgung darstellen, werden i.d.R. aus Gründen der Einheitlichkeit und der Datenauskunftspflicht nach WPG nicht berücksichtigt. Unter *Gebäudenetzen* werden nach § 3 des GEG leitungsgebundene Wärmeversorgungssysteme mit einer Anschlussnehmerzahl von bis zu 16 Gebäuden und bis zu 100 Wohneinheiten verstanden. Ab einer Anschlussnehmerzahl von 17 Gebäuden oder 101 Wohneinheiten gilt ein solches Konstrukt hingegen als *Wärmenetz*.

## 3.1 Ziele der Bestandsanalyse

Das Ziel der Bestandsanalyse ist es, einen umfassenden Überblick über die bestehende Energieinfrastruktur im Untersuchungsgebiet zu erhalten. Dazu müssen die verschiedenen Datenquellen geprüft, plausibilisiert und weiterverarbeitet werden (siehe Kapitel 1.1.2). Die verschiedenen Datenquellen stellen teilweise widersprüchliche Sachverhalte dar. Im Rahmen der Bestandsanalyse wurden diese Widersprüche bewertet und ein plausibles Lösungsverfahren eingesetzt. Dadurch wird mit einer Genauigkeit von 90-95 % in der Bestandsanalyse gerechnet. Eine 100 %-ige Genauigkeit der Daten kann jedoch mit keinem vertretbaren Aufwand erreicht werden.

Im Folgenden werden die häufigsten Widersprüche/Probleme aufgenommen und die ausgewählten Lösungswege skizziert:

- **Mehrere Heizungstypen für ein Gebäude:** Bei mehreren Heizungsanlagen in einem Gebäude musste eine vorrangige Erzeugungsart priorisiert werden. Hier wurde stets jene Anlage mit der größten Nennleistung gewählt. Auch fanden sich in den Schornsteinfegerdaten häufig Angaben zu Anlagen, welche nicht der Gebäudeheizung zuzurechnen sind (z.B. Öfen in Bäckereien). Diese musste herausgefiltert werden.
- **Plausibilisierung bei verschiedenen Verbrauchsdaten:** Zunächst wurde auf Basis der Gasverbrauchsdaten oder Fernwärmeverbrauchsdaten ein Wärmebedarf abgeleitet. Sollten für eine Gebäude keine Realdaten vorliegen, so wurde mit den statistischen Daten aus dem digitalen Zwilling gerechnet.
- **Unterschiedliche Energieträger bzw. Heizungsarten in verschiedenen Datenquellen:** Hier wurden auf Basis der Schornsteinfegerdaten die statistischen Daten aus dem digitalen Zwilling überschrieben.
- **Unterschiedliche Adressen:** Unterschiedliche Datenquellen haben eine unterschiedliche Bezeichnung oder Schreibweise der Gebäudeadressen. Über eine Zuordnungslogik wurden die Adressschreibweisen analysiert und vereinheitlicht. Dennoch konnten nicht alle Gebäude aus den Realdaten im digitalen Zwilling einer Adresse zugeordnet werden.

Im Untersuchungsgebiet Geisenheim befinden sich 3.426 Adressen und 6.059 Gebäuden, auf deren Grundlage die Bestandsanalyse durchgeführt wurde. Ca. **67 % dieser Gebäude sind wärmeversorgt** (d.h. 4.059 Gebäude), die übrigen 33 % sind nicht wärmeversorgt (z.B. unbewohnte oder ungenutzte Gebäude, Garagen, Schuppen, Lagerhallen, etc.).

Die angeforderten Darstellungen werden in diesem Kapitel für alle existierenden Gebäude aufgezeigt, soweit eine ausreichende Datenlage vorhanden ist. Sollte keine ausreichende Datenlage bestehen, so wird der Datenbeschaffungsprozess und die Implikationen des Fehlens der Daten beschrieben.

## 3.2 Gebäude- und Siedlungstypen

**Gebäudenutzung**

Der Gebäudebestand wurde durch die Zusammenführung von offenem Kartenmaterial, Zensus, ALKIS (Amtliche Liegenschaftskatasterinformationssystem)-Daten und Daten der Stadt analysiert.

Abbildung 2 stellt die überwiegende Gebäudenutzung auf Baublockebene nach BISKO (Bilanzierungs-Systematik Kommunal) dar. Es zeigt sich ein zu erwartendes Bild mit einer Teilung zwischen den Wohn- und Gewerbegebieten sowie ländlicheren Abschnitten mit überwiegendem Wohngebäudecharakter.

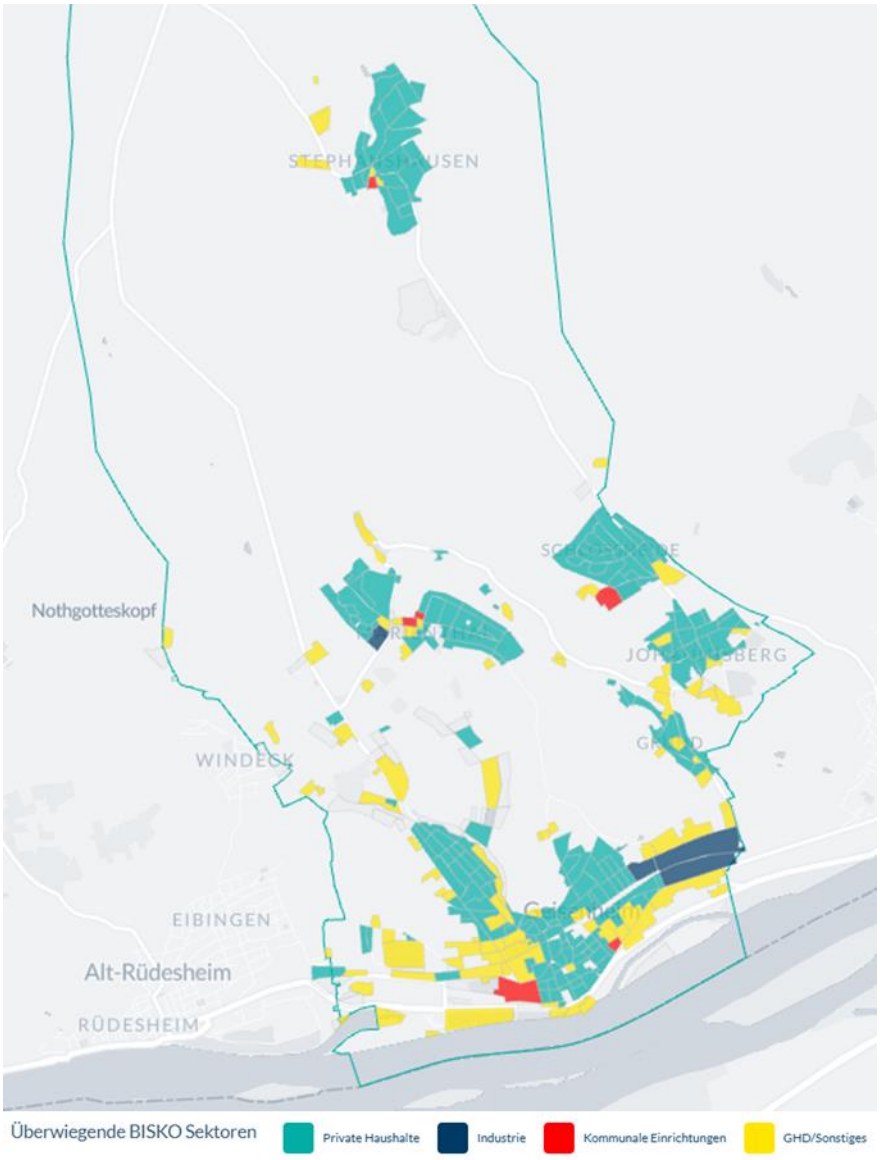



*Abbildung 2: Überwiegende Gebäudenutzung nach Baublöcken [3]*

Auf Baublockebene stellt sich die prozentuale Verteilung der Gebäudecharakteristik bezogen auf die 6.059 Gebäude wie folgt dar:

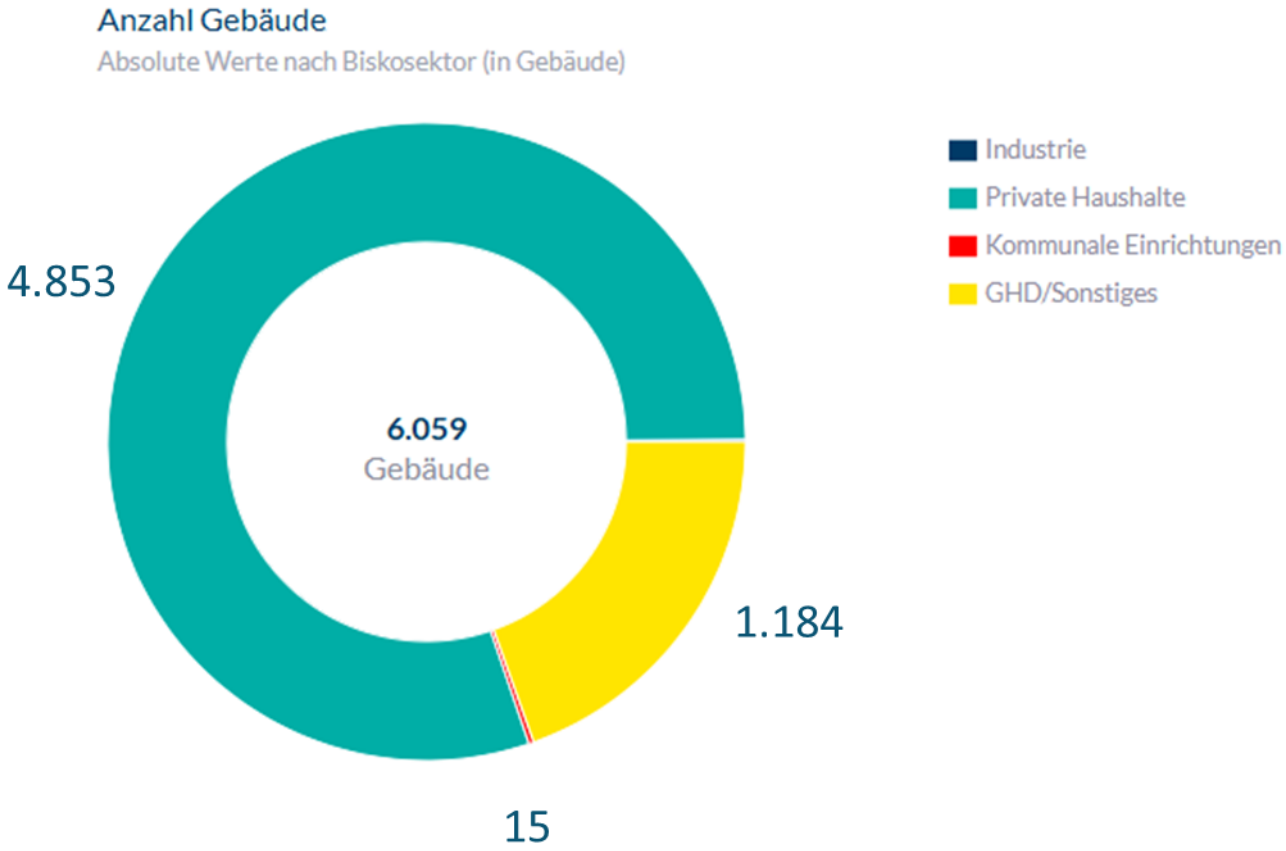



*Abbildung 3: Prozentuale Aufteilung der Gebäudecharakteristik [3]*

Dabei ist zu erkennen, dass in Geisenheim der Wohnsektor den Gebäudebestand dominiert. Er kann deshalb als Schlüssel für das Gelingen der Wärmewende angesehen werden.

**Baualtersklassen**

Abbildung 4 zeigt eine georeferenzierte Karte des aktuellen Gebäudebestandes mit einer Differenzierung nach Baualtersklassen. Die blauen Bereiche markieren dabei Gebiete mit Neubauten, rote bis dunkelrote Bereiche zeigen einen älteren Gebäudebestand. Dieser befindet sich vor allem in den Zentren der Stadtteile.

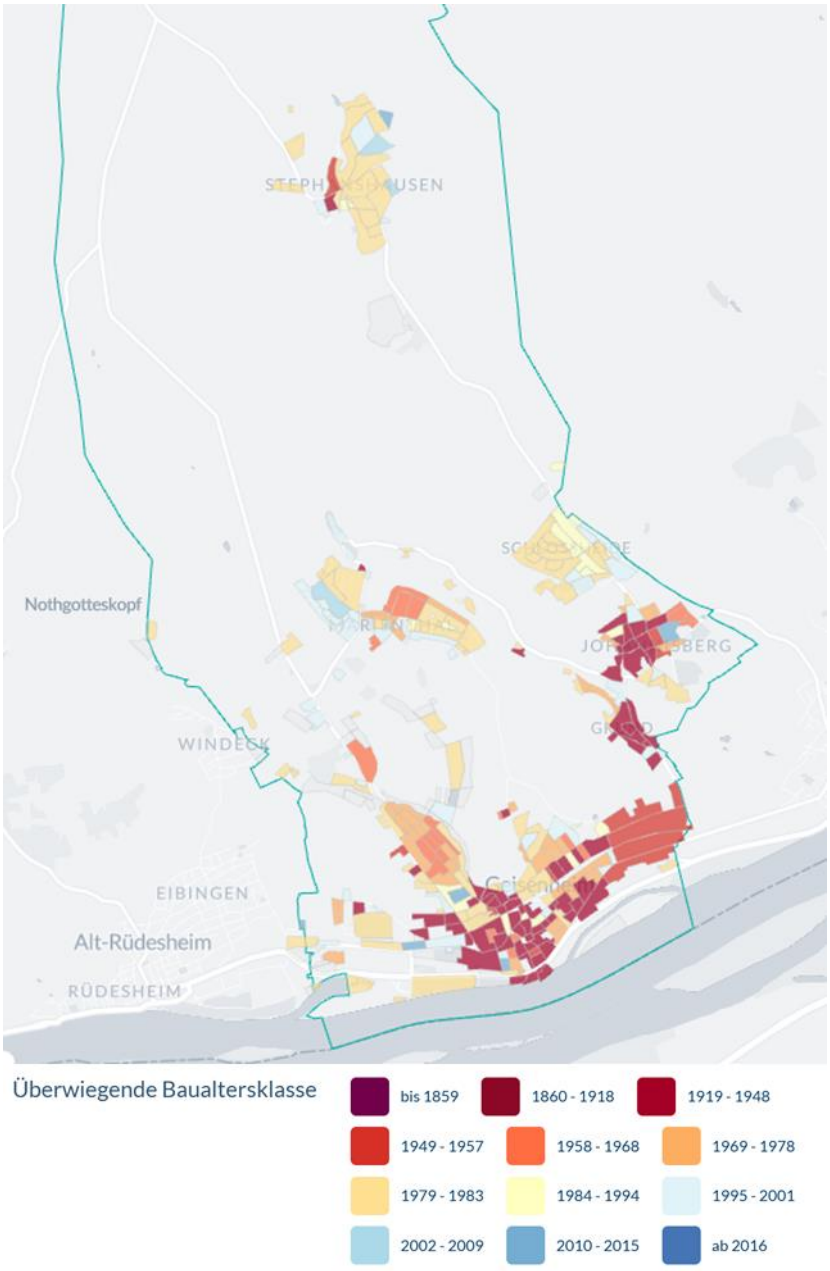



*Abbildung 4: Gebäudebestand nach Baualtersklassen [3]*

Die numerische Aufteilung der Baualtersklassen bezogen auf 6.059 Gebäude stellt sich wie folgt dar:

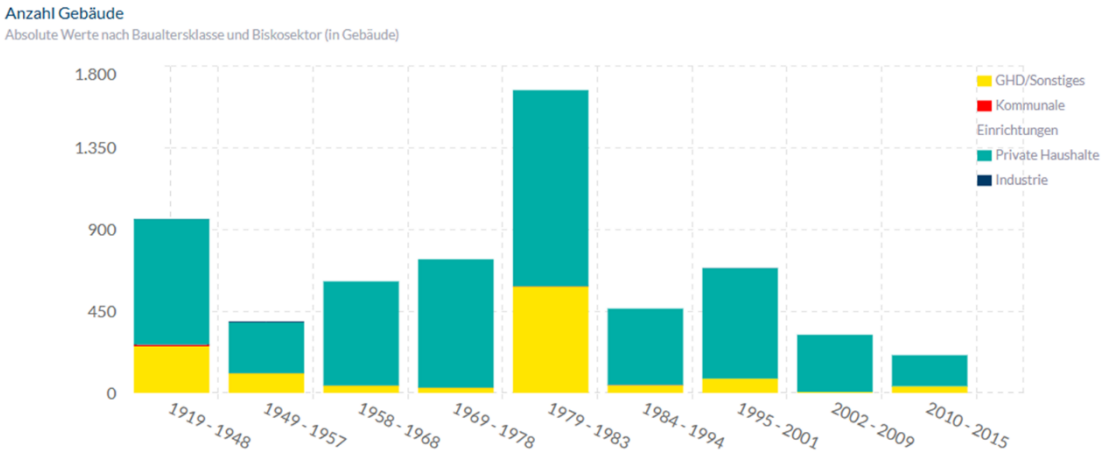



*Abbildung 5: numerische Verteilung der Baualtersklassen inkl. BISKO-Sektor [3]*

Es überwiegen Gebäude aus den Jahren 1979-1983 (1.670 Gebäude), gefolgt von den Jahren 1919-1948 (960 Gebäude). Dagegen sind nur 208 Gebäude Neubauten mit einem Baujahr ab 2010.

**Wohn- bzw. Nutzfläche**

Die Wohn- bzw. Nutzfläche wird im Rahmen der Wärmplanung mit der zu beheizenden Fläche gleichgesetzt. Wie im vorherigen Kapitel erwähnt, sind von den 6.059 dargestellten Gebäude nur knapp 67 % (4.059 Gebäude) beheizt. Die daraus resultierende, zu beheizende Fläche beträgt **1,2 Mio. m²**.

## 3.3 Energieverbrauchs- oder Energiebedarfserhebungen

Die Hochschulstadt Geisenheim hat einen jährlich Gesamtwärmebedarf von ca. **125,4 GWh/a**. Die kartografische Darstellung der Wärmebedarfe erfolgt der besseren Lesbarkeit halber auf Baublockebene. Die Daten liegen im digitalen Zwilling darüber hinaus gebäudescharf vor sowie für einzelne Teilgebiete. Wie in Abbildung 6 zu sehen ist, korrelieren hohe spezifische Wärmebedarfe mit den zuvor dargestellten älteren Baualtersklassen.

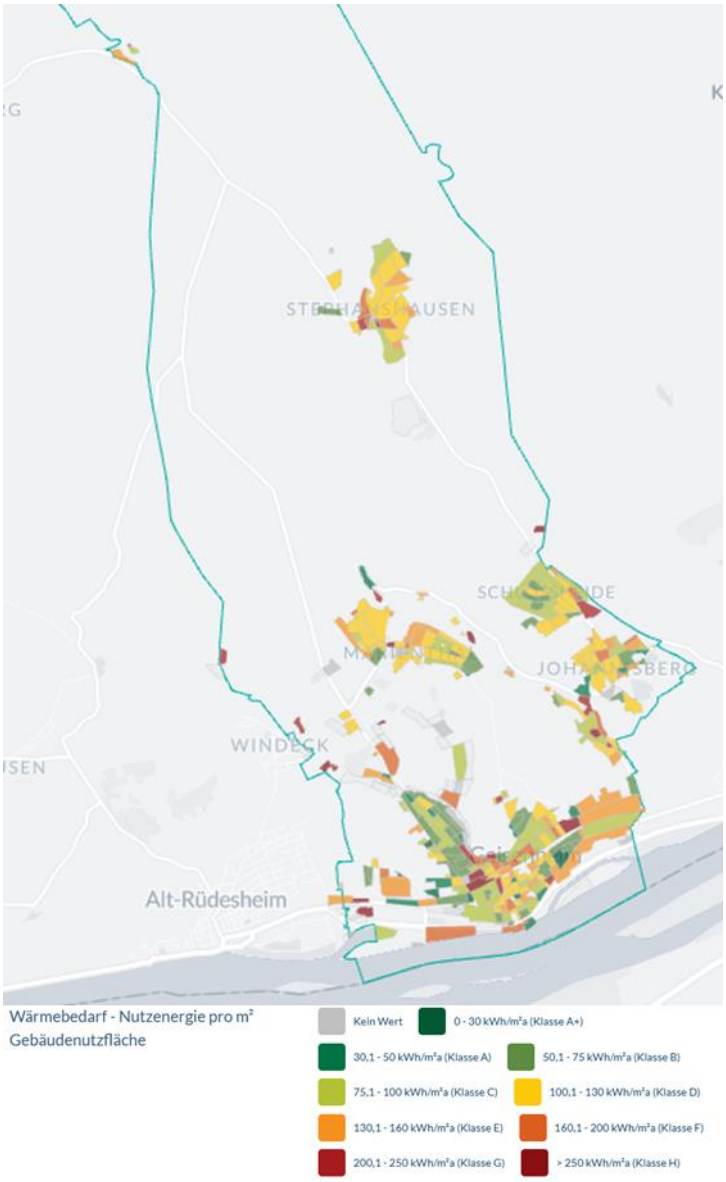



*Abbildung 6: Verteilung der spezifischen Wärmebedarfe auf Baublockebene [3]*

Abbildung 6 zeigt, wie sich der Wärmebedarf auf die verschiedenen Energieträger aufteilt. Die Verbräuche aus Wärmestrom, Erdgas und Fernwärme konnten aus bereitgestellten Datensätzen der Netzbetreiber erhoben werden und die Wärmebedarfe der Gebäude entsprechend abgeleitet werden. Die übrigen Wärmebedarfe, die insbesondere durch Heizöl gedeckt werden, beruhen auf statistischen Daten.

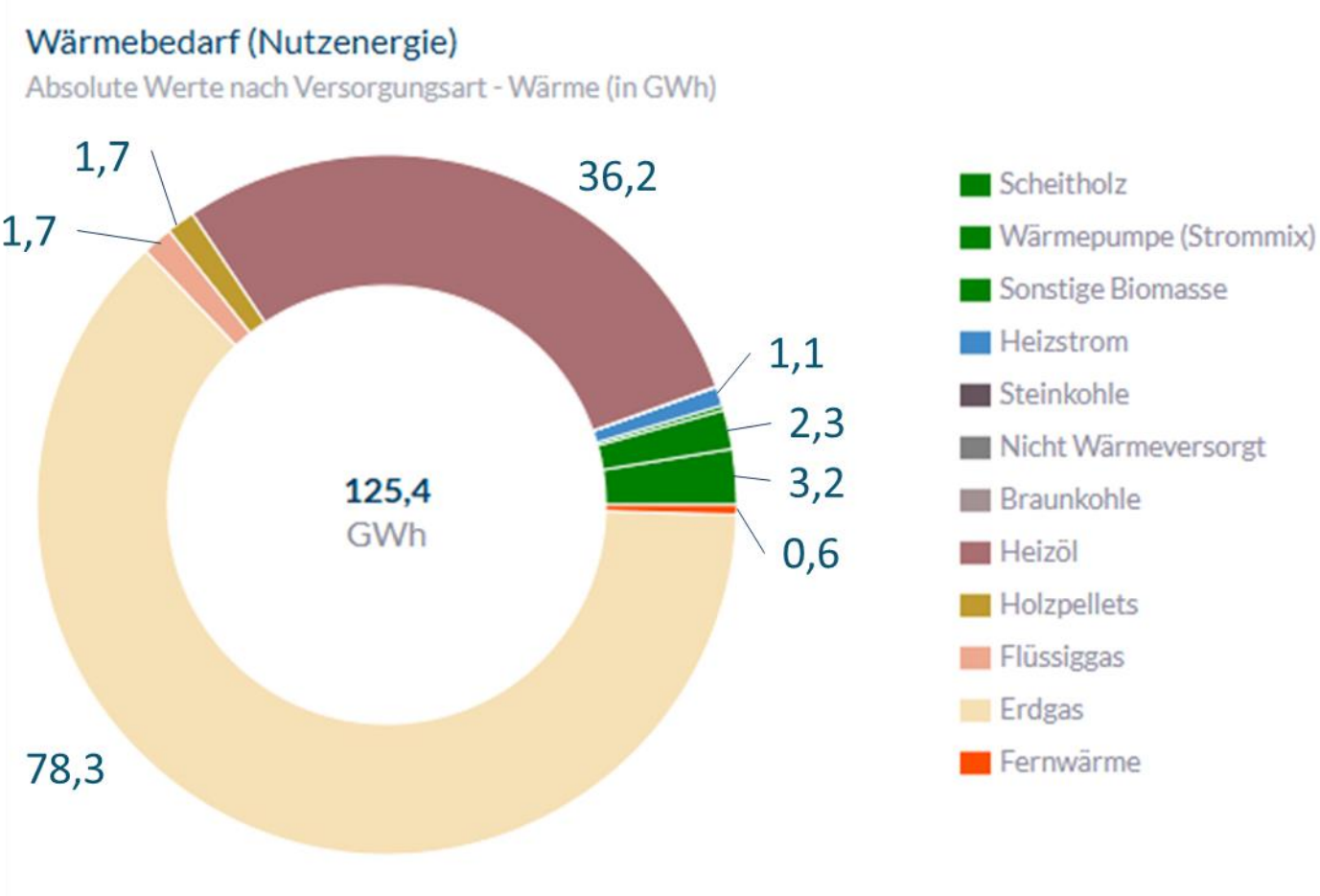



*Abbildung 7: Aufteilung des Wärmebedarfs nach Energieträger [3]*

Der Großteil des Wärmebedarfs in Geisenheim (78,3 GWh/a) wird durch Nutzung von Erdgas gedeckt. Darauf folgen 36,2 GWh/a Nutzwärme aus Heizöl. Alle anderen Energieträger spielen in Geisenheim im Vergleich eine kleinere Rolle (z. B. Scheitholz mit 3,2 GWh/a).

Die geografische Verteilung der Versorgungsarten stellt sich auf Baublockeben wie folgt dar:

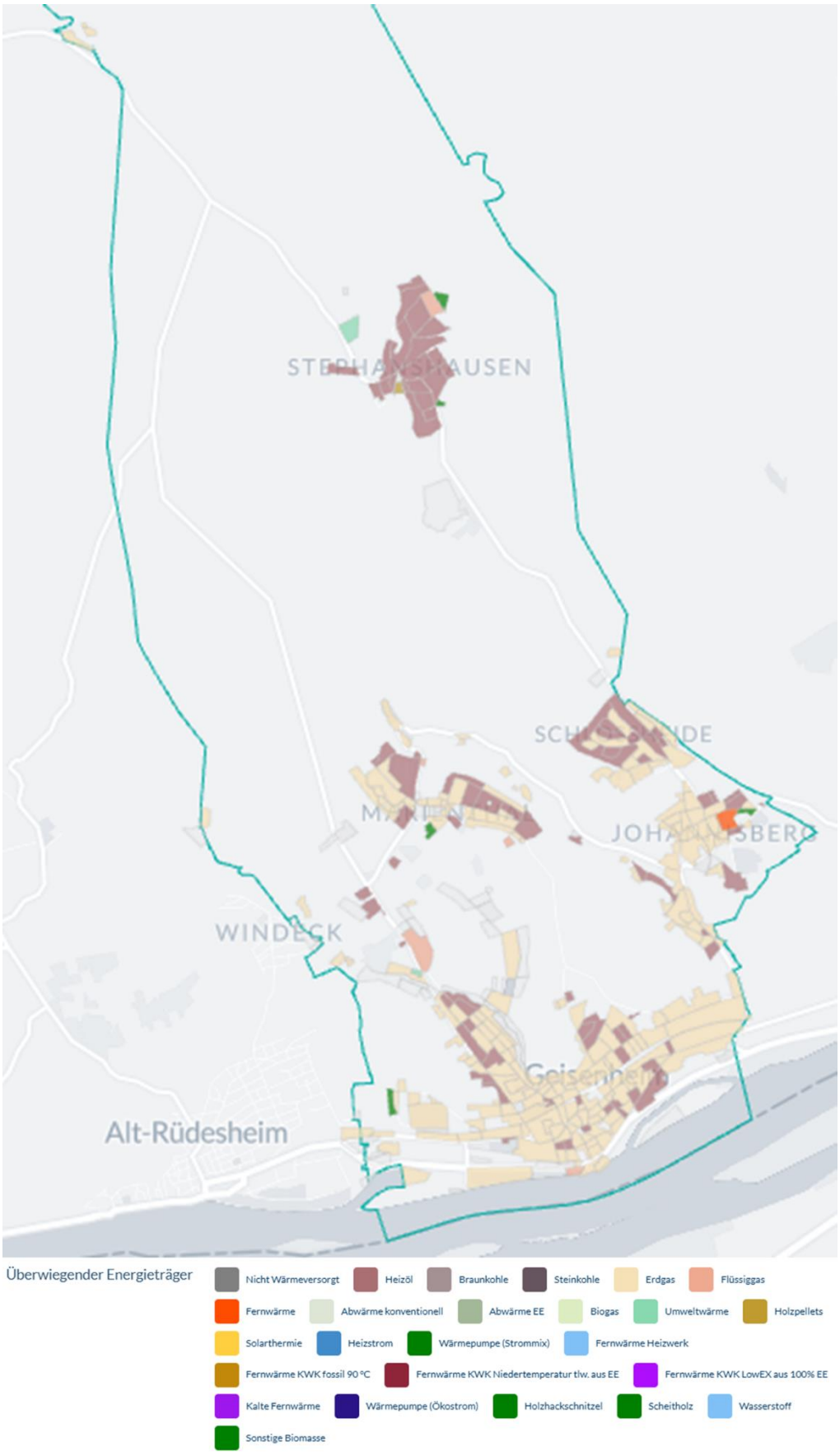



*Abbildung 8: Verteilung der Wärmeversorgungsarten auf Baublockebene [3]*

Abbildung 9 zeigt den Wärmebedarf aufgeteilt nach BISKO-Sektoren (Bilanzierungs-Systematik Kommunal), einem bundesweit einheitlichen Standard zur Erfassung und Auswertung kommunaler Energie- und Treibhausgasbilanzen. Erwartungsgemäß haben die privaten Haushalte den weitaus höchsten Anteil am Wärmebedarf, was ihre besondere Wichtigkeit für die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung nochmals unterstreicht.

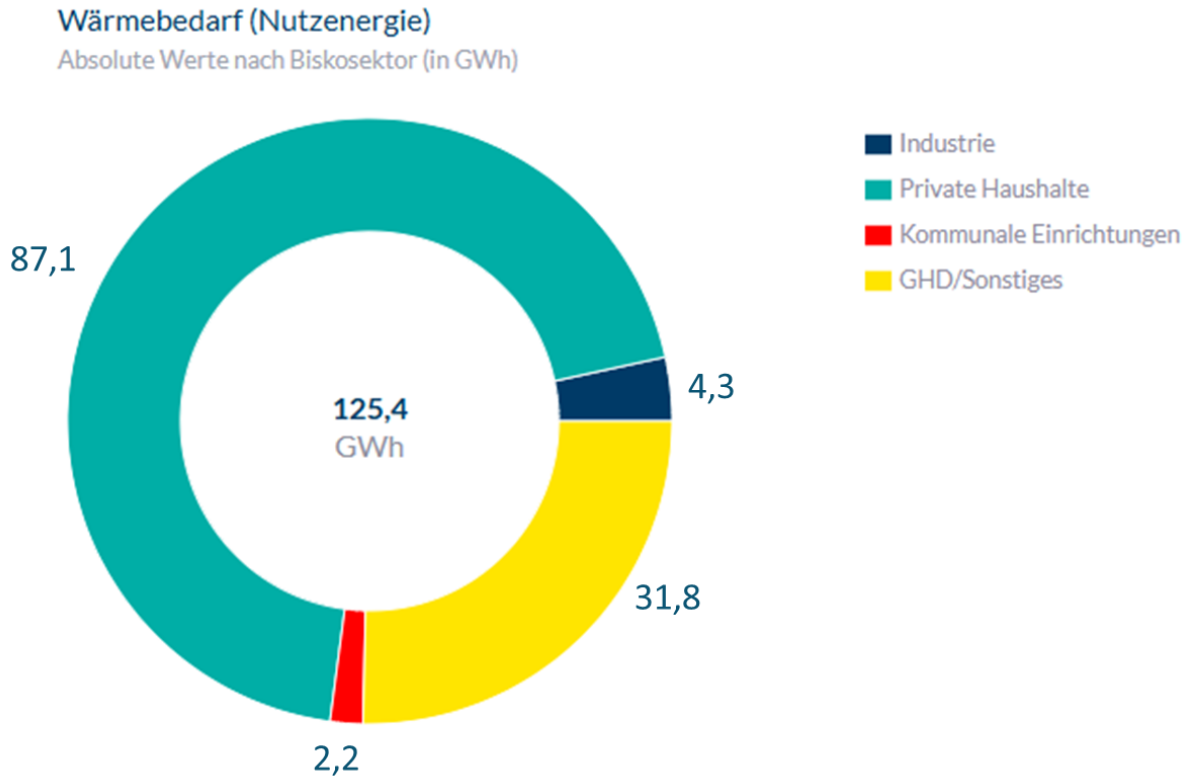



*Abbildung 9: Aufteilung des Wärmebedarfs nach Gebäudenutzung [3]*

## 3.4 Heizungsalter

Wie im vorherigen Abschnitt ersichtlich, sind die eingesetzten Wärmeerzeugungstechnologien vor allem Gasheizungen und Ölheizungen. Die räumliche Verteilung der Heizungstechnologien kann im digitalen Zwilling aus technischen Gründen nicht dargestellt werden. Anhand der Schornsteinfegerdaten liegen jedoch Werte zu den Baualtersklassen aller Heizungen im Untersuchungsgebiet vor. Eine prozentuale Verteilung zeigt Abbildung 10:

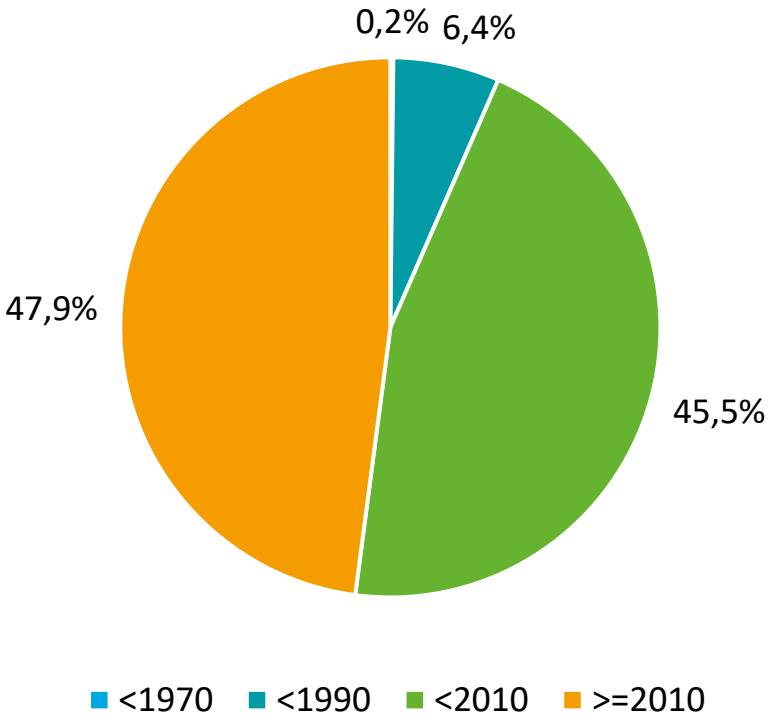



*Abbildung 10: prozentuale Verteilung der Heizungsanlagen nach Alter*

Der überwiegende Anteil aller installierten Heizungen im Untersuchungsgebiet ist zwischen 1991 – 2025 in Betrieb gegangen. Nur wenige Heizungen sind vor 1990 eingebaut worden und somit älter als 35 Jahre. Dieser Wert wird im Kapitel 5 herangezogen, um zu bestimmen, wann in Zukunft die Heizung eines Gebäudes außer Betrieb geht und eine neue Heizung mit mind. 65 % Erneuerbare Energien (EE)-Anteil installiert werden muss. Da es in vielen Gebäuden mehr als eine Heizungsanlage gibt, wird im Zielszenario stets das Heizungsalter jener Anlage mit der größten Nennleistung als Grundlage genommen.

## 3.5 Sanierungsstand der Gebäude

Zur besseren Übersicht werden in Abbildung 11 die Sanierungsstände auf Baublockebene dargestellt. Nach dem digitalen Zwilling ENEKA erfolgt die Einteilung nach folgenden Regeln: **unsaniert** bedeutet Originalzustand ohne energetische Verbesserungen (also auch Neubauten), **teilsaniert** umfasst einzelne modernisierte Bauteile mit gemischtem Effizienzstandard, und **vollsaniert** steht für eine umfassende Modernisierung auf aktuelle Neubau- oder BEG-Standards. Typischerweise erfolgt eine Teilsanierung etwa **40 Jahre nach Baujahr**, eine Vollsanierung nach rund **80 Jahren** oder bei hoher Sanierungswahrscheinlichkeit.

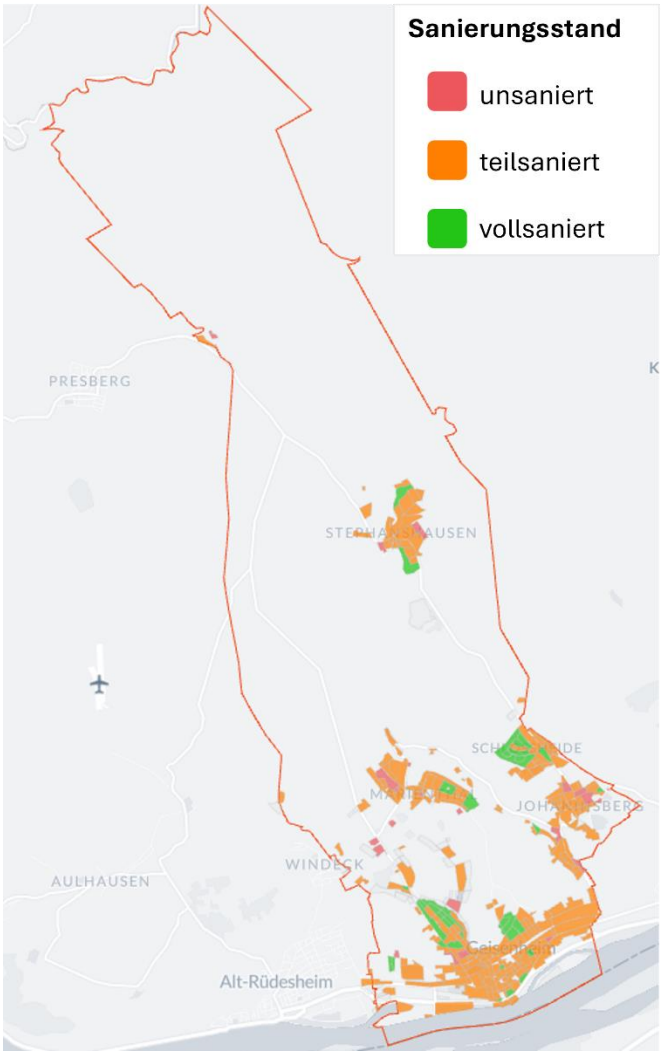



*Abbildung 11: Sanierungsstände auf Baublockebene [3]*

Dabei sind knapp 16,4 % aller Gebäude in Geisenheim unsaniert, etwa 68 % der Gebäude gelten als teilsaniert. 15,6 % der Gebäude gelten als vollsaniert.

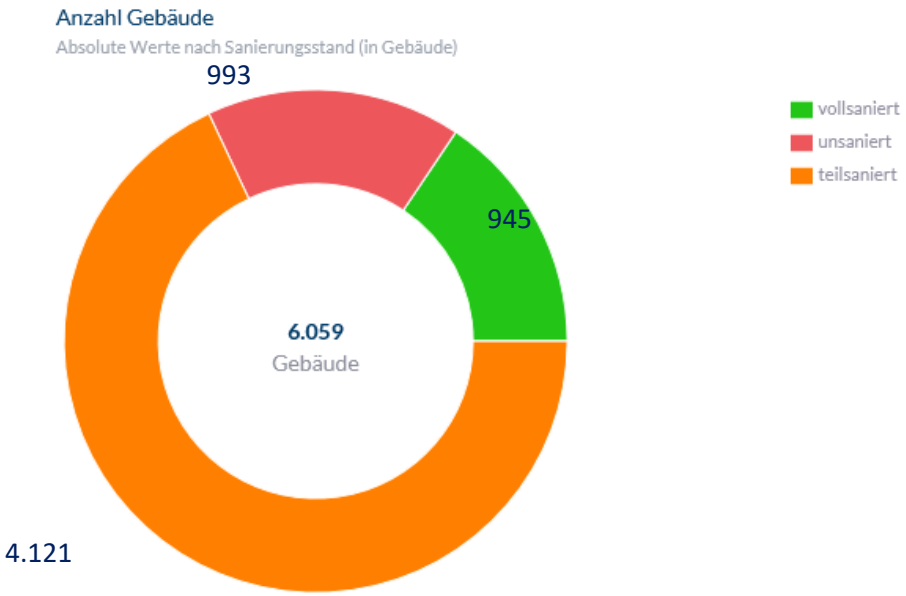



*Abbildung 12: Sanierungsstatus der Gebäude im Planungsgebiet [3]*

## 3.6 Wärme- und Kälteinfrastruktur – Gasnetze

Ein Gasnetzplan in verarbeitbarem GIS-Format wurde von dem Netzbetreiber Syna geliefert (Abbildung 13).

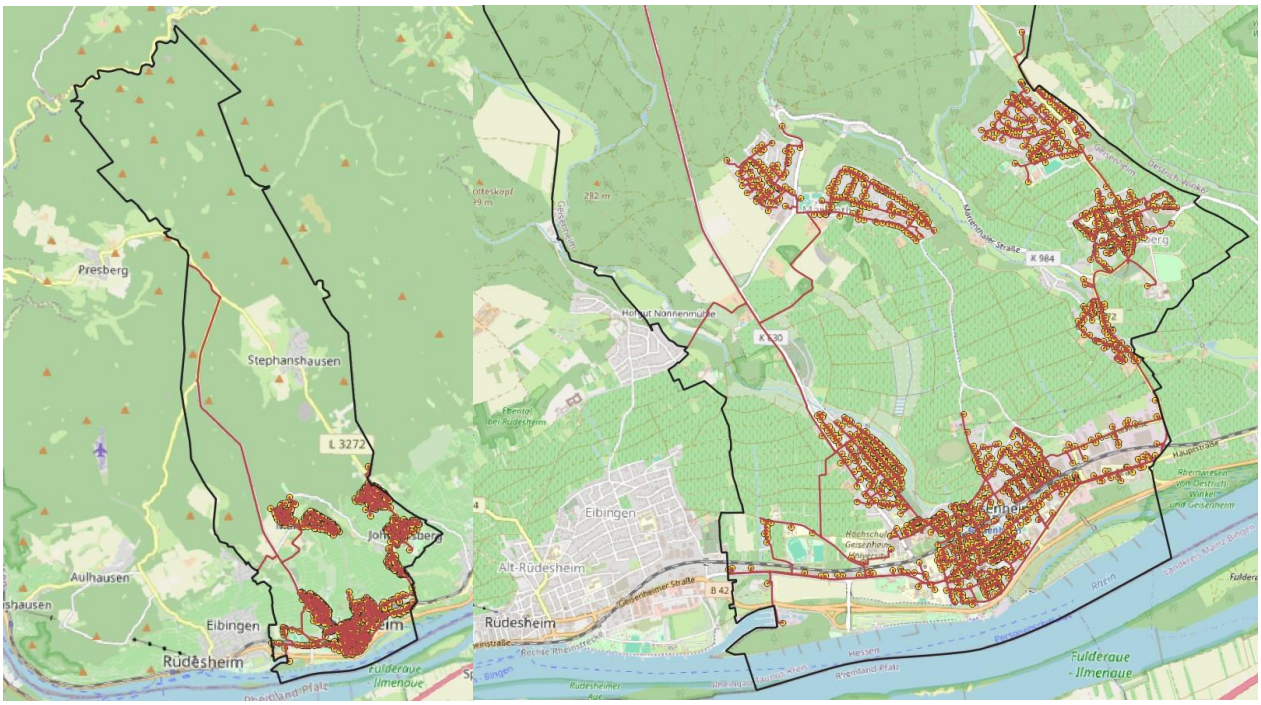



*Abbildung 13: Geografische Verortung des Gasnetzes*

Gasnetze sind folglich in allen Stadtteilen außer Stephanshausen vorhanden.

## 3.7 Wärme- und Kälteinfrastruktur - Wärmenetze

Im Untersuchungsgebiet Geisenheim existiert aktuell bereits ein Wärmenetz im Stadtteil Johannisberg (Abbildung 14). Hierbei handelt es sich um ein sehr kleines Wärmenetz mit 14 angeschlossenen Gebäuden und einer jährlichen Wärmeversorgung von 456,8 MWh/a.

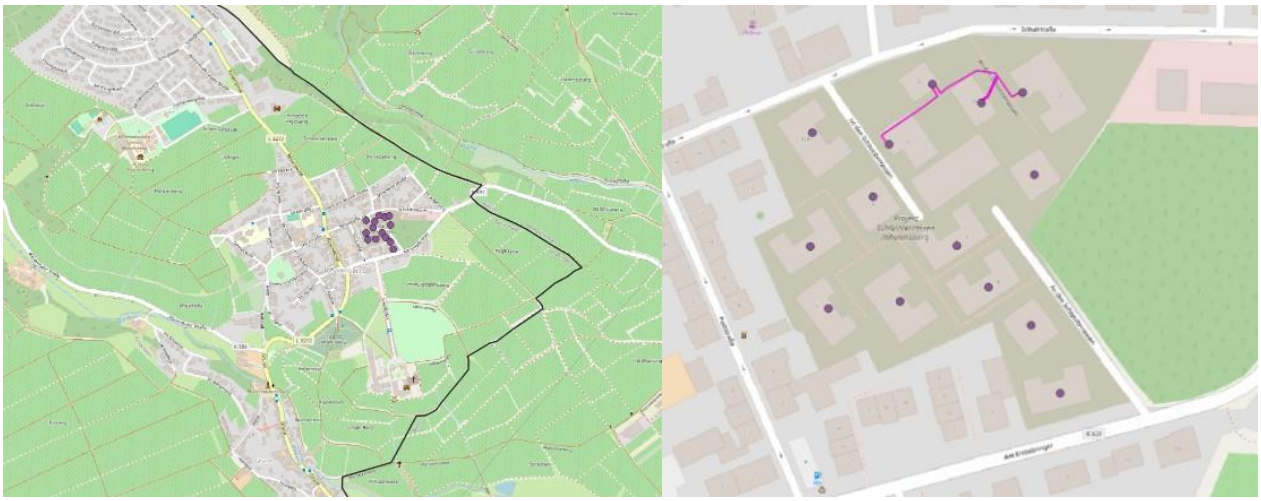


*Abbildung 14: Wärmenetzgebiet in Johannisberg*

# 4 Potenzialanalyse

In dieser Analyse werden die Möglichkeiten der Wärmeverbrauchseinsparung von Gebäuden und der Wärmeerzeugung auf Basis erneuerbarer Energien und Abwärme im Gebiet von Geisenheim untersucht.

Auf der Nachfrageseite wird eine Reduktion des Wärmebedarfs u.a. durch die energetische Sanierung des Gebäudebestands berücksichtigt. Die Analyse von Wärmepotenzialen aus erneuerbaren Energien betrachtet eine Vielzahl möglicher Wärmequellen, die im Folgenden aufgeführt werden.

## 4.1 Potenziale zur Energieeinsparung durch Senkung des Wärmebedarfs

Die Energieeinsatzpotenziale in Gebäuden stellen einen wichtigen Hebel in der Dekarbonisierung der Wärmeversorgung dar. Jede Kilowattstunde Wärme, welche nicht benötigt wird, muss auch nicht aus den begrenzten erneuerbaren Wärmequellen bereitgestellt werden. Somit kann das Energieeinsparpotenzial als Teil der Potenzialanalyse angesehen werden.

Tabelle 1 gibt eine Übersicht über den Wärmebedarf (Nutzenergie) des Gebäudebestands im Untersuchungsgebiet Geisenheim. Sie zeigt auf, wie hoch der aktuelle Bedarf an Heizwärme in den verschiedenen Gebäudekategorien ist. In der rechten Spalte ist ergänzend das allgemeine theoretische Sanierungspotenzial dargestellt. Die Gegenüberstellung bietet eine erste Einschätzung darüber, in welchen Bereichen besonders große Effizienzgewinne zu erwarten sind. Die höchsten relativen Einsparpotenziale ergeben sich im Bereich von Gewerbe, Handel, Dienstleistungen sowie bei den kommunalen Einrichtungen, während der größte absolute Wärmebedarf bei den privaten Haushalten liegt. Auch die Industrie weist ein relevantes, wenn auch etwas geringeres Sanierungspotenzial auf. Insgesamt unterstreichen die Ergebnisse den hohen energetischen Handlungsbedarf im Bestand.

| Art der Gebäudenutzung | Wärmebedarf | Sanierungspotenzial |
|---|---|---|
| Private Haushalte | 87,1 GWh/a | 63,3 % |
| Gewerbe, Handel, Dienstleistungen | 31,8 GWh/a | 82,4 % |
| Industrie | 4,3 GWh/a | 69,2 % |
| Kommunale Einrichtungen | 2,2 GWh/a | 75,8 % |

*Tabelle 1: theoretisches Energieeinsparpotenzial durch Gebäudesanierung*

Abbildung 15 zeigt den absoluten Wärmebedarf (Nutzenergie) in Geisenheim nach Baualtersklassen und Nutzungstypen. Am höchsten ist der Bedarf bei Gebäuden aus der Vorkriegszeit (1919–1948), gefolgt von den Baualtersklassen 1979–1983 und 1995–2001. Die Anteile der Industrie und kommunalen Einrichtungen sind insgesamt gering. Zudem zeigt sich, dass industrielle Nutzungen nahezu ausschließlich in Gebäuden mit einem Baujahr bis 1957 stattfinden. Der Wärmebedarf der neusten Gebäude ist sichtbar gering, was auf eine verbesserte Bauqualität und höhere energetische Standards schließen lässt. Die Darstellung unterstreicht, dass insbesondere ältere Gebäude im Fokus künftiger Sanierungsmaßnahmen stehen sollten, da sie einen großen Anteil am Gesamtwärmebedarf ausmachen.

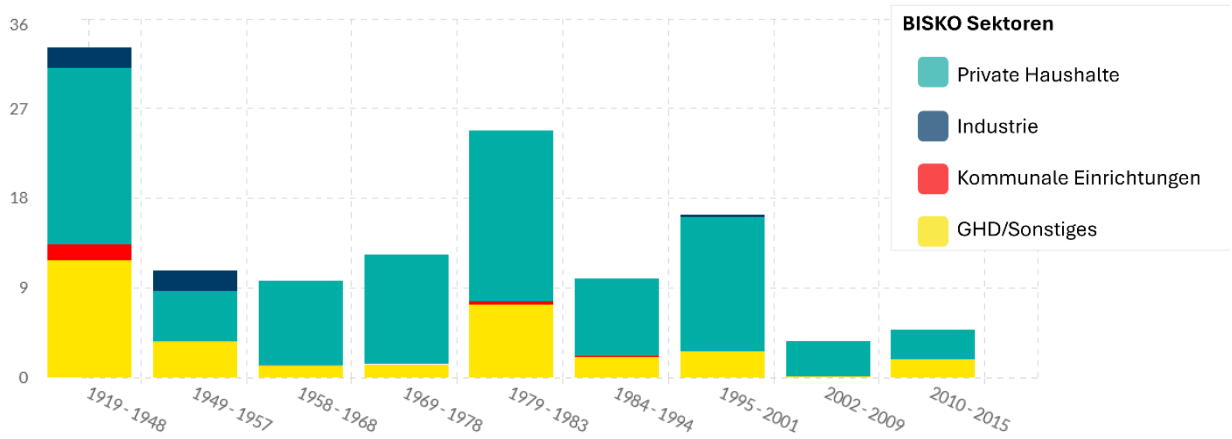



*Abbildung 15: Wärmebedarf Nutzenergie nach Gebäudealter und -art [3]*

Sanierungsmöglichkeiten umfassen Maßnahmen wie Fassadendämmung, Dämmung des oberen und unteren Gebäudeabschlusses, Dämmung des Dachs und Fenstertausch. Ein hohes Sanierungspotenzial deutet auf weitreichende Verbesserungsmöglichkeiten des baulichen und energetischen Zustands eines Gebäudes hin. Abbildung 16 zeigt das Sanierungspotenzial des Gebäudestandes in Geisenheim kartografisch verordnet auf Baublockebene. Je dunkler das grün der gezeigten Flächen, desto höher das theoretische Sanierungspotenzial. Bei einer vollständigen Sanierung aller Gebäude auf Energieeffizienzklasse A+ ergäbe sich eine Wärmebedarfsreduktion um 68,6 % auf nur noch **39,4 GWh/a** Gesamtwärmebedarf. Dies verdeutlicht, in welchem hohen Maß eine klimaneutrale Wärmeversorgung bereits durch nicht-energetische Maßnahmen – wie etwa bauliche Verbesserungen und Effizienzsteigerungen – erreichbar ist, noch bevor der Einsatz erneuerbarer Energien notwendig wird.

*Abbildung 16: Sanierungspotenzial Gebäudestand im Untersuchungsgebiet [3]*

Da eine vollständige Sanierung aller Gebäude auf Effizienzklasse A+ aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten unrealistisch ist, wird von dem hier genannten theoretischen Potenzial für die Erstellung des Zielszenarios abgesehen. Stattdessen sollen für das Zielszenario (siehe Kapitel 5) weitere Einflussfaktoren für Gebäudesanierungen im Plangebiet berücksichtigt werden, die im Ergebnis zwar zu weniger Energieeinsparung führen, dafür jedoch als realistisch eingestuft werden können.

## 4.2 EE-Potenziale und Abwärme

Innerhalb dieses Kapitels werden die genannten EE-Potenziale sowie Abwärmepotenziale eingehend untersucht und das damit verbundene Vorgehen erläutert. Wo nötig wird eine weitere Untergliederung der Potenziale vorgenommen. So hat beispielsweise die Umweltwärme mehrere Unterkategorien, zu der sowohl Umgebungsluft, Gewässer oder Abwasser gehören können. Die Unterscheidung verschiedener EE-Potenziale bezieht sich auf die Wärmequellen (z.B. Wärme aus Abwasser, Sonneneinstrahlung, etc.) nicht auf die Erzeugungstechnologie (z.B. WP, KWK, etc.) zur Nutzbarmachung der entsprechenden Wärmequelle. Die benötigte bzw. übliche Erzeugungstechnologie im Zusammenhang eines EE-Potenzials wird stets zum Anfang eines Kapitels kurz erläutert.

Weiterhin soll auf die Notwendigkeit zur Abstufung hinsichtlich verschiedener Potenziale hingewiesen werden. Nicht jedes Potenzial lässt sich erschließen bzw. technisch nutzen. In einer nächsten Eingrenzung stellt sich stets die Frage nach der Wirtschaftlichkeit eines Potenzials. Insofern die ersten beiden Fragen positiv werden beantwortet können, müssen sonstige Restriktionen oder Hemmnisse überprüft werden, bevor ein Potenzial als realisierbar eingestuft werden kann. Einen Überblick zu den Abstufungen und deren Definition gibt Abbildung 17:

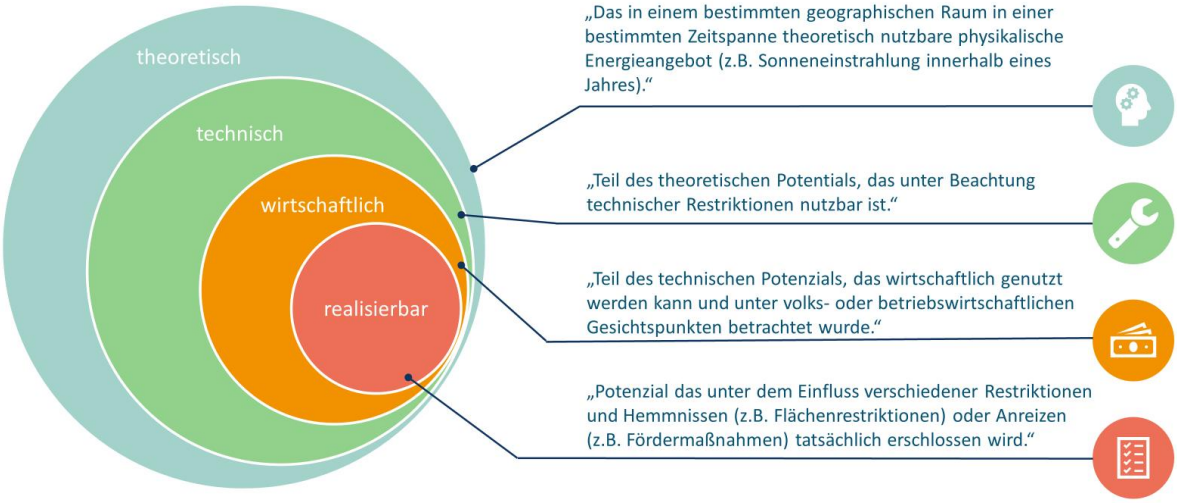



*Abbildung 17: Definition der Potenzialbegriffe nach Kaltschmitt, Streicher, Wiese [4]*

Insofern die Entzugsleistung einer Quelle mittels einer Wärmepumpe auf ein nutzbares Temperaturniveau gehoben werden muss, ist eine Jahresarbeitszahl (JAZ) zugrunde zu legen. Die JAZ setzt die Gesamtjahresnutzwärme zu der Gesamtjahreswärmepumpenarbeit ins Verhältnis. Sie ist somit der Jahresdurchschnittswert. Fasst man alle jährlichen Betriebsstunden einer Anlage zu sog. Vollbenutzungsstunden (vbh) zusammen (läuft eine Anlage z.B. insgesamt 100 Stunden im Jahr zu 20 % wären dies 20 Vollbenutzungsstunden), und multipliziert diese vbh mit der Nutzwärmeleistung, so erhält man die Jahreswärmearbeit einer Anlage.

### 4.2.1 Geothermie

Im Zeitalter der Energiewende eröffnet Geothermie die Möglichkeit, die unterhalb der festen Erdoberfläche gespeicherte Wärme zu nutzen. Als eine der vielversprechendsten erneuerbaren Energiequellen bietet die Geothermie eine Kombination aus Zuverlässigkeit, Umweltfreundlichkeit und Vielseitigkeit. Die Nutzung dieser ermöglicht es Kommunen, einen entscheidenden Schritt in Richtung Klimaneutralität zu machen und gleichzeitig die lokalen Wirtschaftssysteme zu stärken.

Jedoch stellt die Erschließung des geothermischen Potenzials keine einfache Aufgabe dar. Herausforderungen wie geologische Faktoren, insbesondere in Gebieten mit komplexer Grundwasserstockwerksgliederung, und wasserwirtschaftliche Bedingungen, bei denen alte, fossile Wasservorkommen mit geringer Neubildungsrate eine besondere Herausforderung darstellen, müssen sorgfältig bewertet werden. Zusätzlich kompliziert wird die Situation in Regionen, die aus wasserwirtschaftlicher Sicht unzulässig sind oder unter strenge Schutzzonen fallen. Diese Aspekte sind entscheidend bei der Beurteilung der Machbarkeit und der Entwicklung von Geothermieprojekten und erfordern eine sorgfältige Planung sowie die Berücksichtigung aller ökologischen und regulatorischen Rahmenbedingungen.

Oberflächennahe Geothermie

Oberflächennahe Geothermie reicht bis zu einer Tiefe von 400 Metern und kann das ganze Jahr über unabhängig von Witterungsbedingungen genutzt werden. Dies erfolgt durch Erdwärmekollektoren, Erdwärmesonden oder Grundwasserbrunnen.

Bei oberen Bodentiefen bis ca. 15 Meter wird die Temperatur von atmosphärischen Faktoren wie Sonneneinstrahlung, Luftwärmeaustausch und versickerndes Regenwasser beeinflusst. Darunter und bis zu etwa 50 Metern Tiefe, ist die Temperatur relativ konstant bei ca. 10 °C. Ab 50 Metern Tiefe steigt die Temperatur aufgrund des innerirdischen Wärmestroms im Durchschnitt um 3 °C pro 100 Meter an.

Einzelne Anlagen zur Nutzung der oberflächennahen Geothermie werden zur Beheizung und Warmwasserversorgung von Ein- und Zweifamilienhäusern verwendet. Größere Anlagen lassen sich auch zur Einspeisung in ein Wärmenetz nutzen. Dafür muss die dem Boden entzogene Wärme mittels einer (Groß-) Wärmepumpe auf die nötige Vorlauftemperatur des Heizkreises bzw. Wärmenetzes gebracht werden. Für mögliche Wärmeentnahmestellen ist daher immer auch die oberirdische Aufstellungsfläche einer Wärmepumpe bzw. Heizzentrale mit einzuplanen. Geräuschemissionen spielen hierbei eine untergeordnete Rolle, da es sich um Sole-Wasser-Wärmepumpen handelt, die im Gegensatz zu Luft-Wasser-Wärmepumpen ohne laute Ventilatoren auskommen. Die Funktionsweise einer Großwärmepumpe wird in Abbildung 18 schematisch dargestellt.

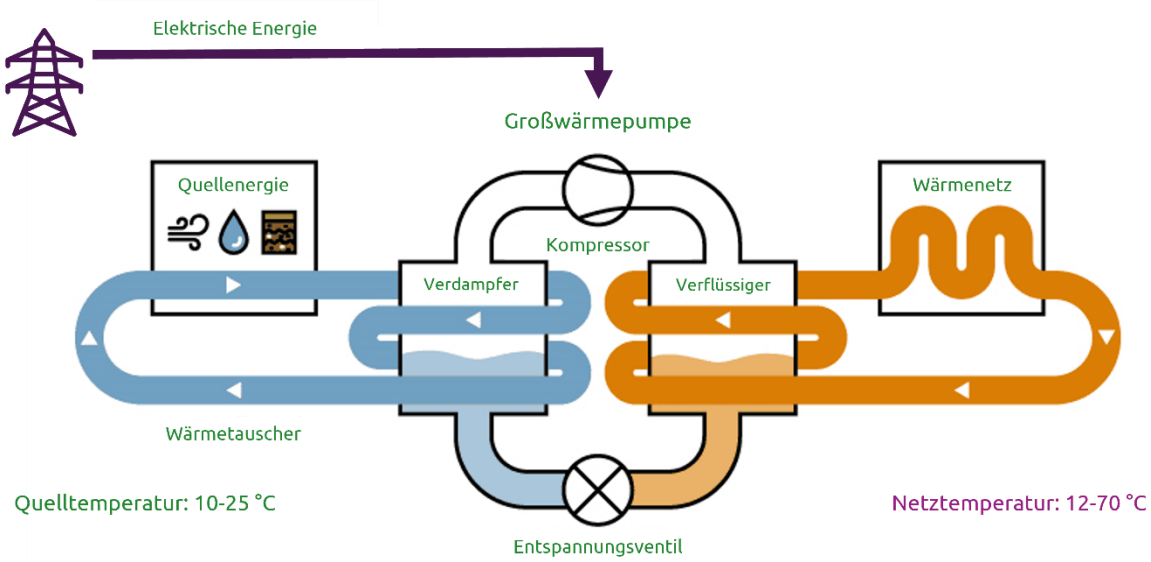



*Abbildung 18: Funktion einer Wärmepumpe innerhalb eines Wärmenetzes nach [5]*

Erdwärmesonden

Erdwärmesonden sind eine Variante der oberflächennahen Geothermie, für deren Installation vertikale Bohrungen (ca. 15 cm Durchmesser) in den Boden vorgenommen werden. In die Bohrlöcher werden Rohre eingebracht und die Sonden darin mit einer zementartigen Masse fixiert. In Deutschland verwendet man als Sonden meist Doppel-U-Rohre aus Polyethylen. Diese Rohre sind mit einer Wärmeträgerflüssigkeit, typischerweise Wasser mit einem Frostschutzmittel wie Glykol, gefüllt. Diese Flüssigkeit nimmt die Wärme aus dem Erdreich auf und transportiert sie zur Wärmepumpe an der Oberfläche. Erdwärmesonden werden hierzulande typischerweise in Tiefen von 50 bis 160 Metern eingebaut.

Erdwärmesonden können auch bis zu einer Tiefe von 400 m ohne Genehmigungsverfahren des Bergrechts geplant werden. Die technische Sicherheit der Bohrungen und die geordnete Nutzung des Grundwassers kann bis zur definierten Tiefenlage in aller Regel durch das Wasserrecht gewährleistet werden. Ergänzend kann die Bergbehörde auf Grundlage des § 127 BBergG für Bohrungen von mehr als 100 m Tiefe weiterhin eine Betriebsplanzulassung verlangen, soweit dies im Einzelfall erforderlich ist. Die Abgrenzung zwischen oberflächennaher (bis 400 m Tiefe) und tiefer Geothermie (ab 400 m Tiefe) entspricht der allgemeinen Abgrenzung in der Praxis.

Die Nutzung von Geothermie durch Erdwärmesonden im Untersuchungsgebiet Geisenheim unterliegt einer umfassenden hydrogeologischen sowie wasserwirtschaftlichen Standortbewertung. Im Rahmen der hydrogeologischen Einschätzung wird das potenzielle Risiko von Erdwärmesonden-Bohrungen für das Grundwasser beurteilt. Es ist wichtig zu betonen, dass diese Bewertung ausschließlich dem Grundwasserschutz dient und keine Aussagen über das geothermische Potenzial der Standorte trifft.

Dabei werden die Standorte in zwei Kategorien eingeteilt: Als hydrogeologisch ungünstig gelten Standorte mit einem erhöhten Risiko negativer Auswirkungen auf das Grundwasser. Zwar sind Bohrungen hier grundsätzlich möglich, erfordern jedoch zusätzliche Schutzmaßnahmen. Diese Standorte sind in Abbildung 19 beige dargestellt. Als hydrogeologisch günstig hingegen gelten Standorte, bei denen kein erhöhtes Risiko für das Grundwasser besteht, sodass standardisierte Bohrungen ohne besondere Auflagen möglich sind. Die Auswertung zeigt, dass das gesamte Stadtgebiet

aus hydrogeologischer Sicht als günstig eingestuft wird. Die zugrunde liegenden Daten stammen aus dem Geologie Viewer des Hessischen Landesamts für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG).

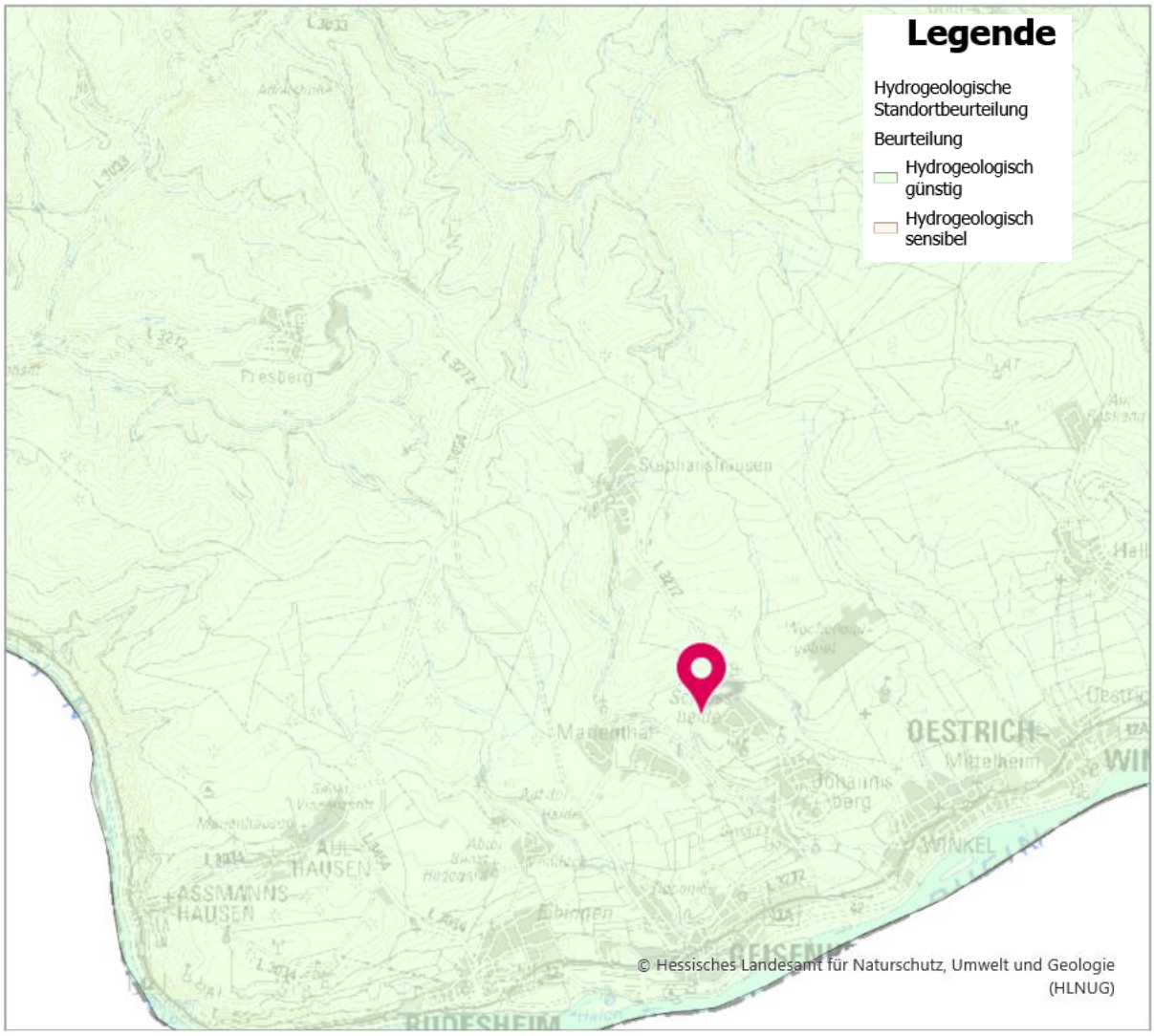



*Abbildung 19: Hydrogeologische Standortbeurteilung Geisenheim [6]*

Ergänzend zur hydrogeologischen Einschätzung erfolgt eine wasserwirtschaftliche Standortbewertung mit Blick auf bestehende Schutzgebiete. Dabei wird geprüft, ob sich ein Standort innerhalb von Wasser- oder Heilquellenschutzgebieten befindet. Auch hier bezieht sich die Bewertung ausschließlich auf den Schutz des Grundwassers und nicht auf das geothermische Potenzial. Als wasserwirtschaftlich unzulässig gelten Standorte innerhalb innerer Schutzzonen, in denen die Nutzung von Erdwärmesonden grundsätzlich nicht erlaubt ist (rot dargestellt). In äußeren Schutzzonen – wasserwirtschaftlich als ungünstig eingestuft – ist eine Nutzung grundsätzlich möglich, bedarf jedoch einer Einzelfallprüfung und gegebenenfalls zusätzlicher Schutzmaßnahmen (orange dargestellt). Abbildung 20 zeigt, dass innerhalb des Untersuchungsgebiets einzelne Teilflächen wasserwirtschaftlich unzulässig sind. Dennoch ist festzustellen, dass der überwiegende Teil des Gebiets – insbesondere in der Nähe der Ortsteile Geisenheim, Marienthal und Johannisberg sowie im Norden des Untersuchungsgebiets – aus wasserwirtschaftlicher Sicht unproblematisch für den Einsatz von Erdwärmesonden ist.

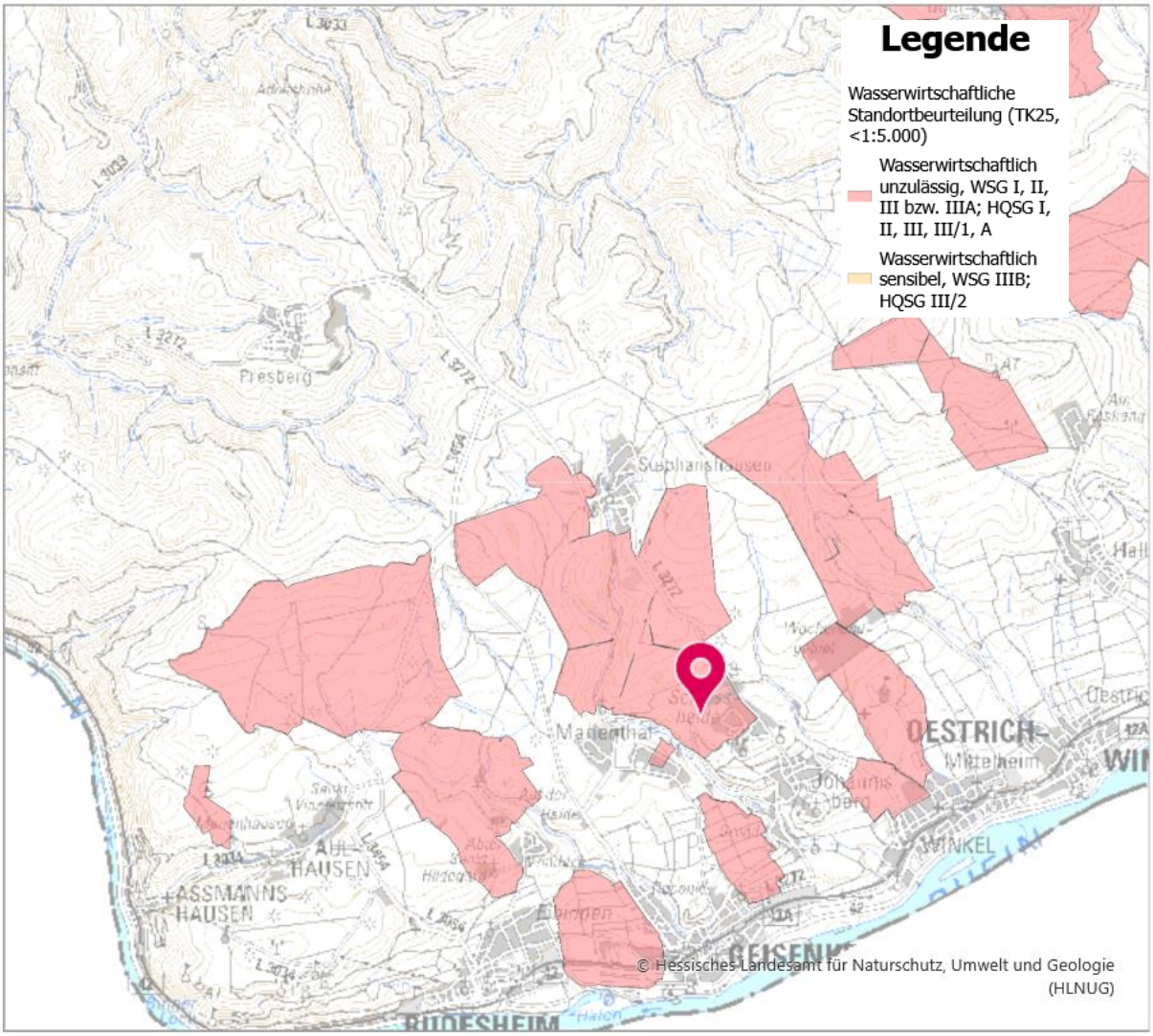



*Abbildung 20: Wasserwirtschaftliche Standortbeurteilung Geisenheim [6]*

Insgesamt zeigt sich, dass die hydrogeologischen Voraussetzungen im Untersuchungsgebiet Geisenheim überwiegend günstig sind und große Teile des Untersuchungsgebiets auch aus wasserwirtschaftlicher Sicht keine relevanten Einschränkungen für den Einsatz von Erdwärmesonden aufweisen. An einzelnen Standorten kann eine vertiefte Prüfung erforderlich sein, um die technische, wirtschaftliche und genehmigungsrechtliche Umsetzbarkeit im Einzelfall zu bewerten. Insgesamt ergibt sich damit für Geisenheim ein grundsätzlich gutes, wenn auch lokal begrenzt differenziertes Potenzial für den Einsatz von Erdwärmesonden.

Erdwärmekollektoren

Horizontale Erdwärmekollektoren entziehen die Energie aus den obersten 2 Metern des Bodens. Diese Energie wird hauptsächlich im Sommer durch Sonneneinstrahlung und das ganze Jahr über durch die Wärme im Niederschlags- und Sickerwasser wieder aufgefüllt. Damit Sonne und Regen diesen Energieentzug ausgleichen können, müssen die Erdwärmekollektoren unbebaut bleiben. Eine zusätzliche Versickerung von Niederschlagswasser kann den Flächenbedarf eines Erdwärmekollektors erheblich reduzieren.

Praxisbeispiele zeigen, dass Erdsondenfelder in Hessen auch in hydrogeologisch ungünstigen Bereichen genehmigt und umgesetzt werden können. In Geisenheim sind die hydrogeologischen Bedingungen hingegen insgesamt als günstig einzustufen, wodurch aus geowissenschaftlicher Sicht gute Voraussetzungen für den Einsatz oberflächennaher

Geothermie bestehen [6]. Die Nutzung oberflächennaher Geothermie mittels Erdwärmekollektoren und Erdsonden ist in Geisenheim somit grundsätzlich möglich, sollte jedoch im konkreten Fall – beispielsweise im Rahmen einer Machbarkeitsstudie – vertiefend geprüft werden.

In Abbildung 21 ist eine in Marienthal bei der Niedrigenergiehaus-Siedlung „Am Hähnchen“ gelegene Beispielfläche abgebildet. Auf einer Grundfläche von ca. 11 ha könnten mit 40 m tief gebohrten Erdsonden in Kombination mit einer Wärmepumpe 9,6 GWh/a erzeugt werden (siehe Berechnung in Abbildung 22 ). Dies entspräche etwa 8 % des gesamten Wärmebedarfs im Untersuchungsgebiet. Um den Nutzungsgrad der Fläche zu erhöhen und somit das Problem von Flächenkonkurrenz zu lindern sind eine Kombination von Geothermie mit Agrarwirtschaft („Agrothermie“) oder Solarthermie untersuchungswürdige Möglichkeiten.

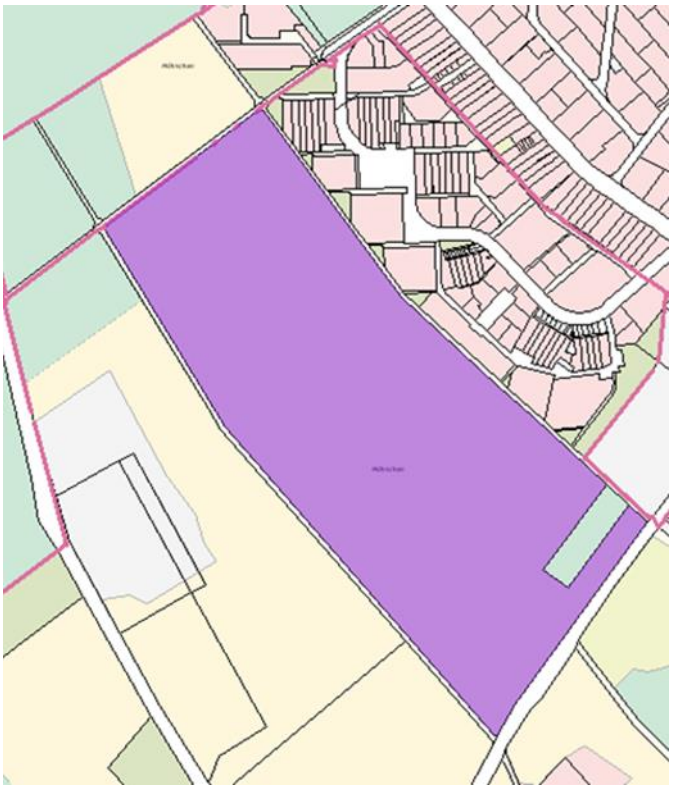


*Abbildung 21: Beispielfläche für eine oberflächennahe Geothermie*

| Oberflächennahes Geothermiepotenzial für Beispielfläche | | |
|---|---|---|
| Grundfläche | 109.207 $m^2$ | |
| JAZ | 3,5 | |
| Entzugsart | **Erdsonden** | **Erdkollektoren** |
| Spezifische Entzugsleistung (bei 1800 vbh im Jahr) | 60 W/m | 20 $W/m^2$ |
| Bohrtiefe | 40 Meter | |
| Abstand der Sonden (VDI 4640) | 7 Meter | |
| Entzugsleistung | 5,3 MW | 2,2 MW |
| | **Jahresarbeit Wärme** | |
| 1.800 Betriebsstunden | 9,6 GWh/a | 3,9 GWh/a |

*Abbildung 22: Beispielrechnung – oberflächennahe Geothermie*

Tiefengeothermie

Das petrothermale Potenzial beschreibt die Möglichkeit, geothermische Energie aus heißen, trockenen Gesteinen in mittleren bis tiefen Schichten der Erdkruste zu extrahieren. Diese Form der Geothermie nutzt die inhärente Wärme des Gesteins, oft durch künstliche Erhöhung der Durchlässigkeit, um Wasser zu erhitzen und Dampf zu erzeugen, der zur Stromerzeugung oder für Heizzwecke verwendet werden kann [7]. Das hydrothermale Potenzial hingegen bezieht sich auf die Nutzung von natürlich vorkommendem heißem Wasser oder Dampf aus der Erde. Diese Ressourcen können direkt zur Energieerzeugung oder für Heizzwecke genutzt werden. Hydrothermale Systeme sind in der Regel einfacher und kostengünstiger zu erschließen als petrothermale Systeme, da sie auf natürlichen Wasserreservoirs basieren [8].

In Abbildung 23 ist dargestellt, dass das hydrothermale Potenzial in einer Tiefe von etwa –1.000 Metern unter Gelände im gesamten Untersuchungsgebiet Geisenheim als „sehr gering“ klassifiziert wird. Das petrothermale Potenzial nimmt dagegen mit zunehmender Tiefe ab etwa –2.000 Metern deutlich zu und erreicht in Tiefen von –3.500 bis –4.000 m eine mittlere Bewertung. Die Einstufungen beider Potenziale sind in Tabelle 2 dargestellt. Damit ergeben sich für

tiefere geologische Schichten grundsätzlich günstigere Voraussetzungen für eine künftige Nutzung petrothermaler Geothermie.

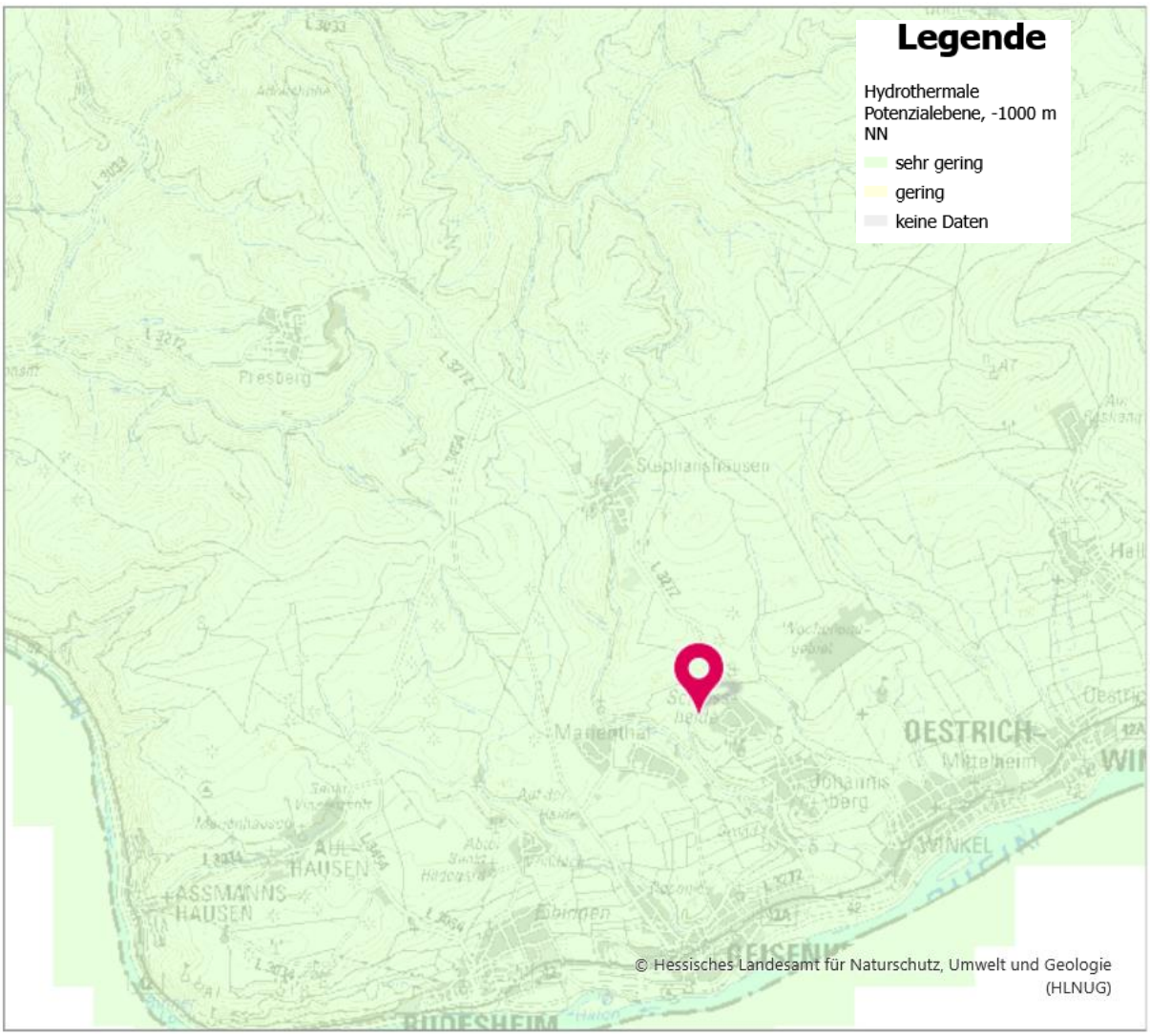



*Abbildung 23: Tiefengeothermie – hydrothermales Potenzial –1000 m [6]*

*Tabelle 2: Petrothermales und Hydrothermales Potenzial bis zu einer Tiefe von - 4.000 m [6]*

| Potenzialebene | -500 m NN | -1000 m NN | -1500 m NN | -2000 m NN | -2500 m NN | -3000 m NN | -3500 m NN | -4000 m NN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Petrothermales Potenzial | Sehr gering | Sehr gering | Sehr gering | Gering | Gering | Gering - Mittel | Mittel | Mittel |
| Hydrothermales Potenzial | Sehr gering | Sehr gering | Sehr gering | Sehr gering | Sehr gering | Sehr gering | Sehr gering | Sehr gering |

Die genannten Einschätzungen basieren auf geologischen Karten, Temperaturgradienten und Modellierungen zur Wärmeleitfähigkeit der Gesteinsschichten im Untergrund. In Regionen mit höherem Potenzial liegen beispielsweise Thermalwasserleiter oder heiße kristalline Gesteine vor, die entweder von Natur aus durchlässig oder technisch stimulierbar sind. Im Untersuchungsgebiet fehlen Hinweise auf solche geologischen Strukturen. Der lokale geothermische Gradient – also der Temperaturanstieg pro 100 Meter Tiefe – ist zu gering, um in wirtschaftlich vertretbarer Tiefe

(>1.000 m) auf ausreichend hohe Temperaturen (>100 °C) für eine Nutzung z. B. in der Stromproduktion oder Hochtemperaturwärmeversorgung zu stoßen.

Auch aus Sicht der Erschließungskosten und Risiken ergibt sich damit eine ungünstige Ausgangslage. Tiefe Bohrungen in wenig geeigneten geologischen Strukturen sind nicht nur technisch aufwendig, sondern auch mit hohem finanziellem Risiko verbunden. Insbesondere petrothermale Systeme erfordern in der Regel aufwändige Stimulationstechniken (z. B. hydraulisches Fracturing), um die nötige Durchlässigkeit zu schaffen – ein Verfahren, das in dicht besiedelten Gebieten häufig auf Akzeptanzprobleme stößt.

Das Ergebnis lässt sich somit wie folgt zusammenfassen: Für die Nutzung der Tiefengeothermie – sowohl im hydrothermalen als auch im petrothermalen Kontext – besteht im Untersuchungsgebiet kein nennenswertes Potenzial. Eine weitere Prüfung tiefer geothermischer Potenziale wäre angesichts der geologischen Ausgangslage nicht zielführend.

### 4.2.2 Umweltwärme

Unter dem Potenzial Umweltwärme werden alle natürlichen Wärmequellen für Wärmepumpen zur Nutzung von Umweltwärme zusammengefasst. Dabei handelt es sich um folgende Umweltwärmequellen, welche im folgenden Kapitel untersucht werden:

- Luft
- Oberflächengewässern (Fluss- und Seewasser)
- Trinkwasser
- Abwasser

Da alle Umweltwärmequellen unter der Nutzung von Wärmepumpen nutzbar gemacht werden, erfolgt zunächst eine kurze Beschreibung der Funktionsweisen von Wärmepumpen.

Eine Wärmepumpe ist ein Heizsystem, das Wärme aus der Umgebung (Luft, Erde oder Wasser) aufnimmt und diese auf ein höheres Temperaturniveau bringt, um sie in Wärmenetzen, zum Heizen von Gebäuden oder zur Warmwasserbereitung zu nutzen. Die Funktionsweise einer Wärmepumpe beruht auf der Wärmeaufnahme und -abgabe durch ein Kältemittel. Der zugrundeliegende Prozess wird nachfolgend erläutert:

- **Verdampfer:** Die Wärmepumpe entzieht Wärme aus einer natürlichen Wärmequelle (z.B. der Außenluft, dem Erdreich oder einem Gewässer) über ein Kältemittel, das in einem Verdampfer zirkuliert. Dieses Kältemittel hat einen niedrigen Siedepunkt, sodass es bereits bei niedrigen Temperaturen verdampft. Die dabei aufgenommene Wärmeenergie lässt das Kältemittel verdampfen.

- **Kompressor:** Der gasförmige Kältemitteldampf wird dann in einen Kompressor geleitet, der den Druck des Gases erhöht. Durch diese Kompression steigt die Temperatur des Kältemittels weiter an, da Druckerhöhung mit einer Temperaturerhöhung einhergeht. Für die Kompression muss der Wärmepumpe Energie zugeführt werden, in der Regel in Form von Strom.

- **Verflüssiger:** Das nun erhitzte Kältemittelgas strömt in einen Verflüssiger (auch Kondensator genannt), wo es seine Wärme an das Heizsystem des Verbrauchers abgibt, zum Beispiel an das Heizungswasser in einem Gebäude. Durch die Abgabe der Wärme kühlt das Kältemittel wieder ab und kondensiert, es wird also flüssig.

- **Expansionsventil:** Nach der Kondensation wird das flüssige Kältemittel durch ein Expansionsventil geleitet, wo es entspannt wird. Dabei sinken Druck und Temperatur des Kältemittels wieder, und der Kreislauf beginnt von vorne, indem das kalte Kältemittel erneut in den Verdampfer gelangt, um weitere Wärme aus der Umgebung aufzunehmen.

Dieser Prozess wiederholt sich kontinuierlich, wodurch die Wärmepumpe in der Lage ist, auch bei niedrigen Quelltemperaturen effizient Wärme zu erzeugen. Da eine Wärmepumpe mehr Wärmeenergie liefern kann, als sie an elektrischer Energie für den Betrieb benötigt, gilt sie als besonders energieeffizient und umweltfreundlich.

Die Effizienz einer Wärmepumpe hängt dabei vor allem von der Differenz der Quelltemperatur und der erforderlichen Temperatur des Heizsystems ab. Eine Wärmepumpe ist effizienter, wenn diese Differenz gering ist, d.h. die Temperatur der Wärmequelle hoch oder die Temperatur des Heizsystems (z.B. bei Fußbodenheizungen) niedrig ist.

Luft

Die Umgebungsluft stellt aufgrund ihres grundsätzlich unbegrenzten Wärmepotenzials eine sehr flexible und technisch einfach umsetzbare Wärmequelle dar – sowohl für die dezentrale Einzelversorgung als auch zur Einspeisung in Wärmenetze. Luft-Wärmepumpen erfordern den geringsten technischen Aufwand und sind nahezu überall einsetzbar. Dabei unterscheidet man zwischen Luft/Luft- und Luft/Wasser-Systemen, bei denen der Umgebungsluft Wärme entzogen und durch den oben beschriebenen thermodynamischen Kreisprozess auf das erforderliche Temperaturniveau des Heizsystems gehoben wird. Anders als bei anderen Wärmequellen ist der Wiedereintritt der abgekühlten Luft in die Umgebung unkritisch (Vergleich: Abwasserwärme).

Im Rahmen der Potenzialermittlung der kommunalen Wärmeplanung wird grundsätzlich von einer technischen Machbarkeit der Umgebungsluft als Wärmequelle zur dezentralen Versorgung von Gebäuden ausgegangen. Gebiete mit einer hohen Bebauungsdichte werden im Rahmen dieser Wärmeplanung bezüglich Nutzung von dezentralen Wärmepumpen nicht priorisiert, da eine hohe Bebauungsdichte regelmäßig mit hohen Wärmeliniendichten und damit einer hohen Wärmenetzeignung einher gehen. Die Option zur Einzelversorgung mit Wärmepumpe ist bei hoher Bebauungsdichte dennoch nicht ausgeschlossen. In Hessen existieren keine Mindestabstände für Luft-Wärmepumpen zur Grundstücksgrenze – vorausgesetzt, die Anlage überschreitet weder 2 Meter Höhe noch 3 Meter Länge.

Im Neubau und in sanierten Gebäuden, die mit niedrigeren Vorlauftemperaturen auskommen, sind Luft-Wärmepumpen effizient einsetzbar. Moderne Luft-Wärmepumpen können aber auch in Bestandsgebäuden die benötigten höheren Vorlauftemperaturen und die tendenziell höhere Heizlast bereitstellen. Aufgrund der technischen Weiterentwicklungen sind selbst geringe Außentemperaturen im Winter kein Ausschlusskriterium mehr und ökonomische Wirkungsgrade können erreicht werden. Nichtsdestotrotz gilt: Je niedriger die Wärmequellentemperatur, desto niedriger die Effizienz der Wärmepumpe (d. h. der Strombedarf steigt). Somit kommen in Bestandsgebäuden auch (bivalente) Hybrid-Systeme zum Einsatz, bei denen eine Gas- oder Ölheizung bei kalten Temperaturen im Winter zusätzliche Wärme

produziert. In monovalenten Wärmepumpen kann zu diesem Zweck ein elektrisch betriebener Heizstab eingesetzt werden.

Auf Basis der heutigen Förderkulisse der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) haben dezentrale Wärmepumpen mit der Wärmequelle Luft einen ökonomischen Vorteil gegenüber Erdwärmepumpen. Insgesamt ist die BEG-Förderung auf maximal 70 % der Gesamtkosten gedeckelt. Die maximal förderfähige Investitionssumme beträgt 30.000 € für ein Einfamilienhaus (1. Wohneinheit). Der höchstmögliche Zuschuss für den Heizungstausch beläuft sich also – bei einem Fördersatz von 70 % – auf 21.000 €. Daher können die teureren Erdwärmesonden oder -kollektoren weniger gefördert werden. Dies führt dazu, dass die Effizienzvorteile der Erdwärmepumpe gegenüber der stetig effizienter werdenden Luft/Wasser-Wärmepumpen nicht ausreichen, um die Mehrinvestition zu rechtfertigen. Eine pauschalisierte Aussage ist jedoch nicht möglich und die Vorteilhaftigkeit der Systeme muss für jedes Gebäude durch eine fachkundige Person geprüft werden.

Wärmepumpen mit der Wärmequelle Luft können auch in Wärmenetzen eingesetzt werden. Zentrale Luft/Wasser-Wärmepumpen können die benötigte Vorlauftemperatur in Fernwärmenetzen in der Regel jedoch nur ineffizient bereitstellen (insofern es sich nicht um Niedertemperatur-Netze handelt). Hier können kaskadierte (zweistufige) Luft/Wasser- und Wasser/Wasser-Wärmepumpen mit einer akzeptablen JAZ betrieben werden. In einer ersten Stufe wird die Außenluft als Temperaturquelle genutzt und das Wasser auf etwa 35 °C erwärmt. In der zweiten Stufe hebt die Wasser/Wasser-Wärmepumpe die Quelltemperatur auf die benötigte Vorlauftemperatur im Wärmenetz an.

**Einschränkungen beim Einsatz von Luft-Wärmepumpen:**

- **Geräuschemissionen:** Besonders dichte Wohn- und Mischgebiete – wie z.B. der Innenstadtbereich von Geisenheim – sind aufgrund gesetzlicher Grenzwerte nur eingeschränkt geeignet.
- **Platzbedarf:** Für die Außeneinheit werden 2 bis 4 m² Fläche auf dem Grundstück benötigt.
- **Stromnetz:** Die Leistungsfähigkeit des örtlichen Stromnetzes muss in Abstimmung mit dem Netzbetreiber sichergestellt werden. Dieser kann den Anschluss einer regulären Wärmepumpe nicht untersagen, hat jedoch notfalls die Möglichkeit, die Leistung zu drosseln. In Geisenheim sind diesbezüglich aktuell jedoch kaum Einschränkungen zu erwarten.

Für ein durchschnittliches Einfamilienhaus wird zur Versorgung mit einer Luft-Wasser-Wärmepumpe eine Strommenge von etwa 6,4 MWh pro Jahr benötigt (bei einer JAZ von 2,7). Da Umgebungsluft als Wärmequelle überall verfügbar und unbegrenzt nutzbar ist, wird das Potenzial dieser Technologie als technisch, wirtschaftlich und praktisch sehr gut nutzbar eingestuft. Für die Wärmewende in Geisenheim kann der Einsatz zentraler (Groß-)Wärmepumpen auf Basis von Außenluft insbesondere in Stadtteilen ohne andere Wärmequellen wie Abwasser oder Gewässer von Bedeutung sein. Bei ausreichender Wärmeliniendichte bietet sich eine Kombination mit Biomasseheizwerken oder KWK-Anlagen zur Versorgung von Wärmenetzen an. Voraussetzung ist, dass das Stromnetz die erforderliche Leistung für den Betrieb der Anlagen bereitstellen kann. Das Potenzial der Außenluft wird insgesamt als hoch und nahezu unbegrenzt eingestuft.

<u>Flusswasserwärme (Rhein)</u>

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung werden verschiedene Oberflächengewässer in Geisenheim hinsichtlich ihres Wärmepotenzials und einer möglichen thermischen Nutzung untersucht. Im Süden grenzt das Untersuchungsgebiet an den Rhein, welches als einziges Fließgewässer einen grundsätzlich ausreichenden Wasserdurchfluss für den

potenziellen Betrieb einer Flusswasser-Wärmepumpe bietet. Die Analyse konzentriert sich daher auf die thermischen Potenziale des Rheins. Eine Nutzung kleinerer Gewässer im Untersuchungsgebiet (Stegbach, Elsterbach) wird vorerst nicht weiterverfolgt, kann jedoch langfristig nicht ausgeschlossen werden. Die Einschätzung des Wärmepotenzials des Rheins erfolgt auf Grundlage von Durchfluss- und Temperaturwerten eines durchschnittlichen Jahres. Der Durchfluss schwankt stark je nach Jahreszeit und Wetterlage stark von Jahr zu Jahr.

Zur Bestimmung des technischen Potenzials gilt es in Regelfällen laut OGewV als unkritisch, wenn bis zu 10 % des Durchflusses entnommen werden und um 3 K abgekühlt werden, vorausgesetzt die Temperatur des Wassers unterschreitet bei Wiedereinleitung nicht 1 °C. Für den Rhein bedeutete dies auf Basis eines mittleren Niedrigwasserabflusses (MNQ) von 716.000 l/s eine zulässige Entnahme rund 71.600 l/s (10 %), was bei einer Abkühlung von 3 K eine quellseitige Leistung von etwa 900 MW. Bei einer Jahresarbeitszahl (JAZ) von 3 könnte die Wärmepumpe somit eine thermische Leistung von ca. 2,7 GW bereitstellen, was bei 4.000 Vollbenutzungsstunden das 86-fache (10.800 GWh) der im Untersuchungsgebiet Geisenheim benötigten Wärmemenge (125.4 GWh) ergäbe. Da solche Wärmemenge nicht an einer Stelle benötigt werden und die geltende Gewässerschutzverordnung mitberücksichtigt werden muss, wird mit einer Entnahme von 0,3 % des Durchflusses gerechnet (2.148 l/s). Dies ergäbe eine Quellleistung von knapp 27 MW und eine thermische Leistung der Wärmepumpe von ca. 81 MW, was bei 4.000 Vollbenutzungsstunden eine Wärmemenge von etwa 324 GWh entspricht.

Da die Wassertemperatur im Winter leicht höher ist als die Umgebungstemperatur, wird eine minimale Temperatur von 5,4 °C angenommen. Dies schränkt das Potenzial der Nutzung von Flusswasserwärme in Kombination mit einer Wasser-Wasser-Wärmepumpe ein, da ein wirtschaftlicher Betrieb der Wärmepumpe laut Herstellervorgaben unterhalb von 4 °C nicht sinnvoll ist.

Das Wärmepotenzial des Rheins ist grundsätzlich sehr hoch, die wirtschaftliche Umsetzung jedoch aufgrund niedriger Wassertemperaturen im Winter, der erforderlichen treibenden Temperaturdifferenz und möglicher Vereisungsrisiken eingeschränkt. Zudem sind die Investitionskosten für Bauwerke und Wärmetauscher erheblich. Für das in Flussnähe gelegene Wärmenetz bleibt die Flusswassernutzung dennoch eine interessante Option, da es auch zwei potenzielle Entnahmestelle nahe der Geisenheimer Innenstadt gibt (siehe Abbildung 24).

*Abbildung 24: Wärmeentnahmemöglichkeiten am Rhein*

Seewasserwärme

Wärme aus einem See kann über einen im Wasser installierten Wärmetauscher entzogen werden. Mithilfe einer daran angeschlossenen Wärmepumpe wird diese Umweltwärme – analog zu Luft- oder Abwasserwärme – auf ein nutzbares Temperaturniveau für Heiz- oder Warmwasserzwecke angehoben (siehe Abbildung 18). Die Effizienz solcher Systeme kann – abhängig von Entnahmetiefe und Seetyp – günstig sein, da tiefes Seewasser im Jahresverlauf vergleichsweise konstante Temperaturen um 4 °C aufweist. Im Ufer- und Oberflächenbereich hingegen schwanken die Temperaturen saisonal stark, was den Einsatz in diesen Schichten energetisch weniger attraktiv macht. Voraussetzung für die Nutzung sind geeignete Gewässer in räumlicher Nähe zur Wärmesenke sowie die technische und rechtliche Genehmigungsfähigkeit der Eingriffe ins Gewässer. Im Rahmen der Potenzialanalyse in Geisenheim ist festzustellen, dass es keine Seen relevanter Größe im Untersuchungsgebiet gibt.

Trinkwasserwärme

Das Konzept der thermischen Nutzung von Trinkwasser besteht schon seit längerem, ist jedoch in der Fernwärme in Deutschland bislang aufgrund regulatorischer Hindernisse nicht verankert. Primär ist dies die Trinkwasserverordnung (TrinkwV) aus dem Jahr 2023. Gemäß §13 dieser Verordnung ist es vorgeschrieben, dass bei der Gewinnung, Aufbereitung und Verteilung von Trinkwasser ausschließlich Stoffe oder Gegenstände in Kontakt mit dem Roh- oder Trinkwasser verwendet werden dürfen, die explizit dem Zweck der Trinkwasserversorgung dienen. Derzeit bestehen erhebliche regulatorische Hürden nach § 13 TrinkwV; eine energetische Nutzung ist gegenwärtig i. d. R. nicht zulässig.

Eine maßgebliche Ursache für diese Hemmnisse liegt in präventiven Maßnahmen zur Gewährleistung der Trinkwasserhygiene. Die Bedeutung der Reinheit des Trinkwassers wird in der Debatte nicht ohne Grund betont, da Verunreinigungen im Trinkwasser durch strikte Einhaltung technischer Normen sicher vermieden werden müssen. Eventuelle Bedenken bezüglich der Trinkwasserhygiene im Kontext einer energetischen Nutzung könnten mithilfe technischer

Lösungen jedoch problemlos adressiert werden. Eine mögliche Maßnahme ist die Integration eines Zwischenkreislaufs mit Sicherheitswärmetauscher im nachgelagerten Trinkwassernetz, um dieses selbst bei Betriebsstörungen zuverlässig vor potenziellen Verunreinigungen zu schützen. Ein direkter Kontakt des Trinkwassers mit möglichen Verunreinigungen würde somit ausgeschlossen. Im Aufwand der Erschließbarkeit der Wärmequelle Trinkwasser lassen sich Vorteile gegenüber anderen Wärmequellen identifizieren. Die Verwendung bereits geförderter Trinkwassermengen eliminiert die Notwendigkeit des Baus eigener Brunnen und reduziert den mit dem Strombedarf für den Pumpaufwand verbundenen Aufwand. Zusätzlich ergeben sich weitere Vorteile gegenüber der Nutzung von Fluss- und Abwasser: Im Vergleich zur Nutzung von Oberflächenwasser steht das geförderte Trinkwasser während der Heizperiode kontinuierlich in einer stabilen Temperatur zur Verfügung. Zudem ist das Wasser frei von Verunreinigungen, die die Effizienz des Wärmetauschprozesses durch die Bildung von Biofilmen langfristig beeinträchtigen können. Im Gegensatz dazu erfordert die Nutzung von Oberflächenwasser oder Kläranlagenabfluss regelmäßige aufwändige Reinigungen oder spezielle Konstruktionen des Wärmetauschers. Bei der Verwendung von sauberem Trinkwasser als Wärmequelle entfällt dieser Schritt. Aufgrund der hohen regulatorischen Einschränkungen wird die Trinkwasserwärme als theoretisches Potenzial angesehen. Für die Wärmeversorgung in Geisenheim dürfte sie unter den aktuellen Umständen keine hohe Bedeutung haben.

Abwasser

Abwasser kann durch Wärmeübertrager als Wärmequelle erschlossen und mittels Wärmepumpen auf ein geeignetes Temperaturniveau gebracht werden. Im Gegensatz zu Oberflächengewässern weist Abwasser auch im Winter eine Temperatur von 10-12 °C auf und kann somit für eine effiziente Wärmegewinnung genutzt werden. Nach dem Wärmeplanungsgesetz sollen alle Kanalabschnitte ab einer Dimensionierung von DN800 sowie Kläranlagen hinsichtlich ihres Wärmepotenzials untersucht werden. Bei der Nutzung von Abwasserwärme können verschiedene Nutzungsarten unterschieden werden, welche sich hinsichtlich der technischen, ökologischen und ökonomischen Eignung für die Hochschulstadt Geisenheim unterscheiden. Grundsätzlich kann zwischen der Erschließung der Abwasserwärme im Kanalnetz, im Zulauf einer Kläranlage und im Ablauf einer Kläranlage unterschieden werden (Abbildung 25).

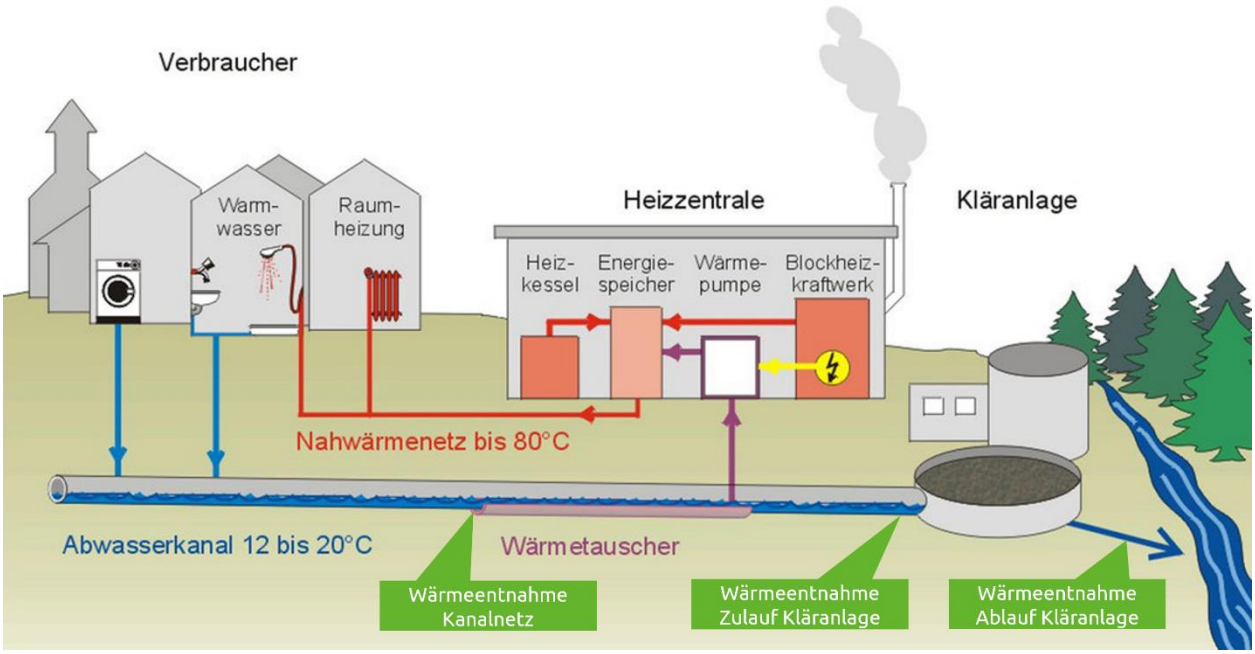



*Abbildung 25: Wärmeentnahmemöglichkeiten Abwasser*

Die Erschließung kann technisch mit verschiedenen Systemen umgesetzt werden. Meist kommen zum Einsatz:

- Wärmetauscher, die nachträglich in bestehende Kanäle eingebaut werden
- in Kanalrohren werksseitig integrierte Wärmeübertrager
- Systeme mit Sonderbau

Kanalinterne Lösungen für Wärmetauscher erfordern einen größeren Eingriff in das Kanalnetz und bieten sich vor allem bei Neubau oder Sanierung/Austausch von Kanalabschnitten an. Um die biochemischen Prozesse in der Kläranlage nicht zu beinträchtigen, gilt beim Abwasser die Vorgabe, dass das Abwasser in der Kläranlage eine Temperatur von mindestens 12 °C haben sollte. Dies ist auch ein elementarer Nachteil der Entnahme im unmittelbaren Kläranlagen-Zulauf. Bei einer Entnahme im Kanalnetz hat das Abwasser Zeit, um sich durch die Aufnahme der Erdwärme thermisch zu regenerieren. Es lässt sich mit einem Wärmeeintrag von etwa 0,01 K/m kalkulieren, der von der Erdtemperatur, der Kanalart und der Abwassertemperatur abhängt. Bei einer Entnahme im Kanalnetz kann mit einer Temperaturentnahme von 3 Kelvin kalkuliert werden, somit erreicht das Abwasser nach einigen hundert Metern (inkl. Sicherheitsabstand) wieder seine ursprüngliche Temperatur und eine erneute Wärmeentnahme wäre denkbar. Die genaue Abkühlung des Abwassers ist jedoch nicht auf 3 Kelvin begrenzt und wird in der Ausführung über die Dimensionierung des Wärmetauschers bestimmt. Diese Möglichkeit entfällt im unmittelbaren Zulauf der Kläranlage und es sollte maximal eine Temperatur von 0,5 Kelvin entnommen werden, um auch im Winter einen reibungslosen Klärprozess zu gewährleisten, der die Aktivität der Bakterien im Klärbecken nicht negativ beeinträchtigt.

Wesentlich einfacher zu erschließen ist die Wärmeentnahme am Kläranalgenablauf. Die Erschließung des geklärten Abwassers im Auslauf der Kläranlage (auch Klarwasser genannt) ist technisch leichter zu lösen und für Großwärmepumpen zur Fernwärmeversorgung interessant, da alle Abwasser die einer Kläranlage aus verschiedenen Sammlerkanälen zufließen an einer Stelle gebündelt wieder aus der Kläranlage herausfließen. Es handelt sich somit um den höchstmöglichen Volumenstrom. Das geklärte Abwasser bietet durch den hohen Volumenstrom sowie geringere Einschränkungen der thermischen Abkühlung (keine Rücksicht auf Klär-Bakterienprozesse nötig) das größte Leistungspotenzial. Da es sich um Klarwasser handelt, bildet sich weniger Biofilm auf dem Wärmetauscher.

Am südwestlichen Rand des Untersuchungsgebiets befindet sich die Rüdesheimer Kläranlage. Diese bietet aufgrund ihrer Nähe zur Geisenheimer Innenstadt sowie der technischen Rahmenbedingungen ein vielversprechendes Potenzial zur Nutzung von Abwasserwärme. Hierbei könnte die Wärme bereits im Kanalnetz oder nach Reinigung am Kläranlagenabfluss entnommen werden.

Die Wärmegewinnung aus dem bereits gereinigten Abwasser hat mehrere Vorteile: statt teurer und wartungsintensiver Abwasserwärmetauscher können einfache Plattenwärmetauscher verwendet werden. Zudem entsteht keine Leistungsminderung durch Biofilmbildung auf den Wärmetauschern. Im Gegensatz zur Nutzung am Zulauf der Kläranlage gibt es am Ablauf keine betrieblichen Einschränkungen hinsichtlich des Wärmeentzugs, da der Anlagenbetrieb nicht beeinträchtigt wird. Die beschriebene Kläranlage befindet sich am unteren Ende des Wärmebedarfsgebietes und zwischen dem Rhein und der B42 am Rüdesheimer Hafen (siehe Abbildung 26). Von dort sind es ca. 1,2 km Luftlinie zur Innenstadt von Geisenheim. Von der Kläranlage zum Stadtrand von Geisenheim müsste eine ca. 1,3 km lange Wärmetrasse gebaut werden (siehe Abbildung 27).

*Abbildung 26: Luftbild der Lage der Rüdesheimer Klärwerke*

*Abbildung 27: Möglicher Leitungsverlauf von den Rüdesheimer Klärwerken nach Geisenheim*

Die folgenden technischen Eckdaten unterstreichen das signifikante Wärmepotenzial der Rüdesheimer Klärwerke. Abbildung 28 zeigt die monatlichen Werte der Abwassertemperatur und des Durchflusses an der Kläranlage. Aus den Daten der vergangenen Jahre ergibt sich ein Auslegungsvolumenstrom von 61 l/s bei einer minimalen Temperatur von 10,6 °C und stellt damit eine kontinuierliche und verlässliche Wärmequelle dar. Das maximale Quellwärmepotenzial beträgt 6,7 GWh pro Jahr und bildet die energetische Grundlage für die geplante Wärmepumpenanlage. Die

eingesetzte Wasser-Wasser-Wärmepumpe erreicht eine Jahresarbeitszahl von 4, was auf eine hohe Effizienz und ein günstiges Verhältnis von eingesetzter Strommenge zur erzeugten Nutzwärme hinweist. Die thermische Leistung der Wärmepumpe liegt bei 0,96 MW, womit sich auch größere Netzsegmente versorgen lassen. Insgesamt ergibt sich eine jährlich nutzbare Wärmemenge von rund 8,4 GWh, die direkt in ein mögliches Wärmenetz eingespeist werden kann. Damit könnten etwa 6 % des gesamten Wärmebedarfs im Untersuchungsgebiet Geisenheim gedeckt werden (16 % des Wärmebedarfs im Wärmenetzeignungsgebiet) - ein deutliches Zeichen für die technische und energetische Eignung der Kläranlage als regenerativer Wärmelieferant.

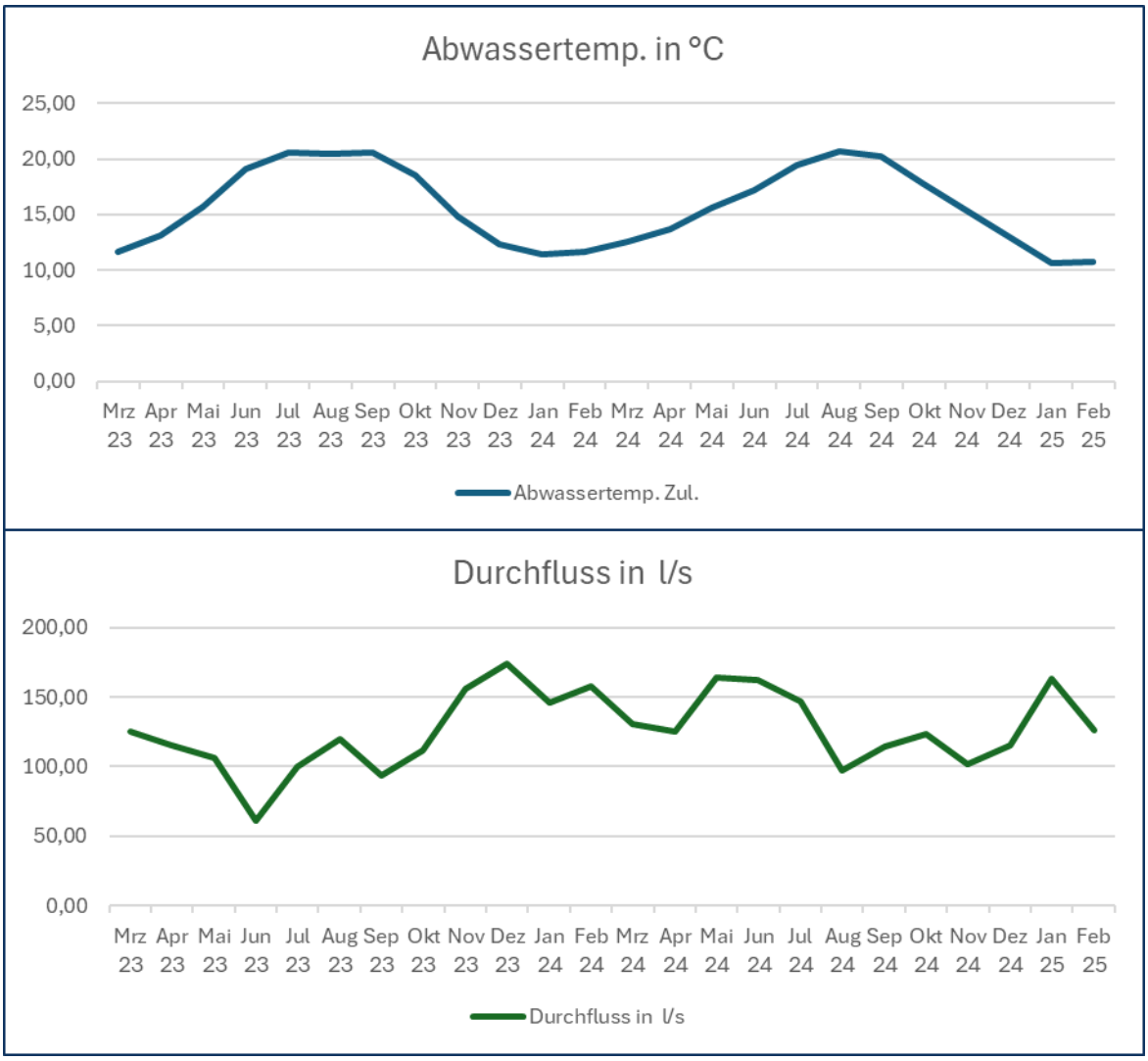



*Abbildung 28: Abwassertemperatur und Durchfluss der Kläranlage Geisenheim*

Derzeit wird an der Kläranlage ein Faulgas-BHKW (Blockheizkraftwerk) zur Stromproduktion betrieben. Aktuell wird die überschüssige Wärme mittels Notkühler ‚vernichtet'. Das bereits vorhandenen BHKW könnte theoretisch auch an das mögliche Wärmenetz angeschlossen werden und zusätzlich 1 GWh/a Wärme beisteuern. Zur Nutzung der

Abwärme des BHKWs zur Beheizung zwei benachbarter Bäder ist bereits eine Machbarkeitsstudie vorhanden. Zusammen mit der durch die Wärmepumpe erzeugten Wärme ergäbe dies insgesamt 9,4 GWh/a.

Alternativ kann die Wärmegewinnung statt am Kläranlagenauslauf aus dem bereits vorhandenen Kanalnetz in Geisenheim erfolgen. Dies hätte den Vorteil, dass die Wärme nicht mind. 1,3 km von der Kläranlage zurück in die Stadt transportiert werden müsste, was hohe Installationskosten und Wärmeverluste mit sich bringen würde. Nachteilig sind jedoch die geringe Wärmeleistung, hohen Kosten der Wärmetauscher sowie ein erhöhter Genehmigungsaufwand. Zusätzlich ist in Geisenheim mit einem Trockenwetterabfluss von 21 l/s zu rechnen, etwa 1/3 so viel wie am Kläranlagenauslauf. Aus dem Abwasserkanalnetz könnten mithilfe von Wärmepumpen 2,37 GWh/a Wärme gewonnen werden. Das Wärmepotenzial des Faulgas-BHKWs könnte mit dieser Variante nicht genutzt werden. In Abbildung 29 werden die unterschiedlichen Wärmeentnahmeoptionen verglichen – hieraus ist erkennbar, dass die Wärmeentnahme beim Kläranlagenauslauf erhebliche Vorteile mit sich bringt. Nichtsdestotrotz könnte das Potenzial der Wärmeentnahme aus dem Abwasserkanalnetz durch eine Machbarkeitsstudie genauer bewertet werden.

| | Abwasser-kanalnetz | Zulauf Kläranlage | Auslauf Kläranlage |
|---|---|---|---|
| Volumenströme | - | ++ | ++ |
| Wärmeleistung | - | ++ | ++ |
| Genehmigungsaufwand | - | + | + |
| Leistungsminderung durch Biofilm | - | - | ++ |
| Nähe zu Wärmeabnahme | ++ | -- | -- |

*Abbildung 29: Vergleich der unterschiedlichen Optionen zur Wärmeentnahme am Standort Geisenheim*

### 4.2.3 Solarthermie

In vielen Wärmenetzsystemen kann Solarthermie in Abhängigkeit regionaler Gegebenheiten ein passender Baustein für die zukünftige Wärmeerzeugung sein. Typischerweise werden dabei Flachkollektoren oder Vakuum-Röhrenkollektoren zur Gewinnung der Wärme eingesetzt. Die günstigeren Flachkollektoren weisen i.d.R. mit jährlich 340 – 450 kWh/m² Bruttokollektorfläche niedrigere spezifische Wärmeerträge gegenüber den kostenintensiveren Vakuum-Röhrenkollektoren mit jährlich 400 – 540 kWh/m² auf.

In Kombination mit weiteren Erzeugeranlagen können Solarthermie-Anlagen auch in den Rücklauf eines Netzes einspeisen, was eine flexible Einspeisefahrweise in Vor- oder Rücklauf je nach Jahreszeit ermöglicht. Die Kombination mit Speichertechnologien ergänzt die Einsatzmöglichkeiten von Solarthermieanlagen für Fernwärmenetze. Zusammenfassend bieten sich folgende Vor- und Nachteile für die Wärmeerzeugung mittels solarthermischer Anlagen:

**Vorteile**

- Solarthermieanlagen sind integrierbar in bestehende Strukturen
- Ressourcenschonend
- Preisstabilität und niedrige Energiekosten
- Hohe Effektivität bei zukünftig prognostizieren, niedrigen Wärmenetztemperaturen

**Nachteile**

- Saisonale Erzeugung (hauptsächlich Sommer)
- Flächenintensivität
- Flächenkonkurrenz (Landwirtschaft, Photovoltaik (PV)-Anlagen)

<u>Freiflächenanlagen</u>

Für die Errichtung von Freiflächen-Solarthermieanlagen stehen in Geisenheim grundsätzlich ausreichend große theoretische Flächen zur Verfügung. Abbildung 30 zeigt, dass die als für Solarenergie unzulässig eingestuften Flächenanteile insgesamt nur einen sehr geringen Einfluss auf das nutzbare Flächenpotenzial haben. Für das wirtschaftliche Potenzial kommen jedoch nur Flächen in Betracht, welche in unmittelbarer Nähe zu künftigen Wärmenetzen liegen, um lange Transportleitungswege und die damit verbundenen hohen Investitionen und Wärmenetzverluste zu vermeiden. Der mögliche Solarthermie-Ertrag hängt maßgeblich von der verfügbaren Fläche, dem Eignungsfaktor (bspw. tatsächlicher Flächennutzung) sowie der gewählten Kollektorart ab. Auf einer Beispiel-Fläche von etwa 11 ha. (siehe Abbildung 21) könnten – abhängig von diesen Faktoren – bis zu rund 21 GWh Nutzwärme pro Jahr erzeugt werden (siehe Rechnung in Abbildung 31). Es zeigt sich, dass Röhrenkollektoren mehr Energieausbeuten generieren, jedoch sind die Investitionskosten für Röhrenkollektoren entsprechend höher. Als Quelle für den spezifischen Wärmeertrag wurde der AGFW (Arbeitsgemeinschaft Fernwärme) Praxisleitfaden Solarthermie [9] genutzt.

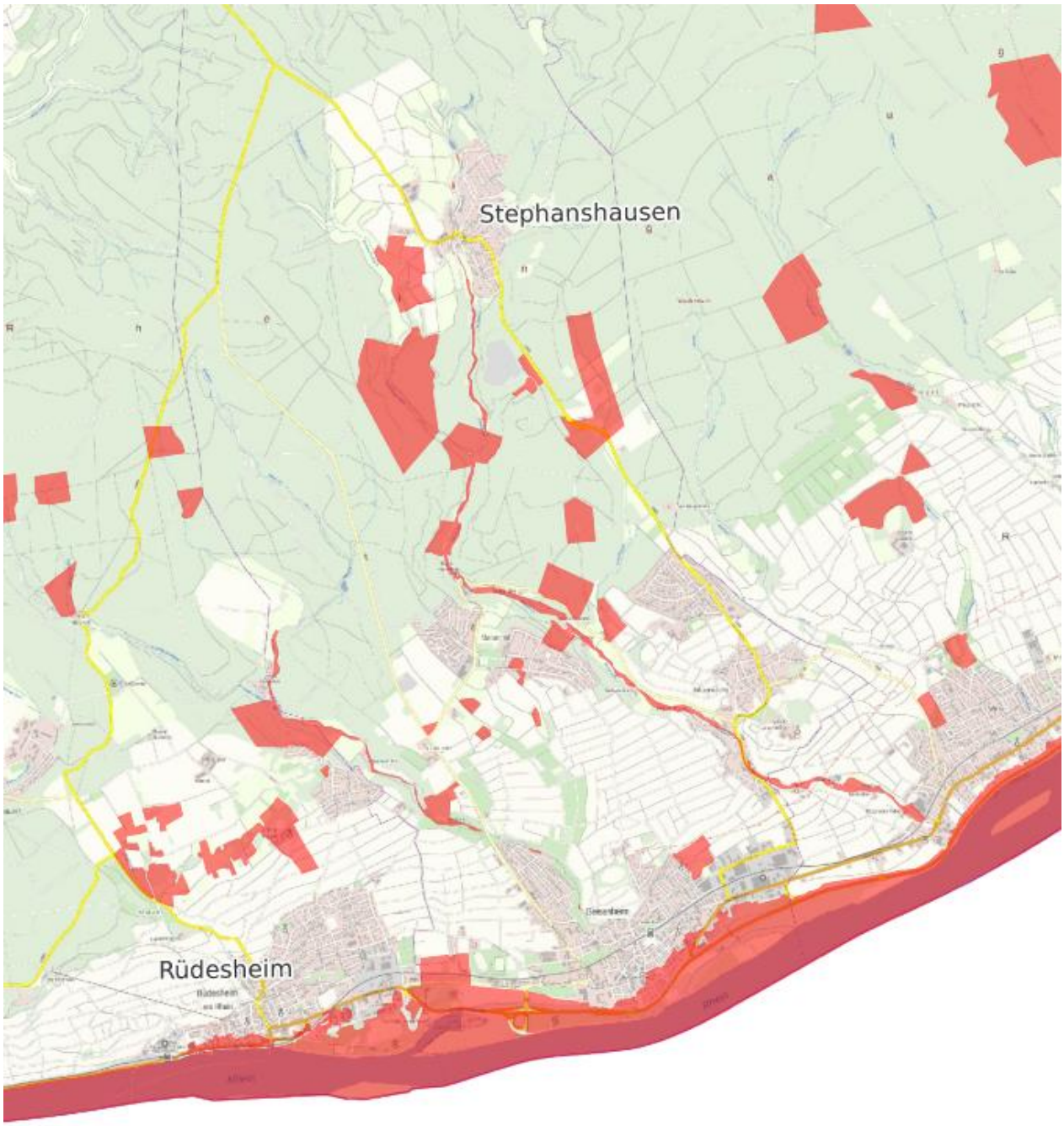



*Abbildung 30: Gebietseinschränkungen (Zulässigkeit von Freiflächen-PV als Indikator für Solarthermie) [10]*

| Annahmen und Berechnungsgrundlagen | | | |
|---|---|---|---|
| **Flächenberechnung Freiflächen** | | | |
| Grundrissfläche | 109.190 m² | | |
| Eignungsfaktor | 35% | | |
| Daraus folgende Bruttokollektorfläche: | 38217 m² | | |
| | | **Energiepotenzial** | |
| **Spezifischer Wärmeertrag** | | Bei 100% Flächennutzung | Bei 70% Flächennutzung |
| Flachkollektoren - Min | 328 kWh/a qm Brutto | 13 GWh/a | 9 GWh/a |
| Flachkollektoren - Basis | 410 kWh/a qm Brutto | 16 GWh/a | 11 GWh/a |
| Röhrenkollektoren - Basis | 456 kWh/a qm Brutto | 17 GWh/a | 12 GWh/a |
| Röhrenkollektoren - Max | 548 kWh/a qm Brutto | 21 GWh/a | 15 GWh/a |

*Abbildung 31: Solarthermiepotenzial - Beispielrechnung*

Solarthermische Anlagen eignen sich aufgrund ihrer saisonal abhängigen Wärmeerzeugung nicht für den monovalenten Betrieb von Wärmenetzen. Da die höchsten Erträge der Solarthermie dann anfallen, wenn das Wärmenetz die geringste Einspeisung benötigt, ist in der Regel eine Beschränkung der Erzeugungsmengen auf 10-30 % des jährlichen Gesamtwärmebedarfs des Netzes sinnvoll. Der Einsatz von Saisonalspeichern kann diese Quote auf 50-70 % verbessern (oder mehr, abhängig von Feldgröße und Speichergröße). Allerdings sind Saisonalspeicher mit hohen Investitionen verbunden. Aufgrund der genannten Punkte wird Freiflächensolarthermie als theoretisches und technisches Potenzial eingestuft, jedoch mit einer mittleren Bedeutung für die Wärmeversorgung für das Projektgebiet.

Dachflächenanlagen

Da Solarthermie und Photovoltaik um dieselben Flächen konkurrieren, sollte bei jeder Fläche abgewogen werden welche Form der Energie an dem Standort wertvoller ist. Es kann sinnvoll sein, Flächen in der Nähe bestehender und zukünftiger Fernwärmenetze der Solarthermie vorzuhalten, da die Entfernung zum Fernwärmenetz ein treibender Kostenfaktor für solarthermische Anlagen darstellt. Für die Abschätzung des gesamten solarthermischen Potenzials kommen daher die Dachflächen innerhalb des Stadtgebietes in Betracht. Zusätzlich kann durch Anbindung an das Wärmenetz auf Frostschutzmittel oder externe Wärmeerzeuger verzichtet werden. Die Wärmemenge zum Schutz vor Gefrieren beträgt rund 1 % der jährlich bereitgestellten Wärmemenge und kann aus dem Netz bereitgestellt werden.

Als Grundlage für die nutzbaren Gesamtdachflächen werden die Daten des Solarkatasters [10] herangezogen. In Abbildung 32 sind beispielhaft die im Ort Geisenheim geeigneten Dachflächen für Solarthermie in orange dargestellt.

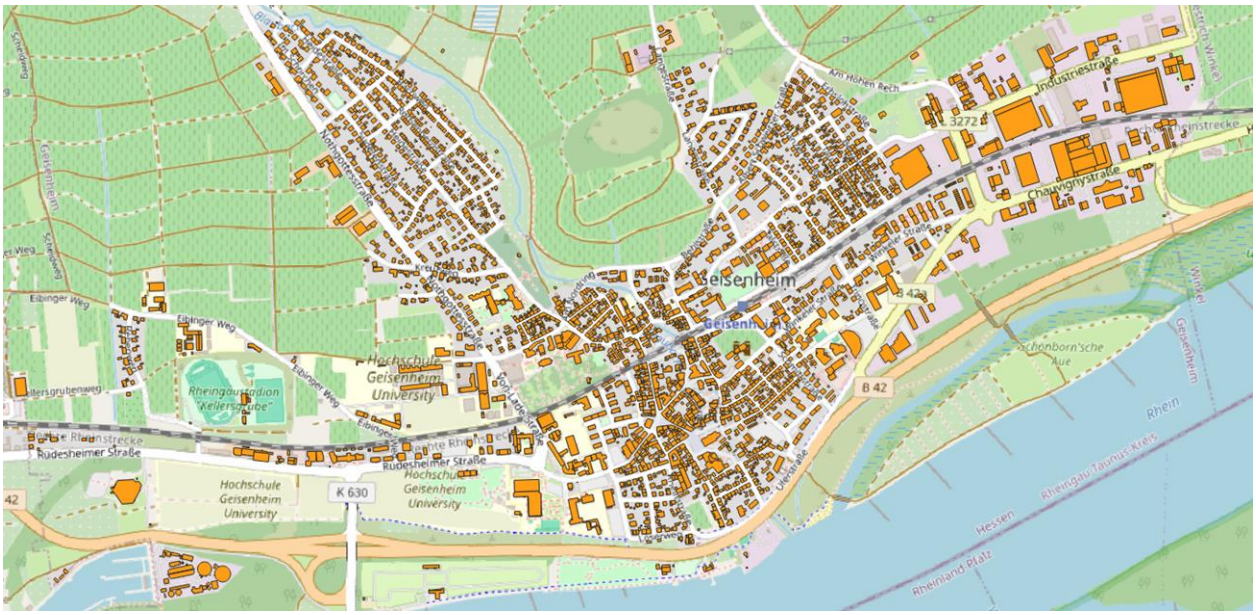



*Abbildung 32: Geeignete Dachflächen für Solarthermie in Geisenheim [10]*

Vom Solarkataster LEA (Landesenergieagentur) sind für Geisenheim 60,1 ha. Dachfläche als geeignet eingestuft. Geeignete Dachflächenbereiche verfügen über eine Strahlungsenergie von 800 Kilowattstunden pro Quadratmeter pro Jahr. Für die Nutzung thermischer Anlagen wurde bei geneigten Dächern eine Mindestflächengröße von fünf Quadratmetern zugrunde gelegt. Flachdächer müssen bei Aufständerung der Module mindestens 12,5 Quadratmeter für die Solarthermie-Nutzung aufweisen Daraus ergeben sich die im Folgenden dargestellten Wärmemengenpotenziale. Bei einer 10 %-igen Dachflächennutzung könnten bis zu 13 GWh/a Wärme erzeugt werden. Als Quelle für den spezifischen Wärmeertrag wurde auch hier der AGFW Praxisleitfaden Solarthermie [9] genutzt.

| Annahmen und Berechnungsgrundlagen | | | |
|---|---|---|---|
| **Flächenberechnung Dachflächen** | | | |
| Geeignete Dachflächen | 601.172 m² | | |
| Aufstellungsfaktor | 40% | | |
| Daraus folgende Bruttokollektorfläche: | 240.469 m² | | |
| | | **Energiepotenzial** | |
| **Spezifischer Wärmeertrag** | | Bei 100% Dachflächennutzung | Bei 10% Dachflächennutzung |
| Flachkollektoren - Min | 328 kWh/a qm Brutto | 79 GWh/a | 8 GWh/a |
| Flachkollektoren - Basis | 410 kWh/a qm Brutto | 99 GWh/a | 10 GWh/a |
| Röhrenkollektoren - Basis | 456 kWh/a qm Brutto | 110 GWh/a | 11 GWh/a |
| Röhrenkollektoren - Max | 548 kWh/a qm Brutto | 132 GWh/a | 13 GWh/a |

*Tabelle 3: Mögliche Energiemengen für Dachflächensolarthermie in Geisenheim [9]*

Generell eignet sich Dachflächensolarthermie vor allem für die Einzelversorgung von Gebäuden in der warmen Jahreszeit. Für die Einspeisung in eine Wärmenetz ergeben sich hohe Investitionskosten (Anlage plus Fernwärmeanschluss) und ein nur kaum zu bewältigender Steuerungsaufwand der Anlagen für den Netzbetrieb. Im Unterschied dazu ist die Einspeisung von PV-Strom einfacher: die Investitionen sind geringer, da ein Stromanschluss in der Regel bereits existiert. Bei Thema Wärmeversorgung stellt sich die Frage zwischen Einzelversorgung oder Fernwärmeanschluss. Beides zu realisieren wäre nicht wirtschaftlich. Aufgrund seiner nur saisonalen Verfügbarkeit im Sommer ist die Solarthermie als Versorgungsoption in Geisenheim nicht zu priorisieren. Dennoch handelt es sich sowohl um ein theoretisches als auch technisches Potenzial.

### 4.2.4 Abwärme aus Industrie, Gewerbe bzw. öffentlicher Liegenschaften

Unvermeidbare Abwärme, die oft als ein unerwünschtes Nebenprodukt verschiedener industrieller Prozesse betrachtet wird, kann einen bedeutenden Beitrag zur Wärmewende leisten. Durch effiziente Nutzungstechnologien kann diese Abwärme vor allem in Wärmenetzen in nutzbare Energie umgewandelt werden. In Abhängigkeit des Wärmeträgermediums und des Temperaturniveaus der anfallenden Abwärme kann diese ohne weiteres direkt in ein Wärmenetz eingespeist oder über eine hocheffiziente Wärmepumpe für ein Wärmenetz nutzbar gemacht werden. Auch eine Direktnutzung in Abwärme verursachenden Unternehmen ist möglich. Diese Praxis reduziert nicht nur den Energieverbrauch und die damit verbundenen Kosten, sondern verringert auch die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen und mindert somit den $CO_2$-Ausstoß. Die Integration von Abwärme in die Energieversorgung trägt daher nicht nur zur Verbesserung der Energieeffizienz bei, sondern unterstützt auch die Ziele der Wärmewende in Geisenheim, indem sie einen nachhaltigen Weg zur Wärmebereitstellung bietet.

Seit Inkrafttreten des Energieeffizienzgesetzes (EnEfG) am 18. November 2023 und dem Start der bundesweiten Plattform für Abwärme Anfang 2025 wird der Zugang zu Informationen über industrielle Abwärmepotenziale deutlich verbessert. Die Plattform – betrieben durch die Bundesstelle für Energieeffizienz (BfEE) im Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) – ermöglicht erstmals einen deutschlandweiten Überblick über gewerbliche Abwärmequellen. Grundlage ist § 17 Abs. 2 EnEfG.

Unternehmen mit einem jährlichen Gesamtenergieverbrauch von mehr als 2,5 GWh sind verpflichtet, ihre Abwärmemengen auf der Plattform zu melden und sowohl regelmäßig als auch bei Änderungen unverzüglich zu aktualisieren (§ 20 Abs. 4 EnEfG). Nach Aussetzung der ursprünglichen Frist erfolgte die erste verpflichtende Meldung nun zum 1. Januar 2025.

Ziel der Plattform ist es, industrielle Abwärme leichter für lokale Projekte nutzbar zu machen und so zur Steigerung der Energieeffizienz sowie zum Erreichen der nationalen Klimaziele beizutragen. Danach müssen folgende Informationen übermittelt werden (Abbildung 33).

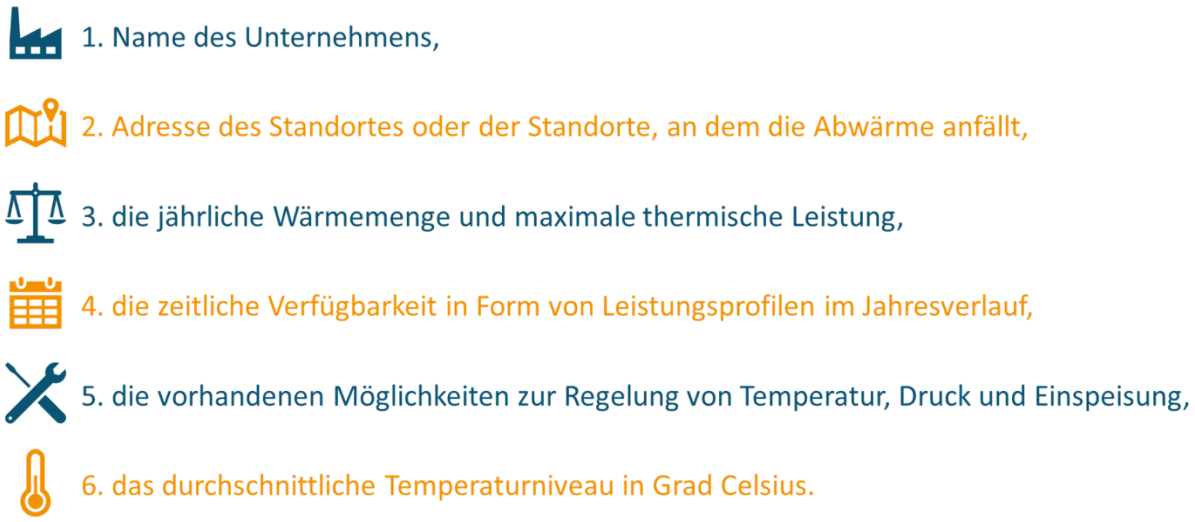



*Abbildung 33: Inhalte der Plattform für Abwärme nach Energieeffizienzgesetz*

Der Hochschulstadt Geisenheim und zukünftigen Wärmenetzbetreibern wird angeraten, neben der vorliegenden Analyse die Plattform für Abwärme zu Koordination und zur Kontaktaufnahme mit potenziellen Abwärmelieferanten zu nutzen.

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurde die Plattform für Abwärme des Bundes ausgewertet, die auf Basis des Energieeffizienzgesetzes potenzielle industrielle Abwärmequellen erfasst. Für das Untersuchungsgebiet konnte dabei kein relevantes Abwärmepotenzial identifiziert werden. Auch die ergänzende Auswertung des Wärmeatlas Hessen bestätigt diese Einschätzung: Es liegen keine bekannten industriellen oder gewerblichen Abwärmequellen mit nutzbarem Temperaturniveau oder ausreichender Verfügbarkeit im Untersuchungsgebiet vor.

Daraus ergibt sich, dass aktuell kein nutzbares Abwärmepotenzial für die kommunale Wärmeversorgung zur Verfügung steht. Die Integration industrieller Abwärme in zukünftige Wärmenetze kann somit auf absehbare Zeit nicht als realistische Option betrachtet werden. Sollte sich die Industriestruktur in Zukunft verändern oder neue Betriebe mit relevanter Prozessabwärme ansiedeln, wäre eine erneute Prüfung im Rahmen eines fortgeschriebenen Wärmeplans sinnvoll.

### 4.2.5 Biomasse

Im Kontext der erneuerbaren Energien versteht man unter Biomasse alle organischen Stoffe, die für die Energiegewinnung genutzt werden können. Diese können aus der Land- und Forstwirtschaft sowie aus der Abfallwirtschaft (Gewerbe, Kommune, private Haushalte) stammen. Biomasse ist gespeicherte Sonnenenergie in Form von Energiepflanzen, Holz oder Reststoffen wie etwa Stroh, Biomüll oder Gülle. Bioenergie ist unter den Erneuerbaren Energieträgern der „Alleskönner“: Sowohl Strom, Wärme als auch Treibstoffe können aus fester, flüssiger und gasförmiger Biomasse gewonnen werden. Da Biomasse speicherbar und flexibel einsetzbar ist, kann ihr eine bedeutende Rolle bei der Wärmeversorgung auf Basis Erneuerbarer Energien zukommen. Besonders im Winter, wo viele der anderen Umweltquellen nicht zur Verfügung stehen, kann die Biomasse sinnvoll eingesetzt werden.

Feste Biomasse in holzartiger Form wird meist in Biomasseheizkesseln verfeuert. Anderweitige feste und flüssige Biomassen z.B. auf pflanzlicher oder tierischer Basis (Maissilage, Grassilage, Rindergülle, Hühnermist etc.) werden zu gasförmiger Biomasse umgewandelt, wozu Biogasanlagen benötigt werden. Diese lässt sich in Blockheizkraftwerken

(KWK-Anlage) zur Strom- und Wärmeproduktion verwenden oder in Biogaskesseln zur reinen Wärmeproduktion. Letztere sind vor allem zur Deckung von Spitzenlasten in Wärmenetzen von hoher Bedeutung. Alternativ kann Biogas in einem chemischen Prozess zu sog. Biomethan veredelt werden, welches sich in bestehende Gasnetze einspeisen lässt.

In den letzten Jahren ist die Diskussion über den Einsatz von Biomasse als erneuerbare Energien und nachhaltige Wärmequellen immer präsenter geworden. Biomasse wird dabei oft als vielversprechende Alternative zu fossilen Brennstoffen vor allem im ländlichen Raum mit einer hohen Biomasseverfügbarkeit gepriesen. Jedoch ist der Einsatz von fester Biomasse im innerstädtischen Bereich nicht frei von Kritik und Herausforderungen. Diese Kritikpunkte sollen zunächst aufgeführt werden, bevor der Einsatz von Biomasse in der Wärmeversorgung von Geisenheim diskutiert wird.

**Luftverschmutzung und Gesundheitsrisiken:** Biomasseanlagen, insbesondere Holzfeuerungen, setzen bei der Verbrennung Partikel und Schadstoffe frei, die die Luftqualität in städtischen Gebieten beeinträchtigen können. Feinstaub, Kohlenmonoxid und flüchtige organische Verbindungen können zu Atemwegsproblemen, Herz-Kreislauf-Erkrankungen und anderen Gesundheitsproblemen führen. Besonders für Menschen mit Atemwegs- oder Herzproblemen können diese Emissionen schwerwiegende Folgen haben.

**Lärm- und Geruchsbelästigung:** Biomasseanlagen können auch zu Lärm- und Geruchsbelästigungen führen, die das Wohlbefinden und die Lebensqualität der Anwohner beeinträchtigen. Der Betrieb von Biomasseanlagen kann zu kontinuierlichem Lärm durch den Betrieb von Maschinen und Gebläsen sowie zu unangenehmen Gerüchen durch die Verbrennung von Biomasse führen. Eine Aufstellung in der Nähe zu dichtbesiedelten Gebieten sollte gerade bei Holzfeuerung vermieden werden oder zumindest darauf geachtet werden, dass die Hauptwindrichtung vor Ort die Rauchgase von den Gebieten wegträgt.

**Platzbedarf und Logistik:** Der Einsatz von Biomasseanlagen erfordert oft beträchtliche Mengen an Platz für die Lagerung von Brennstoffen wie Holzpellets oder Hackschnitzel. In städtischen Gebieten, wo der Raum bereits begrenzt ist, kann dies zu Herausforderungen führen. Zusätzlich erfordern der Transport und die Logistik der Biomasse einen regelmäßigen Zustrom von Fahrzeugen, was den Verkehr und die Belastung der Straßeninfrastruktur erhöhen kann. Werkhöfe von Stadtwerken sind häufig eine gute Möglichkeit zur Aufstellung.

**Konkurrenz zu anderen Nutzungen:** Die Nutzung von Biomasse als Brennstoff kann auch mit anderen wichtigen städtischen Nutzungen konkurrieren, wie beispielsweise der Nutzung von Biomasse als Rohstoff für die Lebensmittelproduktion oder die biologische Vielfalt. Die intensive Nutzung von Biomasse für energetische Zwecke kann zu Konflikten mit der Nahrungsmittelproduktion oder der Erhaltung von Ökosystemen führen.

Abbildung 34 vergleicht, wie flächenintensiv verschiedene Wärmequellen sind. Biomasse benötigt zwar mehr Fläche als andere potenzielle Wärmequellen, ermöglicht jedoch – standortabhängig – die Nutzung von Ressourcen, die andernfalls ungenutzt bleiben würden. Die Abbildung verdeutlicht zudem, in welcher Größenordnung der Wärmebedarf durch eine systematische Sanierung des Gebäudestandes reduziert werden kann.

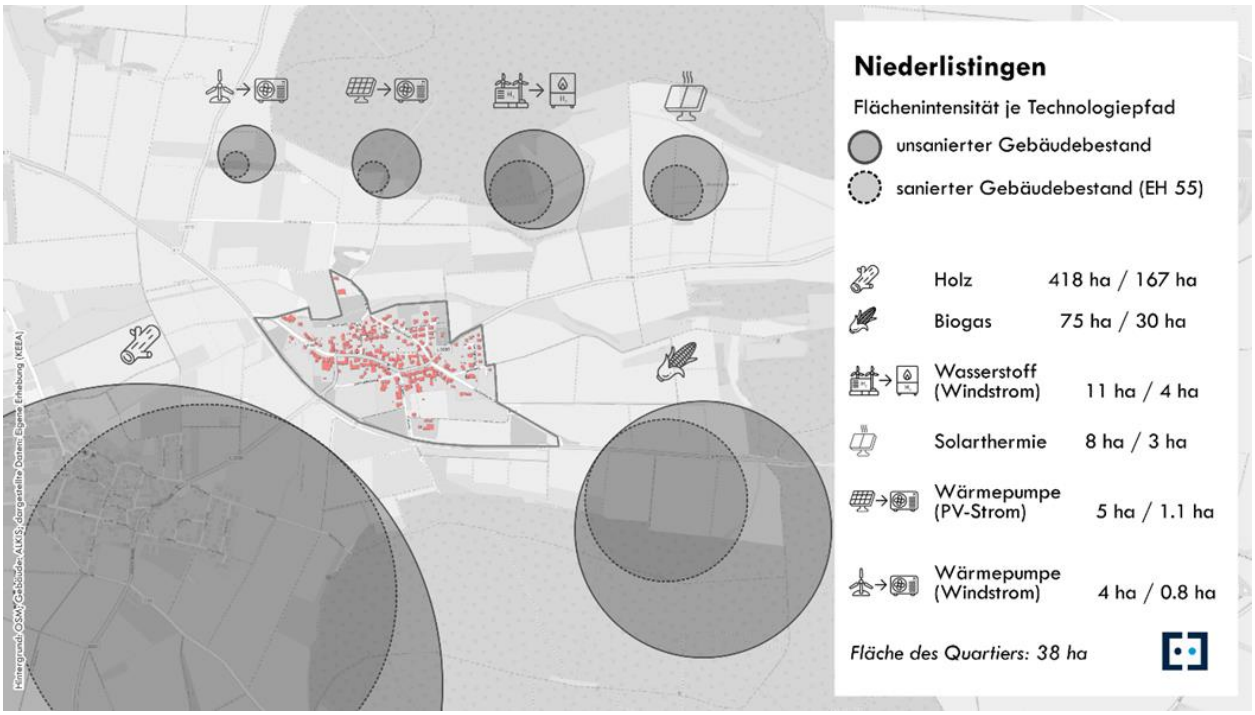



*Abbildung 34: Flächenintensität verschiedener (nachhaltiger) Wärmeenergiequellen (exemplarisch) [11]*

Feste Biomasse aus Agrar- und Waldflächen

Innerhalb des Untersuchungsgebiets befinden sich knapp 1.437 ha. Waldgebiet, welche größtenteils aus Eiche, Fichte, Douglasie und Buche bestehen. Insgesamt hält der Wald etwa 388.000 Festmeter ohne Rinde vor – dies entspricht einem theoretischen Wärmepotenzial von 867 GWh. Aktuell liegen jedoch keine genauen Zahlen zu den nachhaltig verfügbaren Erntefestmetern vor.

Die Karte in Abbildung 35 zeigt das statische ermittelte theoretische Biomassepotenzial aus land- und forstwirtschaftlich genutzten Flächen im Untersuchungsgebiet. Grundlage der Berechnung ist eine modellhafte energetische Verwertung in einer fiktiven Biogasanlage mit einem angenommenen thermischen Wirkungsgrad von 60 %. Dabei wird unterstellt, dass nur ein begrenzter Anteil der Flächen für Energiepflanzen zur Verfügung steht, um Nutzungskonflikte mit der Nahrungsmittelproduktion und ökologischen Flächen zu vermeiden. Auch Aspekte wie Bodenschutz, Biodiversität und Fruchtfolgen wurden in der Potenzialabschätzung berücksichtigt. Im Süden des Untersuchungsgebiets, nahe des Rheins, werden große Teile der landwirtschaftlichen Flächen für den Weinbau genutzt, während wesentliche Bereiche

des Waldes bereits forstwirtschaftlich bewirtschaftet werden. Auf dieser Grundlage ergibt sich ein theoretisches Biomassepotenzial von rund 4,0 GWh pro Jahr.

*Abbildung 35: theoretisches Potenzial aus Agrar- und Waldflächen [3]*

Damit ließen sich rein rechnerisch etwa 3 % des jährlichen Wärmebedarfs der Hochschulstadt Geisenheim abdecken. Das Potenzial ist trotz seiner theoretischen Größe limitiert, da sowohl die wirtschaftliche Verfügbarkeit der Biomasse als auch die Kapazitäten der bestehenden Anlagen zur thermischen Verwertung der Biomasse begrenzende Faktoren darstellen.

Das praktische Biomassepotenzial in Geisenheim ist begrenzt, da im betrachteten Gebiet derzeit keine geeignete Biogasanlage oder großtechnische Biomassenutzung vorhanden ist. Auch logistische Faktoren wie Transportaufwand, Lagerung und saisonale Verfügbarkeit spielen eine Rolle bei der realen Nutzbarkeit dieses Potenzials.

### 4.2.6 Großwärmespeicher

Wärmespeicher kommen in einem Großteil von Wärmesystemen zum Einsatz. Sie ermöglichen die effiziente Nutzung und Verteilung von Wärme, indem sie zeitliche Diskrepanzen zwischen Wärmeproduktion und -verbrauch ausgleichen.

Während in heutigen Systemen häufig Pufferspeicher genutzt werden, um Spitzenlasten in der Wärme zu decken und einen technisch und ökonomisch sinnvollen Anlagenbetrieb zu gewährleisten, können in Zukunft größere und sogar saisonale Speicher relevant werden. Besonders bei der Integration erneuerbarer Energiequellen wie Solarthermie oder verschiedene Umweltwärmequellen sind Wärmespeicher unverzichtbar, da diese Energiequellen oft unregelmäßig verfügbar sind und teilweise eine saisonale Speicherung erfordern. Durch die Speicherung überschüssiger Wärme während Zeiten geringer Nachfrage und deren Abgabe bei Spitzenlasten können Wärmenetze stabil und wirtschaftlich betrieben werden. Die wirtschaftliche Komponente ergibt sich vor allem in Zeiten dynamischer Strompreise für (Groß-)Wärmepumpen. Bei geringen Strompreisen können die Wärmepumpen Wärme vorproduzieren, welche zunächst gespeichert und in Zeiten höherer Strompreise im Wärmenetz verteilt wird, währenddessen die Wärmepumpen ausgeschaltet bleiben können. Dies trägt nicht nur zur Reduktion von $CO_2$-Emissionen bei (da günstige Strompreise vor allem bei Wind- und Solarstromüberschüssen vorliegen), sondern fördert auch die Versorgungssicherheit und die Flexibilität im Umgang mit volatilen Energiequellen.

Für Geisenheim lassen sich zwei zentrale Erkenntnisse festhalten:

- Aufgrund der ganzjährigen Verfügbarkeit geothermaler Wärme und des Abwassersystems sowie der hohen Flächenkonkurrenz von Solarthermie zu PV werden saisonale Speicher aller Voraussicht nach nicht in Wärmenetzsystemen zum Einsatz kommen.
- Hingegen sind große Pufferspeicher- und Regelspeicher in Wärmenetzen mit einem großen Anteil an Wärmepumpen unerlässlich. Der Platzbedarf dieser Wärmespeicher muss in der Planung der Wärmenetzsysteme berücksichtigt werden und die Hochschulstadt Geisenheim muss den zukünftigen Infrastrukturbereitreiber bei der Suche nach geeigneten Flächen unterstützen.

### 4.2.7 Power-to-X (Windkraft & PV)

Unter Power-to-X (PtX) und synthetischen Brennstoffen wird in diesem Kapitel die Möglichkeit zur lokalen Durchführung von Power-to-X-Prozessen aus Überschussstrom erörtert. Für eine zielgerichtete Durchführung von Power-to-X-Prozessen wird Überschussstrom im Stromnetz benötigt. Dieser kann entweder gespeichert werden („Power-to-Power“), in Wärme umgewandelt werden („Power-to-Heat“) oder über Elektrolyse („Power-to-Gas“) in verschiedene synthetische Brennstoffe umgewandelt werden, wie z.B. Wasserstoff und Methan.

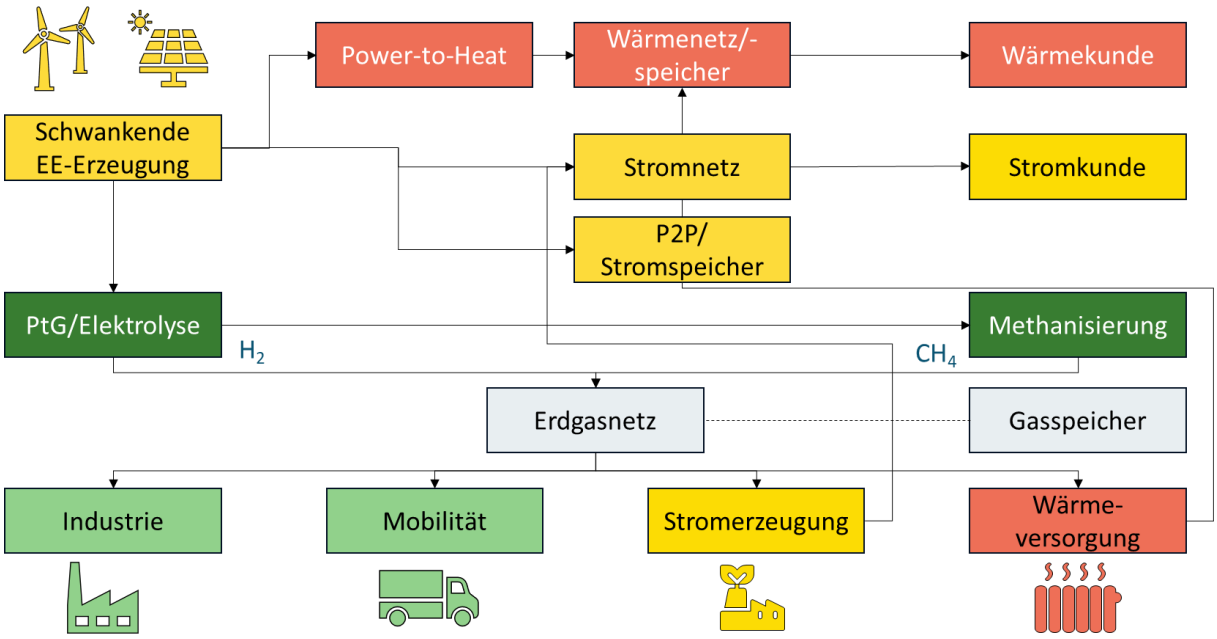



*Abbildung 36: Übersicht verschiedener Power-to-X Prozesse*

Bei der Umwandlung von Strom in gasförmige Energieträger, etwa im Rahmen von Power-to-Gas-Prozessen, treten jedoch hohe Umwandlungsverluste auf – insbesondere bei der anschließenden Rückverstromung. Die Vorteile solcher Verfahren liegen allerdings in der vergleichsweise günstigen und langfristigen Speicherbarkeit der erzeugten Gase. Während thermische Energie nur kurzfristig und unter erheblichen Speicherverlusten (z. B. durch Abkühlung, Isolation, Platzbedarf) gespeichert werden kann, lassen sich Gase wie Wasserstoff oder Methan in bereits vorhandenen Gasspeichern oder -netzen längerfristig und saisonal puffern.

Somit eröffnet Power-to-Gas das Potenzial, Sommerstromüberschüsse saisonal in den Winter zu verschieben, um dort etwa zur Deckung von Heizbedarfen beizutragen. Power-to-Heat-Anwendungen hingegen sind technisch einfacher und kostengünstiger, stoßen jedoch an ihre Grenzen, wenn es um Langzeitspeicherung geht. Ein zentrales Hemmnis für die großtechnische Umsetzung von Power-to-Gas sind die hohen Investitionskosten für Elektrolyseure, Speichertechnik und Verteilinfrastruktur sowie die derzeit noch fehlende Wirtschaftlichkeit ohne Förder- oder Anreizsysteme.

Die folgende Übersicht zeigt die aktuell installierten Stromerzeugungsleistungen im Untersuchungsgebiet Geisenheim – aufgeschlüsselt nach den wichtigsten Technologien:

- Photovoltaik: 9,3 MW
- Windkraft: 0 MW
- Stromspeicher: 2,0 MW

Aus diesen Zahlen ergibt sich ein theoretisch relevantes Potenzial zur Erzeugung von Überschussstrom – vor allem in den sonnen- und windstarken Monaten. Die tatsächlich nutzbare Menge an Überschussstrom und die daraus ableitbaren Jahreswärmemengen durch Power-to-X-Prozesse lassen sich zum aktuellen Zeitpunkt jedoch nicht belastbar abschätzen. Grund hierfür sind eine Vielzahl von Einflussfaktoren: z.B. private Stromspeicher, Eigenverbrauchsmodelle, Einspeisevergütung, Netzausbau, die Volatilität der Erzeugung sowie offene Entwicklungen beim weiteren Ausbau der Erneuerbaren.

Insofern kann auch nicht quantifiziert werden, welcher Anteil des zukünftigen Wärmebedarfs in Geisenheim durch Power-to-X-Technologien gedeckt werden könnte. Dennoch stellen diese Verfahren eine langfristig interessante

Option dar – insbesondere im Kontext zunehmender Stromüberschüsse und wachsender Dekarbonisierungsanforderungen im Wärmesektor.

### 4.2.8 Regionale Stoffkreisläufe (ohne biogene Abfälle)

Die thermische Nutzung regionaler Stoffkreisläufe bietet grundsätzlich eine Möglichkeit, die Nachhaltigkeit und Effizienz der Wärmeversorgung zu verbessern. Dabei werden lokale Ressourcen wie biogene Abfälle oder organische Materialien gezielt genutzt, um Wärmeenergie zu erzeugen und diese in ein Wärmenetz einzuspeisen. Die Erzeugung kann dabei in dedizierten Müllverbrennungsanlagen oder als Mitverbrennung in großen fossilen Kraftwerken realisiert werden. Neben einer Reduzierung der Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen kann die thermische Nutzung regionaler Stoffkreisläufe auch zur Minimierung von Umweltbelastungen beitragen, indem sie die Emissionen und den Ressourcenverbrauch verringern. Darüber hinaus stärkt sie die regionale Wertschöpfung, indem sie lokale Wirtschaftskreisläufe fördert und gegebenenfalls sogar Arbeitsplätze schafft. Eine integrierte Nutzung regionaler Stoffkreisläufe in der Wärmeplanung kann daher ein wichtiger Baustein auf dem Weg zu einer nachhaltigen und zukunftsfähigen Energieversorgung sein. Auf dem Untersuchungsgebiet Geisenheim befindet sich derzeit keine Müllverbrennungsanlage. Aufgrund der hohen Investitionen ist eine solche für die Zukunft nicht vorgesehen. Daher besteht kein technisch nutzbares Wärmepotenzial aus lokaler thermischer Abfallbehandlung.

# 5 Zielszenario und Entwicklungspfade

Das Zielszenario stellt den angestrebten Endzustand einer klimaneutralen Wärmeversorgung dar. Zunächst muss auf Grundlage der Erkenntnisse aus der Bestands- und Potenzialanalyse die Einteilung in verschiedene Versorgungsgebiete vorgenommen werden. Gemäß §17 WPG werden zur Bestimmung des maßgeblichen Zielszenarios unterschiedliche jeweils zielkonforme Szenarien betrachtet, die insbesondere die voraussichtliche Entwicklung des Wärmebedarfs innerhalb des beplanten Gebiets sowie die Entwicklung der für die Wärmeversorgung erforderlichen Energieinfrastrukturen berücksichtigen. Aus diesen Szenarien wird für das Planungsgebiet das maßgebliche Zielszenario unter Darlegung der Gründe entwickelt. Anschließend wird unter Berücksichtigung spezifischer Annahmen für jedes Teilgebiet eine Simulation der Entwicklung von Wärmeversorgungsarten und Wärmemengen für die Stützjahre 2030, 2035 und 2040 vorgenommen, um somit den Entwicklungspfad zu bestimmen, der zum Zielszenario führen soll.

## 5.1 Voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete

Im Rahmen des Zielszenarios ist es besonders wichtig, Teilgebiete zu bestimmen, in denen die Nutzung und der Betrieb spezifischer Versorgungslösungen effizient und wirtschaftlich realisierbar erscheinen. Dabei unterscheidet dieser Bericht vier unterschiedliche Gebietskategorien:

1. **Wärmenetzgebiet**

   Teilgebiet, das gemäß den festgelegten Kriterien grundsätzlich für den Aufbau von Wärmenetzen geeignet ist.

2. **Wasserstoffnetzgebiet**

   Teilgebiet, in dem der Aufbau eines Wasserstoffnetzes langfristig vorgesehen oder geplant ist.

3. **Einzelversorgungsgebiet**

   Teilgebiet, das nicht für eine Erschließung mit Wärme- oder Wasserstoffnetzen vorgesehen ist. In diesen Bereichen erfolgt die Wärmeerzeugung individuell für jedes Gebäude (z.B. mittels Wärmepumpe, Biomasse, etc.).

4. **Prüfgebiet**

   Ein Teilgebiet, das nicht in eines der vorgenannten Gebietsarten eingeteilt werden soll, weil die für eine Einteilung erforderlichen Umstände noch nicht ausreichend bekannt sind oder in welchem ein erheblicher Anteil der ansässigen Letztverbraucher durch leitungsgebunden grünes Methan versorgt werden soll, in Einklang mit einem noch zu erstellendem Gasnetztransformationsplan.

Die präzise Kategorisierung dieser Gebiete ermöglicht eine zielgerichtete Planung und trägt dazu bei, die Weichen für eine nachhaltige, klimaneutrale Wärmeversorgung zu stellen. Gerade Wärmenetze stellen eine zentrale Technologie für die klimafreundliche Wärmeversorgung der Zukunft dar. Sie ermöglichen eine effiziente Verbindung zwischen Wärmesenken und erneuerbaren Energiequellen, wodurch eine leitungsgebundene und nachhaltige Versorgung gewährleistet wird. Da der Ausbau solcher Netze jedoch mit hohen Kosten sowie erheblichem Planungs-, Erschließungs- und Bauaufwand verbunden ist, ist eine sorgfältige Auswahl potenzieller Versorgungsgebiete von zentraler Bedeutung. Diese Gebiete müssen in anschließenden Untersuchungen detailliert geprüft werden.

Im Folgenden wird das Vorgehen für die Bestimmung einer jeden Kategorie dargestellt sowie die sich daraus ergebenden Gebiete. Für die Hochschulstadt Geisenheim ergeben sich zwei Wärmenetzeignungsgebiete sowie vier weitere Prüfgebiete. Alle Gebäude, die weder in einem Wärmenetzeignungsgebiet noch in einem Prüfgebiet liegen werden der Einzelversorgung zugeordnet.

### 5.1.1 Einteilung in Wärmenetzgebiete

Die Festlegung von Eignungsgebieten für Wärmenetze stellt einen zentralen Aspekt der kommunalen Wärmeplanung dar und bildet die Basis für nachfolgende Planungen und Investitionsentscheidungen. Um jedoch belastbare Entscheidungen zur endgültigen Abgrenzung von Wärmenetzversorgungsgebieten treffen zu können, sind weiterführende Analysen notwendig, wie beispielsweise Machbarkeitsstudien.

In der kommunalen Wärmeplanung für Geisenheim wurden potenzielle Wärmenetzgebiete anhand mehrerer Kriterien identifiziert.

A. Mindestens 15 zusammenhängende Straßen bzw. Straßenabschnitte mit einer Wärmeliniendichte von mindestens 2.000 kWh je Trassenmeter
B. Vorhandene potenzielle Ankerkunden (vor allem kommunale Gebäude)
C. Vorhandene und erschließbare EE-Potenziale
D. Lokale Spezifika (z.B. bereits vorhandene oder geplante Wärmenetze)

Abbildung 37 zeigt die verschiedenen Wärmeliniendichten im Planungsgebiet mit farblicher Untergliederung. Dabei lässt sich erkennen, dass **Kriterium A** vor allem in Geisenheim-Stadt erfüllt ist.

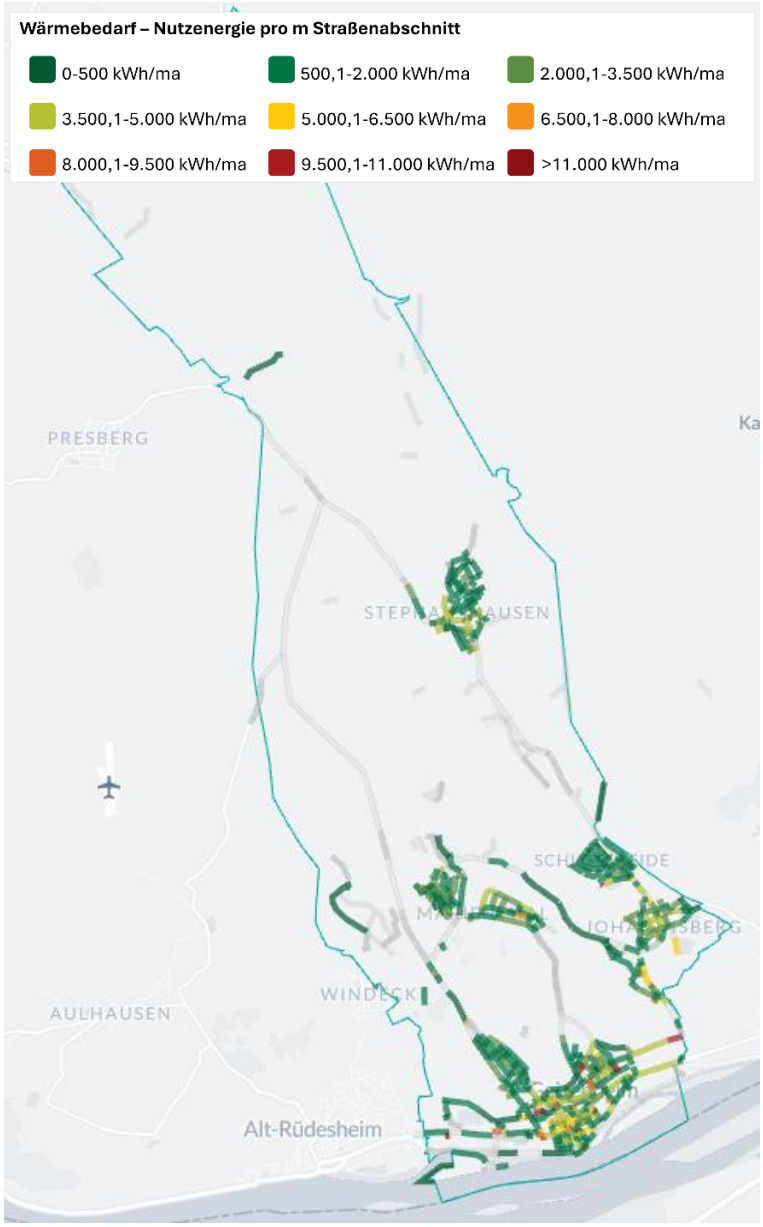



*Abbildung 37: Kriterium A - Wärmeliniendichten im Planungsgebiet [3]*

Daneben existiert vor allem in Geisenheim-Stadt eine hohe Dichte kommunaler Gebäude (**Kriterium B**), die als Ankerkunden eines künftigen Wärmenetzes in Betracht gezogen werden könnten, um initial einen hohen Wärmeabsatz zu ermöglichen und damit die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes zu verbessern. Die folgende Abbildung zeigt die genaue Lage der kommunalen Gebäude (inklusive Schulgebäude).

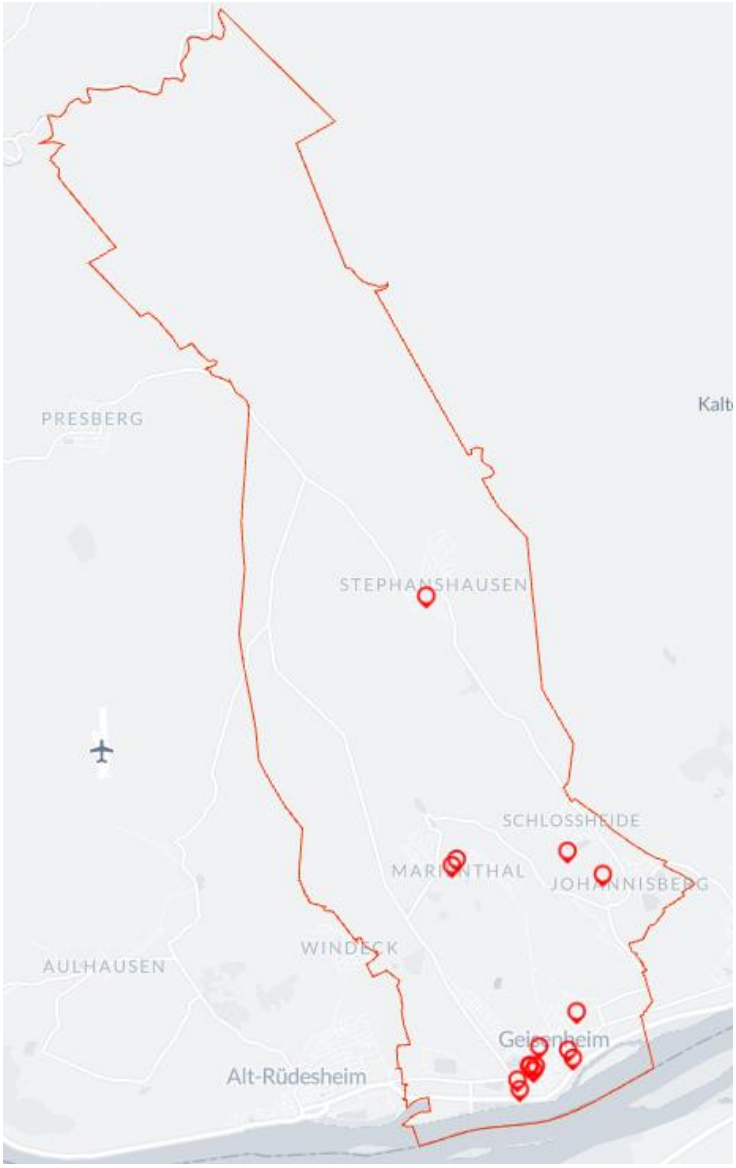



*Abbildung 38: Kriterium B - Kommunale Gebäude im Planungsgebiet [3]*

Im Kapitel 4.2.2 wurde die geografische Lage der Kläranlage (Abbildung 26 & Abbildung 27) dargestellt. Diese befindet sich ca. 1,2 km Luftlinie vom Zentrum von Geisenheim-Stadt und zählt für das **Kriterium C**.

Zu lokalen Spezifika (**Kriterium D**) zählen Aspekte, die den individuellen Charakter eines Planungsgebiets bzw. dessen Teilgebiete berücksichtigen. Denkbar sind hier beispielsweise baulich bedingten Einschränkungen für Tiefbauarbeiten, aber auch bestehende oder konkret geplante Wärmenetze. Insofern lokale Akteure, unabhängig von dieser Wärmeplanung, die technische und wirtschaftliche Realisierung eines Wärmenetzes in einem Teilgebiet unter Beweis gestellt haben, soll diese Wärmeplanung dem Rechnung tragen, indem die entsprechenden Teilgebiete als Wärmenetzeignungsgebiet (bei bestehenden oder konkret geplanten Wärmenetzen) klassifiziert werden. Darüber hinaus kann ein Teilgebiet als Prüfgebiet klassifiziert werden, insofern es in diesem Gebiet deutliche Bestrebungen zur Errichtung von Wärmenetzen gibt (beispielsweise im Rahmen einer genossenschaftlichen Initiative). Im Untersuchungsgebiet Geisenheim gibt es derzeit ein sehr kleines bestehendes Wärmenetz in Johannisberg (siehe Kapitel 3.7).

Aus den vorgenannten Betrachtungen werden die folgenden zwei Wärmenetzeignungsgebiete abgeleitet:

Wärmenetzeignungsgebiet ‚Kernstadt'

Die gesamte Innenstadt von Geisenheim ist sehr dicht bebaut und weist hohe Wärmeliniendichten auf (siehe Abbildung 39). Somit wird das grün markierte Gebiet als Wärmenetzeignungsgebiet eingeteilt. Innerhalb des Gebiets befinden sich 1.087 Gebäude mit einem Wärmebedarf von 51,8 GWh/a.

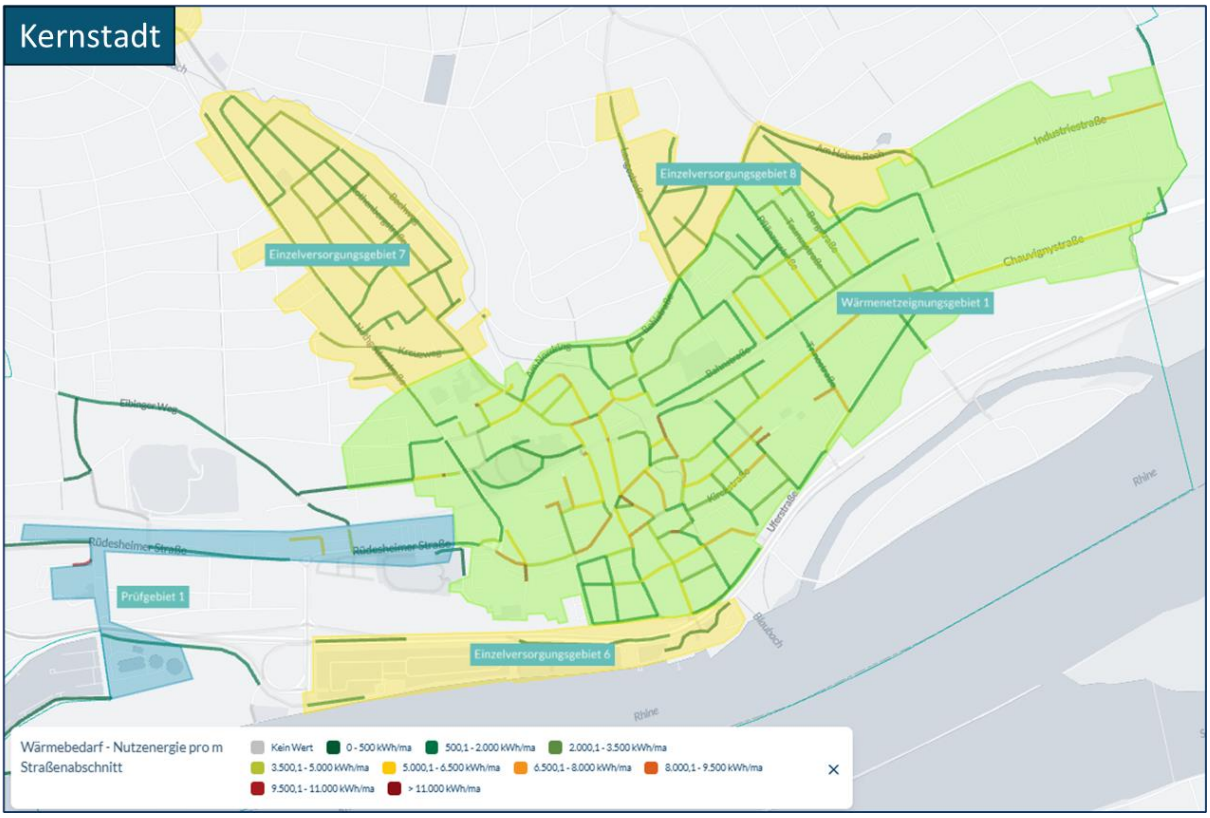



*Abbildung 39: Wärmeliniendichte im WNEG ‚Kernstadt' [3]*

Wärmenetzeignungsgebiet ‚Johannisberg'

Der Ort Johannisberg weist eine hohe Wärmeliniendichte auf aufgrund enger Bebauung (siehe Abbildung 40). Somit wird für das grün markierte Gebiet eine zentrale Wärmeversorgung über ein Wärmenetz empfohlen. Innerhalb des Gebiets befinden sich 633 Gebäude mit einem Wärmebedarf von 10,8 GWh/a. Innerhalb des WNEG (Wärmenetzeignungsgebiet) existiert außerdem bereits das in Kapitel 3.7 vorgestellte Wärmenetz, was an die Netzerweiterung angeschlossen werden könnte.

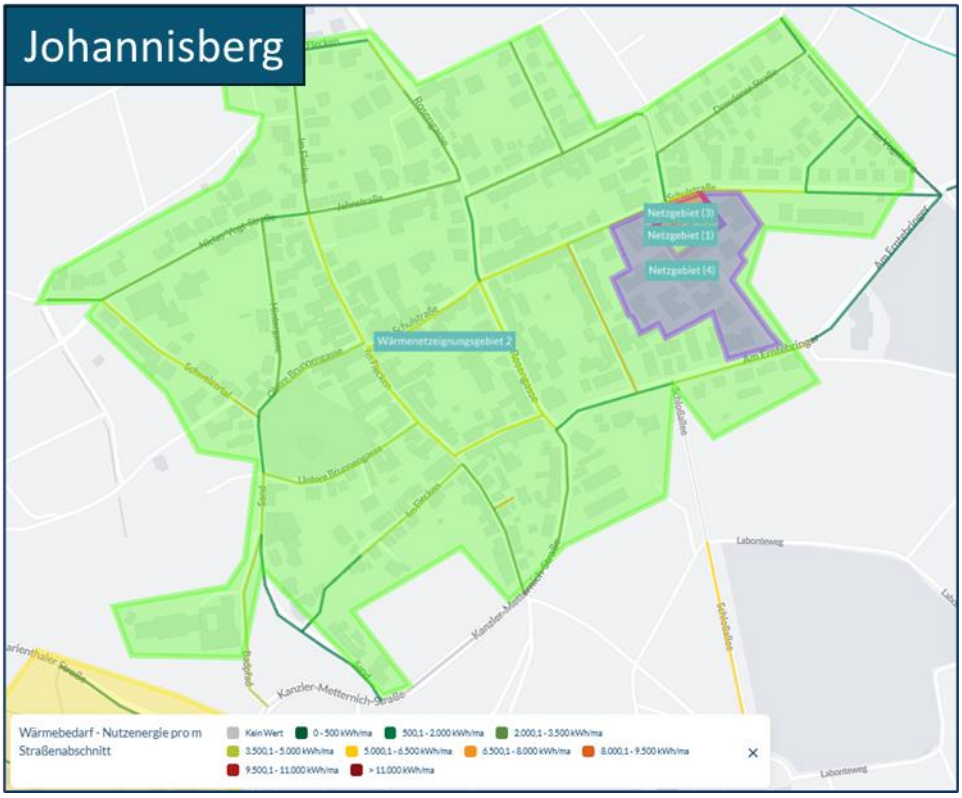



*Abbildung 40: Wärmeliniendichte im WNEG ‚Johannisberg' [3]*

Weitere detaillierte Prüfungen zur praktischen Realisierbarkeit von Wärmenetzen bzw. deren Erweiterung in den Wärmenetzgebieten sollten vorgenommen werden. Für eine fundierte Bewertung wären umfassende Analysen der topografischen und geologischen Gegebenheiten erforderlich, ebenso wie infrastrukturelle und wirtschaftliche Abwägungen. Es ist daher möglich, dass einige in diesem Bericht ausgewiesene Wärmeteilgebiete oder Abschnitte davon bei näherer Betrachtung aufgrund der genannten Faktoren als ungeeignet eingestuft werden könnten.

### 5.1.2 Einteilung in Wasserstoffnetzgebiete

Wie bereits in Kapitel 2.4 beschrieben, liegt Geisenheim zwischen der Umstellungsleitung 2032, die den Rhein-Taunus-Kreis durchquert, und der auf der gegenüberliegenden Rheinseite geplanten Neubauleitung 2032. Beide Leitungen verlaufen jedoch in deutlichem Abstand zum Stadtgebiet. Auch zum geplanten „regionalen Wasserstoff-Backbone Rhein-Main-Gebiet" besteht ein erheblicher räumlicher Abstand.

Aufgrund der größeren Entfernung zu diesen – bislang noch nicht realisierten – Infrastrukturen bestehen derzeit keine unmittelbaren Anknüpfungspunkte für eine wirtschaftlich sinnvolle Wasserstoffversorgung. Entsprechend wird für das Planungsgebiet Geisenheim kein Wasserstoffnetzgebiet ausgewiesen.

### 5.1.3 Einteilung in Prüfgebiete

Wie zuvor erläutert, wird ein Prüfgebiet beispielsweise danach definiert, dass für ein Teilgebiet, die für eine Einteilung erforderlichen Umstände noch nicht ausreichend bekannt sind.

Prüfgebiet ‚Kernstadt - Kläranlage'

Sollte das Abwärmepotenzial der Rüdesheimer Kläranlage zur Versorgung der Kernstadt Geisenheims genutzt werden, würde entlang der Wärmetrasse ein Prüfgebiet entstehen. Dieses Gebiet ist in der unteren linken Ecke in Abbildung 41 blau eingefärbt. Das Gebiet ist daher potenziell interessant, weil die Wärmetrasse von der Kläranlage zur Kernstadt sowieso dort passieren würde. Innerhalb des Prüfgebiets befinden sich 50 wärmeversorgte Gebäude mit einem Wärmebedarf von 3,2 GWh/a. Sollte das Potenzial der Kläranlage nicht für ein Wärmenetz in der Kernstadt Geisenheim genutzt werden, ist hier eine Einzelversorgung der Gebäude zu empfehlen.

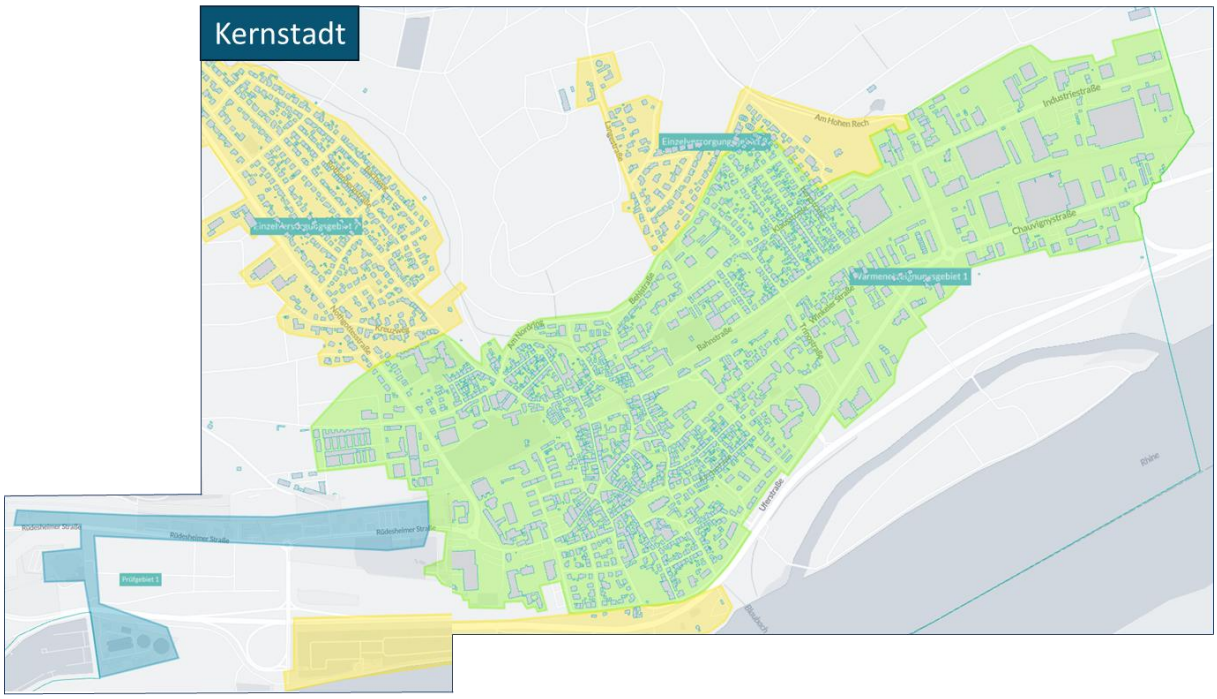



*Abbildung 41: Gebäudeumrisse im Gebiet der Kernstadt Geisenheim [3]*

Prüfgebiet ‚Stephanshausen'

Der Kern des Ortes Stephanshausen weist verschiedene kommunale Einrichtungen wie das Dorfgemeinschaftshaus oder die freiwillige Feuerwehr vor. Diese könnten als Ankerkunden für ein mögliches Wärmenetz dienen. Somit wird das in Abbildung 42 blau markierte Gebiet als Prüfgebiet ausgewiesen. Innerhalb des Gebiets befinden sich 115 wärmeversorgte Gebäude mit einem Wärmebedarf von 4,4 GWh/a. Außerhalb des Ortskerns wird eine Einzelversorgung der Gebäude empfohlen.

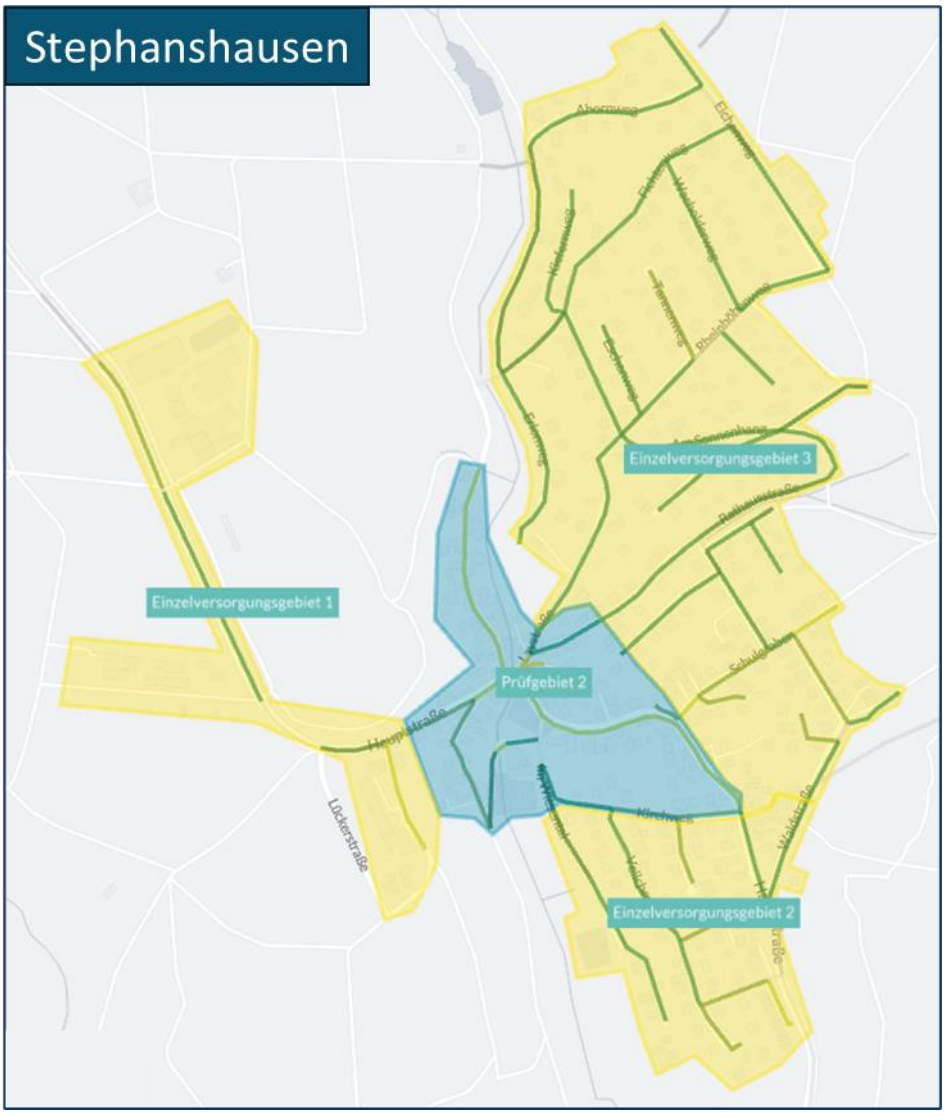



*Abbildung 42: Wärmeliniendichte im Ort Stephanshausen [3]*

Prüfgebiet ‚Schlossheide'

Im Süden des Ortes Schlossheide befindet sich das Internat Schloss Hansenberg mit einem Wärmebedarf von über 1 GWh/a. In Verbindung mit dem nahe gelegenen Gebäude der freiwilligen Feuerwehr kann eine gemeinsame Wärmeversorgung durch ein kleines Nahwärmenetz Sinn machen. Somit wird das in Abbildung 43 blau markierte Gebiet als Prüfgebiet ausgewiesen. Innerhalb des Gebiets befinden sich 15 wärmeversorgte Gebäude mit einem Wärmebedarf von 1,1 GWh/a. Für den Rest des Gebiets Schlossheide wird eine Einzelversorgung der Gebäude empfohlen.

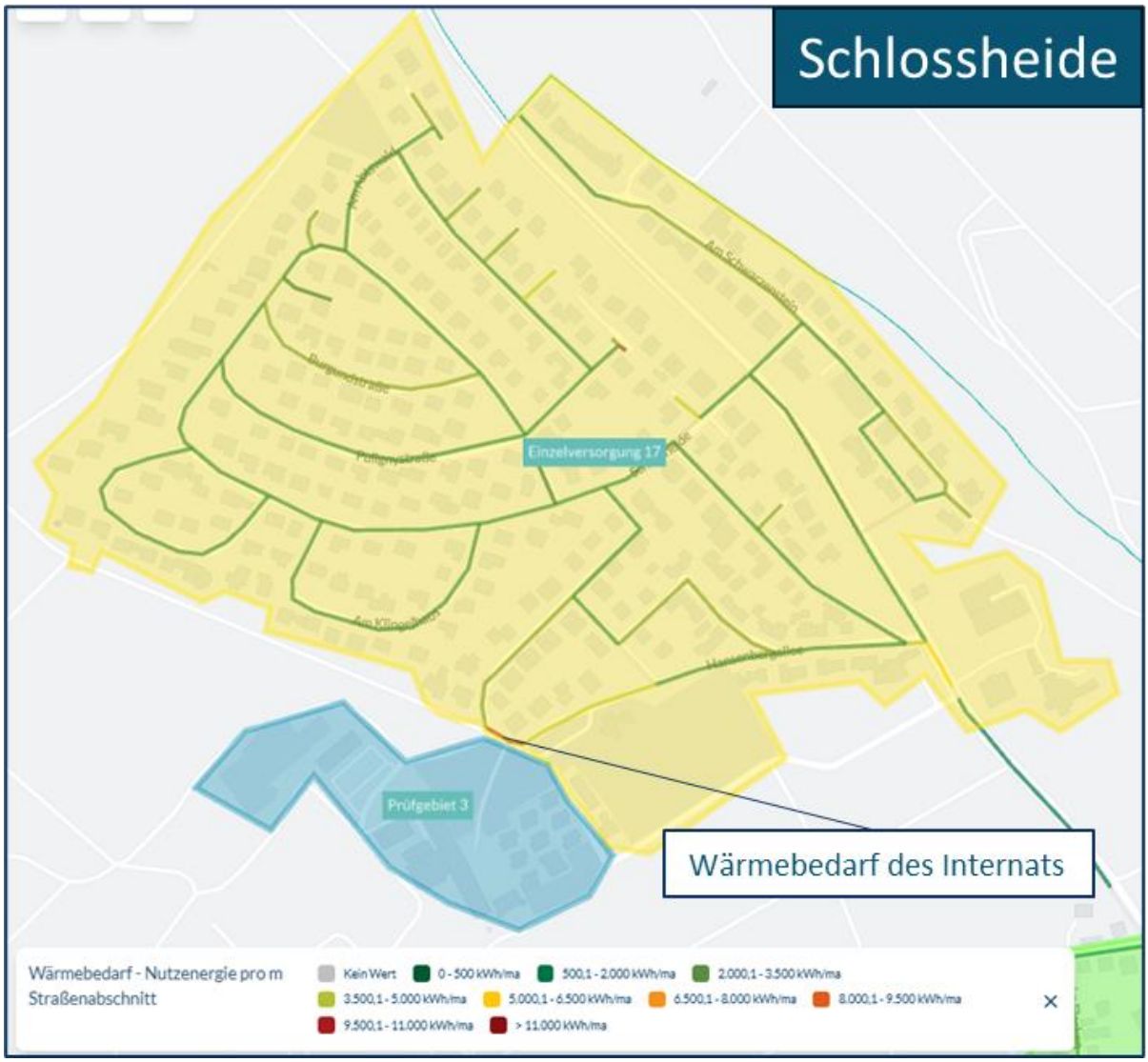



*Abbildung 43: Wärmeliniendichte im Stadtteil Schlossheide [3]*

Prüfgebiet ‚Marienthal - Ost'

Der östliche Teil des Stadtteils Marienthal weist eine mittlere Wärmeliniendichte auf. Hier kommt es auf weitere Einflussfaktoren, wie die Kombination von städtischer Straßenerneuerung und Tiefbaumaßnahmen an, um die Attraktivität eines Wärmenetzes final zu entscheiden. Somit wird das in Abbildung 44 blau markierte Gebiet als Prüfgebiet ausgewiesen. Innerhalb des Gebiets befinden sich 307 wärmeversorgte Gebäude mit einem Wärmebedarf von 4,2 GWh/a. Für den westlichen Teil von Marienthal wird eine Einzelversorgung der Gebäude empfohlen.

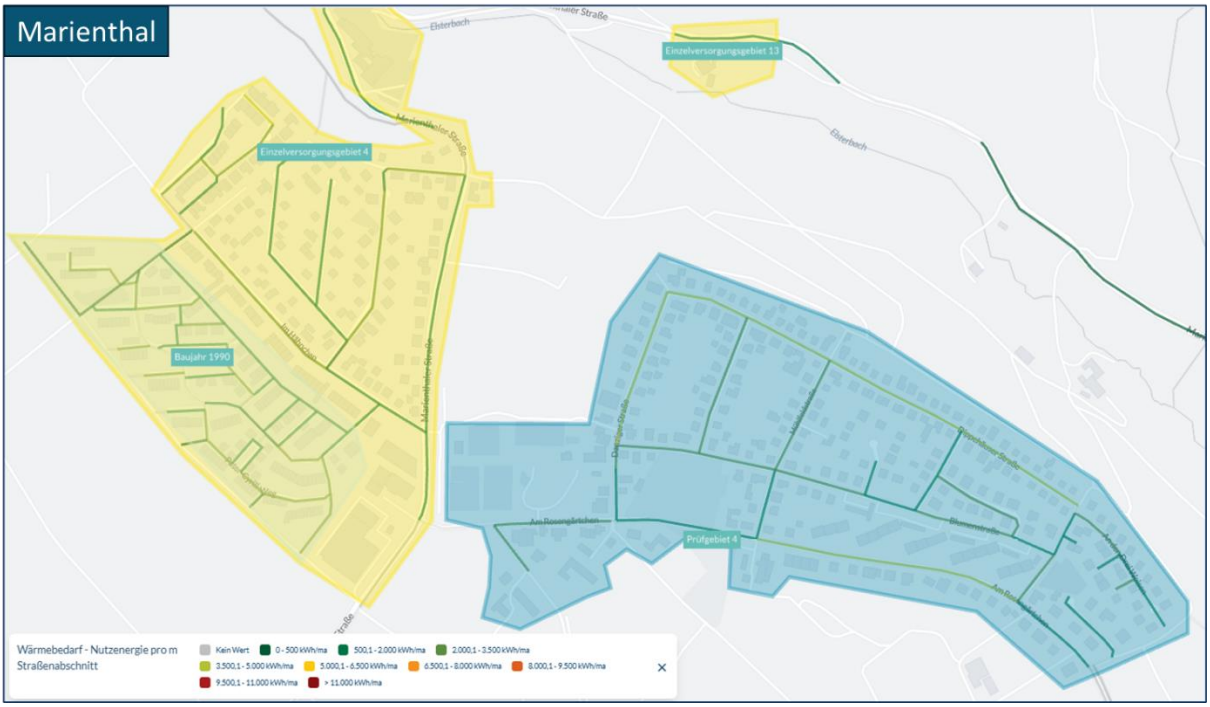



*Abbildung 44: Wärmeliniendichte im Prüfgebiet ‚Marienthal' [3]*

### 5.1.4 Einteilung Einzelversorgungsgebiete

Gebiete, welche für eine Einteilung in die vorgenannten Versorgungsgebietsarten nicht infrage kommen, werden als Einzelversorgungsgebiete deklariert. Sie eignen sich nicht als Wärmenetzgebiete, da sie über keine ausreichende Wärmeliniendichte verfügen, nur wenige oder keine potenzielle Ankerkunden (vor allem kommunale Gebäude) sich in den Gebieten befinden und/oder keine vorhandenen bzw. erschließbaren EE-Potenziale oder Abwärmepotenziale dort existieren. Für Wasserstoff- oder Biomethanversorgung eignen sie sich ebenfalls nicht, da dort keine Gasnetzinfrastruktur existiert oder ausreichende industrielle Großverbraucher. Bei den Einzelversorgungsgebieten handelt es sich um alle weiteren Stadtteile und Siedlungsgebiete, die nicht in den vorherigen Einteilungen genannt wurden. Sie werden zu einem Einzelversorgungsgebiet zusammengefasst. Aufgrund der dünnen Siedlungsstruktur in dem Einzelversorgungsgebiet beinhaltet dieses trotz seiner großen Fläche lediglich 1.897 wärmeversorgte Gebäude.

<u>Möglichkeiten einer dezentralen Versorgung</u>

Im Kontext der kommunalen Wärmeplanung stellt die dezentrale Wärmeversorgung eine zentrale Option für Einzelversorgungsgebiete dar. Unter den verfügbaren Technologien gewinnt insbesondere die Wärmepumpe an Bedeutung. Sie bietet die Möglichkeit, Wärme aus der Umgebungsluft effizient zu nutzen und eignet sich somit als nachhaltige Alternative zu zentralen, fossilen Heizsystemen. Im Zuge des anstehenden Austauschs veralteter, fossiler Heizungsanlagen gilt die Wärmepumpe – sowohl in geothermischer Ausführung als auch auf Basis von Umgebungsluft – als eine wirtschaftlich tragfähige und zukunftsorientierte Lösung. Wie in Kapitel 4.2.1 dargestellt, ist die Nutzung oberflächennaher Geothermie mittels Erdwärmekollektoren und Erdsonden in Geisenheim grundsätzlich möglich. Die tatsächliche Umsetzbarkeit sollte jedoch im Einzelfall – beispielsweise im Rahmen einer Machbarkeitsstudie – vertiefend geprüft werden, wird jedoch vermutlich eine untergeordnete Rolle spielen im Vergleich zur Ausführung auf Basis von Umgebungsluft.

Für Bestandsgebäude mit einem Bedarf nach hohen Vorlauftemperaturen bietet sich hingegen der Einsatz von Pelletheizungen an. Diese Form der Biomasseverfeuerung kann eine wichtige Ergänzung im dezentralen Versorgungsmix darstellen, insbesondere in Regionen, in denen erneuerbare Wärmequellen nicht durchgängig verfügbar sind. Um die Vorteile beider Systeme zu kombinieren, empfiehlt sich in manchen Anwendungsfällen der Einsatz einer Hybridlösung aus Pelletheizung und Wärmepumpe. Diese Kombination ermöglicht eine flexible Anpassung an wechselnde Energiebedarfe, steigert die Versorgungssicherheit und unterstützt die schrittweise Reduktion fossiler Energieträger im Wärmesektor.

### 5.1.5 Einstufung der voraussichtlichen Wärmeversorgungsgebiete

In Tabelle 4 werden die Gebiete und ihre abschließende Beurteilung für die Wärmeversorgungsart aufgeführt. Dabei ist die Einzelversorgung nur in den Teilgebieten „Stephanshausen – Kernstadt“ und „Kernstadt – Zentrum“ als „wahrscheinlich ungeeignet“ eingestuft. Dies liegt darin begründet, dass bei der verhältnismäßig hohen Bebauungsdichte im Innenstadtbereich der Einsatz von zukunftsfähigen, dezentralen Wärmepumpen aufgrund von Platzmangel und Schallemissionen schwierig sein kann.

| Gebiet | Wärmenetz Eignung | Wasserstoffnetz Eignung | Einzelversorgung Eignung | Abschließende Empfehlung | Begründung |
|---|---|---|---|---|---|
| Kernstadt - Außenbereiche | Wahrscheinlich ungeeignet | Sehr wahrscheinlich ungeeignet | Wahrscheinlich geeignet | Einzelversorgungsgebiet | Geringe Wärmeliniendichte, Siedlungsstruktur für Einzelversorgung geeignet |
| Marienthal - West | Wahrscheinlich ungeeignet | Sehr wahrscheinlich ungeeignet | Sehr wahrscheinlich geeignet | Einzelversorgungsgebiet | Geringe Wärmeliniendichte, Siedlungsstruktur für Einzelversorgung geeignet |
| Schlossheide - Zentrum | Wahrscheinlich ungeeignet | Sehr wahrscheinlich ungeeignet | Sehr wahrscheinlich geeignet | Einzelversorgungsgebiet | Zu geringe Wärmeliniendichte für Wärmenetz , Einzelversorgung möglich aufgrund Siedlungsstruktur |
| Stephanshausen - Außenbereich | Sehr wahrscheinlich | Sehr wahrscheinlich | Sehr wahrscheinlich geeignet | Einzelversorgungsgebiet | Zu geringe Wärmeliniendichte für Wärmenetz |

| Gebiet | Wärme-netz Eignung | Wasser-stoffnetz Eignung | Einzelver-sorgung Eignung | Abschlie-ßende Emp-fehlung | Begründung |
|---|---|---|---|---|---|
| | ungeeig-net | ungeeig-net | | | |
| Kernstadt – Kläranalage | Wahr-scheinlich ungeeig-net | Sehr wahr-scheinlich ungeeig-net | Wahr-scheinlich geeignet | Prüfgebiet | In Abhängigkeit der Abwärmenutzung Kläranlage für ein Wärmenetz im Kernstadt - Zentrum |
| Marient-hal - Ost | Wahr-scheinlich geeignet | Sehr wahr-scheinlich ungeeig-net | Wahr-scheinlich geeignet | Prüfgebiet | Aktuell kein Potenzial vorhanden, hohe Wärmeliniendichte |
| Schloss-heide - Internat | Wahr-scheinlich geeignet | Sehr wahr-scheinlich ungeeig-net | Wahr-scheinlich geeignet | Prüfgebiet | Aktuell kein erneuerbares Potenzial vorhanden, jedoch erhöhte Wärmeliniendichte |
| Stephans-hausen - Kernstadt | Wahr-scheinlich geeignet | Sehr wahr-scheinlich ungeeig-net | Wahr-scheinlich ungeeignet | Prüfgebiet | Aktuell kein erneuerbares Potenzial vorhanden, jedoch erhöhte Wärmeliniendichte |
| Johannis-berg | Wahr-scheinlich geeignet | Sehr wahr-scheinlich ungeeig-net | Wahr-scheinlich geeignet | Wärmenetz-eignungsge-biet | Vorhandenes Wärmenetz im Gebiet, gute Wärmeliniendichte |

| Gebiet | Wärme-netz Eignung | Wasser-stoffnetz Eignung | Einzelver-sorgung Eignung | Abschlie-ßende Emp-fehlung | Begründung |
|---|---|---|---|---|---|
| Kernstadt - Zentrum | Sehr wahr-scheinlich geeignet | Sehr wahr-scheinlich ungeeig-net | Wahr-scheinlich ungeeignet | Wärmenetz-eignungsge-biet | Hohe Wärmelinien-dichte, Siedlungsstruktur für Einzelversorgung teil-weise ungeeignet, At-traktive Potenziale |

*Tabelle 4: Bewertungsmatrix künftiger Wärmeversorgunggebiete*

## 5.2 Kostenprognose in Form von Wärmevollkostenvergleich

Als Orientierung für mögliche Heizungsalternativen für die Gebäudebesitzer lassen sich verschiedene GEG-konforme Heizungsmöglichkeiten (d.h. 65 % EE-Anteil für neue Heizungsanlagen gem. GEG) in einem Vollkostenvergleich gegenüberstellen.

Grundlage des Vergleichs ist ein durchschnittliches Einfamilienhaus mit 22.500 kWh/a Wärmebedarf, wie es für das Untersuchungsgebiet typisch ist. Dabei werden Brennstoffkosten bzw. Arbeitspreis bei Fernwärme berücksichtigt, Betriebs- und Grundkosten sowie Kapitalkosten. Der Wärmearbeitspreis für die regionale Fernwärme wird hierbei mit 12,5 Ct/kWh angenommen, der Grundpreis beträgt 60 € monatlich. Alle Preise sind in Netto angegeben, der Betrachtungszeitraum beträgt 15 Jahre.

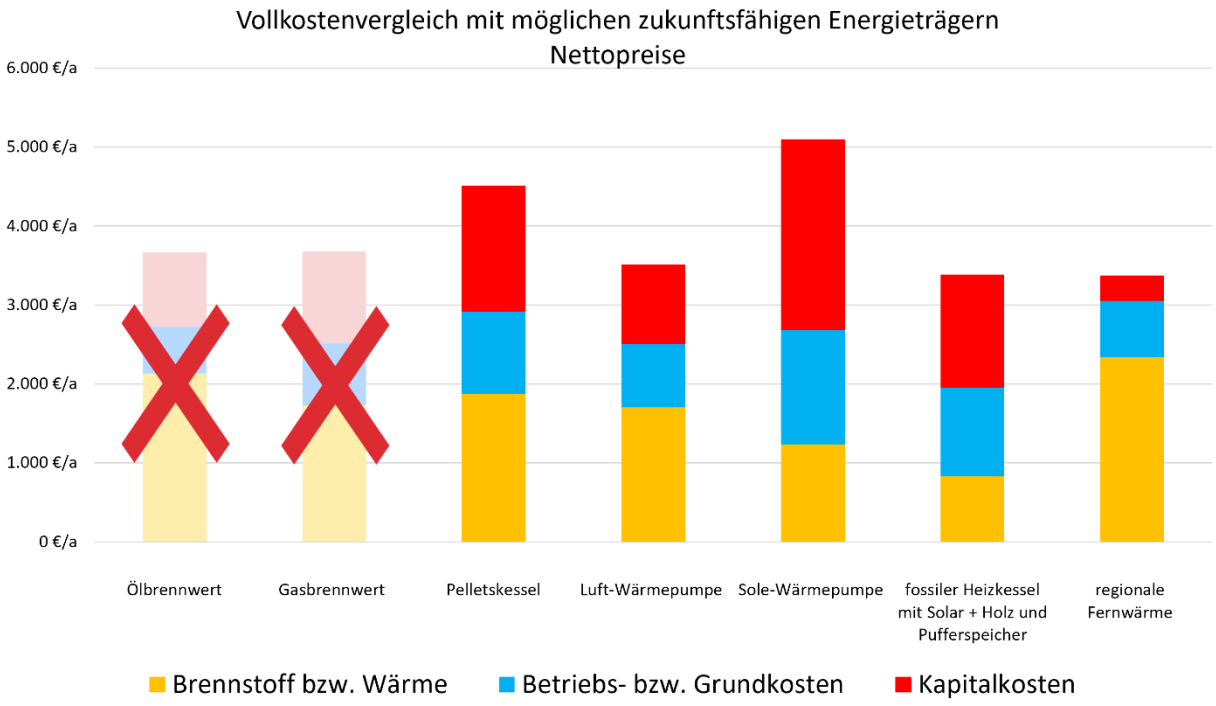



*Abbildung 45: Marktpreisniveau GEG-konforme Heizung im durchschn. Einfamilienhaus*

Wie in Abbildung 45 zu sehen, wird der Referenzwert für einen wettbewerbsfähigen Fernwärmepreis vor allem durch die Alternative Luft-Wärmepumpe sowie Biomasseheizung mit Solarthermie und fossilem Anteil gesetzt. Die jährlichen Vollkosten der drei dargestellten Lösungen bewegen sich bei ca. 3.500 € im Jahr. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass vor allem die Preise für Holz bzw. Pellets in den nächsten Jahren aufgrund wachsender Nachfrage vermutlich steigen werden.

Wie die Abbildung weiterhin zeigt, sind die Wärmelieferkosten für die Versorgungsoption „Fernwärme“ verhältnismäßig hoch, die Kapitalkosten jedoch gering. Die Grafik soll die Kostenzusammenstellung aus Kundensicht darstellen. Bei "regionale Fernwärme" sind die Kapitalkosten des Kunden vor allem jene für Wärmeübergabestation und Hausanschluss (inkl. Förderung) und daher eher gering. Die Investitionskosten für das Fernwärmenetz werden vom Netzbetreiber getragen und fließen über die vertragliche Preisgestaltung in den Kostenanteil für Brennstoff beziehungsweise Wärme ein. Daraus ergeben sich im Vergleich höhere laufende Kosten.

## 5.3 Ermittlung des Zielszenarios

### 5.3.1 Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs (Sanierungsszenarien)

Die Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs ist eine der wichtigsten Ergebnisse des Zielszenarios. Es ist unerlässlich, den Wärmebedarf signifikant zu reduzieren, um eine realistische Chance zu haben, den zukünftig anfallenden Wärmebedarf erneuerbar decken zu können.

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung ist der Einfluss der fortschreitenden Klimaerwärmung auf den zukünftigen Raumwärmebedarf zu berücksichtigen. Grundlage hierfür bilden die Projektionen der Heizgradtage (Gradtagszahlen, jährliche Summe der Differenz zwischen Heizgrenztemperatur, z.B. 15°C/18°C, und Tagesmitteltemperatur) in Deutschland, die nach anerkannten Energieszenarien [12] von einer klimabedingten Reduktion der Heizgradtage um etwa 0,2 % pro Jahr ausgehen. Dies entspricht einem Rückgang des witterungsabhängigen Raumwärmebedarfs um rund 10 % bis Mitte der 2040er-Jahre im Vergleich zum klimatologischen Referenzzeitraum 1990–2010. Regionale Analysen des Hessischen Landesamts für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) bestätigen für Mittelhessen eine ähnliche Größenordnung, da bis 2050 mit einer zusätzlichen mittleren Lufttemperaturerhöhung von etwa 1 °C zu rechnen ist [13].

Für die Zielszenarien der Wärmeplanung wird daher eine realistische Annahme getroffen, wonach der Raumwärmebedarf allein aufgrund der klimatischen Erwärmung bis zum Jahr 2045 um insgesamt 10 % sinkt. Dies wird linearisiert als Reduktionsrate von 2,5 % je Fünfjahresperiode abgebildet (2030: -2,5 %, 2035: -5 %, 2040: -7,5 %, 2045: -10 %). Diese Größenordnung ist konsistent mit den verfügbaren wissenschaftlichen Quellen und stellt eine plausible Grundlage für die strategische Entwicklung der Wärmeversorgung in Mittelhessen dar.

Neben den klimabedingten Effekten sind vor allem Sanierungs- und Effizienzmaßnahmen relevant, um den Wärmebedarf nachhaltig zu senken. Die Begriffe „Sanierungsquote“ und „Sanierungstiefe“ sind wichtige Kennzahlen im Bereich der Gebäudemodernisierung, insbesondere wenn es um Energieeffizienz geht.

Die Sanierungsquote gibt an, welcher Anteil des gesamten Gebäudebestands innerhalb eines bestimmten Zeitraums energetisch saniert wird. Sie wird in Prozent ausgedrückt und ermöglicht es, den Fortschritt bei der Modernisierung von Gebäuden zu messen. Eine hohe Sanierungsquote bedeutet, dass viele Gebäude modernisiert werden, während eine niedrige Quote darauf hindeutet, dass nur wenige Gebäude saniert werden. Das Ziel einer Sanierungsquote in Deutschland ist umstritten, aber es wird allgemein eine Quote von 2 % oder mehr pro Jahr angestrebt, um die Klimaziele im Gebäudebereich zu erreichen. Die aktuelle Sanierungsquote liegt jedoch deutlich darunter bei etwa 0,7 % pro Jahr.

Die Sanierungstiefe hingegen beschreibt den Umfang und die Gründlichkeit der durchgeführten Sanierungsmaßnahmen. Sie gibt an, wie stark die Energieeffizienz eines Gebäudes durch die Sanierung verbessert wurde. Eine hohe Sanierungstiefe bedeutet, dass umfassende Maßnahmen ergriffen wurden, wie beispielsweise die Dämmung von Wänden und Dächern, der Austausch von Fenstern und die Modernisierung der Heizungsanlage. Eine geringe Sanierungstiefe bedeutet, dass nur einzelne Maßnahmen durchgeführt wurden, die zu geringeren Energieeinsparungen führen.

Für die Quantifizierung der Energieeinsparpotenziale können drei Szenarien zur Abbildung der durchschnittlichen Sanierungsquote und -tiefe gebildet werden:

**Szenario I „geringe Sanierung“:** Sanierungsquote in Höhe von 1,0 % p.a.
Sanierungstiefe in Höhe von 25 %

**Szenario II „mittlere Sanierung“:** Sanierungsquote in Höhe von 1,5 % p.a.
Sanierungstiefe in Höhe von 35 %

**Szenario III „hohe Sanierung“:** Sanierungsquote in Höhe von 2,0 % p.a.
Sanierungstiefe in Höhe von 50 %

Aus den vorangestellten Parametern ergeben sich für die drei dargestellten Szenarien folgende Energieeinsparungen (inkl. Einsparungen durch Klimaveränderung):

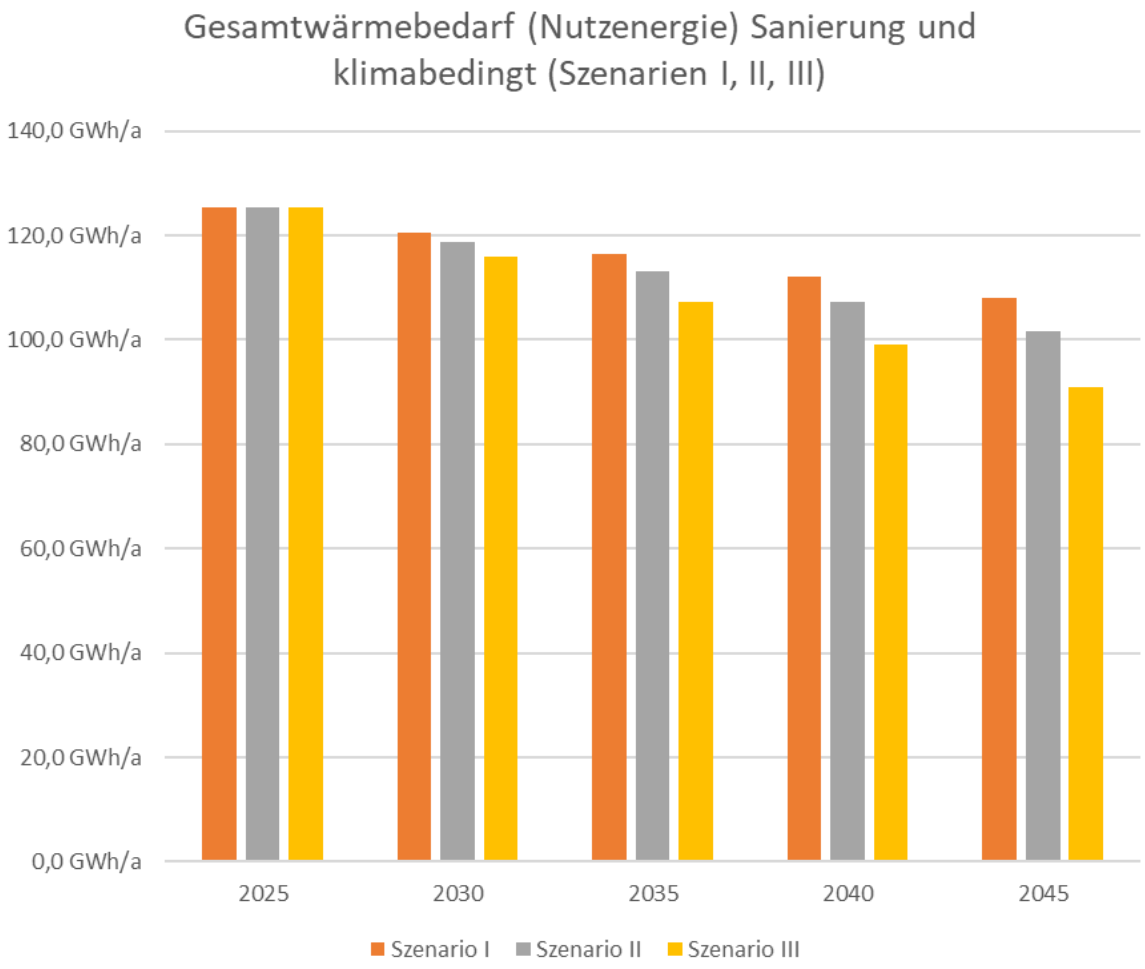



*Abbildung 46: Entwicklung des Gesamtwärmebedarfs in [GWh/a] bis 2045, Szenarien I-III*

Die Gesamteinsparung bis 2045 für die o.g. Szenarien betragen:

Szenario I: 14 % (davon 10 % durch Klimaerwärmung)

Szenario II: 19 % (davon 10 % durch Klimaerwärmung)

Szenario III: 27,5 % (davon 10 % durch Klimaerwärmung)

Zusätzlich zu den o.g. linearen Sanierungsquoten und -tiefen wurde im Rahmen dieser kommunalen Wärmeplanung ein weiteres Szenario entworfen, welches die spezifischen Gegebenheiten im Planungsgebiet und die wirtschaftlichen Aspekte stärker berücksichtigt.

Sanierungsszenario IV „Kosten-Nutzen-Verhältnis“

Für eine zielgerichtete und wirtschaftlich sinnvolle Sanierung des Gebäudebestands ist es plausibler anzunehmen, dass sowohl die effizientesten Sanierungsmaßnahmen als auch die ineffizientesten Gebäude zeitlich priorisiert werden. Nicht alle Maßnahmen führen bei gleichem Aufwand zu vergleichbaren energetischen Einsparungen – einige sind thermodynamisch besonders wirksam und weisen ein günstiges Kosten-Nutzen-Verhältnis auf. Dabei wird im Hinblick auf die in den nächsten Jahren steigenden Energie- und $CO_2$ -Kosten ein wirtschaftlich orientiertes Handeln der Gebäudeeigentümer zugrunde gelegt. Durch die Priorisierung dieser besonders ergiebigen Maßnahmen in Kombination mit der Sanierung besonders verlustreicher Gebäude kann der Energieverbrauch eines Quartiers oder einer Kommune schrittweise und effizient gesenkt werden. In Tabelle 5 werden die wichtigsten Sanierungsmaßnahmen bewertet. Dabei wurde festgelegt, dass nicht alle Sanierungsmaßnahmen umgesetzt werden sollen, da dies einer Vollsanierung des gesamte Gebäudebestandes auf Energieeffizienzklasse A+ gleichkäme. Stattdessen werden im Rahmen dieses Szenarios die Umsetzung der Top 3-Maßnahmen gem. Tabelle 5 angenommen:

| Rang | Maßnahme | Kosten-Nutzen-Verhältnis (typisch) | Erläuterung |
|---|---|---|---|
| 1 | **Dämmung der obersten Geschossdecke** | ★★★★★ (sehr hoch) | Günstig & schnell gemacht, große Wirkung, oft ohne Eingriff in Wohnraum. |
| 2 | **Dämmung des unteren Gebäudeabschlusses (Kellerdecke/Bodenplatte)** | ★★★ | Spart Heizenergie effektiv, vor allem bei unbeheiztem Keller oder Erdreich. |
| 3 | **Fassadendämmung (Außenwände)** | ★★★ | Hohe Einsparung, aber auch hohe Kosten. Sinnvoll bei sowieso geplanter Fassadenerneuerung. |
| 4 | **Dämmung des Dachs (wenn nicht mit Decke abgedeckt)** | ★★★ | Teurer als Decke, aber wichtig bei ausgebautem Dachgeschoss. |
| 5 | **Fenstertausch** | ★★ | Teuer, einzelne Flächen, kann zu Wärmebrücken führen, wenn ungedämmt kombiniert. |
| ... | **Heizungstausch ohne Dämmung** | ★ | Nur begrenzt sinnvoll, wenn das Gebäude weiter hohe Wärmeverluste hat. Erst dämmen, dann neue Heizung dimensionieren. |

Maßnahmen für die Sanierungssimulation

*Tabelle 5: Priorisierung verschiedener Sanierungsmaßnahmen*

Für die zeitliche Wärmebedarfsentwicklung über die Stützjahre 2030, 2035 und 2040 bis zum Zieljahr 2045 soll die Sanierung des Gebäudestandes schrittweise entsprechend den Effizienzklassen der Gebäude erfolgen. Die Gebäude der Effizienzklassen D-H im Untersuchungsgebiet Geisenheim haben einen Wärmeverbrauch von 90,5 GWh/a im Jahr und sind damit für 72 % des Wärmebedarfs verantwortlich. Der systematische Sanierungsansatz verfolgt das Ziel, bis 2045 einen überwiegenden Anteil des Gebäudebestandes im Untersuchungsgebiet Geisenheim auf mindestens Energieeffizienzklasse C (75-100 kWh/(m²a)) aufzuwerten.

Den Auftakt bilden bis 2030 alle Gebäude der Energieeffizienzklasse H. Hierbei werden zunächst nur die zwei wichtigsten Sanierungsmaßnahmen umgesetzt: die Dämmung der obersten Geschossdecke und die Dämmung des unteren Gebäudeabschlusses. Da viele Gebäude dieser Effizienzklasse im Planungsgebiet Fachwerkhäuser sind und unter Denkmalschutz stehen, wurde entschieden, dass eine Fassadensanierung nicht realisiert werden kann.

- Gebäude mit den Energieeffizienzklassen H (>250 kWh/m²a) (dunkelrot) werden saniert zu EE-Klassen B und C
- Dämmung bzw. Vollsanierung von oberster Geschossdecke, unterem Gebäudeabschluss und KEINE Fassadendämmung, da Denkmalschutz an Fachwerkhäusern besteht
- zugrunde gelegte Maßnahmen können durch Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) als Einzelmaßnahmen gefördert werden

*Abbildung 47: Sanierung der Gebäudeklassen H (dunkelrot) bis zum Jahr 2030*

Im nächsten Schritt folgt bis 2035 die Sanierung aller Gebäude der Klasse G. Auch wird auf eine Fassadendämmung verzichtet, da es sich größtenteils um denkmalgeschützte Fachwerkhäuser handelt.

- Gebäude mit den Energieeffizienzklassen G (>200 kWh/m²a) (rot) werden saniert zu EE-Klassen B und C
- Dämmung bzw. Vollsanierung von oberster Geschossdecke, unterem Gebäudeabschluss und KEINE Fassadendämmung, da Denkmalschutz an Fachwerkhäusern besteht
- zugrunde gelegte Maßnahmen können durch Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) als Einzelmaßnahmen gefördert werden

*Abbildung 48: Sanierung der Gebäudeklassen G (rot) bis zum Jahr 2035*

Bis 2040 sollen dann alle Gebäude mit Effizienzklasse F folgen, einschließlich der energetischen Sanierung der Fassade, da hier keine denkmalgeschützten Fassaden angenommen werden.

- Gebäude mit den Energieeffizienzklassen F (>160 kWh/m²a) (orange) werden saniert zu EE-Klassen B und C
- Dämmung bzw. Vollsanierung von oberster Geschossdecke, unterem Gebäudeabschluss und Fassadendämmung
- zugrunde gelegte Maßnahmen können durch Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) als Einzelmaßnahmen gefördert werden

*Abbildung 49: Sanierung der Gebäudeklassen F (orange) bis zum Jahr 2040*

Den Abschluss bilden bis spätestens 2045 die Gebäude der Klassen D und E, sodass nach und nach ein Großteil des schlecht sanierten Gebäudebestands energetisch ertüchtigt ist.

- Gebäude mit den Energieeffizienzklassen D & E (>100 kWh/m²a) (gelb-orange) werden saniert zu EE-Klassen B und C
- Dämmung bzw. Vollsanierung von oberster Geschossdecke, unterem Gebäudeabschluss und Fassadendämmung
- zugrunde gelegte Maßnahmen können durch Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) als Einzelmaßnahmen gefördert werden

*Abbildung 50: Sanierung der Gebäudeklassen H (gelb-orange) bis zum Jahr 2045*

Im Rahmen der Bestandsanalyse wurden insgesamt 6.059 Gebäude, davon 4.059 wärmeversorgte Gebäude mit einem Gesamtwärmebedarf in Höhe von 125,4 GWh im Jahr 2025 erfasst. Tabelle 6 zeigt auf, wie viel Prozent des ermittelten Wärmebedarfs in den Stützjahren des kommunalen Wärmeplans auf Basis der beschriebenen Sanierungsmaßnahmen und unter Berücksichtigung klimatischer Veränderungen eingespart werden können.

| | | | |
|---|---|---|---|
| **2025 (Basisjahr)** | 125,4 GWh/a | - | |
| **2030** | 117,1 GWh/a | 7 % | 4 % |
| **2035** | 111,8 GWh/a | 11 % | 6 % |
| **2040** | 105,9 GWh/a | 16 % | 9 % |
| **2045** | 98,1 GWh/a | 22 % | 13 % |

*Tabelle 6: Entwicklung des Gesamtwärmebedarfs (Nutzenergie) in [GWh/a] bis 2045, Szenario IV*

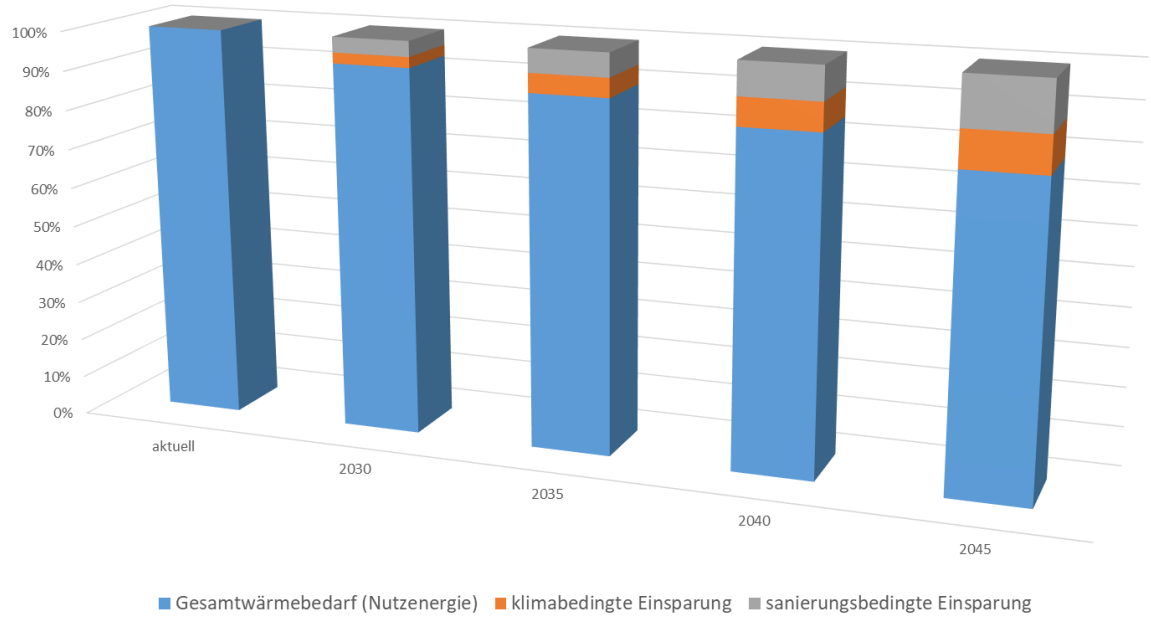



*Abbildung 51: Entwicklung des Gesamtwärmebedarfs (Nutzenergie) in [GWh/a] bis 2045, Szenario IV*

Es zeigt sich, dass bis zum Jahr 2045 insgesamt eine Energieeinsparung von 22 % erfolgen kann, 9 % davon sind aufgrund der prognostizierten Klimaveränderung zu erwarten. Somit entfallen 13 % Energieeinsparung auf die Gebäudesanierung. Es fällt auf, dass die Einsparungen durch Sanierung bis 2035 geringer sind als danach. Dies liegt daran, dass bei den bis dahin zu sanierenden Gebäuden der Effizienzklassen G & H eine Dämmung der Fassade aufgrund eines möglichen Denkmalschutzes nicht berücksichtigt wird. Entsprechend geringer fällt die Energieeinsparung aus.

**Für die Erstellung des Zielszenarios wird das Sanierungsszenario IV herangezogen.**

### 5.3.2 Entwicklungspfade für die Energieinfrastruktur (Entwicklungsszenarien)

Die Anforderungen und der Entwicklungsbedarf für die Energieinfrastruktur der kommenden Jahre hängen einerseits von dem zu erwartenden Wärmebedarf ab, wie sie im vorherigen Kapitel errechnet wurden, andererseits von dem

„Wärmemix“, d.h. mit welchen Wärmeversorgungstechnologien diese Bedarfe bedient werden sollen. Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung für das Zieljahr 2045 gibt es alternative Szenarien, die unterschiedliche Anteile an Energieträger sowohl für die Wärmenetzeignungsgebiete als auch für die Einzelversorgungsgebiete vergleichen. In Wärmenetzeignungsgebieten besteht der für 2045 angestrebte Wärmemix aus Fernwärme, Wärmepumpen und Biomasse. In Einzelversorgungungsgebieten teilt sich der Wärmemix zwischen Wärmepumpen und Biomasse (z.B. Holzpellets) auf. Je nach der Gewichtung der unterschiedlichen erneuerbarer Versorgungsoptionen gestaltet sich der Transformationspfad hin zu einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung anders. Analog zum vorherigen Kapitel soll für die Entwicklung des Wärmemixes in Geisenheim ein spezifischeres Szenario erstellt werden, das die lokalen Gegebenheiten und Ressourcenpotenziale berücksichtigt.

Das erarbeitete Szenario verfolgt den Ansatz, dass gemäß GEG spätestens ab dem 01.07.2028 in Bestandsgebäuden defekte Heizungen, die nicht repariert werden können, durch neue Heizungen mit mindestens 65 % EE-Anteil ersetzt werden müssen. Über das Alter der Heizungen wird antizipiert, wann eine Heizung nicht mehr reparabel ist und ausgetauscht werden muss. In diesem Szenario wird davon ausgegangen, dass in diesem Moment das entsprechende Gebäude auf die Zielwärmeversorgungsart des jeweiligen Teilgebiets umgestellt wird. In Wärmenetzeignungsgebieten ist dies die Versorgungsart „Fernwärme“, in Einzelversorgungsgebieten die Versorgungsart „Wärmepumpe“. Die Versorgungsart „Biomasse“ ist zum derzeit noch etwas stärker verbreitet als Wärmepumpen. Langfristig (bis 2045) werden Wärmepumpen jedoch als dominierende Technologie auftreten und Biomasse-Heizungen zahlenmäßig überholen. Biomasse bleibt eine Nische für unsanierbare Altbauten oder Gebäude mit hohen Vorlauftemperaturen. Aufgrund der im Zielszenario zugrunde gelegten umfassenden (Teil-)Sanierung des Gebäudebestands (vgl. Szenario IV), wird der Anteil von Biomasseheizungen im Jahr 2045 als gering angenommen.

Noch ist unklar, was mit den Prüfgebieten geschehen wird. Da im Rahmen dieser Planung ein dekarbonisiertes Zielszenario präsentiert werden soll, wird vorerst davon ausgegangen, dass in den Prüfgebieten Einzelversorgungslösungen realisiert werden, d.h. Prüfgebiete wie Einzelversorgungsgebiete behandelt werden.

Mithilfe der vorliegenden Schornsteinfegerdaten können Heizungsaltersklassen identifiziert werden. Diese dienen als Grundlage für eine sukzessive Umstellung der Heizungstechnologie. Die entsprechende Vorgehensweise, d.h. wann eine Heizung in Abhängigkeit ihres Heizungsalters umgestellt wird, ist in Tabelle 8 dargestellt.

Für Gebäude, für die keine Heizungsaltersklasse vorlag, wurde die Gebäudealtersklasse als Basis genutzt. Aus Tabelle 8 wird ersichtlich, wann in Abhängigkeit vom Baujahr der Gebäudebestand typischerweise auf neue Heizsysteme umgestellt wird – von den ältesten Gebäuden, die bereits bis 2030 modernisiert werden, bis zu jüngeren Baualtersklassen mit erwarteter Umstellung bis 2045.

Die quantitative Verteilung der wärmeversorgten Gebäude mit und ohne Heizungsalter kann Tabelle 7 entnommen werden.

| | Jahr 2025 |
|---|---|
| Anzahl wärmeversorgter Gebäude | 4.056 |
| …davon MIT Heizungsalter | 2.675 |
| …davon OHNE Heizungsalter | 1.381 |

*Tabelle 7: Quantitative Verteilung der wärmeversorgten Gebäude mit und ohne Heizungsalter*

Teilweise existieren mehrere Heizungsanlagen innerhalb eines Gebäudes. Für ein solches Gebäude geht aus den Schornsteinfegerdaten nicht eindeutig hervor, welche Anlage die hauptsächlich genutzte Heizungsanlage ist. Als Näherung wird daher angenommen, dass es jene Anlage mit der größten Nennwärmeleistung ist. Um also für Gebäude mit mehreren Heizungsanlagen den Umstellungszeitpunkt zu bestimmen, wird das Heizungsalter des Erzeugers mit der größten Nennwärmeleistung zugrunde gelegt.

| Jahr<br>aktuell | 2030 | 2035 | 2040 | 2045 |
|---|---|---|---|---|
| Umstellung nach Heizungsbaujahr | | | | |
| bis 2000 | x | x | x | x |
| 2001 - 2010 | | x | x | x |
| 2011 - 2021 | | | x | x |
| ab 2021 | | | | x |
| Umstellung nach Baujahr | | | | |
| Umgestellt bis einschl. Baujahr | 1960 | 1980 | 1998 | 2010 |

*Tabelle 8: Umstellung der Heizungen nach Heizungsbaujahr und Gebäudebaujahr*

Die Umstellung innerhalb der Gebiete auf die unterschiedlichen Wärmeerzeugungsarten erfolgt anhand der Gebietseinteilung und der von ENEKA definierten Fernwärme und Wärmepumpeneignung des jeweiligen Gebäudes.

Zu beachten ist, dass ein Gebäude, welches bereits eine Biomasse (z.B. Holzpellets) Heizung oder eine Wärmepumpe besitzt, diese Wärmeversorgungsart auch in den Zieljahren beibehält und nicht auf eine andere Versorgungsart umgestellt wird.

Die Eignung für Fernwärme wird in ENEKA auf Grundlage der ermittelten Wärmebedarfsdichten bewertet. Gebäude gelten als potenziell fernwärmegeeignet, wenn ihr Endenergiebedarf über 0 kWh/a liegt und die Wärmebedarfsdichte im Umkreis von 1 ha mehr als 150 MWh/ha a beträgt. Auf dieser Basis werden Cluster gebildet, die als potenzielle Versorgungsgebiete ausgewiesen werden. Die Abstufung erfolgt in Abhängigkeit der Dichtewerte – von „bedingt geeignet“ (über 150 MWh/ha a) bis „sehr gut geeignet“ (über 600 MWh/ha a).

Die Eignung für Wärmepumpen wird gebäudescharf auf Basis des spezifischen Wärmebedarfs und der verfügbaren Grundstücksfläche zur Nutzung von Umweltwärme beurteilt. Gebäude mit einem Wärmebedarf unter 115 kWh/m² a oder ausreichender Fläche für Erdsonden gelten als sehr gut geeignet, während Werte über 150 kWh/m² a eine geringe Eignung anzeigen. Nichtwohngebäude mit hohen Temperaturniveaus werden in der Regel nicht bewertet.

Umstellung in Wärmenetzeignungsgebieten

Zu den in Tabelle 8 bestimmten Zeitpunkten werden Gebäude mit einer sehr guten Fernwärmeeignung auf die Versorgungsart „Fernwärme aus teilweise EE“ umgestellt. Liegt keine „sehr gute Fernwärmeeignung“ aber eine „sehr gute Wärmepumpeneignung“ vor, wird das Gebäude auf eine „Wärmepumpe – Strommix“ umgestellt. In allen anderen Fällen erfolgt ebenfalls eine Umstellung auf „Fernwärme aus teilweise EE“. Im Zieljahr 2045 werden alle fernwärmeversorgten Gebäude von „Fernwärme aus teilweise EE“ auf „Fernwärme aus 100 % EE“ umgestellt. Die entsprechende Matrix kann Tabelle 9 entnommen werden.

Im digitalen Zwilling kann der Strommix entsprechend des EE Anteils ausgewählt werden. Dabei wurde bis zum Jahr 2040 ein Strommix mit teilweise EE Anteilen gewählt. Im Zieljahr 2045 wird von einem 100 %-igen EE Anteil ausgegangen. Dies wirkt sich auf den $CO_2$ Bedarf der Wärmeversorgung aus.

<table>
<tr><th colspan="2" rowspan="2">Wird umgestellt auf:</th><th colspan="4">Fernwärmeeignung (nach ENEKA)</th></tr>
<tr><th>bedingt geeignet</th><th>geeignet</th><th>gut geeignet</th><th>sehr gut geeignet</th></tr>
<tr><td rowspan="4">Wärmepumpeneignung (nach ENEKA)</td><td>unbekannt</td><td colspan="3" rowspan="3">Fernwärme</td><td rowspan="4">Fernwärme</td></tr>
<tr><td>ungeeignet</td></tr>
<tr><td>bedingt geeignet</td></tr>
<tr><td>sehr gut geeignet</td><td colspan="3">Wärmepumpe</td></tr>
</table>

*Tabelle 9: Umstellmatrix für Wärmenetzeignungsgebiete*

Umstellung in Einzelversorgungs- und Prüfgebieten

In Prüf- und Einzelversorgungsgebieten wird die Fernwärmeeignung nicht untersucht. Zu den in Tabelle 8 bestimmten Zeitpunkten werden Gebäude auf die Versorgungsart Wärmepumpe umgestellt, wenn sie entweder als „sehr gut geeignet, „bedingt geeignet“ oder „unbekannt“ in Bezug auf die Wärmepumpeneignung klassifiziert werden. Lediglich wenn Gebäude als ungeeignet für eine Wärmepumpe klassifiziert sind, findet eine Umstellung auf Holzpellets statt (Tabelle 10).

| Wird umgestellt auf: |
|---|

| | | |
|---|---|---|
| Wärmepumpeneignung (nach ENEKA) | unbekannt | Wärmepumpe |
| | ungeeignet | Holzpellets |
| | bedingt geeignet | Wärmepumpe |
| | sehr gut geeignet | Wärmepumpe |

*Tabelle 10: Umstellungsmatrix für Einzelversorgungsgebiete und Prüfgebiete*

Es ist zu berücksichtigen, dass die Umstellung der Wärmeerzeugungsart (im Gegensatz zu Sanierungen und Klimaerwärmung) **keinen Einfluss auf** den Bedarf von **Nutzenergie** hat. Die Umstellung hat jedoch einen **Einfluss auf** den Bedarf von **Endenergie**.

- *Nutzwärmebedarf* (oft auch Heizwärmebedarf) ist die Wärme, die das Gebäude braucht, um die gewünschten Raumtemperaturen zu erreichen und die erforderlichen Mengen an Warmwasser bereitzustellen. Er hängt von Gebäudehülle, Lüftung, internen Gewinnen, Solltemperaturen und Nutzung ab – **nicht** von der Art des Wärmeerzeugers.
- Der *Endenergiebedarf* beschreibt die zur Deckung des Nutzwärmebedarfs erforderliche Energiemenge, die in das Gebäude eingeht, z.B. in Form eines Brennstoffs. Die **Endenergie** hängt neben dem Nutzwärmebedarf zusätzlich von Art und Wirkungsgrad des Wärmeerzeugeuers ab sowie von weiteren Verlusten im Verteilsystem. **Vor allem durch die Umstellung auf Wärmepumpen** sinkt der Endenergiebedarf stärker als der Nutzwärmebedarf. Wärmepumpen mit einer JAZ von 3 bewirken eine Reduktion von über 66 % des Endenergiebedarfs, da nur noch 1/3 der Energie in Form von Strom benötigt wird, um den Bedarf an Nutzenergie zu decken. Die übrigen 2/3 Wärme werden der Umgebungsluft entzogen. Auch die Umstellung von z.B. Öl-Heizungen auf Fernwärme verringert den Endenergiebedarf, da die Wirkungsgradverluste in den Gebäuden geringer sind.

## 5.4 Zielszenario

Das Zielszenario beschreibt, wie sich wichtige Kennzahlen zur Wärmeversorgung in den kommenden Jahren entwickeln sollen. Ab 2030 werden dafür alle fünf Jahre Zielmarken gesetzt, die als Wegweiser hin zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung 2045 dienen.

Bei der Berechnung dieser Zielmarken wurden die verschiedenen Faktoren berücksichtigt, wie sie im vorherigen Kapitel erläutert wurden:

- die Aufteilung der Versorgungsgebiete und die sich daraus ergebenden Wärmeversorgungsarten
- die Nutzenergieeinsparungen aufgrund von Klimaerwärmung
- die Nutzenergieeinsparungen aufgrund von Gebäudesanierung
- die Endenergieeinsparung aufgrund von Heizungstausch

Da sich Rahmenbedingungen im Laufe der Zeit verändern können – zum Beispiel durch neue Technologien oder deutliche Verbesserungen bei bestehenden Heizsystemen – muss auch das Zielszenario flexibel angepasst werden. Dadurch kann sich auch die Mischung der eingesetzten Energieträger zu bestimmten Zeitpunkten ändern.

Auf Grundlage des derzeitigen Wissens und der Vorgaben des Wärmeplanungsgesetzes ergibt sich das im Folgenden beschriebene Szenario.

### 5.4.1 Endenergieverbrauch nach Endenergiesektoren

Das Zielszenario für den Endenergieverbrauch nach Gebäudesektoren zeigt, dass große Einsparungen von insgesamt über 50 % realisiert werden. Dies liegt daran, dass alle Sektoren in Einzelversorgungsgebieten und Prüfgebieten vorkommen. Die dort hauptsächlich eingesetzten Wärmepumpen bewirken, zusätzlich zur Wärmebedarfsreduktion durch Sanierung und Klimaerwärmung, eine starke Reduktion des Endenergieverbrauchs. Während dieser in den Bereichen Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) und Industrie von 42 GWh/a auf 21 GW/a sinkt, reduziert er sich bei den kommunalen Einrichtungen von 4 GWh/a auf 2 GWh/a. Die größte Reduzierung des Endenergieverbrauchs erfolgt absolut gesehen bei privaten Haushalten – von 104 GWh/a auf 45 GWh/a im Jahr 2045.

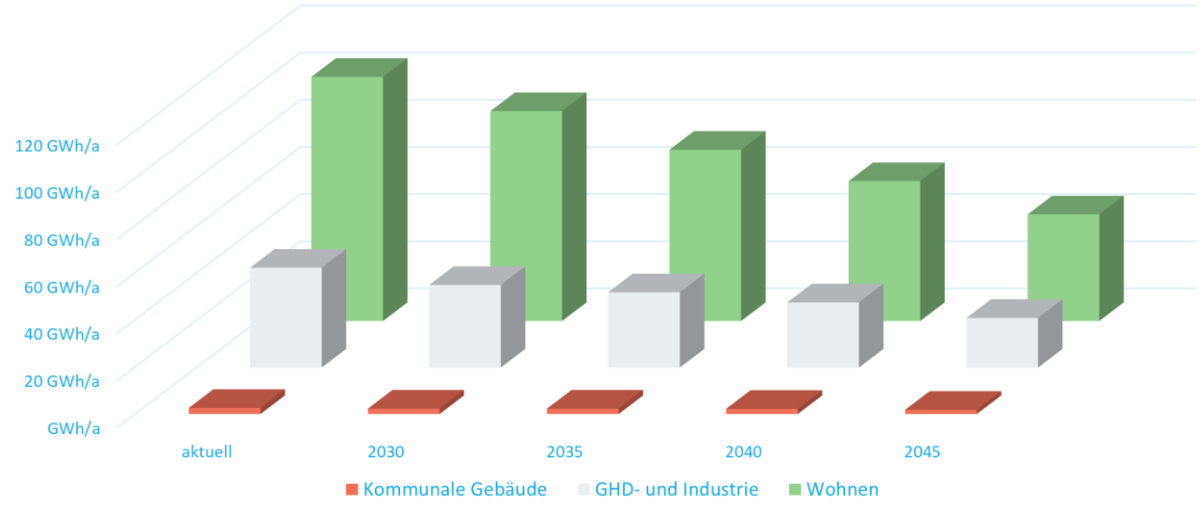



*Abbildung 52: Endenergieverbrauch nach Endenergiesektoren*

### 5.4.2 Endenergieverbrauch nach Energieträgern

Wie bereits im Kapitel Bestandsanalyse beschrieben, ist die vorherrschende Wärmeerzeugungsart aktuell Erdgas, gefolgt von Heizöl. Die Anteile von Flüssiggas, Holz, Biogas und Stromdirektheizungen sind relativ gering, Wärmenetzanschlüsse und Wärmepumpen existieren aktuell kaum. Die erstgenannten Anteile nehmen bis 2045 kontinuierlich ab, und werden sukzessive durch Endenergieverbrauch für Fernwärme und Wärmepumpe verdrängt. Klassische Holzöfen reduzieren sich und werden durch moderne Pelletheizungen ersetzt, die jedoch nur ca. 4 % der Heizungen im Planungsgebiet ausmachen. Da es sich hier um die Darstellung des Endenergiebedarfs handelt, soll nochmals darauf hingewiesen werden, dass der Wärmepumpen-Anteil mit dem Faktor 3 multipliziert werden müsste, um auf den Wärmebedarf zu schließen. Das heißt der meiste Wärmebedarf wird durch Wärmepumpen gedeckt werden, auch wenn die dafür benötigte Endenergie geringer ist als die für Fernwärme.

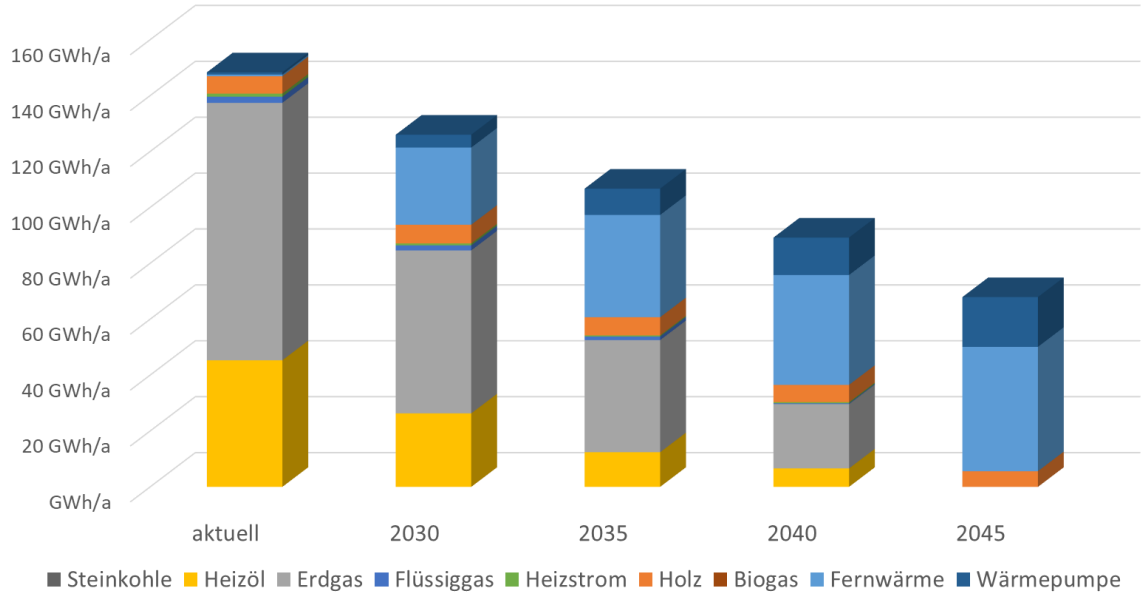



*Abbildung 53: Endenergieverbrauch nach Energieträgern*

### 5.4.3 Jährliche Emissionen von Treibhausgasen

Im Zielszenario verringern sich die $CO_2$-Emissionen in den fünf Jahresschritten erst auf 67 %, dann auf 47 %, auf 30 % im Jahr 2040 und schließlich auf 1 % der Ausgangsmenge im Jahr 2045. Der entscheidende Grund dafür ist der schrittweise Abschied von Gas- und Ölheizungen und der Umstieg auf erneuerbare Heizsysteme.

Obwohl der Einsatz strombasierter Heizungen deutlich zunimmt, sinken die Emissionen kontinuierlich – vor allem in den ersten Jahren. Der Ausbau erneuerbarer Energien im Stromsektor schreitet schneller voran als in vielen anderen Bereichen. Schon 2030 soll mindestens 80 % des Stroms aus erneuerbaren Quellen stammen. Auch bestehende Wärmenetze müssen bis spätestens 2045 vollständig auf erneuerbare Energiequellen umgestellt werden, sofern dies nicht schon früher erfolgt ist.

Neue Wärmenetze sollten von Anfang an mit klimaneutraler Erzeugung geplant werden. Ist das im Einzelfall nicht sofort möglich, muss zumindest der schnelle Übergang zu vollständig erneuerbarer Wärmeversorgung gewährleistet sein – auch, um die Voraussetzungen für eine Förderung im Rahmen der Bundesförderung effiziente Wärmenetze zu erfüllen.

Ein kleiner Rest an $CO_2$-Emissionen bleibt jedoch auch im Jahr 2045. Der Kompetenzzentrum Kommunale Wärmewende (KWW) -Technikkatalog [14] gibt die Emissionsfaktoren zu Berechnung vor: dort wird auch für Energiequellen wie beispielsweise Biogas, Strom oder Prozesswärme im Jahr 2045 noch ein kleine Menge $CO_2$-Äquivalent pro kWh Endenergie vorgegeben, welche zu dem in Abbildung 54 dargestellten Restbetrag von 380 t/a führt.

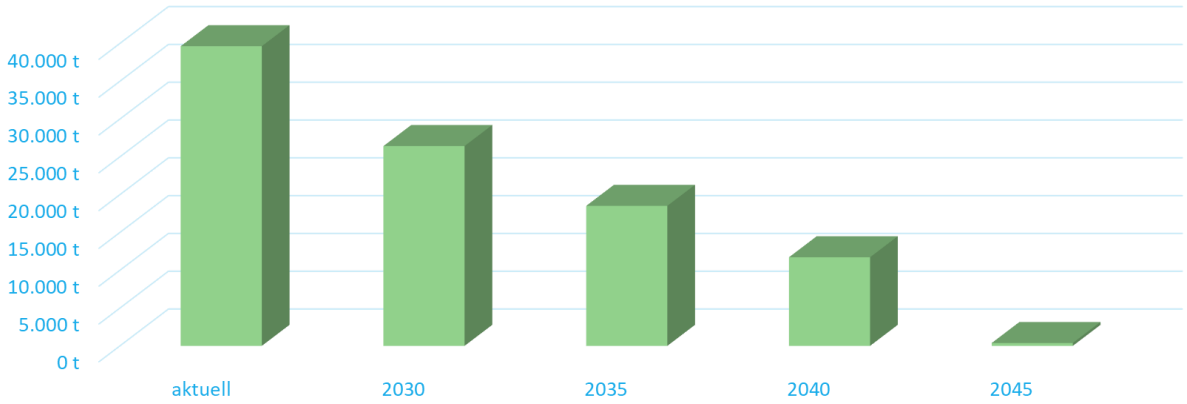



*Abbildung 54: Jährliche Emissionen von Treibhausgasen*

### 5.4.4 Endenergieverbrauch der Fernwärme nach Energieträgern

Die kleine Fernwärmeversorgung in Geisenheim setzt sich im Hinblick auf den Endenergieverbrauch aktuell ausschließlich aus Erdgas zusammen. Sollte die Abwasserwärme der Kläranlage genutzt werden, würde diese auf einmal erschlossen werden und mit gerundeten 8 GWh/a schnell einen großen Anteil im Rahmen dieses Zielszenarios ausmachen. Biomasse sowie eine Luft-Wärmepumpe machen bis 2045 zusammen knapp 2/3 der Wärme aus. Der Rest der Wärme kommt von Flusswasser-Wärmepumpen, die dem Rhein Wärme entnehmen. Es wird simuliert, dass ab dem Jahr 2040 der Biomasseanteil erhöht wird und der Erdgasanteil durch Biomasse sukzessive verdrängt wird. Letztlich wird diese Entscheidung von den dann geltenden Produktionskosten für Biomasse abhängig sein und ist zum aktuellen Zeitpunkt nicht verlässlich zu bestimmen. Vor diesem Hintergrund stellt der nachfolgend abgebildete Energiemix lediglich eine Abschätzung der zukünftig eingesetzten Energiequellen dar.

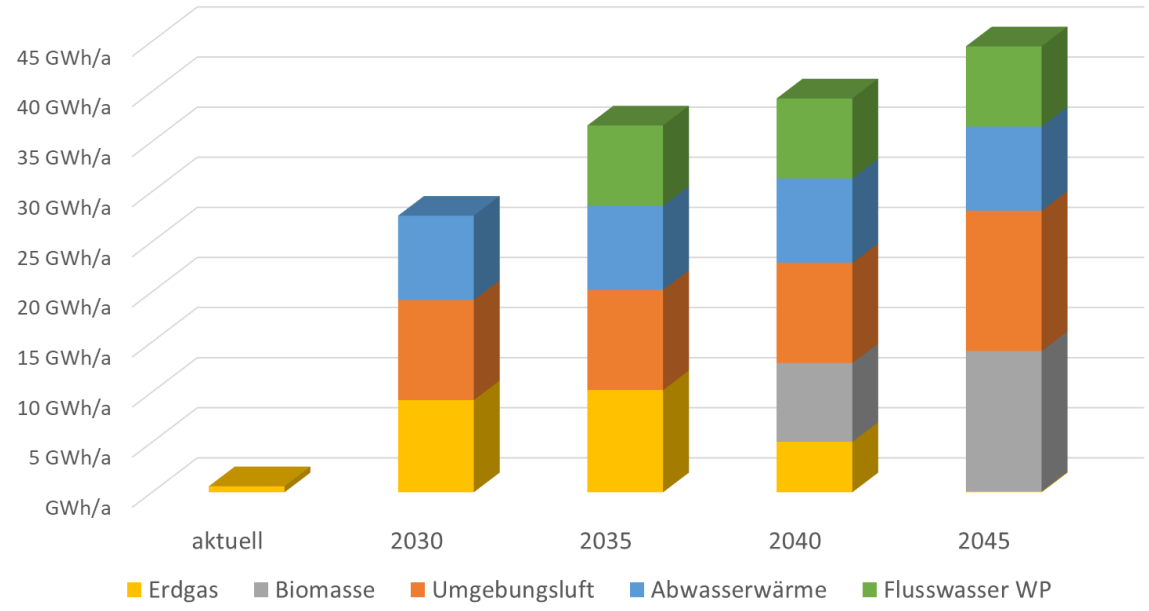



*Abbildung 55: Endenergieverbrauch der Fernwärme nach Energieträgern*

### 5.4.5 Anteil Fernwärme am gesamten Endenergieverbrauch der Wärmeversorgung

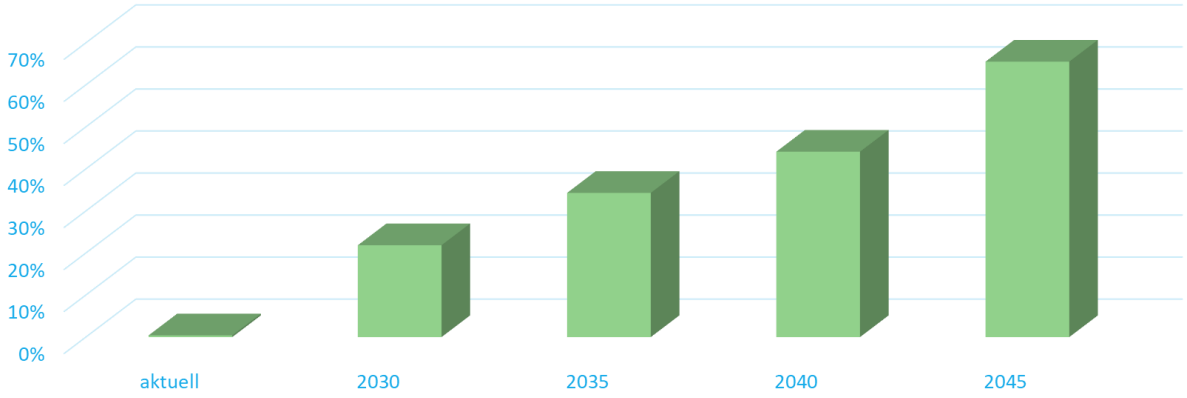



*Abbildung 56: Anteil Fernwärme am gesamten Endenergieverbrauch der Wärmeversorgung*

Wie schon in Abbildung 53 dargestellt, steigt der Endenergieverbrauch für Fernwärme bis zum Jahr 2045 kontinuierlich. Während er aktuell < 1 % ausmacht, steigt er bis 2030 auf 22 %, bis 2035 auf 34 %, bis 2040 auf 44 % und erreicht in 2045 66 %. Dies setzt voraus, dass die dargestellten Wärmenetzeignungsgebiete nahezu vollständig durch Wärmenetze erschlossen werden.

### 5.4.6 Anzahl der Gebäude mit Anschluss an Wärme- und Gasnetz

Zum aktuellen Zeitpunkt haben etwa 2.459 Gebäude einen Gasanschluss und nur etwa 14 Gebäude einen Fernwärmenetzanschluss. Da es im Plangebiet voraussichtlich nicht zu einer Umstellung des Erdgasnetzes auf Biomethan oder Wasserstoff kommt, werden im Jahr 2045 keine Erdgasanschlüsse mehr existieren. Hingegen werden 1.213 Gebäude an ein Fernwärmenetz anschlossen sein, 2.614 Gebäude werden eine dezentrale Wärmepumpe besitzen und weitere 229 Gebäude über eine Pelletheizung verfügen.

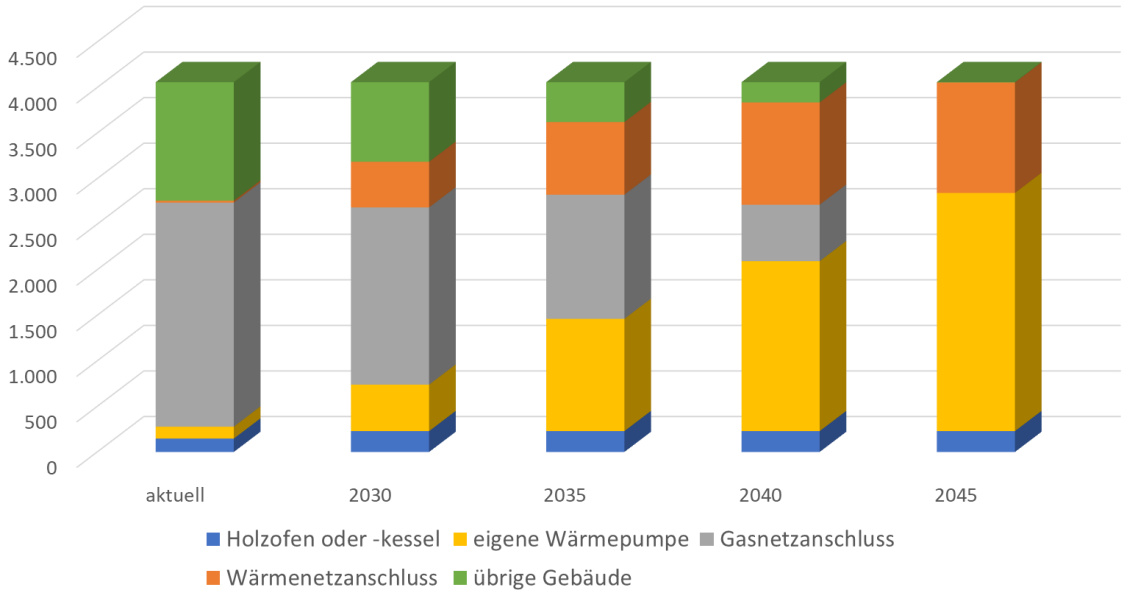



*Abbildung 57: Anzahl der Gebäude mit Anschluss an Wärme- und Gasnetz sowie dezentrale Versorgungslagen*

# 6 Strategie und Maßnahmenkatalog

Auf Grundlage der Bestands- und der Potenzialanalyse wurde im Einklang mit dem Zielszenario eine Umsetzungsstrategie mit der planungsverantwortlichen Stelle erarbeitet, mit der das Ziel der Versorgung mit ausschließlich aus erneuerbaren Energien oder aus unvermeidbarer Abwärme erzeugter Wärme bis zum Zieljahr 2045 erreicht werden soll. Nachdem zunächst die Methodik zur Erarbeitung dieser Maßnahmen vorgestellt wird, wird der explizite Maßnahmenkatalog dargestellt und erläutert.

## 6.1 Methodik und Vorgehensweise

Im folgenden Kapitel werden spezifische Maßnahmen vorgestellt, die wesentlich zur erfolgreichen Umsetzung der Wärmewende beitragen. Diese umfassen sowohl die Durchführung technischer Studien, organisatorische Änderungen innerhalb der planungsverantwortlichen Stelle als auch Strategien zur Implementierung der kommunalen Wärmeplanung und flankierende Maßnahmen. Die vorgeschlagenen Maßnahmen basieren auf den Ergebnissen der vorhergehenden Bestands- und Potenzialanalyse und sollen die Erreichung des Zielszenarios sicherstellen. Die Wärmewende bietet einen großen Handlungsspielraum. Die erarbeiteten Maßnahmen berufen sich auf die Expertise des Projektteams zur Erstellung der kommunalen Wärmeplanung, erfordern jedoch eine fortlaufende Evaluation und möglicherweise Anpassungen, z.B. nachdem neue Erkenntnisse auftreten oder sich gesetzliche Rahmenbedingungen ändern.

Die beschriebenen Maßnahmen fallen in den Verantwortungsbereich der planungsverantwortlichen Stelle, die zugleich als Maßnahmenverantwortliche fungiert. Maßnahmen, die außerhalb der Zuständigkeit der Hochschulstadt Geisenheim liegen und auf deren Umsetzung die Stadt keinen direkten Einfluss hat, können nicht Teil des kommunalen Wärmeplans sein. Für die Wärmenetzinfrastruktur wird eine Ausschreibung zur Planung, Errichtung und zum Betrieb der Netze in Betracht gezogen.

Eine valide Schätzung der Investitionen von Infrastrukturmaßnahmen ist ohne Durchlaufen der notwendigen Planungsphasen nicht möglich. Somit wird sich auf die Angabe der Kosten für die planungsverantwortliche Stelle konzentriert und nicht auf die Investitionen, die zur Errichtung von Infrastruktur benötigt werden.

## 6.2 Maßnahmenkatalog

Die vorgestellten Maßnahmen umfassen sowohl die Planung und den Ausbau regenerativer Wärmeinfrastruktur als auch soziale und organisatorische Ansätze, um eine breite Akzeptanz und Unterstützung der Bürgerinnen und Bürger zu gewinnen und die Wärmewende organisatorisch in der Stadtverwaltung zu verankern. Der Maßnahmenkatalog versteht sich dabei als flexibles Instrument, das an die individuellen Bedürfnisse und Ressourcen von Geisenheim angepasst werden kann und regelmäßig auf seine Wirksamkeit hin überprüft werden soll. Ziel ist es, durch eine strukturierte und transparente Vorgehensweise die Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung zu stärken und so das wesentliche Fundament für die Wärmewende in Geisenheim zu legen. Im Rahmen der folgenden Maßnahmensteckbriefe sollen die einzelnen Maßnahmen erläutert werden.

| **Maßnahme 1**<br>Strategie zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung für kommunale Liegenschaften (in Abstimmung mit Wärmenetzgebieten) | |
|---|---|
| **Handlungsfeld:**<br>Kommunikation der Wärmeplanung | **Priorität:**<br>Hoch |

**Beschreibung und Ziel:**
Heute werden viele der kommunalen Liegenschaften in Geisenheim noch mit Erdgas oder Heizöl beheizt und müssen dekarbonisiert werden. Ein Anschluss an ein Wärmenetz oder die Umstellung auf eine Wärmepumpe dienen als zentrale Untersuchungspunkte. Kommunale Liegenschaften können als Ankerkunden für Wärmenetze dienen, den Wärmenetzausbau strategisch leiten und Bürgerinnen und Bürgern in Geisenheim den Anschluss an ein Wärmenetz ermöglichen. Ein Monitoring des Energiebedarfs der kommunalen Liegenschaften kann flankierend durchgeführt werden.

**Umsetzungsschritte:**

1. Kontaktaufnahme mit Gebäudemanagement der Hochschulstadt Geisenheim
2. Energetische Analyse aller Liegenschaften (Aufnahme Heiztechnik und Peripherie)
3. Realisierungswahrscheinlichkeit Wärmenetz zum Anschluss der Liegenschaft
4. Prüfung dezentraler Versorgungsvarianten (v.a. Wärmepumpe)
5. Erstellung Strategiebild für alle Liegenschaften
6. Terminierung von Umstellungs- und Sanierungsmaßnahmen
7. Sequenzielle Durchführung von Planungs- und Umstellungsmaßnahmen

| | |
|---|---|
| **Verantwortliche Stelle:** | Stadtverwaltung Geisenheim - Liegenschaftsmanagement |
| **Zeitraum** | Mitte 2026 – Ende 2027 |
| **Kosten:** | 15.000 € - 30.000 € je nach Detailgrad der Ausarbeitung |
| **Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit:** | Laufende Kommunikation der Fortschritte an Bevölkerung als Klimaschutz-Vorbildrolle |

| **Maßnahme 2**<br>Organisationsstruktur Hochschulstadt Geisenheim -<br>Einberufung einer Arbeitsgruppe Wärmewende | |
|---|---|
| **Handlungsfeld:**<br>Struktur Stadtverwaltung | **Priorität:**<br>Hoch |

**Beschreibung und Ziel:**
Die Wärmewende verursacht einen hohen planerischen Aufwand, welcher mit weiteren Stadtentwicklungsprozessen verschnitten werden muss. Gesetzlich wird das öffentliche Interesse an erneuerbarer Wärme in Gebäuden und Wärmenetzen im Wärmeplanungsgesetz bekräftigt. Somit kann in Zukunft die Errichtung von Wärmeinfrastruktur im Rahmen von Abwägungsentscheidungen gegenüber Wasserschutzgebieten, dem Landschaftsbild, Denkmalschutz oder im Forst-, Immissionsschutz-, Naturschutz-, Bau- oder Straßenrecht priorisiert werden.

**Umsetzungsschritte:**

1. Errichtung innerbehördliche und interdisziplinäre „Arbeitsgruppe kommunale Wärmewende“ (mindestens quartalsweise á 1-2 Stunden)
2. Entwicklung und Steuerung von Projekten und Maßnahmen im Kontext der kommunalen Wärmewende, ggf. unter Einbeziehung von externen Experten
3. Bildung einer Lenkungsgruppe zur Umsetzung der Arbeitsgruppenergebnisse
4. Einbindung eines Arbeitsgruppenvertreters zur Abstimmung mit Stadtentwicklungsmaßnahmen

| | |
|---|---|
| **Verantwortliche Stelle:** | Arbeitsgruppe kommunale Wärmewende |
| **Zeitraum** | Fortlaufend |
| **Kosten:** | Ca. 5.000 € Interne Personalkosten in Abhängigkeit der Ausgestaltung |
| **Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit:** | Kommunikation der Einberufung an Bürgerschaft |

| **Maßnahme 3**<br>Frühzeitige Erstellung von Energiekonzepten bei Erschließung von Neubaugebieten | |
|---|---|
| **Handlungsfeld:**<br>Struktur Stadtverwaltung | **Priorität:**<br>Mittel |

**Beschreibung und Ziel:**
Schon heute müssen Neubauten (in Neubaugebieten) nach Gebäudeenergiegesetz mindestens 65 % erneuerbare Energien in ihren Heizungsanlagen integriert haben. Im Neubau wird häufig auf die Wärmepumpe gesetzt, aber auch Nahwärmelösungen mit geringeren Temperaturen oder eine Versorgung aus dem städtischen Fernwärmenetz müssen untersucht werden. Neubaugebiete müssen in die kommunale Wärmeplanung integriert werden. Für jedes Neubaugebiet sollte frühzeitig ein Energiekonzept mit Fokus auf die klimafreundliche Wärmeversorgung erstellt werden, welches ins Zielbild der kommunalen Wärmeplanung (KWP) passt.

**Umsetzungsschritte:**
1. Mit städtischem Beschluss zur Erschließung eines Neubaugebiets soll die Erstellung eines Energiekonzepts beauftragt werden
2. Varianten Anschluss an ein mögliches städtisches Fernwärmenetz, Errichtung eines Inselnetzes und Erschließung mit dezentralen Wärmepumpen müssen frühzeitig untersucht werden
3. Frühzeitige Entscheidung für eine Versorgungsart, Berücksichtigung bei der Erschließungsplanung des Neubaugebiets
4. Kommunikation der Versorgungsart an die Öffentlichkeit
5. Berücksichtigung einer möglichen Wärmenetzerweiterung in umliegende Bestandsgebiete

| | |
|---|---|
| **Verantwortliche Stelle:** | Stadtverwaltung - Stadtplanung (ggf. zzgl. externem Dienstleister im Rahmen einer Machbarkeitsstudie) |
| **Zeitraum** | Fortlaufend |
| **Kosten:** | Je nach Größe des Neubaugebiets etwa 25.000 €- 50.000 € (ggf. 50 % förderfähig über die BEW als Machbarkeitsstudie) |
| **Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit:** | Einbindung potenzieller Gebäudeeigentümer in den Erstellungsprozess zur Stärkung der Akzeptanz für gewählte Lösung. |

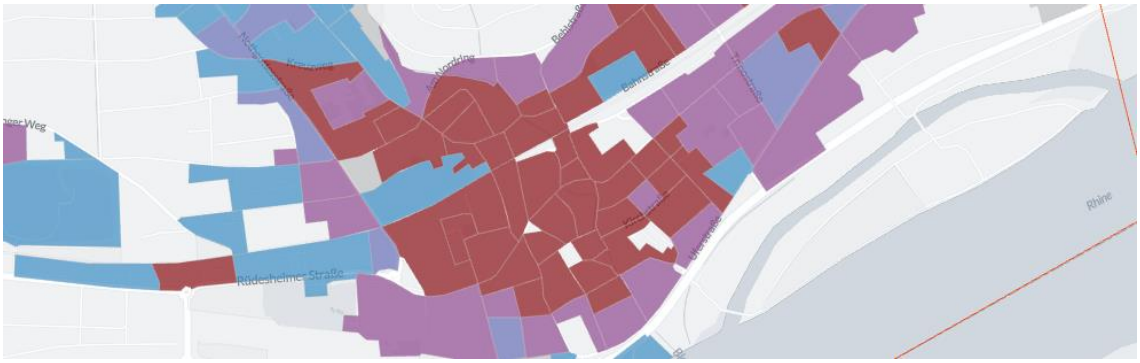
| **Maßnahme 4**<br>Beratungsangebot für Sanierungsmaßnahmen | |
|---|---|
| **Handlungsfeld:**<br>Gebäudesanierung | **Priorität:**<br>Hoch |

**Beschreibung und Ziel:**
Der aktuelle Gebäudebestand ist vielfach unsaniert oder nur teilweise modernisiert und weist daher eine schlechte bis mittlere Energieeffizienz auf. Um Eigentümern eine klare **Orientierung** zu geben, werden sinnvolle Sanierungsmaßnahmen aufgezeigt – sowohl unter energetischen als auch unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten. Dabei werden Investitionskosten, mögliche Einsparpotenziale sowie verfügbare Fördermittel transparent dargestellt. Auf diese Weise erhalten sie Unterstützung bei der Entscheidungsfindung, etwa durch individuelle Sanierungsfahrpläne oder Empfehlungen zu passenden Technologien wie Wärmepumpen, Wärmenetzen oder Dämmmaßnahmen. Gleichzeitig leistet dieser Ansatz einen wichtigen Beitrag zur Erreichung der kommunalen Klimaschutzziele und fügt sich nahtlos in die übergeordnete Wärmeplanung ein.

**Umsetzungsschritte:**
1. Einrichtung einer Anlaufstelle (z. B. Energieberatungsbüro im Rathaus oder Quartiersbüros)
2. Monitoring: Anzahl Beratungen, Umsetzungsquote, Rückmeldungen.
3. Jährliche Berichterstattung an Stadtrat / Öffentlichkeit

| | |
|---|---|
| **Verantwortliche Stelle:** | Stadtverwaltung Geisenheim - Bauamt |
| **Zeitraum** | ab Mitte 2026 fortlaufend |
| **Kosten:** | 20.000 € - 50.000 €, Finanzierung teilweise möglich über BAFA-Förderungen (80 % bei BEW), NKI-Förderprogramme oder Landesmittel. |
| **Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit:** | Infoveranstaltungen, Online-Sprechstunden, Sanierungstage |

| Maßnahme 5<br>Strategieentwicklung „Wärmenetzgebiete“<br>im Rahmen der Arbeitsgruppe Wärmewende | |
|---|---|
| **Handlungsfeld:**<br>Aufbau Wärmeinfrastruktur | **Priorität:**<br>Hoch |




**Beschreibung und Ziel:**

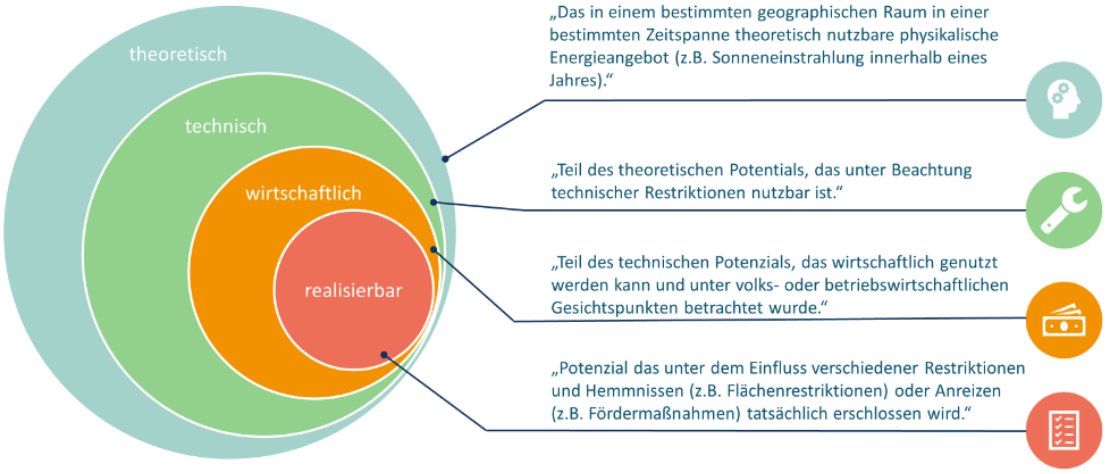
Aktuell liegt in Geisenheim kein konkreter Plan für den Neubau eines Wärmenetzes. Für die Erstellung einer Machbarkeitsstudie liegen zum Berichtszeitpunkt noch wenige Rahmenbedingungen vor. Diese sind im Rahmen einer Strategieentwicklung durch die Arbeitsgruppe Wärmewende zu konkretisieren. Es ist zu klären in welcher Konstellation die Wärmnetzentwicklung vorangetrieben werden soll und ob ein Wärmenetzneubau oder ein Gebäudenetzausbau priorisiert wird. Einfließen sollte z.B. die Dekarbonisierungsstrategie für kommunale Liegenschaften sowie die Identifikation weiterer potenzieller „Ankerkunden“. Weiterhin ist der initiale Umfang des potenziellen Versorgungsgebiets sowie mögliche Ausbaustufen zu konkretisieren. In diesem Zusammenhang können auch einzelne Inselnetze bzw. Quartierslösungen innerhalb der Eignungsgebiete eine sinnvolle Lösung darstellen.

**Umsetzungsschritte:**

1. Erstellung einer Strategie zum Wärmenetzneubau oder -ausbau im Rahmen der Arbeitsgruppe Wärmewende
2. Einbindung der lokalen Stakeholder (z.B. aktuelle und potenzielle Wärmenetzbetreiber, Syna)
3. Klärung der Finanzierung der Machbarkeitsstudie (BEW-Förderung vs. Eigenanteil)

| | |
|---|---|
| **Verantwortliche Stelle:** | Arbeitsgruppe Wärmewende |
| **Zeitraum** | Mitte 2026 – Ende 2027 |
| **Kosten:** | Ca. 5.000 €– 10.000 € Kosten der Arbeitsgruppe Wärmewende (interne Personalkosten) |
| **Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit:** | Einbindung Stakeholder sowie Gewerbetreibender im Wärmenetzgebiet zur Maximierung der Netzanschlussquote |

| Maßnahme 6<br>Zusammenstellung möglicher Potenziale für vertiefende Betrachtung (Machbarkeitsstudien) für langfristiges klimaneutrales Wärmenetz | |
|---|---|
| **Handlungsfeld:**<br>Aufbau Wärmeinfrastruktur | **Priorität:**<br>Mittel |

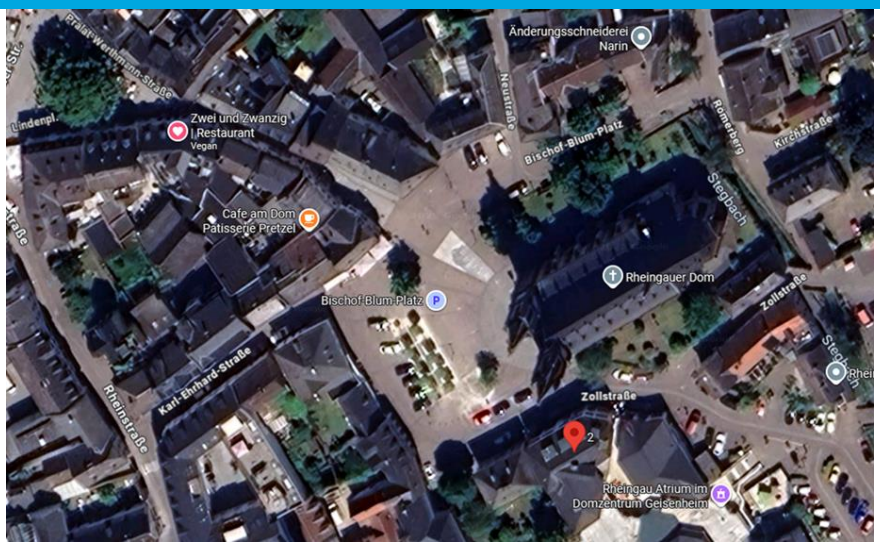



**Beschreibung und Ziel:**
Im Rahmen der Potenzialanalyse wurden eine Reihe von Möglichkeiten genannt, die langfristig den Betrieb eines klimaneutralen Wärmenetzes ermöglichen können. Die Arbeitsgruppe Wärmewende soll hier einen potenziellen Wärmenetzbetreiber unterstützen, indem sie vorab eine Übersicht der besonders vielversprechenden Potenziale anfertigt, die im Rahmen von Machbarkeitsstudien weiter untersucht werden müssten, bzw. welche Schritte vorbereitend unternommen werden müssten. Die konkrete Anfertigung von Machbarkeitsstudien wäre zum jetzigen Zeitpunkt verfrüht, da erst die übergeordnete Strategieentwicklung erfolgen muss. Zu den besonders relevanten Potenzialen gehören Abwasserwärme, Geothermie und Flusswasserwärme.

**Umsetzungsschritte:**
1. Erstellung Liste relevanter Potenziale
2. Zusammenstellung einer Übersicht möglicher vorbereitender Maßnahmen für spätere Schritte, z.B. Machbarkeitsstudien

| | |
|---|---|
| **Verantwortliche Stelle:** | Arbeitsgruppe Wärmewende |
| **Zeitraum** | Mitte 2026 – Anfang 2027 |
| **Kosten:** | ca. 5.000 € - 10.000 € Kosten der Arbeitsgruppe Wärmewende (interne Personalkosten) |
| **Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit:** | - |

| Maßnahme 6.1<br>Untersuchung des Potenzials Geothermie zur Nutzung in zukünftigen Wärmenetzen | |
|---|---|
| **Handlungsfeld:**<br>Aufbau Wärmeinfrastruktur | **Priorität:**<br>Hoch |




**Beschreibung und Ziel:**
Das lokal verfügbare geothermische Potenzial in der Innenstadt ist aktuell auf Grund fehlender Daten unklar. Am Bischof-Blum-Platz prüfen interessierte Anwohner gemeinsam mit der Stadt das lokale Geothermiepotenzial. Geplant ist eine 160 Meter tiefe Probebohrung auf öffentlicher Fläche, deren Kosten von rund 25.000 € paritätisch zwischen Stadt und beteiligten Anwohnern getragen werden. Ziel ist es, die technische Eignung und Wirtschaftlichkeit des Standorts zu verifizieren und – bei positiven Ergebnissen – die Grundlage für ein privates Pilotprojekt zur Versorgung zweier Wohngebäude zu schaffen. Im Weiteren kann ein mögliches Potenzial auch für weitere Gebäude oder die Einspeisung in ein Wärmenetz erschlossen werden.

**Umsetzungsschritte:**
1. Durchführung der geplanten Probebohrungen
2. Qualifizierung des Geothermiepotenzials am Bischof-Blum-Platz
3. Erste Eingrenzung des potenziellen Versorgungsgebiets und Erstellung Projektskizze
4. Kostenerhebung Machbarkeitsstudie: Angebote müssen eingeholt werden
5. Prüfung der Machbarkeit der Wärmenutzung mittels einer Machbarkeitsstudie
6. Planung der Erschließung

| | |
|---|---|
| **Verantwortliche Stelle:** | Stadtverwaltung Geisenheim bzw. potenzieller zukünftiger Betreiber des Wärmenetzes |
| **Zeitraum** | In Anschluss an Maßnahme 5 und 6 |
| **Kosten:** | ca. 15.000 € - 25.000 € Kosten der Arbeitsgruppe Wärmenetze (interne Personalkosten) |
| **Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit:** | - |

## Maßnahme 6.2
## Untersuchung der Potenziale der Kläranlage zur Nutzung in zukünftigen Wärmenetzen

| **Handlungsfeld:** | **Priorität:** |
|---|---|
| Aufbau Wärmeinfrastruktur | Mittel |

**Kennwerte der Kläranlage:**

- **Quellleistung**: 0,77 MW
- **Mögliche JAZ**: 4
- **Mögliche Leistung der Wärmepumpe**: 0,96 MW
- **Bei 8.760 vbh**: 8,4 GWh/a
- **Abwärme** des Faulgas-BHKWs

**Beschreibung und Ziel:**
Die Geisenheimer Innenstadt wird als „wahrscheinlich sehr geeignet“ für ein Wärmenetz eingestuft. Die Nutzung der Abwasserwärme der Kläranlage ist eine mögliche Wärmequelle. Zur Untersuchung der Machbarkeit wird, abhängig von den Ergebnissen der Maßnahme 5, eine Machbarkeitsstudie (z. B. gefördert über die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)) empfohlen.

**Umsetzungsschritte:**

1. Quantifizierung des Potenzials der Kläranlage
2. Erste Eingrenzung des potenziellen Versorgungsgebiets und Erstellung Projektskizze
3. Kostenerhebung Machbarkeitsstudie: Angebote müssen eingeholt werden
4. Prüfung der Machbarkeit der Wärmenutzung mittels einer Machbarkeitsstudie
5. Planung gemeinsam mit dem Abwasserverband Rheingau-Taunus

| | |
|---|---|
| **Verantwortliche Stelle:** | Stadtverwaltung Geisenheim bzw. potenzieller zukünftiger Betreiber des Wärmenetzes |
| **Zeitraum** | In Anschluss an Maßnahme 5 und 6 |
| **Kosten:** | ca. 50.000 € (50 % gefördert) Kosten abhängig von Projektumfang, Kostenschätzung erfolgt im Rahmen von Machbarkeitsstudie und Entwurfsplanung |
| **Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit:** | - |

| Maßnahme 6.3<br>Untersuchung des Potenzials Flusswasserwärme zur Nutzung des Rheins in zukünftigen Wärmenetzen | |
|---|---|
| **Handlungsfeld:**<br>Aufbau Wärmeinfrastruktur | **Priorität:**<br>Mittel |

**Beschreibung und Ziel:**
Das theoretisch technische Potenzial des Rheins übersteigt den Wärmebedarf ganz Geisenheims. Ziel ist es die Wirtschaftlichkeit genauer zu untersuchen und zu quantifizieren.
Zur Untersuchung der Wirtschaftlichkeit wird, abhängig von den Ergebnissen der Maßnahme 5, eine Machbarkeitsstudie (z. B. gefördert über die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)) empfohlen.

**Umsetzungsschritte:**

1. Quantifizierung des Potenzials des Rheins
2. Erste Eingrenzung des potenziellen Versorgungsgebiets und Erstellung Projektskizze
3. Kostenerhebung Machbarkeitsstudie: Angebote müssen eingeholt werden
4. Prüfung der Machbarkeit der Wärmenutzung mittels einer Machbarkeitsstudie
5. Planung gemeinsam mit den Wasserbehörden

| | |
|---|---|
| **Verantwortliche Stelle:** | Stadtverwaltung Geisenheim bzw. potenzieller zukünftiger Betreiber des Wärmenetzes |
| **Zeitraum** | In Anschluss an Maßnahme 5 und 6 |
| **Kosten:** | ca. 50.000 € (50 % gefördert) - Kosten abhängig von Projektumfang, Kostenschätzung erfolgt im Rahmen von Machbarkeitsstudie und Entwurfsplanung |
| **Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit:** | - |

| **Maßnahme 7**<br>Unterstützende Begleitung bei der Transformation und Entwicklung der bestehenden Wärmenetze | |
|---|---|
| **Handlungsfeld:**<br>Planung Energieinfrastruktur | **Priorität:**<br>Hoch |

**Beschreibung und Ziel:**
Das bestehende Wärmenetz in Johannisberg wird durch fossile Brennstoffe betrieben. Das bestehende Wärmenetz soll zukünftig ihre Wärmeenergie aus erneuerbaren Quellen beziehen. Um weitere Verbraucher anzuschließen, müssen die Wärmenetze sowie die Wärmeerzeugung in vielen Fällen erweitert bzw. ertüchtigt werden. Technische Anpassungsmaßnahmen sind mittel- und langfristig erforderlich, um Engpässe im Rohrnetz zu erweitern sowie weitere erneuerbare Wärmequellen zu integrieren.

**Umsetzungsschritte:**
1. Übergreifende Erfassung aller Erzeuger- und Netzstrukturen
2. Identifikation und Bewertung sinnvoller Maßnahmen zur Entwicklung der Nahwärmenetze (Konzeptionierung, techn. Planung, Wirtschaftlichkeitsanalyse, Baumaßnahmen)
3. Nutzung von Synergien durch gemeinsame Beauftragung
4. Unterstützung der Genossenschaften bei der Einholung und Bearbeitung von Anfragen möglicher neuer Anschlussnehmer

| | |
|---|---|
| **Verantwortliche Stelle:** | Arbeitsgruppe Wärmewende |
| **Zeitraum** | Fortlaufend |
| **Kosten:** | ca. 5.000 € interne Planungskosten, zzgl. mögliche finanzielle Unterstützung für Ausarbeitung von Konzepten bzw. Transformationspläne |
| **Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit:** | Enge Zusammenarbeit der Kommune mit den Betreibern unter Berücksichtigung bestehender Abstimmungsformate. |

| Maßnahme 8<br>Abstimmung zur Aufstellung eines Gasnetztransformationsplans für Geisenheim | |
|---|---|
| **Handlungsfeld:**<br>Planung Energieinfrastruktur | **Priorität:**<br>Niedrig |

**Beschreibung und Ziel:**
Die kommunale Wärmeplanung sieht keinen Einsatz von grünen Gasen und Wasserstoff in der Beheizung von Gebäuden vor. Aktuell existiert kein offizieller Gasnetztransformationsplan für das Geisenheim. Die Hochschulstadt Geisenheim sollte mit der Syna eine solche Erstellung abstimmen, um Klarheit über die Zukunft des Gasnetzes im beplanten Gebiet zu schaffen.

**Umsetzungsschritte:**

1. Vorstellung der Ergebnisse der KWP bei Gasnetzbetreiber, Abstimmung zur Erstellung eines Gasnetztransformationsplans
2. Diverse Analysen: Einspeiseanalyse, Kapazitätsanalyse, Kundenanalyse, Technische Analyse, Wirtschaftsplanung
3. Vorlegen der Planung bei der Bundesnetzagentur zur Prüfung und Genehmigung (nach Umsetzung der EU-Gasbinnenmarktrichtlinie)

| | |
|---|---|
| **Verantwortliche Stelle:** | Verwaltung Geisenheim in Abstimmung mit Gasnetzbetreiber |
| **Zeitraum** | fortlaufend |
| **Kosten:** | 2.000 € - 5.000 € (Abstimmungsaufwand) |
| **Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit:** | Kommunikation der Ergebnisse mit betroffenen Endkunden. Zukunft des Gasnetzes (als wichtiger Entscheidungsfaktor in der Wärmewende) muss transparent sein. |

| Maßnahme 9<br>Abstimmung der Aufstellung einer Zielnetzplanung Strom für Geisenheim | |
|---|---|
| **Handlungsfeld:**<br>Planung Energieinfrastruktur | **Priorität:**<br>Hoch |

**Beschreibung und Ziel:**
Das Stromnetz in Geisenheim spielt eine zentrale Rolle in einer zukünftigen klimaneutralen Wärmeversorgung. Die Versorgung von Großwärmepumpen in Wärmenetzen sowie dezentralen Wärmepumpen muss über das Stromnetz gewährleistet werden können. Die Stadt kann mit der Stromnetzbetreiber Syna die Erstellung einer Stromzielnetzplanung abstimmen, welche den gewählten Pfad in der kommunalen Wärmeplanung validiert.

**Umsetzungsschritte:**
1. Vorstellung der Ergebnisse der KWP bei Stromnetzbetreiber, Abstimmung zur Erstellung eines Zielnetzplanes Strom
2. Einspeiseanalyse (Entwicklung EE-Einspeiser in Geisenheim)
3. Kapazitätsanalyse (Leitungsinfrastruktur, Ortsnetzstationen)
4. Kundenanalyse (Strombedarfsentwicklung)

| | |
|---|---|
| **Verantwortliche Stelle:** | Stadtverwaltung Geisenheim in Abstimmung mit dem Stromnetzbetreiber |
| **Zeitraum** | fortlaufend |
| **Kosten:** | 2.000 € - 5.000 € (Abstimmungsaufwand) |
| **Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit:** | Kommunikation von Netzkapazitäten an Gebäudeeigentümer hinsichtlich der Möglichkeit von dezentralen Wärmepumpen und an potenzielle Wärmenetzbetreiber für den Betrieb von Großwärmepumpen. |

# 7 Verstetigungs- und Controllingkonzept

Die Hochschulstadt Geisenheim hat in Zusammenarbeit mit der Syna und weiteren Akteuren im Rahmen des kommunalen Wärmeplans einen umsetzungsorientierten Maßnahmenkatalog ausgearbeitet. Dieser soll in der anschließenden Realisierung ein hohes Maß an $CO_2$-Emissionsreduzierung bewirken und eine sozialverträgliche Wärmewende in Geisenheim bis hin zum klimaneutralen Zielszenario begleiten.

Die **Verstetigungsstrategie** ist im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung von entscheidender Bedeutung, um die kontinuierliche Umsetzung der Maßnahmen und die Fortschreibung des Plans sicherzustellen. Die Strategie gewährleistet, dass die Ziele der Wärmeplanung nicht nur kurzfristig erreicht werden, sondern langfristig Bestand haben und angepasst werden können. Der kommunale Wärmeplan ist ein dynamisches Planungsdokument. Beschlossene Maßnahmen müssen aktiv in die Umsetzung gebracht werden, damit der Plan nicht erst in 5 Jahren zur Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung lt. §25 Wärmeplanungsgesetz wieder relevant wird. Durch die Etablierung von kontinuierlichen Überwachungs- und Evaluationsmechanismen wird sichergestellt, dass die erzielten Fortschritte regelmäßig überprüft und optimiert werden. Zudem werden für jede Maßnahme die zuständigen Stellen bei der Hochschulstadt Geisenheim benannt, welche für die Umsetzung der Maßnahmen die Hauptverantwortung tragen. Somit wird die Resilienz und Anpassungsfähigkeit des kommunalen Wärmeplans gestärkt, was letztlich zu einer nachhaltigeren und effizienteren Energienutzung auf lokaler Ebene beiträgt und den Grundstein einer erfolgreichen Wärmewende legen soll.

Die fachbezogene Steuerung und Koordination des Gesamtprozesses “Wärmewende” liegt zukünftig im Aufgabenfeld des Bauamtes. Es soll eine Arbeitsgruppe Wärmewende gegründet werden, die quartalsweise zusammenkommen soll. Die folgenden Handlungsfelder sollen durch Vertreter der Stadt in der Arbeitsgruppe Wärmewende repräsentiert sein:

- Bauamt
- Fördermittelmanagement
- Liegenschaften, Bau und Stadtentwicklung

Ziel ist die Schaffung, Qualifizierung und Etablierung von Personalkapazitäten bei der Stadtverwaltung. Generell müssen Personalkapazitäten mit der Haushaltslage und aktuellen Fördersituation abgestimmt sein.

Was die Organisation und Koordination der Fortschreibung der KWP angeht, so ist die Klärung von Aufgaben, Zuständigkeiten und Befugnissen notwendig. Die Aufgaben werden wie folgt zugewiesen:

***Aktualisierung von Daten*** → *Bauamt*

Hierzu gehören u.a. Bestands- als auch Potenzialdaten. Bei Weiterverwendung des digitalen Zwillings sollten aktualisierte Daten auch dort importiert werden. Aber auch Informationen zu sich ergebenden Bauprojekten oder Vorhaben der Netzbetreiber sind fortwährend zu berücksichtigen und zu aktualisieren.

***Berichtswesen (Monitoring & Reporting)*** → *Bauamt*

Die im Folgenden im Rahmen des Controlling-Konzepts dargestellten Zielindikatoren sind gemäß jeweiliger Vorgabe zu monitoren. Eine ergänzendes Reporting mit Erläuterung hilft bei der Einordnung und Plausibilisierung der jeweiligen Entwicklungen. Dies kann im Rahmen von Protokollen oder Kurzberichten erfolgen.

***Evaluation von Maßnahmen & Strategien*** → *Arbeitsgruppe Wärmewende*

Aufbauend auf dem im vorherigen Kapitel dargestellten Strategie- und Maßnahmenkatalog müssen die Maßnahmen kritisch bewertet werden, dazu gehört auch Anpassung oder Ergänzung von Maßnahmen.

Neben der Arbeitsgruppe Wärmewende soll ein jährlicher KWP-Workshop abgehalten werden, welcher ebenfalls durch das Bauamt koordiniert wird. Beteiligt werden Fachexperten aus den Bereichen:

- Energie und Stadtplanung
- Gebäude- und Energiemanagement
- Handwerkskammer
- Netzbetreiber
- Bezirksschornsteinfeger

Zur Messung der Zielerreichung des Maßnahmenkatalogs ist ein regelmäßiges **Controllingkonzept** unabdingbar. Es sollen dabei geeignete Schritte für die Top-down und Bottom-up Nachverfolgung herausgearbeitet werden. Weiterhin sind geeignete Indikatoren und Rahmenbedingungen für die Datenerfassung und -auswertung zu erstellen. Dazu wurden im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung verschiedene „SMARTe" Ziele festgelegt. Der Grundsatz von „SMARTen" Zielen ist ein Konzept, das verwendet wird, um Ziele klar zu definieren und die Wahrscheinlichkeit zu erhöhen, dass sie erfolgreich erreicht werden [15]. „SMART" steht für:

- **Spezifisch:** Ein Ziel sollte klar und präzise formuliert sein.
- **Messbar:** Es ist wichtig, dass der Fortschritt und das Erreichen des Ziels messbar sind. Dies ermöglicht es, den Erfolg zu quantifizieren und bei Bedarf Anpassungen vorzunehmen.
- **Attraktiv:** Das Ziel sollte realistisch und erreichbar sein, basierend auf den verfügbaren Ressourcen und Fähigkeiten. Ein Ziel, das zu ambitioniert ist, kann demotivierend wirken, während ein zu einfaches Ziel keine Herausforderung darstellt.
- **Relevant:** Das Ziel sollte eine Bedeutung haben und im Einklang mit den übergeordneten Zielen oder Werten der Wärmewende stehen.
- **Terminiert:** Ein „SMARTes" Ziel muss einen klaren Zeitrahmen haben, innerhalb dessen es erreicht werden soll. Ein konkreter Endpunkt schafft Dringlichkeit und Fokus.

Zusammengefasst hilft das „SMART"-Prinzip dabei, Ziele klar zu definieren, ihre Erreichbarkeit zu überprüfen und sicherzustellen, dass sie in einem festgelegten Zeitrahmen verwirklicht werden können.

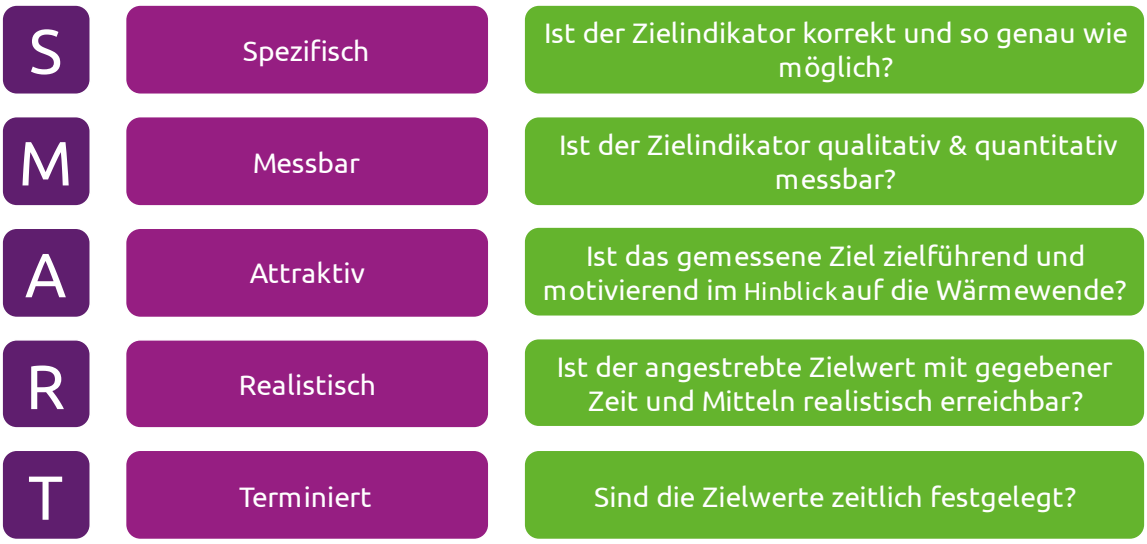



*Abbildung 58: „SMARTe" Ziele zur Kontrolle der Zielerreichung*

Nachfolgend werden die Zielindikatoren und der Erhebungsprozess dieser für die Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung in Geisenheim vorgestellt.

- **Anzahl installierter Wärmepumpen**: Der Wärmepumpenbestand in Geisenheim soll kontinuierlich steigen, so dass vor allem Gebäude in sog. Einzelversorgungsgebieten, welche keinen Anschluss an ein Wärmenetz erwarten können, ihre Wärmeversorgung dekarbonisieren können. Im Zielzustand wird angenommen, dass alle Gebäude, welche nicht über ein Wärmenetz oder Wasserstoffnetz versorgt werden, zum Großteil mittels Wärmepumpe versorgt werden. Dies gilt auch für Gebäude innerhalb eines sog. Prüfgebiets, da hier die Versorgung durch ein Wärmenetz weitergehend zu prüfen ist und bis dahin eine Einzelversorgung angenommen wird. Die Erhebung der Anzahl installierter Wärmepumpen soll in Zusammenarbeit mit dem Stromnetzbetreiber Syna erfolgen. Hierzu ist die Anzahl der Kunden mit „Wärmepumpentarif" als Indikator für vorhandene Wärmepumpen heranzuziehen. Sollte hier seitens der Syna keine Auskunft erteilt werden, können über eine Bürgerplattform der Hochschulstadt Geisenheim die installierten Wärmpumpen anonymisiert und freiwillig registriert und gezählt werden.
- **Geförderte Wärmepumpen über kommunales Förderprogramm**: langfristig (in 5 Jahren) muss nochmals geprüft werden, ob eine neue Haushaltssituation ein solches Programm zulässt. Sollte dies der Fall sein, wäre ein weiterer Zielindikator, dass 50 % aller in Geisenheim umgesetzten Wärmepumpen über das kommunale Förderprogramm gefördert werden. Die Auswertung kann dabei intern erfolgen.
- **Anzahl installierter Wärmenetzanschlüsse:** Eine zentrale Maßnahme der Wärmewende in Geisenheim liegt in der Errichtung eines bzw. mehrerer Wärmenetze. Die Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung zeigen die mögliche Ausbreitung dieser Wärmenetze und die Gebäude mit Anschlussmöglichkeit an ein Wärmenetz. Die Erhebung der Anzahl installierter Wärmenetzanschlüsse erfolgt über den oder die zukünftigen Wärmenetzbetreiber in Geisenheim.

- **Versorgungsanteil Wärmebedarf mittels Wärmenetze:** Zum heutigen Stand existiert in Geisenheim ein Wärmenetz. Die kommunale Wärmeplanung zeigt auf, dass es in einem Wärmenetzeignungsgebiet ohne aktuell bestehendes Wärmenetz (Kernstadt Geisenheim) zum einen genügend erschließbares erneuerbares Wärmepotenzial und zum anderen eine ausreichend hohe Wärmeliniendichte existiert, so dass ein Wärmenetz dort wahrscheinlich ist. Die Erhebung kann im Rahmen der Fortschreibung des kommunalen Wärmeplans im Jahr 2030 erfolgen. Eine Erhebung ist über den/die zukünftigen Wärmenetzbetreiber möglich.
- **Anzahl Heizölkessel:** Heizölkessel sind die zweit-häufigste Wärmeerzeugungstechnologie im Untersuchungsgebiet Geisenheim. Die Verringerung der Anzahl von Heizölkesseln ist besonders wichtig für die Wärmewende, weil Heizöl deutlich höhere spezifische $CO_2$-Emissionen verursacht als Erdgas. Bei der Verbrennung von Heizöl entstehen pro Kilowattstunde Wärme rund 20-30 % mehr $CO_2$ als bei Erdgas. Dadurch tragen Heizölkessel überproportional zur Klimabelastung bei. Der Austausch dieser Kessel durch effizientere und klimafreundlichere Technologien ist daher ein entscheidender Schritt, um die $CO_2$-Emissionen im Wärmesektor in Geisenheim zu senken und die Wärmewende erfolgreich zu gestalten. Die Erhebung der Anzahl installierter bzw. aktiver Heizölkessel erfolgt über die regionale Schornsteinfegerinnung.
- **Anteil erneuerbarer Energien an Wärmeerzeugung:** Ein Indikator für die Wärmeerzeugung bildet u.a. der Anteil erneuerbarer Energien an der Wärmeversorgung in Geisenheim. Dabei gilt die Versorgung über Wärmepumpen und Wärmenetze als 100 % treibhausgasneutral, unabhängig der eigentlich produzierten Wärme bzw. des produzierten Stroms. Die Hochschulstadt Geisenheim kann über verschiedene Maßnahmen die Wärmewende direkt beeinflussen, z.B. über die individuelle Förderung von Wärmepumpen oder Wärmenetzanschlüssen. Es liegt jedoch außerhalb ihres Geltungsbereichs, wie Strom und Wärme konkret produziert werden – hier gibt es zudem bereits bundesweite Auflagen, dass Strom und Wärme bis 2045 treibhausgasneutral produziert werden müssen. Ein kontinuierlich steigender Anteil erneuerbarer Energien an der Wärmeerzeugung bis zur vollständigen Klimaneutralität im Jahr 2045 ist somit fundamental, um eine Verschiebung wichtiger Maßnahmen in spätere Jahre zu vermeiden. Die Erhebung kann im Rahmen der Fortschreibung des kommunalen Wärmeplans im Jahr 2030 erfolgen.
- **Versorgungsanteil Wärmebedarf mittels Erdgas:** Aktuell wird in Geisenheim zu 62 % mittels Erdgas geheizt (Endenergie). Zum Gelingen der Wärmewende muss dieser Anteil bis 2045 auf 0 % sinken. Eine kontinuierliche Senkung des Erdgasanteils an der Wärmeversorgung in Geisenheim ist somit essenziell. Die Erhebung kann mit Unterstützung des Gasnetzbetreibers Syna im Rahmen der Fortschreibung des kommunalen Wärmeplans im Jahr 2030 erfolgen.

- **$CO_2$-Emissionen durch Erdgas und Heizöl:** Übergeordnet verfolgt die Wärmewende das Ziel, die Wärmeversorgung bis spätestens 2045 vollständig zu dekarbonisieren. Somit ist eine kontinuierliche Reduktion der $CO_2$-Emissionen durch die Substitution von Gas- und Heizöl-Geräten durch Wärmepumpen und Wärmenetze in Einzelversorgungs- und Wärmenetzgebieten das Fundament einer funktionierenden Wärmewende. Die Erhebung kann im Rahmen der Fortschreibung des kommunalen Wärmeplans im Jahr 2030 erfolgen.
- **Gesamtwärmebedarf in Geisenheim:** Die Energieeinsparpotenziale in Gebäuden und damit die Senkung des Gesamtwärmebedarfs in Geisenheim stellen einen wichtigen Hebel in der Dekarbonisierung der Wärmeversorgung dar. Jede Kilowattstunde Wärme, welche nicht benötigt wird, muss auch nicht aus den begrenzten erneuerbaren Wärmequellen bereitgestellt werden. Im Rahmen des Zielszenarios wurde ein realistisches Energieeinsparpotenzial ermittelt, welche als Zielindikator verwendet wird. Es sei dabei zu erwähnen, dass dieser keine möglichen Neubauten und Neubaugebiete (inkl. neuer Industriegebiete) und den damit verbundenen steigenden Wärmebedarf beinhaltet. Die Erhebung kann im Rahmen der Fortschreibung des kommunalen Wärmeplans im Jahr 2030 erfolgen.

# 8 Beteiligungs- und Kommunikationskonzept

Kommunikation und Bürgerbeteiligung sind in der kommunalen Wärmeplanung von zentraler Bedeutung, da die komplexen und teils kontroversen Gesetzgebungsprozesse rund um das Gebäudeenergiegesetz (GEG) und das Wärmeplanungsgesetz (WPG) zu einer Verunsicherung bei vielen Bürgerinnen und Bürgern geführt haben. Viele Menschen haben Fragen zur Zukunft ihrer Heizsysteme und zur Finanzierung der anstehenden Umstellungen. Die klare und transparente Kommunikation seitens der Hochschulstadt Geisenheim verfolgt das Ziel, Vertrauen aufzubauen, indem über lokale Ziele, konkrete Maßnahmen und langfristige Vorteile aufgeklärt wird. Auch die Zukunft des Erdgasverteilnetzes ist dabei von zentraler Bedeutung. Wenn Bürgerinnen und Bürger aktiv in die Planungsprozesse eingebunden werden, können ihre Sorgen und Bedenken direkt berücksichtigt werden. So können auch Missverständnisse reduziert und das Verständnis für notwendige Schritte erhöht werden. Bürgerbeteiligung ermöglicht es zudem, maßgeschneiderte Lösungen zu entwickeln, die auf die Bedürfnisse und Möglichkeiten der Stadt abgestimmt sind, was wiederum die Akzeptanz für die Wärmewende vor Ort steigert und zur erfolgreichen Umsetzung beiträgt.

## 8.1 Beteiligungsprozesse während der Wärmeplanung

Im Rahmen der Erarbeitung des kommunalen Wärmeplans wurden verschiedene Beteiligungsformate umgesetzt. Zu Beginn der KWP wurden dafür in einer Akteursanalyse relevante Akteure identifiziert und individuelle Kommunikationsstrategien entwickelt. Diese beinhalten vor allem die Einbindung der Politik, der Netzbetreiber und der Öffentlichkeit.

Zunächst wurden dafür die relevanten Akteurinnen und Akteure systematisch erfasst und ihre Rollen, Interessen und Einflussmöglichkeiten analysiert. Anschließend wurde abgestimmt, wie diese Beteiligten sinnvoll in den Planungsprozess eingebunden werden können und welche Chancen oder Risiken sich daraus ergeben. Darauf aufbauend wurden zentrale Botschaften und geeignete Zeitpunkte für die Kommunikation festgelegt. Abschließend wurde entschieden, über welche Kommunikationskanäle die jeweiligen Zielgruppen informiert und aktiv eingebunden werden. Das Ergebnis ist ein strukturiertes Kommunikationskonzept, das Transparenz und Akzeptanz im gesamten Prozess fördert.

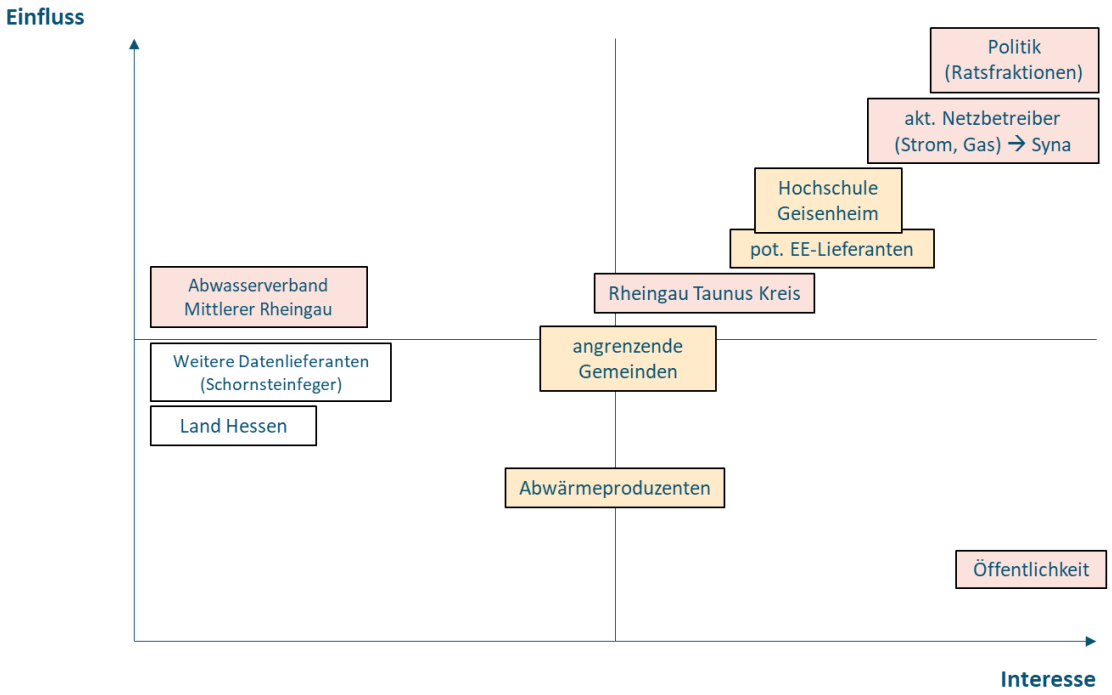
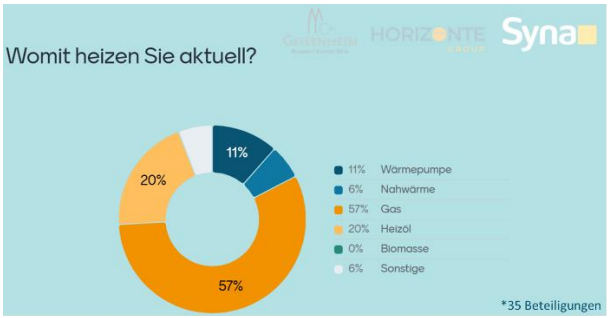



*Abbildung 59: Einfluss-Interessen-Matrix der Akteursanalyse*

Anfang April 2025 wurden in einer abendfüllenden Veranstaltung im Rheingau-Atrium Geisenheim unter anderem die rechtlichen und technischen Rahmenbedingungen der Wärmeplanung erläutert. Außerdem wurden die Zwischenergebnisse der Bestands- und Potenzialanalyse präsentiert. Dabei wurden die wichtigsten Kennzahlen der Bestandanalyse erläutert sowie die relevantesten EE-Potenziale. In einer Frage- und Diskussionsrunde inkl. einer Online-Umfrage konnten die Bürgerinnen und Bürger mit den Verantwortlichen für die kommunale Wärmeplanung in den Dialog treten und sich einbringen.



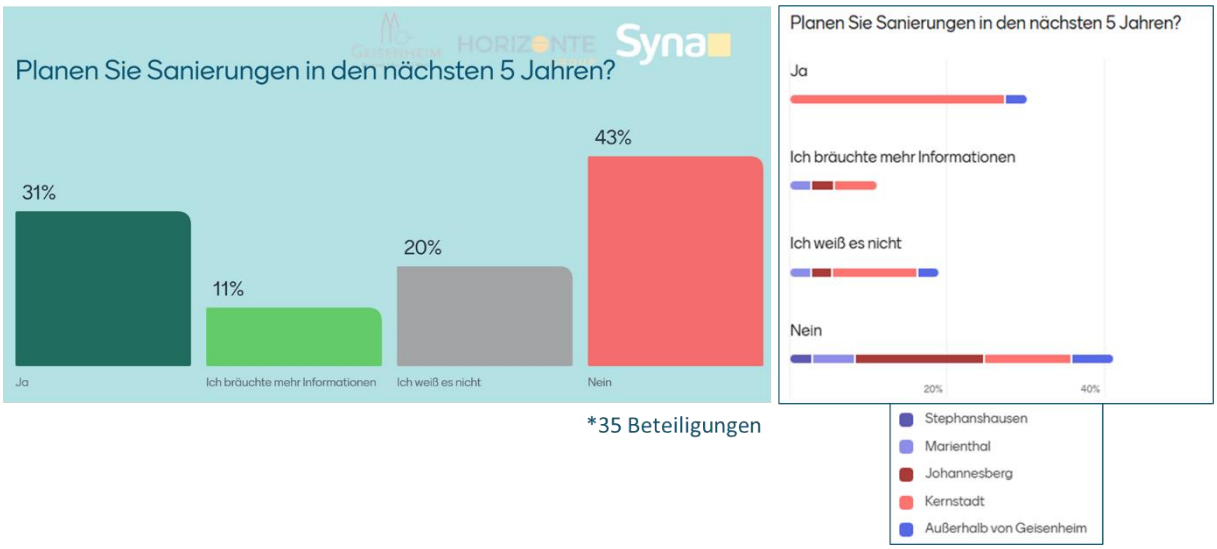



*Abbildung 60: Ergebnisse der Online-Umfrage*

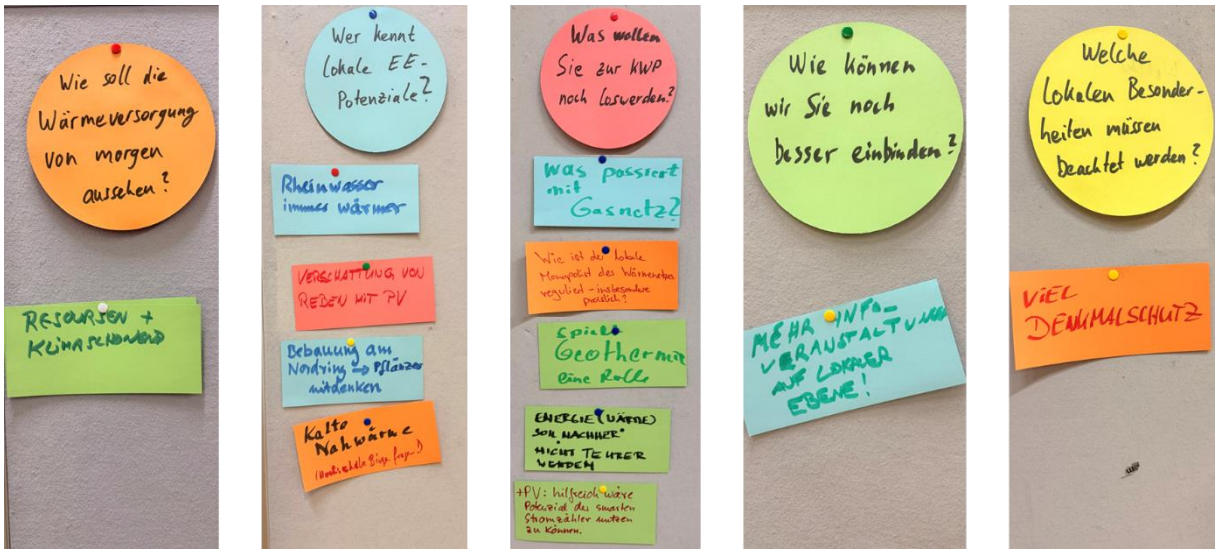



*Abbildung 61: Ergebnisse des Austauschs*

*Abbildung 62: Fotos aus der Veranstaltung*

## 8.2 Kommunikationsstrategie für die Wärmewende in Geisenheim

Ziel dieser Strategie ist es, alle relevanten Akteure zu informieren, zu sensibilisieren und zu motivieren, sodass die geplanten Veränderungen gemeinsam erfolgreich umgesetzt werden. Die Kommunikationsstrategie bildet dabei einen zentralen Bestandteil der Verstetigungsstrategie und unterstützt die Umsetzung von Maßnahmen zur Energieeinsparung und Nutzung erneuerbarer Energien.

### 8.2.1 Ziele der Kommunikationsstrategie

Die Strategie verfolgt folgende Hauptziele:

- Die Bevölkerung über die Notwendigkeit und Vorteile der Wärmewende aufzuklären.
- Akzeptanz zu fördern und die aktive Beteiligung der Bürgerinnen und Bürger zu stärken.
- Transparenz über Fortschritte und Herausforderungen der Wärmewende zu schaffen.
- Die Zusammenarbeit zwischen Stadtverwaltung, Energieversorgern, Gebäudeeigentümern und weiteren Akteuren zu intensivieren.

### 8.2.2 Maßnahmen und Instrumente

Informationskampagnen

Regelmäßige Informationskampagnen sorgen dafür, dass die Bevölkerung kontinuierlich über Ziele, Fortschritte und Hintergründe der Wärmewende informiert wird. Hierzu können lokale Medien, Social Media, Radiostationen und Plakataktionen genutzt werden. Die Inhalte sollten klar verständlich, anschaulich und ansprechend gestaltet sein, um ein breites Publikum zu erreichen.

Workshops und Beratungsangebote

Workshops und individuelle Beratungen ermöglichen eine vertiefte Auseinandersetzung mit Themen wie Energieeinsparung, Nutzung erneuerbarer Energien und Fördermöglichkeiten. Experten führen durch die Veranstaltungen und bieten konkrete Handlungsempfehlungen, um Bürgerinnen und Bürger zur Umsetzung eigener Projekte zu motivieren.

Transparenz durch Monitoring-Systeme

Ein Monitoring-System zur Nachverfolgung der Fortschritte und Wirkungen der Maßnahmen ist entscheidend für die Akzeptanz. Regelmäßige Berichte und öffentliche Präsentationen informieren die Bürgerinnen und Bürger über den Stand der Wärmewende in Geisenheim und stärken das Vertrauen in die getroffenen Maßnahmen.

Förderprogramme und finanzielle Anreize

Ein weiterer Schwerpunkt der Kommunikationsstrategie liegt auf der Bekanntmachung von Förderprogrammen und finanziellen Anreizen. Durch gezielte Öffentlichkeitsarbeit sollen Bürgerinnen und Bürger über verfügbare Unterstützungsmöglichkeiten informiert und zur Nutzung angeregt werden. Dies kann über Broschüren, Online-Portale oder persönliche Beratungsgespräche erfolgen.

Zusammenarbeit und Beteiligung

Die Wärmewende gelingt nur durch enge Kooperation aller Beteiligten. Die Stadtverwaltung sollte regelmäßige Treffen und Austauschformate mit Energieversorgern, Eigentümern, lokalen Unternehmen und engagierten Bürgerinnen und Bürgern organisieren. Ziel ist es, eine gemeinsame Vision zu entwickeln, um die gesetzten Klimaziele zu erreichen.

# 9 Literaturverzeichnis


[1] Hessisches Statistisches Landesamt, „Bevölkerung in Hessen am 31.03.2025," 2025.

[2] Landesenergieagentur Hessen GmbH, „Technische Machbarkeitsstudie zum Aufbau eines regionalen Wasserstoff-Backbones im Rhein-Main-Gebiet," August 2023. [Online]. Available: https://wirtschaft.hessen.de/sites/wirtschaft.hessen.de/files/2023-08/2023-08-Technische%2520Machbarkeitsstudie%2520Wasserstoff-Regionalnetz%2520Rhein-Main.pdf. [Zugriff am 07 Juli 2024].

[3] ENEKA GmbH, *Digitaler Zwilling für das Plangebiet Geisenheim,* 2025.

[4] M. Kaltschmitt, W. Streicher und A. Wiese, ERNEUERBARE ENERGIEN - Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte, 3. Auflage, Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 2003.

[5] Heizungsfinder, „Heizungsfinder," [Online]. Available: https://www.heizungsfinder.de/waermepumpe.

[6] Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, [Online]. Available: https://www.hlnug.de/. [Zugriff am 25 07 2025].

[7] T. Storvick und G. Suppes, Handbook of Geothermal Energy, Springer, 2016.

[8] R. DiPippo, Geothermal Power Plants: Principles, Applications, Case Studies and Environmental Impact. 4th ed., Elsevier Ltd., 2016.

[9] Arbeitsgemeinschaft Fernwärme (AGFW), „Praxixleitfaden Solarthermie," 2021.

[10] Landesenergieagentur Hessen GmbH, „Solar-Kataster Hessen," [Online]. Available: https://www.lea-hessen.de/buergerinnen-und-buerger/sonnenenergie-nutzen/solar-kataster-hessen/. [Zugriff am 25 07 2025].

[11] KEEA, „Wärmewende-Coaching LEA Hessen," 2024.

[12] Prognos, „Prognos BAU-Szenario 2023," [Online]. Available: https://www.prognos.com/sites/default/files/2024-06/BAU-Szenario-Prognos_Annahmen_und_Ergebnisse_2023__bereinigt.pdf. [Zugriff am 10 06 2025].

[13] HLNUG, „HLNUG Klimareport Hessen 2024," [Online]. Available: https://www.hlnug.de/fileadmin/dokumente/klima/Klimareport_Hessen_2024.pdf. [Zugriff am 10 06 2025].

[14] Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, „Technikkatalog Wärmeplanung," [Online]. Available: https://api.kww-halle.de/fileadmin/user_upload/Technikkatalog_W%C3%A4rmeplanung_Version_1.1_August24_CC-BY.xlsx. [Zugriff am 15 07 2025].

[15] A. Tegtmeier, „Aufgaben und Instrumente des Beteiligungsmanagements," in *Praxisleitfaden Kommunales Beteiligungsmanagement*, Leipzig, Springer Gabler, 2021, pp. 273-275.