

# BERICHT ÜBER INGENIEUR- UND BERATUNGSLEISTUNGEN

## Berichtsumfang

---

KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG BAD SEGEBERG

## Auftraggeber

---

STADT BAD SEGEBERG

Lübecker Str. 9  
23795 Bad Segeberg

## Auftragnehmer

---

IPP ESN POWER ENGINEERING GMBH

Rendsburger Landstraße 196 – 198  
D-24113 Kiel

GREENVENTORY GMBH

Georges-Köhler-Allee. 302  
D-79110 Freiburg im Breisgau

Ihr Ansprechpartner:

THOMAS LUTZ-KULAWIK

Tel.: +49 431 64959-80

E-Mail: t.lutz@ipp-esn.de

Kiel, den 14. Oktober 2024

**Auftraggeber:** Stadt Bad Segeberg  
Lübecker Straße 9  
23795 Bad Segeberg

**Ansprechpartner:** Larah Sterll; Klimaschutzmanagerin der Stadt Bad Segeberg:  
Tel: 04551-955-2074; larah.sterll@badsegeberg.de

**Auftragnehmer:** IPP ESN Power Engineering GmbH  
Rendsburger Landstr. 196-198  
24113 Kiel

**Ansprechpartner:**  
Dipl.-Ing. Thomas Lutz-Kulawik; Tel: 0431-64 959-80

**Bearbeitung:** Bearbeitung:  
Elena Einnatz M.Eng., Philipp Jahneke M.Sc.

**In Kooperation mit:** Greenventory GmbH  
Georges-Köhler-Allee 302  
79110 Freiburg im Breisgau

**Ansprechpartner:**  
Dr.-Ing. Sven Killinger; Tel: +49 761 7699 4160

**Bearbeitung:**  
Davide Napolitano, Leonard Hibbe, Dr.-Ing. Sven Killinger

**Stand:** Endbericht, 14. Oktober 2024

## INHALTSVERZEICHNIS

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | Kommunale Wärmeplanung.....  | 1  |
| 1.1   | Ziele des Wärmeplans und Einordnung in den planerischen Kontext..... | 1  |
| 1.2   | Schritte des Wärmeplans.....   | 2  |
| 1.3   | Aufbau des Berichts.....   | 2  |
| 2     | Begriffsdefinitionen.....  | 4  |
| 2.1   | Kommunale Wärme- und Kälteplanung.....                               | 4  |
| 2.2   | Wärmeliniendichte.....   | 4  |
| 2.3   | Anschlussquote.....  | 4  |
| 2.4   | Sanierungsrate.....  | 5  |
| 2.5   | digitaler Zwilling.....  | 5  |
| 2.6   | Potential.....   | 6  |
| 2.6.1 | Theoretisches Potential.....   | 6  |
| 2.6.2 | Technisches Potential.....   | 6  |
| 2.6.3 | Wirtschaftliches Potential.....                                      | 6  |
| 2.6.4 | realisierbares Potential.....  | 6  |
| 3     | Bestandsanalyse.....   | 8  |
| 3.1   | Stadtbild Bad Segeberg.....  | 8  |
| 3.2   | Datenerhebung.....   | 9  |
| 3.2.1 | Vorhandene Voruntersuchungen.....                                    | 10 |
| 3.3   | digitaler Zwilling als Arbeitswerkzeug.....                          | 10 |
| 3.4   | Gebäudebestand.....  | 11 |
| 3.5   | Wärmebedarfe.....  | 14 |
| 3.6   | Analyse der dezentralen Wärmeerzeuger.....                           | 16 |
| 3.7   | Eingesetzte Energieträger.....                                       | 17 |
| 3.8   | Gasinfrastruktur.....  | 18 |
| 3.9   | Wärmenetz.....   | 20 |
| 3.10  | Treibhausgasemissionen der Wärmeerzeugung.....                       | 20 |
| 3.11  | Zusammenfassung Bestandsanalyse.....                                 | 23 |
| 4     | Prognose - Entwicklung des Zukünftiges Wärmebedarfs.....             | 24 |
| 5     | Potentialanalyse.....  | 26 |
| 5.1   | Erfasste Potentiale.....   | 26 |
| 5.2   | Methode: Indikatorenmodell.....                                      | 27 |
| 5.3   | Potentiale zur Stromerzeugung.....                                   | 28 |
| 5.4   | Potentiale zur Wärmeerzeugung.....                                   | 30 |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 5.5   | Potential für eine lokale Wasserstofferzeugung.....                | 33 |
| 5.6   | Potentiale für Sanierungen.....                                    | 33 |
| 5.7   | PV auf Parkplätzen .....   | 35 |
| 5.8   | Zusammenfassung und Fazit .....                                    | 36 |
| 6     | Räumliche Analyse – Eignungsgebiete .....                          | 39 |
| 6.1   | rechtliche Verbindlichkeit .....                                   | 41 |
| 6.2   | Eignungsgebiete .....  | 43 |
| 6.3   | Herausforderung Wärmepumpe.....                                    | 46 |
| 6.4   | Wirtschaftlichkeit der Eignungsgebiete.....                        | 50 |
| 6.4.1 | Energiewirtschaftliche Ansätze .....                               | 50 |
| 6.4.2 | Eignungsgebiete – Anlagendimensionierung und Energiebilanzen ..... | 51 |
| 6.4.3 | Vorgehen Investitionsschätzung .....                               | 52 |
| 6.4.4 | Vorgehen Wirtschaftlichkeitsberechnung .....                       | 53 |
| 6.4.5 | Dezentrale Wirtschaftlichkeitsberechnung .....                     | 53 |
| 6.4.6 | Überführung der Eignungsgebiete in Maßnahmen .....                 | 55 |
| 7     | Zielszenario .....   | 57 |
| 7.1   | Ermittlung der zukünftigen Wärmeversorgung .....                   | 57 |
| 7.2   | Zusammensetzung der Fernwärmeerzeugung.....                        | 59 |
| 7.3   | Entwicklung der eingesetzten Energieträger .....                   | 60 |
| 7.4   | Bestimmung der Treibhausgasemissionen.....                         | 61 |
| 7.5   | Zusammenfassung des Zielszenarios .....                            | 63 |
| 8     | Maßnahmenprogramm.....   | 64 |
| 8.1   | Übergeordnete Maßnahmen .....                                      | 64 |
| 8.2   | Identifizierte Maßnahmen.....                                      | 65 |
| 8.3   | Zeitliche Einordnung .....   | 66 |
| 8.4   | Fazit.....   | 67 |
| 9     | Monitoring-Konzept.....  | 68 |
| 9.1   | Energie- und CO <sub>2</sub> -Bilanz.....                          | 68 |
| 9.2   | Bewertungsindikatoren.....   | 68 |
| 9.3   | Dokumentation.....   | 69 |
| 10    | Beteiligung der Öffentlichkeit .....                               | 70 |
| 10.1  | Akteursbeteiligung zu Projektbeginn .....                          | 70 |
| 10.2  | Beteiligung zur Entwicklung der Szenarien .....                    | 71 |
| 10.3  | Beteiligung im Rahmen der Maßnahmenentwicklung.....                | 71 |
| 10.4  | Öffentlichkeitsinformation und -Beteiligung .....                  | 71 |

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 11    | Wärmewendestrategie Bad Segeberg .....  | 72 |
| 1     | Anhang 1: Untersuchungs- und Eignungsgebiete .....                                    | 1  |
| 1.1   | Bad Segeberg Nord – Ausbaustufe 1 .....   | 1  |
| 1.2   | Bad Segeberg Nord – Ausbaustufe 2 .....   | 3  |
| 1.3   | Bad Segeberg Nord – Ausbaustufe 2 – Inkl. WP-Herausforderungen .....                  | 5  |
| 1.4   | Bad Segeberg Zentrum/Süd – Ausbaustufe 1 .....  | 7  |
| 1.5   | Bad Segeberg Zentrum/Süd – Ausbaustufe 2 .....  | 9  |
| 1.6   | Bad Segeberg Zentrum/Süd – Ausbaustufe 2 inkl. WP-Herausforderung .....               | 11 |
| 1.7   | Bad Segeberg Vollversorgung .....   | 13 |
| 2     | Anhang 2: Maßnahmen .....   | 15 |
| 2.1   | Transformationspläne .....  | 16 |
| 2.2   | Einführung zentrales Energetisches Sanierungsmanagement .....                         | 17 |
| 2.3   | Fokusgebiete für Energetische Sanierung .....   | 18 |
| 2.4   | kommunales Beratungsangebot Heizungs austausch .....                                  | 26 |
| 2.5   | PV auf öffentlichen Gebäuden .....  | 27 |
| 2.6   | Aufbau einer energetischen Sanierungsstrategie für kommunale Gebäude .....            | 30 |
| 2.7   | Bad Segeberg Nord – Ausbaustufe 2 inkl. LWP-Herausforderung .....                     | 32 |
| 2.8   | Bad Segeberg Zentrum – Ausbaustufe 2 inkl. LWK-Herausforderung .....                  | 34 |
| 3     | Anhang 3: Methodik zur Bestimmung der erfassten Potentiale zur Energiegewinnung ..... | 37 |
| 3.1   | Windkraft .....   | 37 |
| 3.2   | Biomasse .....  | 38 |
| 3.3   | Solarthermie (Freifläche) .....   | 38 |
| 3.4   | Photovoltaik (Freifläche) .....   | 39 |
| 3.5   | Dachflächenpotenziale .....   | 40 |
| 3.5.1 | Solarthermie (Dachflächen) .....  | 40 |
| 3.5.2 | Photovoltaik (Dachflächen) .....  | 41 |
| 3.6   | Oberflächennahe Geothermie .....  | 41 |
| 3.7   | Tiefengeothermie .....  | 41 |
| 3.8   | Luftwärmepumpe .....  | 44 |
| 3.9   | Flusswasserwärmepumpen .....  | 44 |
| 3.10  | Abwärme aus Klärwerken .....  | 45 |
| 3.11  | Industrielle Abwärme: .....   | 45 |
| 4     | Anhang 4: FAQ .....   | 47 |
| 5     | Anhang 5: Wirtschaftlichkeitsberechnungen .....                                       | 51 |
| 5.1   | Bad Segeberg Nord – Ausbaustufe 1 .....   | 51 |

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 5.2 | Bad Segeberg Nord – Ausbaustufe 2.....                                   | 53 |
| 5.3 | Bad Segeberg Nord – Ausbaustufe 2 – inkl. Luft-WP Herausforderung .....  | 55 |
| 5.4 | Bad Segeberg Zentrum/Süd – Ausbaustufe 1 .....                           | 57 |
| 5.5 | Bad Segeberg Zentrum/Süd – Ausbaustufe 2 .....                           | 59 |
| 5.6 | Bad Segeberg Zentrum/Süd – Ausbaustufe 2 – inkl. WP-Herausforderung..... | 61 |
| 5.7 | Bad Segeberg Vollversorgung .....  | 63 |
| 6   | Anhang 6: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung PV auf Parkplätzen .....        | 65 |
| 6.1 | Parkplatz „Kühneweg“ .....   | 66 |
| 6.2 | Parkplatz „Am Kleinen See“ .....   | 67 |
| 6.3 | Parkplatz „Karl-May P1“ .....  | 68 |
| 7   | Literaturverzeichnis .....   | 70 |

## ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

|       |   |
|-------|---|
| ALKIS | Amtliches<br>Liegenschaftskatasterinformationssystem      |
| BEG   | Bundesförderung für effiziente Gebäude                    |
| EFH   | Einfamilienhaus   |
| EWKG  | Energiewende- und Klimaschutzgesetz<br>Schleswig-Holstein |
| EWS   | Wahlstedt / Bad Segeberg GmbH & Co. KG                    |
| EWSN  | EWS Netz GmbH   |
| GEG   | Gebäudeenergiegesetz                                      |
| GHD   | Gewerbe-Handel-Dienstleistungen                           |
| KWP   | Kommunale Wärmeplanung                                    |
| LWP   | Luftwärmepumpe  |
| WPG   | Wärmeplanungsgesetz                                       |

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

|  |    |
|--|----|
| Abbildung 1-1: Ablauf der kommunalen Wärmeplanung.....   | 2  |
| Abbildung 2-1: Potentialpyramide.....  | 7  |
| Abbildung 3-1: Vorgehen bei der Bestandsanalyse.....   | 8  |
| Abbildung 3-2: Beispiel aus dem digitalen Zwilling.....  | 11 |
| Abbildung 3-3: Gebäudeanzahl nach Sektor im Projektgebiet.....   | 11 |
| Abbildung 3-4: Gebäudeverteilung nach Baualtersklassen im Projektgebiet.....   | 12 |
| Abbildung 3-5: Verteilung der Baualtersklassen für Gebäude.....  | 13 |
| Abbildung 3-6: Gebäudeverteilung nach GEG-Effizienzklassen (Verbrauchswerte).....  | 14 |
| Abbildung 3-7: Wärmebedarf nach Sektor.....  | 15 |
| Abbildung 3-8: Verteilung der Wärmebedarfe je Baublock.....  | 16 |
| Abbildung 3-9: Anzahl der bekannten Heizsysteme nach Alter.....  | 17 |
| Abbildung 3-10: Energiebedarf nach Energieträger.....  | 18 |
| Abbildung 3-11: Gasnetzinfrastruktur im Projektgebiet.....   | 19 |
| Abbildung 3-12: Wärmenetzinfrastruktur im Projektgebiet.....   | 20 |
| Abbildung 3-13: Treibhausgasemissionen nach Sektoren im Projektgebiet.....   | 21 |
| Abbildung 3-14: Treibhausgasemissionen nach Energieträger im Projektgebiet.....  | 21 |
| Abbildung 3-15: Verteilung der Treibhausgasemissionen im Projektgebiet.....  | 22 |
| Abbildung 4-1: Wärmebedarf und Wärmebedarfsreduktion im Ziel- und Zwischenjahr.....                                      | 25 |
| Abbildung 5-1: Vorgehen bei der Ermittlung von erneuerbaren Potentialen.....   | 26 |
| Abbildung 5-2: Vorgehen und Datenquellen der Potentialanalyse.....   | 27 |
| Abbildung 5-3: Erneuerbare Strompotentiale im Projektgebiet.....   | 29 |
| Abbildung 5-4: Erneuerbare Wärmepotentiale im Projektgebiet.....   | 30 |
| Abbildung 5-5: Reduktionspotential nach Baualtersklassen.....  | 33 |
| Abbildung 5-6: Energetische Gebäudesanierung - Maßnahmen und Kosten.....   | 34 |
| Abbildung 5-7: Sanierungsklassen nach Baublöcken.....  | 35 |
| Abbildung 6-1: dezentrale vs. zentrale Wärmeversorgung.....  | 39 |
| Abbildung 6-2: Wärmelinienindichte.....  | 43 |
| Abbildung 6-3: Wärmenetze und Bedarfe im Zieljahr.....   | 44 |
| Abbildung 6-4: Wärmelinienindichte ab 2600 kWh gegenübergestellt zum relativen Sanierungspotenzial.....                  | 45 |
| Abbildung 6-5: Eignungsgebiete dargestellt über Sanierungspotenzialklasse und Wärmelinienindichte ab 2600 kWh/(m-a)..... | 46 |
| Abbildung 6-6: Gebäude mit und ohne Luft-Wärmepumpen-Potential.....  | 47 |
| Abbildung 6-7: Gebiete mit der Herausforderung Luftwärmepumpe.....   | 48 |
| Abbildung 6-8: Eignungsgebiete Ausbaustufe 2 inkl. Herausforderung Wärmepumpe.....                                       | 49 |
| Abbildung 6-9: Bundesförderung für effiziente Gebäude – Heizungsanlagen (BEG EM).....                                    | 54 |
| Abbildung 6-10: Vergleich dezentraler Heizungssysteme mit Nahwärme.....  | 55 |
| Abbildung 7-1: Simulation des Zielszenarios für 2040.....  | 57 |
| Abbildung 7-2: Gebäudeanzahl nach Wärmeerzeugern im Jahr 2040.....   | 58 |
| Abbildung 7-3: Versorgungsszenario im Zieljahr 2040 (blau: Fernwärme, grün: Einzelversorgung).....                       | 59 |
| Abbildung 7-4: Fernwärmeezeugung nach Energieträger im Zieljahr 2040.....  | 60 |
| Abbildung 7-5: Verteilung des Endenergiebedarfs nach Energieträger im zeitlichen Verlauf.....                            | 60 |
| Abbildung 7-6: Verteilung der THG-Emissionen nach Energieträger im zeitlichen Verlauf.....                               | 61 |
| Abbildung 7-7: Treibhausgasemissionen nach Energieträger im Jahr 2040.....   | 62 |

|   |    |
|---|----|
| Abbildung 7-8: Emissionsfaktoren in tCO <sub>2</sub> /MWh (KEA-BW, 2024).....   | 63 |
| Abbildung 10-1: Öffentlichkeitsbeteiligung.....   | 70 |
| Abbildung 11-1: Versorgungsszenario in Zieljahr 2040 .....  | 72 |
| Abbildung 2-1: Empfehlung Fokusgebiet Gebäudesanierung „Süd-West“ dargestellt im Kontext der dominierenden Gebäudebaujahre in 100x100 m Segmenten.....                                      | 19 |
| Abbildung 2-2: Empfehlung Fokusgebiet Gebäudesanierung „Süd-West“ dargestellt im Kontext des Sanierungspotenzials. ....   | 20 |
| Abbildung 2-3: Empfehlung Fokusgebiet Gebäudesanierung „Ost“ dargestellt im Kontext der dominierenden Gebäudebaujahre in 100 x 100 m Segmenten.....   | 21 |
| Abbildung 2-4: Empfehlung Fokusgebiet Gebäudesanierung „Ost“ dargestellt im Kontext des Sanierungspotenzials.....   | 22 |
| Abbildung 2-5: Empfehlung Fokusgebiet „Lindenstraße, Gartenstraße, Schillerstraße“ dargestellt im Kontext der dominierenden Gebäudebaujahre in 100 x 100 m Segmenten .....                  | 23 |
| Abbildung 2-6: Empfehlung Fokusgebiet „Lindenstraße, Gartenstraße, Schillerstraße“ dargestellt im Kontext von Sanierungspotenzial (anonymisiert, flächig eingefärbt) und Gebäudebaujahr ... | 24 |
| Abbildung 2-7: Empfehlung Fokusgebiet „An der Trave“ dargestellt im Kontext der dominierenden Gebäudebaujahre in 100 x 100 m Segmenten .....  | 25 |
| Abbildung 2-8: Empfehlung Fokusgebiet „An der Trave“ dargestellt im Kontext des Sanierungspotenzials.....   | 26 |
| Abbildung 2-9: PV-Potenzial auf den Dachflächen der Kreissporthalle und des Berufsbildungszentrums.....   | 29 |
| Abbildung 2-10: PV-Potenzial auf der Dachfläche des Finanzamtes .....   | 29 |
| Abbildung 2-11: PV-Potenzial auf der Dachfläche der Kreisverwaltung Bad Segeberg .....  | 30 |
| Abbildung 3-1: Standorte Bohrungen Tiefengeothermie.....  | 43 |
| Abbildung 3-2: Bohrungen Tiefe und Temperatur.....  | 43 |

## TABELLENVERZEICHNIS

|   |    |
|---|----|
| Tabelle 3-1: Emissionsfaktoren nach Energieträger (KEA-BW, 2024) .....  | 23 |
| Tabelle 5-1: Potentiale und Auswahl der wichtigsten berücksichtigten Kriterien .....  | 28 |
| Tabelle 5-2: Bewertungsmatrix der ermittelten Potenziale für regenerative Wärmeerzeugung und -einsparung in Bad Segeberg..... | 37 |
| Tabelle 5-3: Bewertungsmatrix der ermittelten Potenziale für regenerative Stromerzeugung in Bad Segeberg .....                | 38 |
| Tabelle 6-1: Eignungsgebiete.....   | 46 |
| Tabelle 6-2: Übersicht Eignungsgebiete inkl. Wärmepumpen Herausforderung .....  | 49 |
| Tabelle 6-3: Energiewirtschaftliche Ansätze .....   | 51 |
| Tabelle 6-4: Versorgungsoptionen Eignungsgebiete .....  | 52 |
| Tabelle 6-5: Übersicht Eignungsgebiete und Wirtschaftlichkeit .....   | 56 |
| Tabelle 8-1: Übergeordnete Maßnahmen.....   | 65 |
| Tabelle 8-2: Identifizierte Maßnahmen .....   | 66 |
| Tabelle 9-1: Mögliche Indikatoren zum Controlling der Umsetzung der Kommunalen Wärmeplanung.....                              | 69 |

## 1 KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG

Die vorliegende Kommunale Wärmeplanung bildet einen entscheidenden Schritt in der nachhaltigen Entwicklung und Energieversorgung der Stadt Bad Segeberg in Schleswig-Holstein. Angesichts der zunehmenden Herausforderungen im Bereich der Energieeffizienz, der Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen und der Sicherstellung einer zuverlässigen Wärmeversorgung ist eine ganzheitliche Planung unabdingbar.

Die kommunale Wärmeplanung (KWP) spielt eine entscheidende Rolle bei der Erreichung der Klimaziele im Wärmesektor, indem sie eine nachhaltige Wärmeversorgung durch die Integration erneuerbarer Energien und die Reduzierung fossiler Brennstoffe ermöglicht. Angesichts der existenziellen Bedrohung durch die Klimakrise hat Deutschland im Bundes-Klimaschutzgesetz die Treibhausgasneutralität bis 2045 festgeschrieben. Die Landesregierung Schleswig-Holstein hat sogar das ambitionierte Ziel einer Treibhausgasneutralität bis 2040 definiert (vgl. CDU und BÜNDNIS 90 / DIE GRÜNEN, 2022). Der Wärmesektor steht dabei im Fokus, da er für fast die Hälfte der bundesweiten Emissionen verantwortlich ist. Während bereits fast 50 % der Energie im Stromsektor erneuerbar erzeugt wird, beträgt dieser Anteil im Wärmesektor nur 18,8 % (Stand 2023, (Umweltbundesamt, 2024)). Angesichts dessen ist die kommunale Wärmeplanung von entscheidender Bedeutung, da sie eine systematische Erhebung von Daten zum Wärmebedarf und den vorhandenen Energiequellen ermöglicht. Diese Daten bilden die Grundlage für die Formulierung von Strategien zur Erreichung der Treibhausgasneutralität.

In diesem Bericht werden die Ergebnisse umfassender Analysen präsentiert, die sowohl die energetische Situation als auch die infrastrukturellen Gegebenheiten in Bad Segeberg berücksichtigen. Basierend auf diesen Erkenntnissen werden Handlungsempfehlungen formuliert, die darauf abzielen, die Wärmeversorgung der Stadt effizienter, klimafreundlicher und zukunftssicherer zu gestalten. Durch die Festlegung zum Aufbau von zentralisierten Wärmenetzen in bestimmten Gebieten und die Priorisierung von Maßnahmen innerhalb eines klaren Zeitrahmens wird eine gezielte Umsetzung angestrebt.

Die vorliegende Kommunale Wärmeplanung ist das Ergebnis einer Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Akteuren aus Verwaltung, der Energie und Wasser Wahlstedt/ Bad Segeberg GmbH & Co. KG (EWS) und die ews Netz GmbH (EWSN), Wirtschaft und den Büros IPP ESN Power Engineering GmbH aus Kiel, sowie der Greenventory GmbH aus Freiburg. Nur durch eine gemeinsame Anstrengung können die formulierten Ziele erreicht werden. Der Prozess der kommunalen Wärmeplanung endet mit dem Beschluss des Wärmeplans in der Stadtvertretung und der anschließenden Umsetzung der Maßnahmen.

### 1.1 ZIELE DES WÄRMEPLANS UND EINORDNUNG IN DEN PLANERISCHEN KONTEXT

Der kommunale Wärmeplan verfolgt drei übergreifende Ziele: Treibhausgasneutralität und Wirtschaftlichkeit für alle Beteiligten bei gleichzeitiger Reduktion der Abhängigkeit von Energieimporten. Um diese zu erreichen, werden Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz von Gebäuden und Heizungsanlagen angestrebt, wie beispielsweise Gebäudesanierungen oder die Optimierung von Heizsystemen. Dabei ist der Wärmeplan eng mit anderen planerischen Instrumenten wie dem Klimaschutzleitfaden oder dem Flächennutzungsplan verzahnt, um eine ganzheitliche Betrachtung der Energieversorgung zu gewährleisten. Durch die Integration des Wärmeplans in den planerischen Kontext können

Synergien genutzt und entwickelte Maßnahmen aufeinander abgestimmt werden, um effektiv nachgelagerte Prozesse umzusetzen.

## 1.2 SCHRITTE DES WÄRMEPLANS

Die Entwicklung des kommunalen Wärmeplans erfolgt in fünf Schritten: der Bestandsanalyse, der Prognose, der Potenzialanalyse, der Entwicklung des räumlichen Konzeptes und Entwicklung eines Maßnahmenprogrammes. Diese Schritte umfassen eine gründliche Analyse der aktuellen Wärmeversorgung, die Identifizierung von Potenzialen zur Energieeinsparung und Nutzung erneuerbarer Energien sowie die Festlegung eines Zielszenarios für die zukünftige Wärmeversorgung. Abschließend werden konkrete Maßnahmen formuliert und eine Wärmewendestrategie für das Betrachtungsgebiet entwickelt, um den kommunalen Wärmeplan umzusetzen.



Abbildung 1-1: Ablauf der kommunalen Wärmeplanung

## 1.3 AUFBAU DES BERICHTS

Dieser Bericht ist in mehrere Hauptabschnitte gegliedert, die einen transparenten Einblick in die kommunale Wärmeplanung bieten. Es werden die wichtigsten Erkenntnisse für die Bevölkerung präsentiert und der Ablauf für die Erstellung des Wärmeplans erläutert.

Die folgenden Kapitel widmen sich ausführlich den verschiedenen Phasen der kommunalen Wärmeplanung:

1. Bestandsanalyse:  
Zunächst wird die aktuelle Energieversorgung und -nutzung beschrieben. Diese Erfassung bildet die Grundlage für die Identifizierung von Entwicklungsmöglichkeiten und Verbesserungspotenzialen.
2. Prognose:  
In diesem Abschnitt wird ein Zukunftsszenario für den Wärmebedarf bis zum Zieljahr entwickelt, basierend auf den Ergebnissen der Bestandsanalyse und unter Berücksichtigung zukünftiger Entwicklungen, wie Sanierungen.
3. Potenzialanalyse:  
Es werden die Möglichkeiten zur Integration erneuerbarer Energien und zur Steigerung der Energieeffizienz untersucht. Dies umfasst eine detaillierte Bewertung der verfügbaren Ressourcen und ihrer technischen sowie wirtschaftlichen Potenziale.
4. Räumliches Konzept:  
Es wird beschrieben, wie die zukünftige Wärmeversorgung räumlich strukturiert sein kann. Dies beinhaltet die Identifizierung von Eignungsgebieten für verschiedene Wärmeversorgungssysteme.
5. Maßnahmenprogramm:  
Es werden mögliche Handlungsoptionen der Kommune aufgezeigt, um eine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung bis zum Zieljahr zu erreichen. Dieses Kapitel enthält konkrete Maßnahmen, Empfehlungen und Prioritäten.



Schließlich wird in einem Fazit die Zusammenfassung der Befunde der kommunalen Wärmeplanung präsentiert. Der Anhang enthält Steckbriefe zu den einzelnen Eignungsgebieten und Maßnahmen sowie häufig gestellte Fragen zur Methodik.

## 2 BEGRIFFSDEFINITIONEN

### 2.1 KOMMUNALE WÄRME- UND KÄLTEPLANUNG

§2 Absatz 19 Gesetz zur Energiewende und zum Klimaschutz in Schleswig-Holstein (Energiewende- und Klimaschutzgesetz Schleswig-Holstein - EWKG) bestimmt:

„Wärme- und Kältepläne im Sinne dieses Gesetzes sind gemeindliche Beschlüsse, die für das gesamte Gemeindegebiet räumlich differenziert festlegen, wie das Ziel einer treibhausgasneutralen Wärme- und Kälteversorgung in der Gemeinde bis spätestens 2045 erreicht werden soll“

In diesem Bericht ist meist nur von der Wärmeplanung die Rede. Dies ist darauf zurückzuführen, dass der Kältebedarf insbesondere in Norddeutschland im Wohngebäudesektor vernachlässigbar ist und sich in Bestandsgebäuden ohne signifikante Änderung der Heizflächen bzw. Belüftung eine Wohnraumkühlung technisch nicht realisieren lässt. Im Bereich der Industrie und einzelner Sonderbauten wie z.B. Rechenzentren oder Kliniken ist ein Kühlbedarf teilweise vorhanden. Dieser wird im Rahmen der gesonderten Anfrage bei den Betrieben erfasst und ggf. als Abwärmequelle berücksichtigt. Eine zentrale Bereitstellung von Kälte wird ausgeschlossen. Gebäude, die dezentral über eine Wärmepumpe beheizt werden, können diese im Sommer zur Kühlung nutzen. Voraussetzung ist, dass die Heizflächen dafür geeignet sind.

### 2.2 WÄRMELINIENDICHTE

Die Wärmeliniendichte ist eine entscheidende Größe zur Auswahl von Eignungsgebieten für Wärmenetzgebiete, in denen sowohl der Betrieb für den Wärmelieferanten aber auch die Wärmenutzung durch die Kundinnen und Kunden wirtschaftlich ist. Die Wärmeliniendichte besagt, wie viel Wärme pro Meter Haupttrasse abgenommen werden kann und wird wie folgt berechnet:

$$\text{Wärmeliniendichte} = \frac{\text{Wärmebedarf pro Jahr [kWh]}}{\text{Haupttrassenlänge [m]}}$$

Da in einem ersten Schritt keine genauen Trassenverläufe bestimmt werden, wird angenommen, dass die Leitungen den Straßenverläufen entsprechen und die Gebäude an der Straße über diese Leitung angeschlossen werden. Hierbei werden nur Straßen berücksichtigt, an denen ein Wärmebedarf zu verzeichnen ist. Straßen ohne Wärmebedarf finden keine Berücksichtigung.

Die hier angenommene Wärmeliniendichte bezieht sich nur auf die Haupttrasse, Hausanschlussleitungen sind von der Wärmeliniendichte ausgenommen.

### 2.3 ANSCHLUSSQUOTE

Eine Anschlussquote in einem Betrachtungsgebiet gibt an, welcher Anteil der Gebäude oder Haushalte in diesem Gebiet an ein bestimmtes Versorgungsnetz angeschlossen ist. Dieses Versorgungsnetz kann beispielsweise ein Fernwärmenetz, ein Gasnetz oder ein Stromnetz sein, je nachdem, welche Art der Energieversorgung betrachtet wird.

Die Anschlussquote ist ein wichtiger Indikator für die Verbreitung und Akzeptanz einer bestimmten Energieinfrastruktur in einem Gebiet. Sie zeigt, wie viele Nutzer bereits von der Versorgungsinfrastruktur profitieren und wie weit die Netzabdeckung fortgeschritten ist. Eine hohe

Anschlussquote deutet darauf hin, dass die Infrastruktur gut angenommen wird und eine breite Versorgung gewährleistet ist, während eine niedrige Anschlussquote darauf hinweisen kann, dass noch Potenzial besteht, um mehr Nutzer anzuschließen oder die Infrastruktur weiter auszubauen.

Die Anschlussquote kann auch wichtige Informationen für die Planung und Entwicklung von Versorgungsnetzen liefern, indem sie zeigt, welche Gebiete bereits gut versorgt sind und welche Gebiete möglicherweise noch Erschließungspotenzial aufweisen.

In den Berechnungen wird angenommen, dass bei einer Anschlussquote von 60% in einem Gebiet auch 60% des Energiebedarfes erfasst werden. Einzelne Großverbraucher dazwischen verzerren das Verhältnis aus Anschlussquote und Energiebedarf, sodass bei Anschluss des Großverbrauchers die abgenommene Energiemenge tatsächlich höher sein dürfte. Solche Betrachtungen gehen aber in diesem Schritt der Konzeptionsphase zu weit und werden, sofern eine Wirtschaftlichkeit darstellbar ist und ein möglicher Betreiber gefunden wurde, in einer Machbarkeitsstudie weiter berücksichtigt.

Eine wünschenswerte Anschlussquote von 100% ist bei Versorgungsangeboten deren Nutzung auf Freiwilligkeit basieren erfahrungsgemäß nicht erreichbar.

## **2.4 SANIERUNGSRATE**

Die Sanierungsrate ist eine Kennzahl, die angibt, wie viele Gebäude im Verhältnis zur Gesamtzahl der Gebäude jährlich energetisch saniert werden. Sie dient als Maß für das Fortschreiten der energetischen Sanierung im Gebäudebestand einer Region, eines Landes oder einer Stadt.

Die Sanierungsrate wird üblicherweise als prozentualer Anteil ausgedrückt und kann auf verschiedenen Ebenen betrachtet werden, zum Beispiel auf nationaler, regionaler oder kommunaler Ebene.

Eine hohe Sanierungsrate deutet darauf hin, dass eine signifikante Anzahl von Gebäuden verbessert, wurde bzw. werden wird, um energetische Effizienzstandards zu erfüllen oder zu übertreffen. Dies kann zu einer Reduzierung des Energieverbrauchs, zur Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen und zur Verbesserung des Komforts und der Wohnqualität in den sanierten Gebäuden führen.

Die Sanierungsrate ist ein wichtiger Indikator für den Fortschritt in Richtung energieeffizienter Gebäude und kann von Regierungen, Städten und Organisationen genutzt werden, um den Erfolg von Sanierungsprogrammen zu bewerten, politische Ziele zu verfolgen und zukünftige Maßnahmen zu planen.

## **2.5 DIGITALER ZWILLING**

Der Begriff "digitaler Zwilling" bezieht sich bei der Erarbeitung einer kommunalen Wärmeplanung auf ein virtuelles Abbild einer Gemeinde oder Stadt. Es handelt sich um eine digitale, kartographische Darstellung, die Informationen über die Kommune sammelt, speichert und verarbeitet.

Die Informationen betreffen in diesem Fall, Energieverbräuche, Energieerzeugungsstrukturen, Informationen zu Gebäuden und Netzen, zukünftigen Neubaugebieten und vielem mehr.

Der Zweck eines digitalen Zwillings besteht darin, ein besseres Verständnis der Kommune zu ermöglichen, indem Daten analysiert werden, um Erkenntnisse zu gewinnen, Vorhersagen zu treffen und Entscheidungen zu unterstützen.

## **2.6 POTENTIAL**

### **2.6.1 THEORETISCHES POTENTIAL**

Physikalisch vorhandenes Potenzial der Region, z. B. die gesamte Strahlungsenergie der Sonne, Windenergie auf einer bestimmten Fläche in einem definierten Zeitraum.

### **2.6.2 TECHNISCHES POTENTIAL**

Eingrenzung des theoretischen Potenzials durch Einbeziehung der rechtlichen Rahmenbedingungen und technologischen Möglichkeiten. Das technische Potenzial ist somit als Obergrenze anzusehen. Differenzierung in:

- *Geeignetes Potenzial* (weiche und harte Restriktionen): unter Anwendung harter und weicher Kriterien. Natur- und Artenschutz wird grundsätzlich ein „politischer Vorrang“ eingeräumt, weshalb sich die verfügbare Fläche zur Nutzung von erneuerbaren Energien verringert.
- *Bedingt geeignetes Potenzial* (nur harte Restriktionen): Natur- und Artenschutz wird der gleiche oder ein geringerer Wert einräumt als dem Klimaschutz (z. B. durch Errichtung von Wind-, PV- und Solarthermieanlagen in Landschaftsschutzgebieten).

Das technische Potenzial wird im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung ermittelt und analysiert.

### **2.6.3 WIRTSCHAFTLICHES POTENTIAL**

Eingrenzung des technischen Potenzials durch Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit. In der Praxis der Raumplanung werden FFH- und Vogelschutzgebiete in der Regel als Tabukriterien definiert. Weiterhin werden Abstände bis zu 1.200 m als Tabu- oder Abwägungskriterium definiert. Zu Vogelhorsten einzelner Arten werden je nach regionalen Vorkommen Schutzabstände meist zwischen 1.000 und 3.000 m als Tabu- oder Abwägungskriterien festgelegt. Berücksichtigt werden hierbei auch Bau- und Erschließungs- sowie Betriebskosten sowie erzielbare Energiepreise.

### **2.6.4 REALISIERBARES POTENTIAL**

Die tatsächliche Umsetzbarkeit hängt von zusätzlichen Faktoren (z. B. Akzeptanz, raumplanerische Abwägung von Flächenkonkurrenzen, kommunalen Prioritäten) ab. Werden diese Punkte berücksichtigt, spricht man von dem realisierbaren Potenzial bzw. „praktisch nutzbaren Potenzial“.

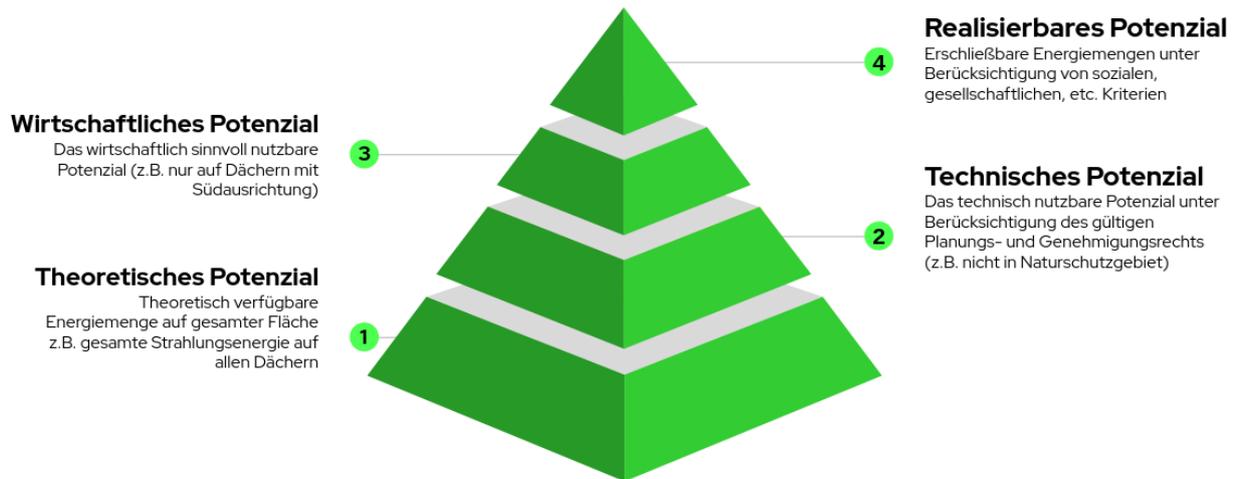


Abbildung 2-1: Potentialpyramide

### 3 BESTANDSANALYSE

Die Grundlage der KWP ist ein Verständnis der Ist-Situation sowie eine umfassende Datenbasis. Letztere wird digital aufbereitet und zur Analyse des Bestands genutzt. Hierfür werden zahlreiche Datenquellen aufbereitet, integriert und für Beteiligte an der Erstellung der kommunalen Wärmeplanung zugänglich gemacht. Die Bestandsanalyse bietet einen umfassenden Überblick über den gegenwärtigen Energiebedarf, die Energieverbräuche, die Treibhausgasemissionen sowie die existierende Infrastruktur.

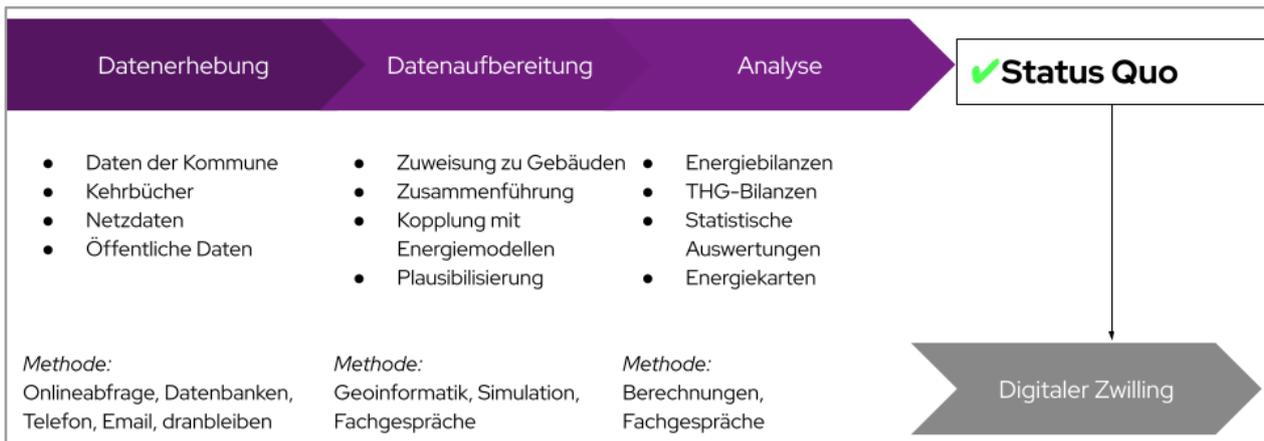


Abbildung 3-1: Vorgehen bei der Bestandsanalyse

#### 3.1 STADTBILD BAD SEGEBERG

Bad Segeberg, am südlichen und westlichen Ufer des Großen Segeberger Sees gelegen, vereint markante geografische Merkmale mit einer reichen industriellen und kulturellen Tradition.

Die geografische Lage Bad Segebergs zwischen den Bundesstraßen 206 und 432 sowie der Bundesautobahn A21 macht es zu einem wichtigen Verkehrsknotenpunkt in der Region. Die geplante Verlängerung der Autobahn A20 in die Stadt verspricht eine weitere Verbesserung der Verkehrsinfrastruktur und stärkt die Position Bad Segebergs als attraktiven Wirtschaftsstandort.

Die Siedlungsstruktur von Bad Segeberg ist vielfältig und von verschiedenen Teilbereichen geprägt, die jeweils ihre eigenen Funktionen und Charakteristika aufweisen.

Die Stadt erstreckt sich über eine Fläche von 1.871 Hektar und erstreckt sich etwa 6 km in Nord-Süd-Richtung und 7 km in West-Ost-Richtung. Sie liegt strategisch günstig im Städtedreieck Hamburg - Lübeck - Kiel und grenzt im Osten an die ostholsteinische Hügellandschaft, im Norden an den Naturpark Holsteinische Schweiz, im Westen und Süden an die Trave.

Die Stadt ist in sechs räumliche Teilbereiche untergliedert, die jeweils ihre eigenen Merkmale aufweisen:

- **Kleinniendorf:** Dieser Teilbereich ist vor allem durch Wohnbebauung geprägt und umfasst die Gemeinde Klein Niendorf, die sich durch Ein- und Zweifamilienhäuser sowie Reihenhäuser auszeichnet.
- **Westliches Seeufer:** Hier befinden sich die Segeberger Kliniken sowie weitere Gesundheitseinrichtungen. Der Bereich ist zudem Standort von attraktiven Stadtvillen und dem Fachmarktzentrum Eutiner Straße.

- Innenstadt / südliches Seeufer: Die zentralen Funktionen der Stadt, wie die Fußgängerzone, das Rathaus, die St. Marienkirche und der Kalkberg, sind hier angesiedelt. Auch das Fledermaus-Zentrum Noctalis befindet sich in diesem Teilbereich.
- Südstadt: Dieser Bereich wird vor allem durch Wohnfunktionen geprägt, beherbergt aber auch das städtische Hallenbad sowie verschiedene Schulen.
- Neubaugebiet Burgfelde / Gewerbegebiet: Hier befinden sich neue Wohngebiete sowie das Gewerbegebiet Rosenstraße mit gemischtem Gewerbe und großflächigem Einzelhandel.
- Neubaugebiet Christiansfelde: In diesem Teilbereich dominiert ebenfalls das Wohnen, ergänzt durch ein Nahversorgungszentrum mit Supermärkten, eine Kindertagesstätte und ein Altenheim.

Diese vielfältige Siedlungsstruktur ermöglicht es Bad Segeberg, unterschiedliche Bedürfnisse abzudecken und eine lebendige und gut versorgte Gemeinde zu sein.

Bad Segeberg beherbergt auch eine Vielzahl von Unternehmen, die das Stadtbild prägen. Allen voran ist Möbel Kraft zu nennen, gegründet im Jahr 1893 und heute das große Möbelhaus mit einer Verkaufsfläche von 45.000 Quadratmetern. Die Segeberger Kliniken, mit über 2.000 Mitarbeitern das größte Unternehmen der Region, sind weit über die Grenzen Schleswig-Holsteins hinaus bekannt für ihre hochmodernen Einrichtungen wie das Herz- und Gefäßzentrum sowie eine der größten neurologischen Rehabilitationskliniken Deutschlands.

Ein zentraler Bestandteil des Stadtbildes ist zweifellos der Kalkberg, welcher gemeinsam mit den Karl-May-Festspielen und der Noctalis-Fledermaushöhle ein beliebtes Ausflugsziel ist.

### **3.2 DATENERHEBUNG**

Zu Beginn der Bestandsanalyse erfolgte die systematische Erfassung von Verbrauchsdaten für Wärme, einschließlich Gas- und Stromverbrauch speziell für Heizzwecke. Anfragen zur Bereitstellung von Auszügen der elektronischen Kheirbücher wurden an die zuständigen Bezirksschornsteinfeger gerichtet und im Rahmen des § 7 Energiewende- und Klimaschutzgesetz Schleswig-Holstein (EWKG) autorisiert. Zusätzlich wurden ortsspezifische Daten aus Plan- und Geoinformationssystemen (GIS) der städtischen Ämter bezogen, die ausschließlich für die Erstellung des Wärmeplans freigegeben und verwendet wurden. Die primären Datenquellen für die Bestandsanalyse sind folgendermaßen:

- Statistik und Katasterdaten des amtlichen Liegenschaftskatasters (ALKIS)
- Daten zu aggregierten Strom- und Gasverbräuchen, welche von Netzbetreibern zur Verfügung gestellt werden
- Informationen zu bestehenden Wärmenetzen wie Verlauf und aggregierte Verbräuche, welche von den jeweiligen Netzbetreibern zur Verfügung gestellt werden
- Auszüge aus den elektronischen Kheirbüchern der Schornsteinfeger mit aggregierten Informationen zu den jeweiligen Feuerstellen
- Verlauf der Strom- und Gasnetze
- Daten über Abwärmequellen, welche durch Befragungen bei Betrieben erfasst wurden

Die vor Ort bereitgestellten Daten wurden durch externe Datenquellen sowie durch energietechnische Modelle, Statistiken und Kennzahlen ergänzt. Aufgrund der Vielfalt und Heterogenität der Datenquellen und -anbieter war eine umfassende manuelle Aufbereitung und Harmonisierung der Datensätze notwendig.

### **3.2.1 VORHANDENE VORUNTERSUCHUNGEN**

In die Kommunale Wärmeplanung sind mehrere wichtige Voruntersuchungen eingeflossen, die einen wertvollen Beitrag zur Datengrundlage leisteten. Zu diesen Voruntersuchungen zählen:

- das Energetische Quartierskonzept Südstadt,
- das Sanierungsmanagement Südstadt
- die Weißflächenkartierung.

Diese Untersuchungen liefern umfassende Informationen über die energetische Situation, Pläne und Potenziale in der Südstadt sowie über die vorhandenen Sanierungsbedarfe und -möglichkeiten.

Die Ergebnisse dieser Voruntersuchungen wurden sorgfältig verarbeitet und teilweise im Digitalen Zwilling integriert. Dadurch dienen sie als wichtige Wissensgrundlage für die Potentialanalyse und die Identifizierung der Eignungsgebiete für die weitere Wärmeplanung. Durch die Einbindung dieser Daten konnte eine fundierte Grundlage geschaffen werden, um die kommenden Schritte der Wärmeplanung in Bad Segeberg effizient und zielgerichtet umzusetzen.

### **3.3 DIGITALER ZWILLING ALS ARBEITSWERKZEUG**

Der digitale Zwilling dient in der kommunalen Wärmeplanung als zentrales Arbeitswerkzeug und erleichtert die Durchführung komplexer Planungs- und Entscheidungsprozesse. Dabei handelt es sich um ein spezialisiertes digitales Kartentool der Firma greenventory GmbH. Auf dieser Karte ist ein virtuelles, gebäudegenaues Abbild Bad Segebergs dargestellt - ein digitaler Zwilling der Stadt. Dieser zeigt zunächst den Ist-Zustand der Stadt auf und bildet die Grundlagen für die Analysen. Alle erhobenen Daten, einschließlich der Informationen zum Wärmeverbrauch, den Heizsystemtypen und der Energieinfrastruktur sind in dem digitalen Zwilling integriert. Die Arbeit mit dem Tool bietet mehrere signifikante Vorteile: Erstens garantiert es eine homogene Datenqualität, die für fundierte Analysen und Entscheidungen unabdingbar ist. Zweitens ermöglicht es ein gemeinschaftliches Arbeiten an den Datensätzen und somit eine effizientere Prozessgestaltung. Drittens sind energetische Analysen direkt im Tool durchführbar, wodurch die Identifikation und Bewertung von Energieeffizienzmaßnahmen erleichtert wird. Des Weiteren können die Daten gefiltert und interaktiv angepasst werden, um spezifische Eignungsgebiete für die Wärmeversorgung auszuweisen. Dies alles trägt zu einer schnelleren und präziseren Planung bei und erleichtert die Umsetzung der Energiewende auf kommunaler Ebene.

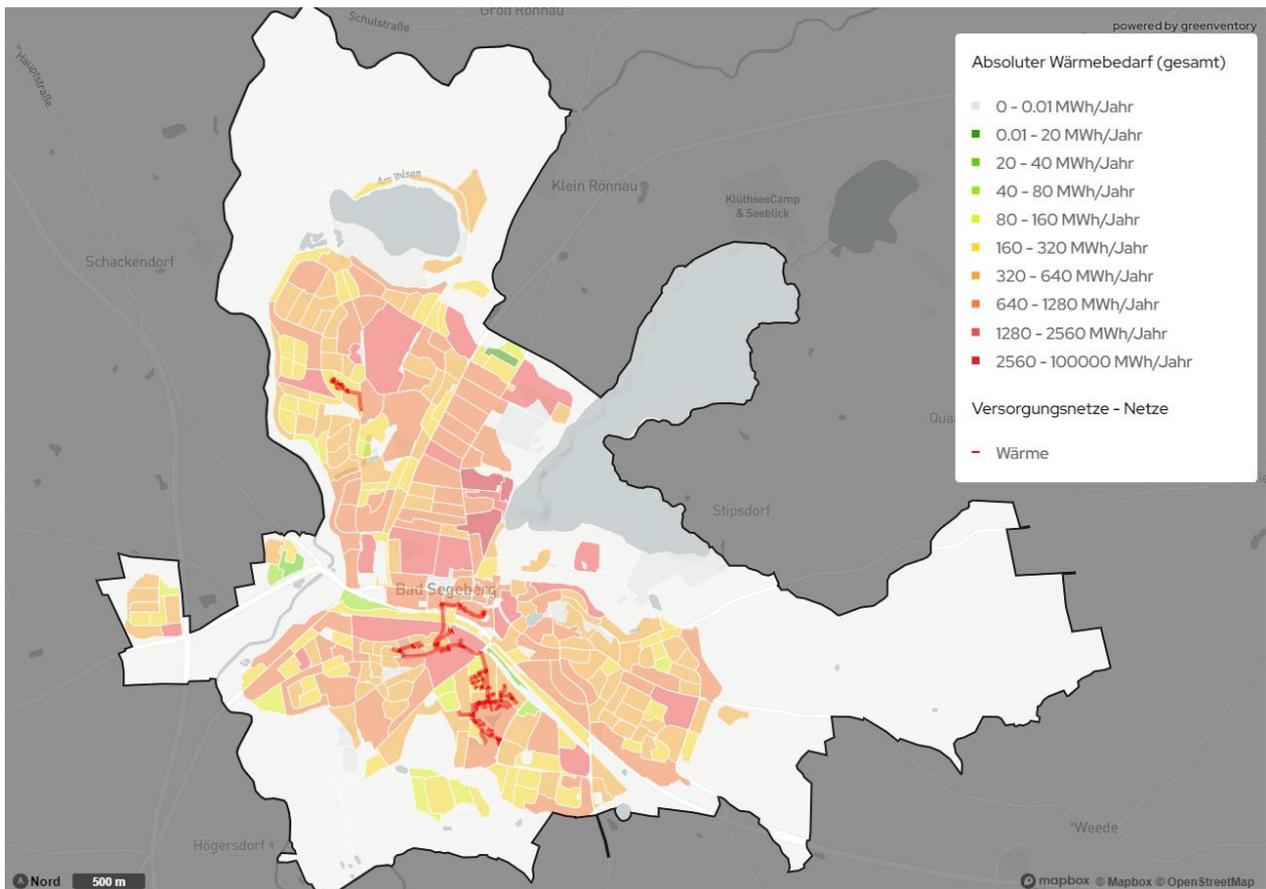


Abbildung 3-2: Beispiel aus dem digitalen Zwilling

### 3.4 GEBÄUDEBESTAND

Durch die Zusammenführung von offenem Kartenmaterial sowie dem amtlichen Liegenschaftskataster ergeben sich 5.191 analysierte Gebäude im Projektgebiet.

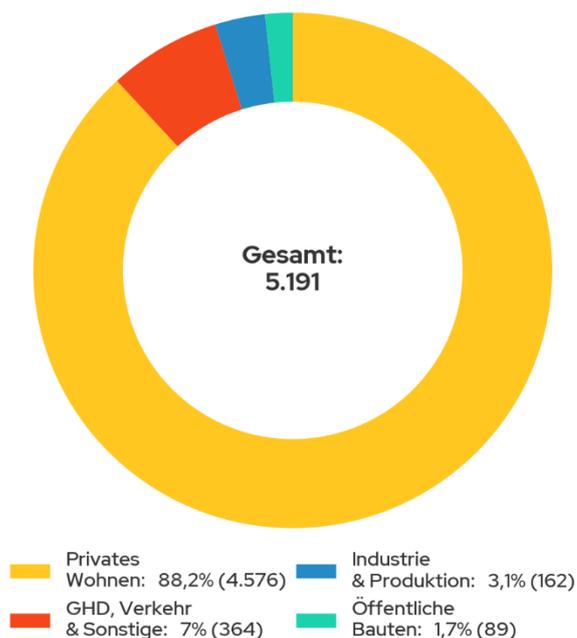
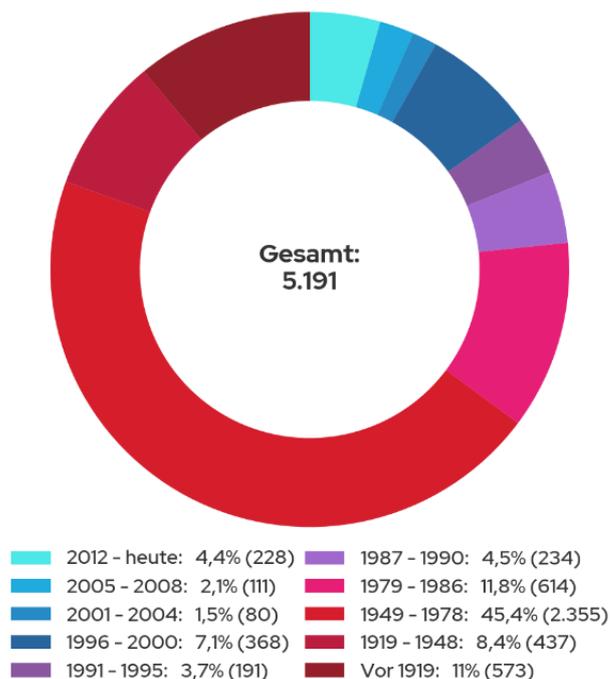


Abbildung 3-3: Gebäudeanzahl nach Sektor im Projektgebiet

Wie in Abbildung 3-3 zu sehen, besteht der überwiegende Anteil der Gebäude aus Wohngebäuden, gefolgt von Gewerbe/Handel/Dienstleistungen (GHD), Industrie und Produktion und öffentlichen Bauten. Hieraus wird ersichtlich, dass die Wärmewende eine kleinteilige Aufgabe ist und sich zu großen Stücken im Wohnbereich abspielen muss.

Die Analyse der Baualtersklassen (siehe Abbildung 3-4) enthüllt, dass fast 65% der Gebäude vor 1979 errichtet wurden und damit bevor die erste Wärmeschutzverordnung mit ihren Anforderungen an die Wärmedämmung in Kraft trat.



**Abbildung 3-4: Gebäudeverteilung nach Baualtersklassen im Projektgebiet**

Insbesondere Gebäude, die zwischen 1949 und 1978 erbaut wurden, stellen mit ca. 45% den größten Anteil am Gebäudebestand dar und bieten somit das umfangreichste Sanierungspotenzial. Altbauten, die vor 1919 errichtet wurden, zeigen, sofern sie bislang wenig oder nicht saniert wurden, den höchsten spezifischen Wärmebedarf. Diese Gebäude sind wegen ihrer oft robusten Bauweise interessant für eine Sanierung, allerdings können denkmalschutzrechtliche Auflagen Einschränkungen mit sich bringen. Um das Sanierungspotenzial jedes Gebäudes vollständig ausschöpfen zu können, sind gezielte Energieberatungen und angepasste Sanierungskonzepte erforderlich.

Abbildung 3-5 zeigt eine räumliche Analyse der Baualtersklassen im gesamten Projektgebiet.

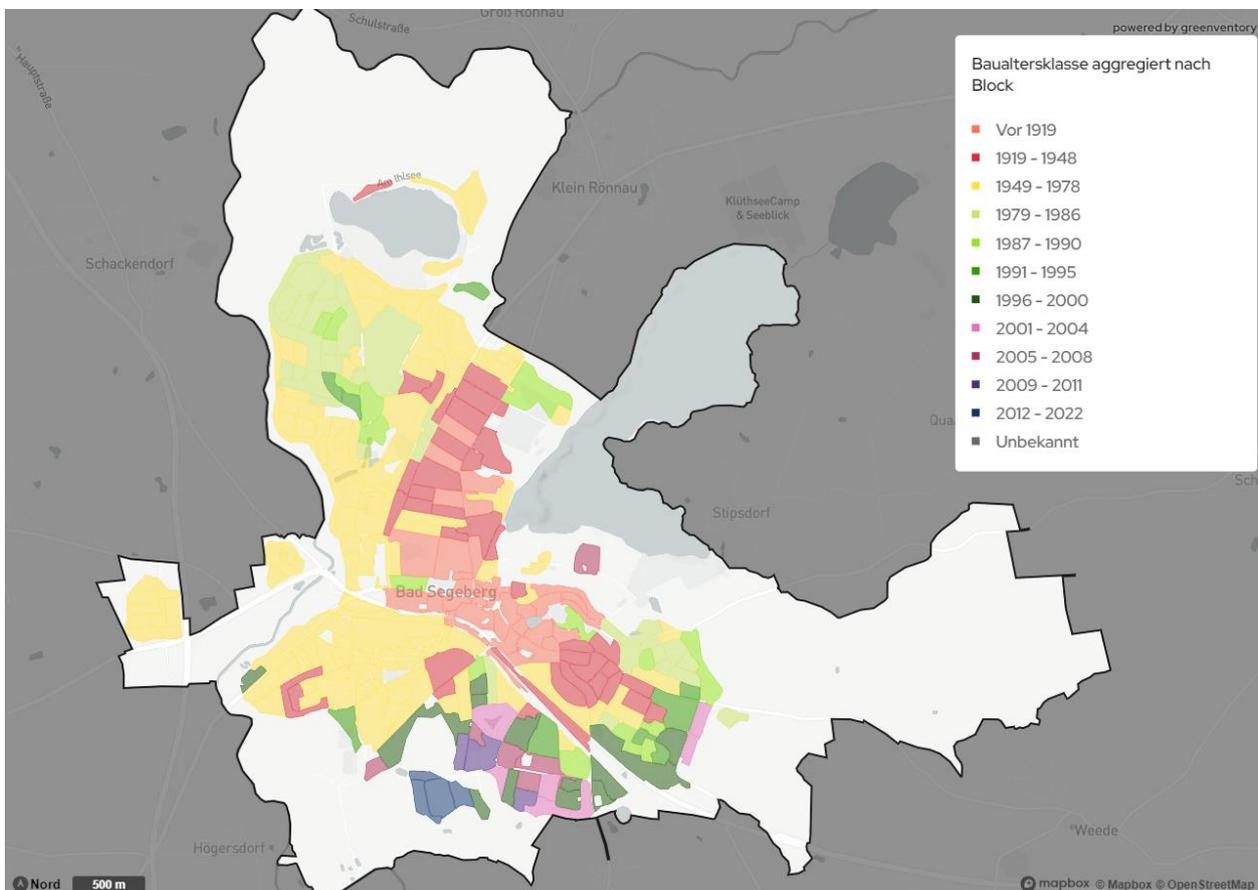


Abbildung 3-5: Verteilung der Baualtersklassen für Gebäude

Es wird deutlich, dass Gebäude, die vor 1948 erbaut wurden, hauptsächlich im Zentrum von Bad Segeberg angesiedelt sind, während jüngere Bauten eher an den Außengrenzen der Stadt sowie an den angrenzenden Gebieten der Ortsteile errichtet wurden. Die Identifizierung von Sanierungsgebieten erweist sich insbesondere in den Bereichen mit älteren Gebäuden als besonders relevant. Zudem spielt die Verteilung der Gebäudealtersklassen eine entscheidende Rolle bei der Planung von Wärmenetzen. Dies ist vor allem in den dicht bebauten Ortskernen von Bedeutung, wo sowohl die Aufstellflächen für Wärmepumpen begrenzt sind als auch die Möglichkeiten für energetische Sanierungen durch strukturelle Gegebenheiten eingeschränkt sein können.

Anhand des Baujahres, des Verbrauchs und der Grundfläche wird eine überschlägige Einteilung der Gebäude in die GEG-Energieeffizienzklassen vorgenommen, um den Sanierungsstand abzuschätzen. Der Großteil der Gebäude befindet sich im Mittelfeld der Energieeffizienz (siehe Abbildung 3-6). Von den Gebäuden, denen ein leitungsgebundener (vgl. Kapitel 3.5) Wärmebedarf zugeordnet werden konnte, sind mehr als 20% den Effizienzklassen G und H zuzuordnen, was unsanierten oder nur sehr wenig sanierten Altbauten entspricht. 12,3 % der Gebäude sind Effizienzklasse F zuzuordnen und entsprechen überwiegend Altbauten, die nach den Richtlinien der Energieeinsparverordnung (EnEV) modernisiert wurden. Durch weitere energetische Sanierungen kann der Anteil der Gebäude in den unteren Effizienzklassen zugunsten der mittleren Effizienzklassen reduziert werden.

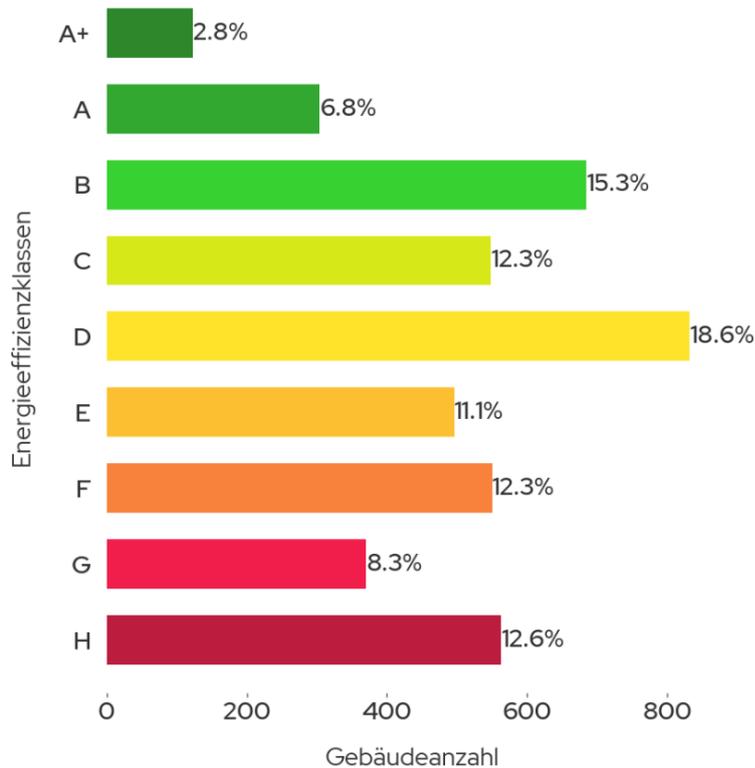
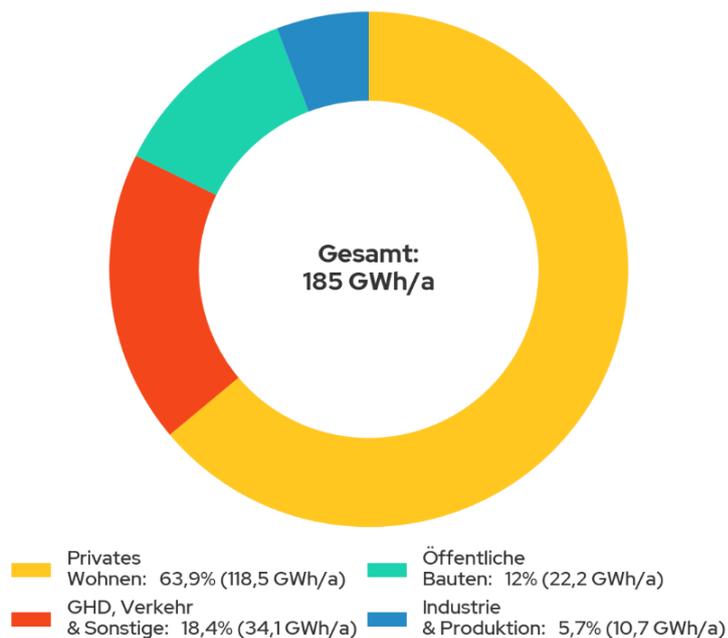


Abbildung 3-6: Gebäudeverteilung nach GEG-Effizienzklassen (Verbrauchswerte)

### 3.5 WÄRMEBEDARFE

Die Bestimmung des Wärmebedarfs erfolgte für die leitungsgebundenen Heizsysteme (Gas, Wärmenetz, Strom für Wärmepumpen und Nachtspeicherheizungen) über die gemessenen Verbrauchsdaten (Endenergieverbräuche). Mit den Wirkungsgraden der verschiedenen Heiztechnologien konnte so der Wärmebedarf (Nutzenergie) ermittelt werden. Bei nicht-leitungsgebundenen Heizsystemen (Öl, Holz, Kohle) und bei beheizten Gebäuden mit fehlenden Informationen zum verwendeten Heizsystem wurde der Wärmebedarf auf Basis der beheizten Fläche, des Gebäudetyps und weiteren gebäudespezifischen Daten berechnet. Für die Gebäude mit nicht-leitungsgebundenen Heizsystemen konnte unter Verwendung der entsprechenden Wirkungsgrade auf die Endenergieverbräuche geschlossen werden, der Anteil dieser Gebäude liegt bei ca. 79% (vgl. Abbildung 3-10)



**Abbildung 3-7: Wärmebedarf nach Sektor**

Aktuell beträgt der Wärmebedarf in Bad Segeberg 185 GWh jährlich (siehe Abbildung 3-7). Mit fast 64 % ist der Wohnsektor anteilig am stärksten vertreten, während auf die Industrie 5,7 % des Gesamtwärmebedarfs entfällt. Auf den Gewerbe-, Handel- und Dienstleistungssektor (GHD) entfällt ein Anteil von 18,4 % des Wärmebedarfs und auf die öffentlich genutzten Gebäude, die ebenfalls kommunale Liegenschaften beinhalten, entfallen 12 %.

Vergleicht man Abbildung 3-3 und Abbildung 3-7 wird deutlich, dass, obwohl nur ein geringer Anteil der Gebäude den öffentlichen Gebäuden zugeordnet wird (1,7 % der Gebäude), diese Gebäude zu 12 % des Nutzenergiebedarfes ausmachen. Dies verdeutlicht, dass gerade auch die öffentlichen Gebäude ein wichtiger Faktor zur Realisierung der Wärmewende im Projektgebiet sind.

Die räumliche Verteilung der spezifischen Wärmebedarfsdichten auf Baublockebene ist in Abbildung 3-8 dargestellt.

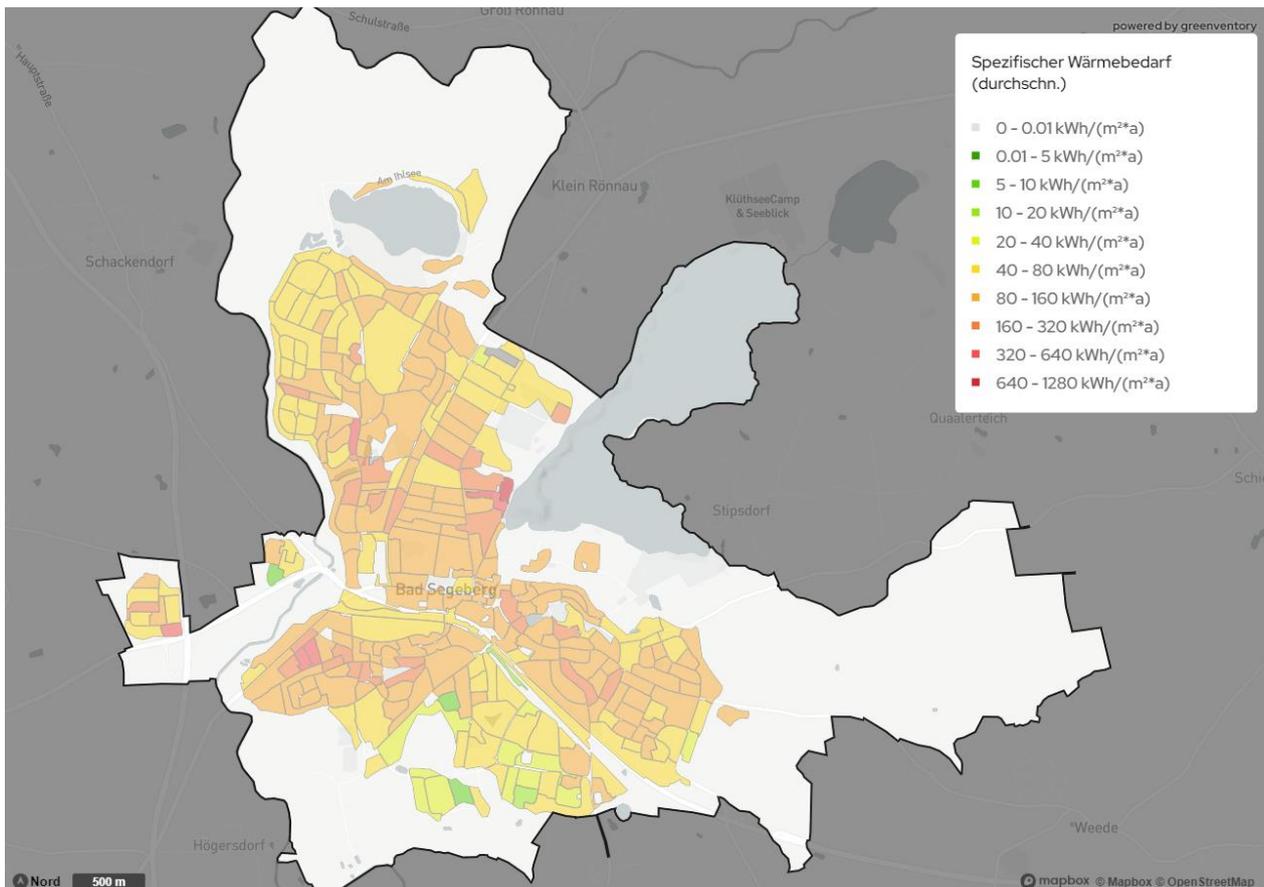


Abbildung 3-8: Verteilung der Wärmebedarfe je Baublock

### 3.6 ANALYSE DER DEZENTRALEN WÄRMEERZEUGER

Als Datengrundlage dienen die elektronischen Kehrbücher der Bezirksschornsteinfeger, die Informationen zum verwendeten Brennstoff sowie zur Art und zum Alter der jeweiligen Feuerungsanlage enthielten. Insgesamt können aus den Kehrbüchern Daten zu 6.140 Heizsystemen entnommen werden. Diese Zahl der Heizsysteme ist größer als die Anzahl der Gebäude, da einige Gebäude über mehrere Heizsysteme verfügen, wie z.B. über eine Gas-Zentralheizung und einen Kamin-Holzofen. Die Informationen aus den Kehrbüchern sind durch Verbrauchs- und Netzdaten von der EWSN ergänzt worden. Durch Wärmepumpen versorgte Objekte werden über Angaben zu Heizstromverbrauchswerten erfasst. Wärmenetzanschlüsse und -verbrauchswerte einzelner Gebäude wurden über die jeweiligen Netzbetreiber abgefragt.

Um in Zukunft Treibhausgasneutralität im Wärmesektor gewährleisten zu können, müssen alle fossil betriebenen Heizsysteme ersetzt werden.

Die Untersuchung des Alters der derzeit eingebauten Heizsysteme liefert wichtige Anhaltspunkte für eine gezielte Priorisierung beim Austausch dieser Systeme. Eine Auswertung der Altersstruktur dieser Systeme auf Gebäudeebene (vgl. Abbildung 3-9) offenbart einen signifikanten Anteil veralteter beziehungsweise stark veralteter Heizanlagen, unter der Annahme einer technisch begründeten Nutzungsdauer von 20 Jahren. Diese Annahme führt zu einer klaren Erkenntnis hinsichtlich des dringenden Handlungsbedarfs:

- 30,1 % aller Heizsysteme überschreiten bereits die Altersgrenze von 20 Jahren.

- Bei 12,1 % der Anlagen ist sogar die 30-Jahre-Marke überschritten, was insbesondere vor dem Hintergrund des § 72 GEG relevant ist.

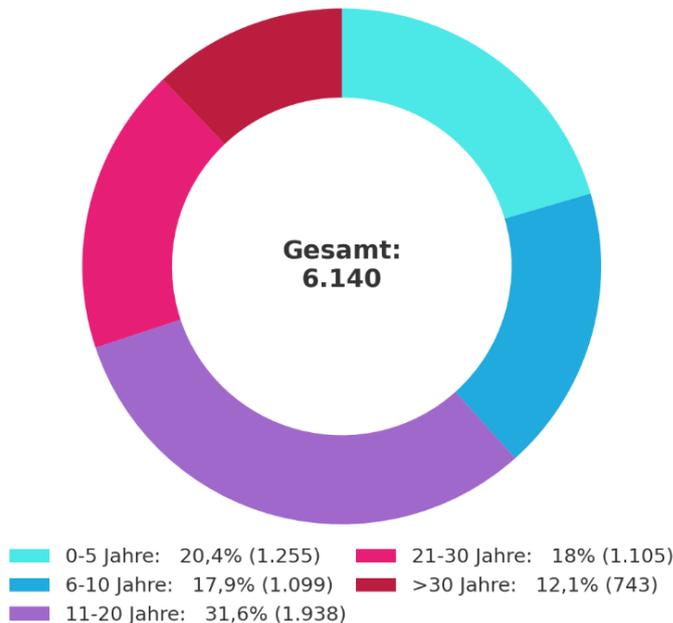


Abbildung 3-9: Anzahl der bekannten Heizsysteme nach Alter

Gemäß § 72 GEG sollten Heizkessel, die flüssigen oder gasförmigen Brennstoff verbrauchen und vor dem 1. Januar 1991 aufgestellt wurden, nicht mehr betrieben werden. Das Gleiche gilt für später in Betrieb genommene Heizkessel, sobald diese 30 Jahre in Betrieb waren. Ausnahmen gelten für Niedertemperatur-Heizkessel und Brennwertkessel, Heizungen mit einer Leistung unter 4 Kilowatt oder über 400 Kilowatt sowie heizungstechnische Anlagen mit Gas-, Biomasse- oder Flüssigbrennstoffeuerung als Bestandteil einer Wärmepumpen-Hybridheizung, soweit diese nicht mit fossilen Brennstoffen betrieben werden. Ausgenommen sind ebenfalls Hauseigentümer in Ein- oder Zweifamilienhäusern, die ihr Gebäude zum 01.02.2002 bereits selbst bewohnt haben. Heizkessel mit fossilen Brennstoffen dürfen jedoch längstens bis zum Ablauf des 31.12.2044 betrieben werden (GEG, 2024).

Es ist somit ersichtlich, dass in den kommenden Jahren ein erheblicher Handlungsdruck auf Immobilienbesitzer zukommt. Dies betrifft v. a. die Punkte eines Systemaustauschs gemäß § 72 GEG. Für die Heizsysteme, die eine Betriebsdauer von mehr als 30 Jahren aufweisen, muss demnach geprüft werden, ob eine Verpflichtung zum Austausch des Heizsystems besteht. Zudem sollte eine technische Modernisierung der Heizsysteme mit einer Betriebsdauer zwischen 20 und 30 Jahren erfolgen oder es wird zumindest eine technische Überprüfung empfohlen. Diese sollte um die Komponente einer ganzheitlichen Energieberatung ergänzt werden.

### 3.7 EINGESETZTE ENERGIETRÄGER

Für die Bereitstellung der Wärme in den Gebäuden werden 220 GWh Endenergie pro Jahr benötigt. Die Zusammensetzung der Energiebereitstellung verdeutlicht die Dominanz fossiler Brennstoffe im aktuellen Energiemix (siehe Abbildung 3-10). Erdgas trägt mit 165 GWh/a (75 %) maßgeblich zur Wärmeerzeugung bei, gefolgt von Heizöl mit 41,2 GWh/a (18,7 %). Zusätzlich werden bereits ca. 3 % des Endenergiebedarfs durch Nah- oder Fernwärme gedeckt. Biomasse trägt mit 5,9 GWh/a (ca. 2,7 %) zum erneuerbaren Anteil der Wärmeversorgung bei. Ein weiterer Anteil von 1,3 GWh/a (0,6 %) des Endenergiebedarfs wird durch Strom gedeckt, der in

Wärmepumpen und Direktheizungen genutzt wird. Die aktuelle Zusammensetzung der Energieträger verdeutlicht die Dimension der Herausforderungen auf dem Weg zur Dekarbonisierung. Die Verringerung der fossilen Abhängigkeit erfordert technische Innovationen, verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien, den Bau von Wärmenetzen und die Integration verschiedener Technologien in bestehende Systeme. Eine zielgerichtete, technische Strategie ist unerlässlich, um die Wärmeversorgung zukunftssicher und treibhausgasneutral zu gestalten.

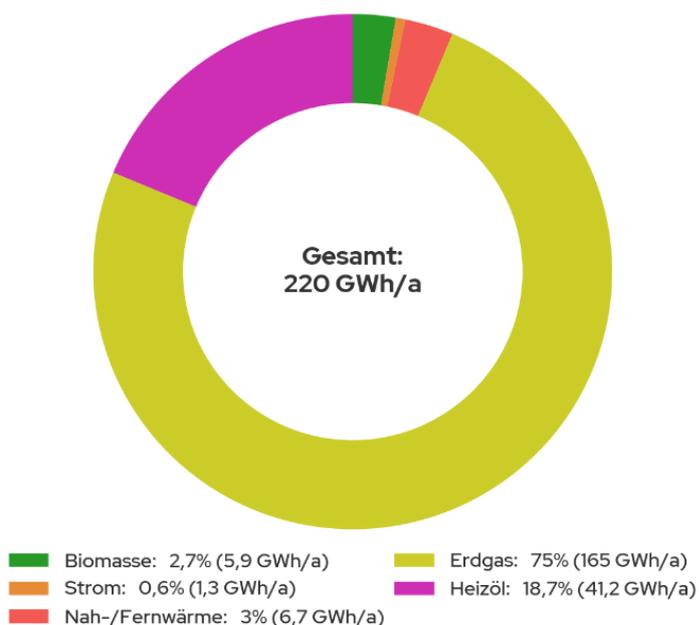


Abbildung 3-10: Energiebedarf nach Energieträger

Bei einem Vergleich der Zahlen in Abbildung 3-7 und Abbildung 3-10 fällt auf, dass diese Zahlen nicht übereinstimmen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass in der Umrechnung von Energieträger auf Wärmebedarf ein Wirkungsgrad der Heizung berücksichtigt werden muss. Dieser fällt bei nahezu allen Energieträgern an. Bei der Fernwärme ist dieser zu vernachlässigen, bei Strom ist es Abhängig davon, in welcher Form mit Strom geheizt wird. Bei einer Wärmepumpe wird weniger Strom benötigt, als Wärme erzeugt wird, bei einer Stromdirektheizung ist kein Wirkungsgrad vorhanden.

### 3.8 GASINFRASTRUKTUR

Im Projektgebiet ist die Gasinfrastruktur im Projektgebiet flächendeckend etabliert (siehe Abbildung 3-11).

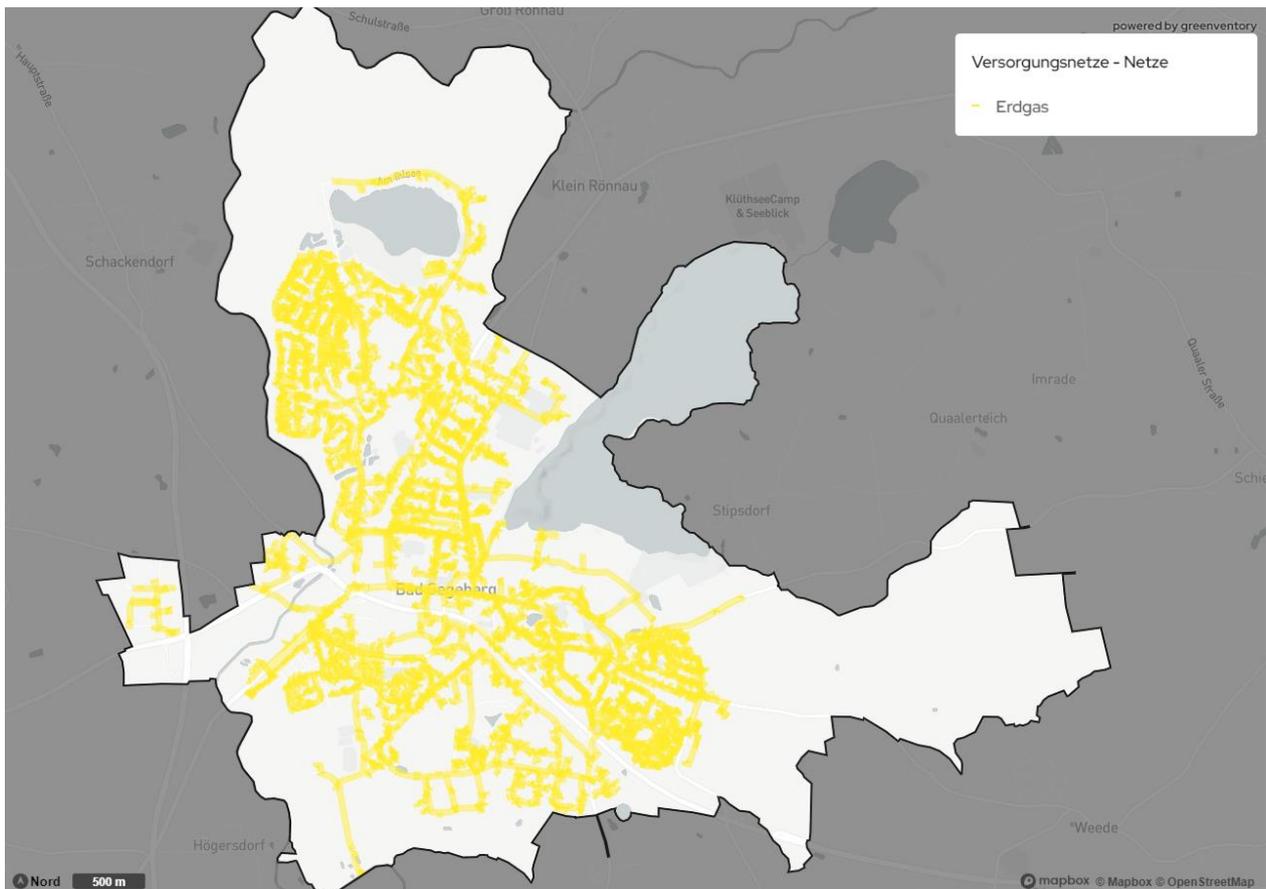


Abbildung 3-11: Gasnetzinfrastruktur im Projektgebiet

### 3.9 WÄRMENETZ

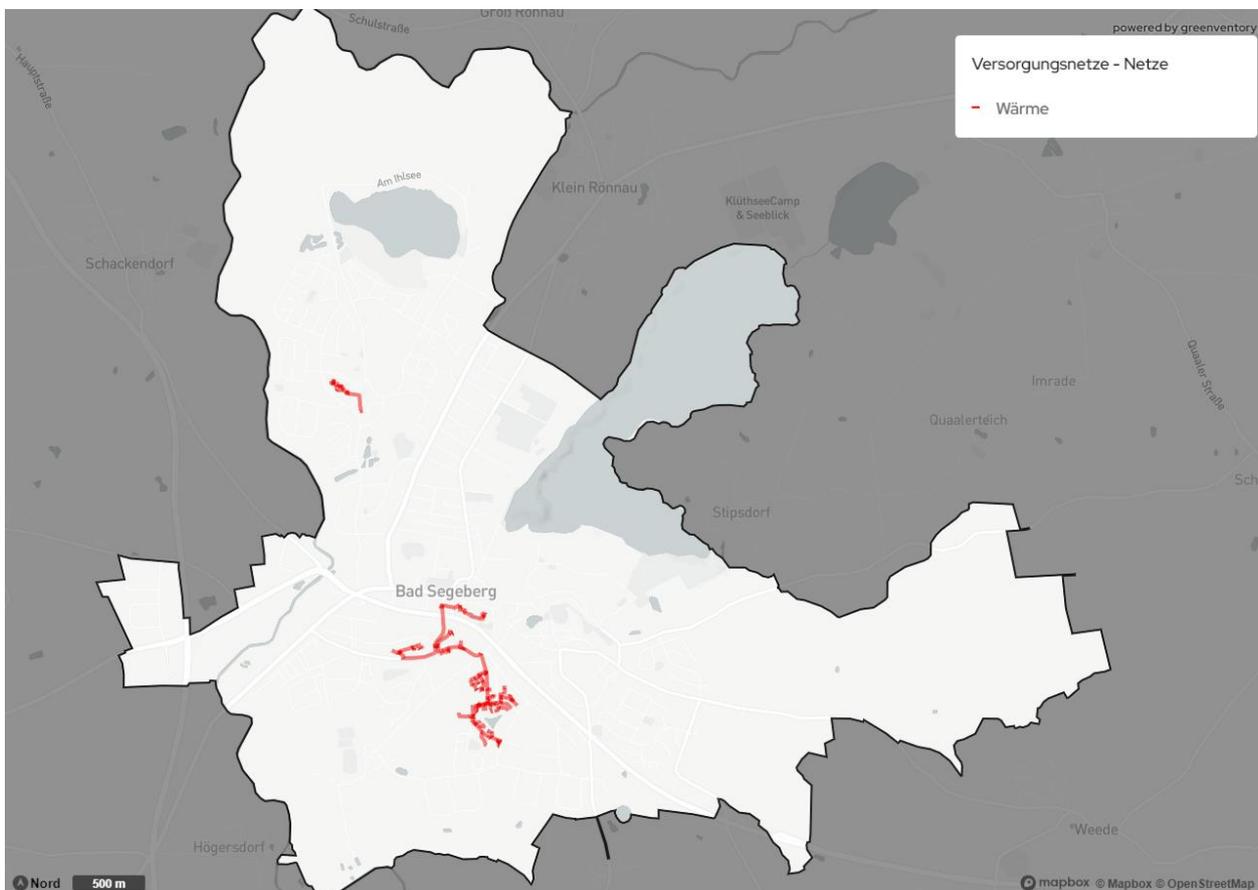
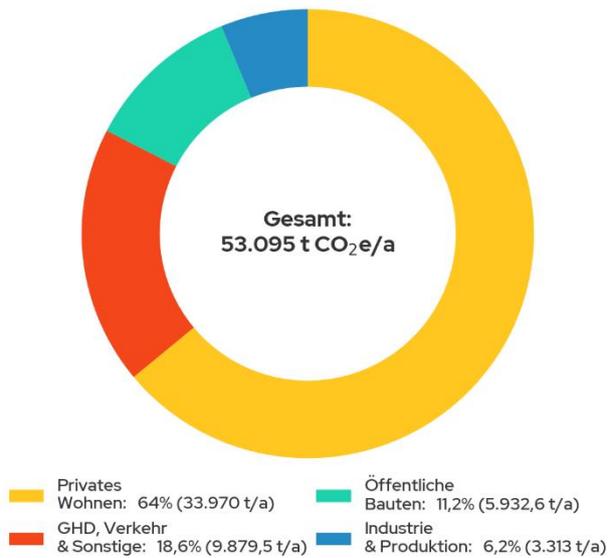


Abbildung 3-12: Wärmenetzinfrastruktur im Projektgebiet

Aktuell bestehen zwei Wärmenetze in Bad Segeberg, welche bereits einen erheblichen Anteil der Gebäude im südlichen Teil der Stadt (147 Gebäude), und einen kleinen Teil im Norden (12 Gebäude) versorgen. Dies entspricht etwa 3% der Gebäude. Die Netze werden beide über BHKW in Kombination mit Spitzenlast-Erdgaskesseln versorgt. Beide Technologien greifen auf den Energieträger Erdgas zurück. Das Netz im Süden (Efeustraße) bezieht hauptsächlich die Energie aus Bioerdgas und Biogas-Wärme. Der Betreiber der Netze ist die HanseWerk Natur.

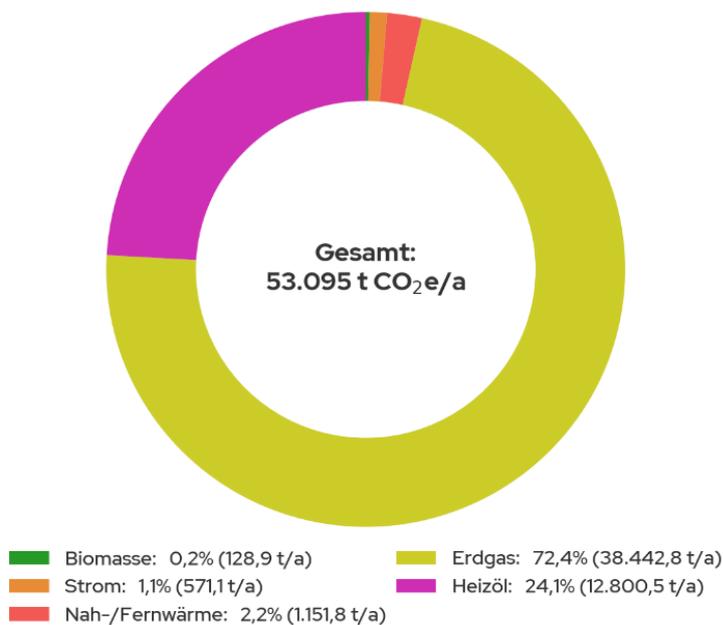
### 3.10 TREIBHAUSGASEMISSIONEN DER WÄRMEERZEUGUNG

In Bad Segeberg beträgt aktuell die gesamten Treibhausgasemissionen im Wärmebereich 53.095 Tonnen pro Jahr. Sie entfallen zu 64 % auf den Wohnsektor, zu 18,6 % auf den Gewerbe-Handels und Dienstleistungssektor (GHD), zu 6,2 % auf die Industrie und zu 11,2 % auf öffentlich genutzte Gebäude (siehe Abbildung 3-13). Damit sind die Anteile der Sektoren an den Treibhausgasemissionen in etwa proportional zu deren Anteilen am Wärmebedarf (siehe Abbildung 3-7). Jeder Sektor emittiert also pro verbrauchter Gigawattstunde Wärme ähnlich viel Treibhausgas, wodurch eine Priorisierung einzelner Sektoren auf Basis der spezifischen Emissionen nicht erfolgen muss.



**Abbildung 3-13: Treibhausgasemissionen nach Sektoren im Projektgebiet**

Erdgas ist mit 72,4 % der Hauptverursacher der Treibhausgasemissionen, gefolgt von Heizöl mit 24,1 %. Damit verursachen die beiden fossilen Wärmeerzeuger 96,5 % der Emissionen im Wärmesektor im Projektgebiet. Der Anteil von Nah- und Fernwärme mit 2,2% sowie von Strom ist mit 1,1 % deutlich geringer. Biomasse (0,2 %) macht nur einen Bruchteil der Treibhausgas-Emissionen aus (siehe Abbildung 3-14). An diesen Zahlen wird deutlich, dass der Schlüssel für die Reduktion der Treibhausgase in der Abkehr von Erdgas und Erdöl liegt, aber eben auch in der erneuerbaren Stromerzeugung, zumal dem Strom durch die vorherzusehende starke Zunahme von Wärmepumpen zukünftig eine zentrale Rolle zufallen wird.



**Abbildung 3-14: Treibhausgasemissionen nach Energieträger im Projektgebiet**

Eine örtliche Verteilung der aggregierten Treibhausgasemissionen auf Baublockebene ist in Abbildung 3-15 dargestellt. Eine Reduktion der Wärmebezogenen-Treibhausgasemissionen bedeutet i.d.R. auch eine Verbesserung der Luftqualität, da diese auf Verbrennungsprozesse zurückzuführen sind, die neben CO<sub>2</sub> auch weitere Schadstoffe emittieren. Dies bringt besonders in den Wohnvierteln eine erhöhte Lebensqualität mit sich. Eine Ausnahme besteht in der Umstellung des Energieträgers auf feste Biomasse. Durch die Nutzung von Biomasse werden die Treibhausgase nennenswert reduziert. Gleichzeitig führt die Verbrennung von Biomasse zu höheren Emissionen an Luftschadstoffen wie Feinstaub, Kohlenmonoxid und Schwermetallen, als dies bei der Verbrennung von Heizöl oder Erdgas der Fall ist.

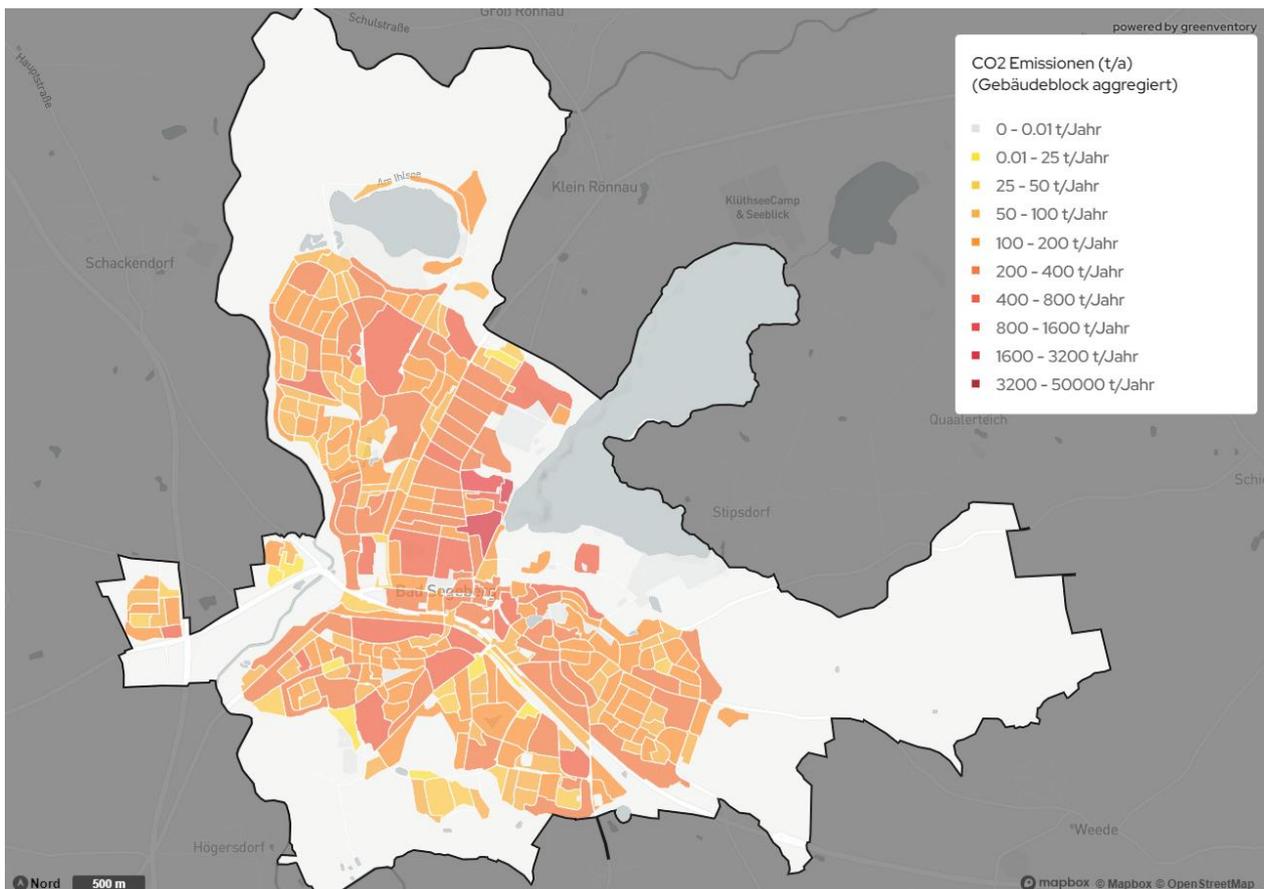


Abbildung 3-15: Verteilung der Treibhausgasemissionen im Projektgebiet

Die verwendeten Emissionsfaktoren sind in Tabelle 3-1 gelistet. Bei der Betrachtung der Emissionsfaktoren wird der Einfluss der Brennstoffe bzw. Energiequellen auf den Treibhausgasausstoß deutlich. Zudem spiegelt sich die erwartete Dekarbonisierung des Stromsektors in den Emissionsfaktoren wider. Dieser entwickelt sich für den deutschen Strommix von heute 0,485 tCO<sub>2</sub>/MWh auf zukünftig 0,032 tCO<sub>2</sub>/MWh (vgl. KEA-BW, 2024) – ein Effekt, der elektrische Heizsysteme wie Wärmepumpen zukünftig weiter begünstigen dürfte. Der zukünftige stark reduzierte Emissionsfaktor des Strommixes spiegelt die erwartete Entwicklung einer fast vollständigen Dekarbonisierung des Stromsektors wider.

Tabelle 3-1: Emissionsfaktoren nach Energieträger (KEA-BW, 2024)

| ENERGIETRÄGER     | EMISSIONSFAKTOREN (tCO <sub>2</sub> /MWh) |       |       |
|-------------------|---|-------|-------|
|                   | 2021                                      | 2030  | 2040  |
| STROM             | 0,485                                     | 0,270 | 0,032 |
| HEIZÖL            | 0,311                                     | 0,311 | 0,311 |
| ERDGAS            | 0,233                                     | 0,233 | 0,233 |
| STEINKOHLE        | 0,431                                     | 0,431 | 0,431 |
| BIOGAS/ BIOMETHAN | 0,090                                     | 0,086 | 0,081 |
| BIOMASSE (HOLZ)   | 0,022                                     | 0,022 | 0,022 |
| SOLARTHERMIE      | 0,013                                     | 0,013 | 0,013 |

### 3.11 ZUSAMMENFASSUNG BESTANDSANALYSE

Die Bestandsanalyse verdeutlicht die zentrale Rolle fossiler Energieträger in der aktuellen Wärmeversorgungsstruktur, mit einem signifikanten Anteil im Wohnsektor, der sowohl die Mehrheit der Emissionen als auch der Gebäudeanzahl ausmacht. Erdgas ist der vorherrschende Energieträger in den Heizsystemen, während der Anteil an Fernwärme bisher noch klein ist.

Ein ausgeprägtes Engagement und erste Erfahrungen mit der Implementierung von Fern- und Nahwärmenetzen in Bad Segeberg deuten auf ein solides Fundament für die Gestaltung der Wärmewende hin. Dieses Engagement ist essenziell für die Realisierung einer nachhaltigen, effizienten und letztendlich treibhausgasneutralen Wärmeversorgung. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Bestandsanalyse nicht nur die Notwendigkeit für einen systematischen und technisch fundierten Ansatz zur Modernisierung der Wärmeinfrastruktur aufzeigt, sondern auch konkrete Ansatzpunkte und Chancen für die zukünftige Gestaltung der Wärmeversorgung bietet. Die Umstellung auf erneuerbare Energieträger und die Sanierung bzw. der Austausch veralteter Heizsysteme sind dabei zentrale Maßnahmen, die unterstützt durch das Engagement der Kommunen und die Nutzung bestehender Erfahrungen mit Wärmenetzen, eine effektive Reduktion der Treibhausgasemissionen und eine nachhaltige Verbesserung der Wärmeversorgung ermöglichen.

Einen zentralen Transformationspartner insbesondere beim Aufbau einer leitungsgebundenen Wärmeversorgung mithilfe von Wärmenetzen könnten regionale Energieversorger gemeinsam mit weiteren lokalen Akteuren darstellen. Daher wurden die Eignungsgebiete zusammen mit den lokalen Energieversorgungsunternehmen und der Stadtverwaltung erarbeitet.

## 4 PROGNOSE - ENTWICKLUNG DES ZUKÜNFTIGES WÄRMEBEDARFS

Eine Reduktion des Wärmebedarfs ist eine zentrale Komponente zum Gelingen der Wärmewende. In der Prognose wurde für Wohngebäude eine Sanierungsrate von 2 % pro Jahr angenommen (dena, 2024). Die Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs erfolgt unter Nutzung von repräsentativen Typgebäuden. Diese basieren auf der Gebäudetypologien nach TABULA (IWU, 2023). Für Nichtwohngebäude wird eine Reduktion des Wärmebedarfs anhand von Reduktionsfaktoren berechnet. Es werden folgende Einsparungen des Wärmebedarfs (gem. IWU, 2023) bis 2050 angenommen:

|                                    | EINSPARUNGEN BIS 2040 | EINSPARUNGEN BIS 2050 |
|------------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| GEWERBE, HANDEL & DIENSTLEISTUNGEN | 23%                   | 37%                   |
| INDUSTRIE                          | 18%                   | 29%                   |
| KOMMUNALE LIEGENSCHAFTEN           | 20%                   | 33%                   |

Diese Reduktionsfaktoren werden linear auf das Jahr 2040 angepasst, damit diese in der hier vorliegenden Wärmeplanung verwendet werden können.

In der Neuerung des GEG, die ab dem 01.01.2024 in Kraft getreten ist, müssen Heizsysteme, die in Kommunen mit mindestens 10.000 bis maximal 100.000 Einwohnern nach dem 30.06.2028 neu eingebaut werden, zukünftig mit mindestens 65 % erneuerbaren Energien betrieben werden. In Kommunen mit mehr als 100.000 Einwohnern gilt bereits der 30.06.2026 als Frist. Wird in der Kommune auf Grundlage eines erstellten Wärmeplans nach § 26 WPG ein Gebiet zum Neu- oder Ausbau von Wärme- oder Wasserstoffnetzen in Form einer gesonderten Satzung ausgewiesen, gilt die 65 %-Regelung des GEG in diesem Gebiet entsprechend früher.

Die Simulation der Sanierung erfolgt jahresscharf und gebäudespezifisch. Jedes Jahr werden in der Simulation die 2 % der Gebäude mit dem schlechtesten Sanierungszustand saniert. Abbildung 4-1 zeigt den Effekt der Sanierung auf den zukünftigen Wärmebedarf. Für das Zwischenjahr 2030 ergibt sich ein Wärmebedarf von 149 GWh, was einer Minderung um 19,5 % entspricht. Für das Zieljahr 2040 reduziert sich der Wärmebedarf durch fortschreitende Sanierungen weiter, sodass der jährliche Wärmebedarf noch 124 GWh beträgt, was einer Minderung um 33 % gegenüber dem Basisjahr entspricht. Es wird deutlich, dass durch Sanierung der Gebäude mit höchstem Sanierungspotential (Baualtersklasse: 1949-1978) bis 2030, bereits 40 % des gesamten Reduktionspotentials von 90 GWh/a (bei energetischer Sanierung aller Gebäude) erschließbar sind. Bis 2040 würden weitere 27,8 % des Reduktionspotentials realisiert. Das heißt durch eine Sanierung von ca. 30 % der Gebäude in Bad Segeberg über die nächsten 15 Jahren können ca. 67,8 % des möglichen Einsparpotenzials erreicht werden. Die verbleibenden 32,2 % sind über die 70 % der Gebäude in besserem energetischem Zustand verteilt, weshalb es in den nächsten Jahrzehnten voraussichtlich nicht gelingen wird, den Wärmebedarf auf unter 120 GWh/a zu reduzieren.

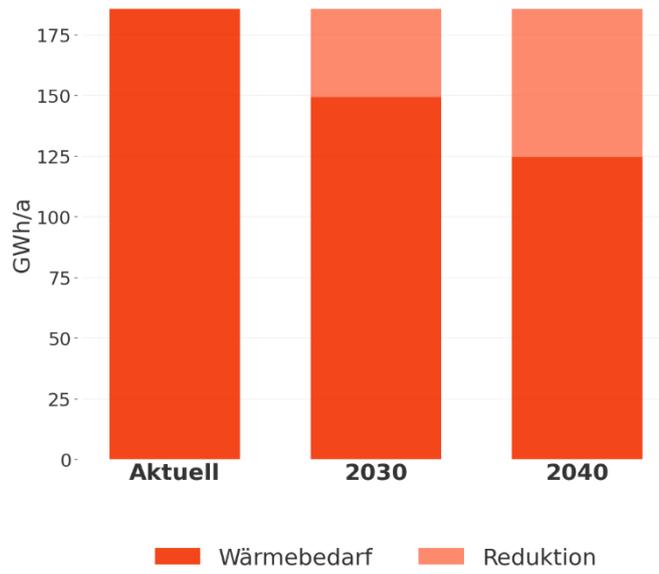


Abbildung 4-1: Wärmebedarf und Wärmebedarfsreduktion im Ziel- und Zwischenjahr

## 5 POTENTIALANALYSE

Zur Identifizierung der technischen Potenziale wird eine umfassende Flächenanalyse durchgeführt, bei der sowohl übergeordnete Ausschlusskriterien als auch Eignungskriterien berücksichtigt werden. Diese Methode ermöglicht für das gesamte Projektgebiet eine robuste, quantitative und räumlich spezifische Bewertung aller relevanten erneuerbaren Energieressourcen. Die endgültige Nutzbarkeit der erhobenen technischen Potenziale hängt von weiteren Faktoren, wie der Wirtschaftlichkeit, Eigentumsverhältnissen und eventuellen zusätzlich zu beachtenden spezifischen Restriktionen ab, welche Teil von weiterführenden Untersuchungen sind.



Abbildung 5-1: Vorgehen bei der Ermittlung von erneuerbaren Potentialen

### 5.1 ERFASSTE POTENTIALE

Die Potenzialanalyse fokussiert sich auf die technischen Möglichkeiten zur Erschließung erneuerbarer Wärmequellen im Untersuchungsgebiet. Sie basiert auf umfassenden Datensätzen aus öffentlichen Quellen und führt zu einer räumlichen Eingrenzung und Quantifizierung der identifizierten Potenziale. Neben der Bewertung erneuerbarer Wärmequellen wird ebenfalls das Potenzial für die Erzeugung regenerativen Stroms evaluiert. Im Einzelnen werden folgende Energiepotenziale berücksichtigt und sofern vorhanden erfasst:

- Biomasse: Erschließbare Energie aus organischem Material: Restholz aus Forstwirtschaft, Abwärme aus bestehenden Biogasanlagen.
- Windkraft: Stromerzeugungspotenzial aus Windenergie. Neben den vorhandenen Anlagen wurden konkret geplante Projekte einbezogen
- Solarthermie (Freifläche & Aufdach): Nutzbare Wärmeenergie aus Sonnenstrahlung
- Photovoltaik (Freifläche & Aufdach): Stromerzeugung durch Sonneneinstrahlung, für die Freiflächenanlagen wurde eine vorhandene räumliche Planung des Umweltbüros verwendet
- Oberflächennahe Geothermie: Nutzung des Wärmepotenzials der oberen Erdschichten
- Luftwärmepumpe: Nutzung der Umweltwärme der Umgebungsluft
- Gewässerwärmepumpe (Flüsse und Seen): Nutzung der Umweltwärme der Gewässer
- Abwärme aus Klärwerken: Nutzbare Restwärme aus Abwasserbehandlungsanlagen

Diese Erfassung ist eine Basis für die Planung und Priorisierung zukünftiger Maßnahmen zur Energiegewinnung und -versorgung.



Abbildung 5-2: Vorgehen und Datenquellen der Potentialanalyse

## 5.2 METHODE: INDIKATORENMODELL

Als Basis für die Potenzialanalyse wird eine stufenweise Eingrenzung der Potenziale vorgenommen. Hierfür kommt ein Indikatorenmodell zum Einsatz. In diesem werden alle Flächen im Projektgebiet analysiert und mit spezifischen Indikatoren (z. B. Windgeschwindigkeit oder solare Einstrahlung) versehen und bewertet. Die Schritte zur Erhebung des Potenzials sind folgende:

1. Erfassung von strukturellen Merkmalen aller Flächen des Untersuchungsgebietes.
2. Eingrenzung der Flächen anhand harter und weicher Restriktionskriterien sowie weiterer technologiespezifischer Einschränkungen (beispielsweise Mindestgrößen von Flächen für PV-Freiflächen).
3. Berechnung des jährlichen energetischen Potenzials der jeweiligen Fläche oder Energiequelle auf Basis aktuell verfügbarer Technologien.

In Tabelle 5-1 ist eine Auswahl der wichtigsten für die Analyse herangezogenen Flächenkriterien aufgeführt.

Tabelle 5-1: Potentiale und Auswahl der wichtigsten berücksichtigten Kriterien

| POTENTIAL                              | WICHTIGSTE KRITERIEN (AUSWAHL)  |
|--|---|
| ELEKTRISCHE POTENTIALE                 |   |
| <b>WINDKRAFT</b>                       | Abstand zu Siedlungsflächen, Flächeneignung, Infrastruktur, Naturschutz, Flächengüte  |
| <b>PV FREIFLÄCHEN</b>                  | Siedlungsflächen, Flächeneignung, Infrastruktur, Naturschutz, Flächengüte   |
| <b>PV DACHFLÄCHEN</b>                  | Dachflächen, Mindestgrößen, Gebäudetyp, techno-ökonomische Anlagenparameter   |
| THERMISCHE POTENTIALE                  |   |
| <b>ABWÄRME AUS KLÄRWERKEN</b>          | Klärwerk-Standorte, Anzahl versorgter Haushalte, techno-ökonomische Anlagenparameter  |
| <b>INDUSTRIELLE ABWÄRME</b>            | Wärmemengen, Temperaturniveau, zeitliche Verfügbarkeit  |
| <b>BIOMASSE</b>                        | Landnutzung, Naturschutz, Hektarerträge von Energiepflanzen, Heizwerte, techno-ökonomische Anlagenparameter                         |
| <b>SOLARTHERMIE FREIFLÄCHEN</b>        | Siedlungsflächen, Flächeneignung, Infrastruktur, Naturschutz, Flächengüte, Nähe zu Wärmeverbrauchern                                |
| <b>SOLARTHERMIE DACHFLÄCHEN</b>        | Dachflächen, Mindestgrößen, Gebäudetyp, techno-ökonomische Anlagenparameter   |
| <b>OBERFLÄCHENNAHE GEOTHERMIE</b>      | Siedlungsflächen, Flächeneignung, Infrastruktur, Naturschutz, Wasserschutzgebiete, Nähe zu Wärmeverbrauchern                        |
| <b>LUFTWÄRMEPUMPE</b>                  | Gebäudeflächen, Gebäudealter, techno-ökonomische Anlagenparameter, gesetzliche Vorgaben zu Abständen                                |
| <b>GROßWÄRMEPUMPEN FLÜSSE UND SEEN</b> | Landnutzung, Naturschutz, Temperatur- und Abflussdaten der Gewässer, Nähe zu Wärmeverbrauchern, techno-ökonomische Anlagenparameter |

Diese Kriterien erfüllen die gesetzlichen Richtlinien nach Bundes- und Landesrecht, können jedoch keine raumplanerischen Abwägungen um konkurrierende Flächennutzung ersetzen. Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung zielt die Potenzialanalyse darauf ab, die Optionen für die Wärmeversorgung, insbesondere bezüglich der Fernwärme in den Eignungsgebieten, zu präzisieren und zu bewerten.

Neben der technischen Realisierbarkeit sind auch ökonomische und soziale Faktoren bei der späteren Entwicklung spezifischer Flächen zu berücksichtigen. Es ist zu beachten, dass die KWP nicht den Anspruch erhebt, eine detaillierte Potenzialstudie zu sein. Tatsächlich realisierbare Potentiale werden in nachgelagerten kommunalen Prozessen ermittelt.

### 5.3 POTENTIALE ZUR STROMERZEUGUNG

Die Analyse der Potentiale im Projektgebiet zeigt verschiedene Optionen für die lokale Erzeugung von erneuerbarem Strom (siehe Abbildung 5-3).

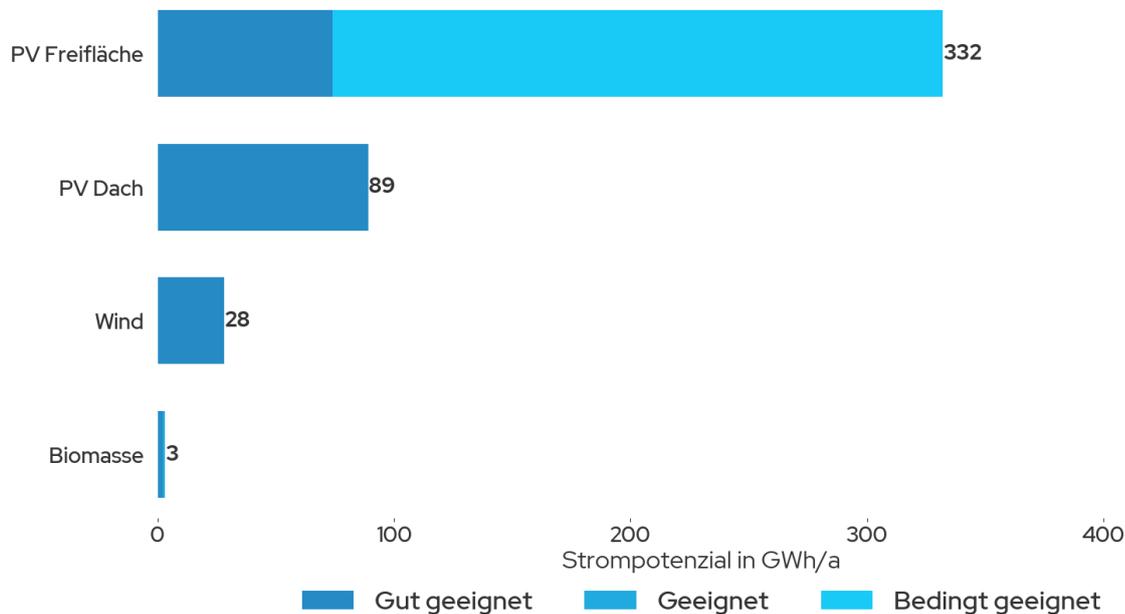


Abbildung 5-3: Erneuerbare Strompotentiale im Projektgebiet

Biomasse wird für Wärme oder Strom entweder direkt verbrannt oder zu Biogas vergoren. Für die Biomassennutzung geeignete Gebiete schließen Naturschutzgebiete aus und berücksichtigen landwirtschaftliche Flächen, Waldreste, und städtischen Biomüll. Die Potenzialberechnung basiert auf Durchschnittserträgen und der Einwohnerzahl für städtische Biomasse, wobei wirtschaftliche Faktoren wie die Nutzungseffizienz von Mais und die Verwertbarkeit von Gras und Stroh berücksichtigt werden. Es zeigt sich, dass die Nutzung von ausschließlich im Projektgebiet vorhandener Biomasse nur einen geringen Beitrag zur Stromerzeugung leisten könnte. Der Einsatz von Biomasse sollte daher eher für die Wärmeerzeugung genutzt werden.

Windkraftanlagen nutzen Wind zur Stromerzeugung und sind eine zentrale Form der Windenergienutzung. Potenzialflächen werden nach technischen und ökologischen Kriterien sowie Abstandsregelungen selektiert, wobei Gebiete mit mindestens 1.900 Volllaststunden als gut geeignet gelten. Die Potenzial- und Wirtschaftlichkeitsberechnung berücksichtigt lokale Windverhältnisse, Anlagentypen und erwartete Energieerträge, wobei Flächen unter 1.900 Volllaststunden ausgeschlossen werden. Mit 28 GWh/a bietet die Windkraft nur ein kleines Potenzial. Hier sind zusätzlich Aspekte der Akzeptanz sowie der Einfluss auf die lokale Flora und Fauna zu berücksichtigen, weshalb die Eignungsflächen stark eingegrenzt sind und die Analyse der Windflächen außerhalb der KWP erfolgen sollte.

Photovoltaik auf Freiflächen stellt mit 332 GWh/a das größte erneuerbare Potenzial dar, wobei Flächen als grundsätzlich geeignet ausgewiesen werden, die keinen Restriktionen unterliegen und die technischen Anforderungen erfüllen; besonders beachtet werden dabei Naturschutz, Hangneigungen, Überschwemmungsgebiete und gesetzliche Abstandsregeln. Bei der Potenzialberechnung werden Module optimal platziert und unter Berücksichtigung von Verschattung und Sonneneinstrahlung werden jährliche Volllaststunden und der Jahresenergieertrag pro Gebiet errechnet. Die wirtschaftliche Nutzbarkeit wird basierend auf Mindestvolllaststunden und dem Neigungswinkel des Geländes bewertet, um nur die rentabelsten Flächen einzubeziehen. Zudem sind Flächenkonflikte, beispielsweise mit landwirtschaftlichen Nutzflächen sowie die Netzanschlussmöglichkeiten abzuwägen. Ein großer Vorteil von PV-Freiflächen in Kombination mit großen Wärmepumpen ist, dass sich die Stromerzeugungsflächen

nicht in unmittelbarer Nähe zur Wärmenachfrage befinden müssen und so eine gewisse Flexibilität in der Flächenauswahl möglich ist. Soll der Strom ohne Durchleitung durch das Stromnetz unter Einsparung der Netzentgelte genutzt werden, gilt dies jedoch nur eingeschränkt, da Investitionen in eine Direktleitung höher ausfallen, je weiter Stromerzeugung und Stromnutzung auseinander liegen.

Das Potenzial für Photovoltaikanlagen auf Dachflächen fällt mit 89 GWh/a geringer aus als in der Freifläche, bietet jedoch den Vorteil, dass es ohne zusätzlichen Flächenbedarf oder Flächenkonflikte ausgeschöpft werden kann. In der aktuellen Analyse wird davon ausgegangen (siehe KEA-BW, 2024), dass das Stromerzeugungspotenzial von Photovoltaik auf 50 % der Dachflächen von Gebäuden über 50 m<sup>2</sup> möglich ist. Die jährliche Stromproduktion wird durch flächenspezifische Leistung (160 kWh/m<sup>2</sup>a) berechnet. Im Vergleich zu Freiflächenanlagen ist allerdings mit höheren spezifischen Kosten zu kalkulieren. In Kombination mit Wärmepumpen ist das Potenzial von PV auf Dachflächen gerade für die Warmwasserbereitstellung im Sommer sowie die Gebäudeheizung in den Übergangszeiten interessant.

Zusammenfassend bieten sich vielfältige Möglichkeiten zur erneuerbaren Stromerzeugung im Projektgebiet, wobei jede Technologie ihre eigenen Herausforderungen und Kostenstrukturen mit sich bringt. Bei der Umsetzung von Projekten sollten daher sowohl die technischen als auch die sozialen und wirtschaftlichen Aspekte sorgfältig abgewogen werden. Es ist jedoch hervorzuheben, dass die Nutzung der Dachflächen der Erschließung von Freiflächen vorzuziehen ist.

## 5.4 POTENTIALE ZUR WÄRMEERZEUGUNG

Die Untersuchung der thermischen Potenziale offenbart ein breites Spektrum an Möglichkeiten für die lokale Wärmeversorgung (siehe Abbildung 5-4).

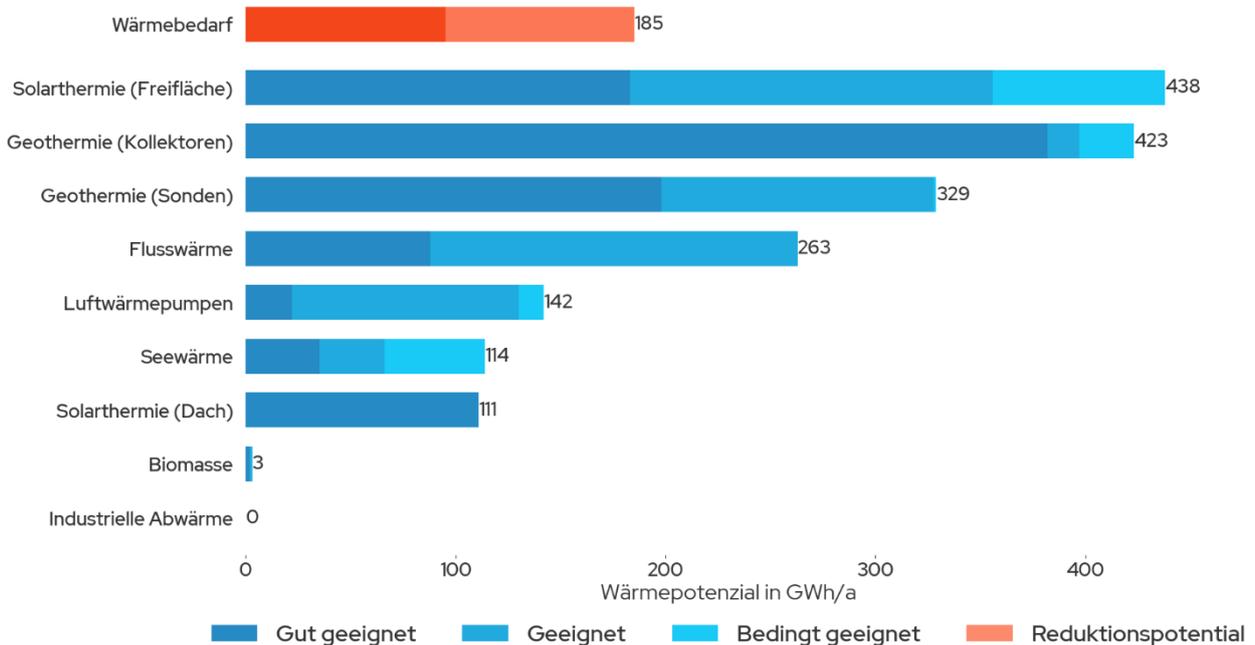


Abbildung 5-4: Erneuerbare Wärmepotentiale im Projektgebiet

Solarthermie auf Freiflächen stellt mit einem Potenzial von 438 GWh/a ein wichtiges zu untersuchendes Potenzial dar. Solarthermie nutzt Sonnenstrahlung, um mit Kollektoren Wärme zu erzeugen und über ein Verteilsystem zu transportieren. Geeignete Flächen werden nach

technischen Anforderungen und ohne Restriktionen wie Naturschutz und bauliche Infrastruktur ausgewählt, wobei Flächen unter 500 m<sup>2</sup> ausgeschlossen werden. Außerdem werden Flächen, die mehr als 1.000 m von Siedlungsflächen entfernt sind aus wirtschaftlichen Gründen nicht berücksichtigt. Die Potenzialberechnung basiert auf einer Leistungsdichte von 3.000 kW/ha und berücksichtigt Einstrahlungsdaten sowie Verschattung, mit einem Reduktionsfaktor für den Jahresenergieertrag. Bei der Planung und Erschließung von Solarthermie sind jedoch Flächenverfügbarkeit und Anbindung an Wärmenetze zu berücksichtigen. Auch sollten geeignete Flächen für die Wärmespeicherung (1 Woche bis zu mehreren Monaten je nach Einbindungskonzept) vorgesehen werden. Zudem sei darauf hingewiesen, dass es bei Solarthermie- und PV-Freiflächenanlagen eine Flächenkonkurrenz gibt.

Auch auf Dachflächen kann Solarthermie genutzt werden. Bei der Solarthermie auf Dachflächen wird mittels KEA-BW Methode das Potenzial aus 25 % der Dachflächen über 50 m<sup>2</sup> für die Wärmeerzeugung geschätzt. Die jährliche Produktion basiert auf 400 kWh/m<sup>2</sup> durch flächenspezifische Leistung und durchschnittliche Volllaststunden. Die Potenziale der Dachflächen für Solarthermie belaufen sich auf 111 GWh/a und konkurrieren direkt mit den Potenzialen für Photovoltaik-Anlagen auf Dächern. Eine Entscheidung für die Nutzung des einen oder anderen Potenzials sollte individuell getroffen werden.

Wärmepumpen sind eine etablierte und unter gewissen Bedingungen energetisch hocheffiziente Technologie für die Wärmeerzeugung. Eine Wärmepumpe ist ein Gerät, das Wärmeenergie aus einer Quelle (wie Luft, Wasser oder Erde) auf ein höheres Temperaturniveau transferiert, um Gebäude zu heizen oder mit Warmwasser zu versorgen. Sie nutzt dabei ein Kältemittel, das im Kreislauf geführt wird, um Wärme aufzunehmen und abzugeben, im Prinzip wie ein Kühlschrank, der in umgekehrter Richtung arbeitet. Wärmepumpen können vielseitig im Projektgebiet genutzt werden. Die ausgewiesenen Potenziale der Luftwärmepumpe (142 GWh/a) und Erdwärmekollektoren (423 GWh/a) ergeben sich jeweils im direkten Umfeld der Gebäude. Da Luft grundsätzlich ein unendliches Potenzial hat, wurde bei der Ermittlung des Potenzials der Wärmebedarf des jeweiligen Gebäudes zu Grunde gelegt. Alle anderen Potenziale beziehen sich auf die Fläche und sind damit im Wert nicht auf den Wärmebedarf begrenzt. In der Praxis wird eine dezentrale Heizungsanlage jedoch immer nur den Wärmebedarf des eigenen Gebäudes decken (vgl. auch Kapitel 6). Erdwärmekollektoren sind Wärmetauscher, die wenige Meter unter der Erdoberfläche liegen und die konstante Erdtemperatur nutzen, um über ein Rohrsystem mit Wärmeträgerflüssigkeit Wärme zu einer Wärmepumpe zu leiten. Dort wird die Wärme für die Beheizung von Gebäuden oder Warmwasserbereitung aufbereitet.

Luftwärmepumpen haben für die zukünftige Wärmeversorgung ein großes Potenzial. Dieses ist besonders groß für Ein- und Zweifamilienhäuser sowie kleinere bis mittlere Mehrfamilienhäuser und kann im Vergleich zu Erdwärmekollektoren auch in Gebieten ohne große Flächenverfügbarkeit genutzt werden, sofern die geltenden Abstandsregelung zum Lärmschutz eingehalten werden. Auch für die Nutzung in Wärmenetzen sind Luftwärmepumpen mit einer Größenordnung von 1-4 MW gut geeignet. Essenziell bei der Nutzung von Wärmepumpen ist eine Optimierung der Temperaturen, um möglichst geringe Temperaturhübe zu benötigen, damit die Wärmepumpe möglichst effizient arbeiten kann.

Oberflächennahe Geothermie (Sonden) hat ein Potenzial von 329 GWh/a im Projektgebiet. Die Technologie nutzt Erdtemperaturen in einer Tiefe bis 100 m mit einem System aus Erdwärmesonden und Wärmepumpe zur Wärmeextraktion und -anhebung. Die Potenzialberechnung berücksichtigt spezifische geologische Daten und schließt Wohn- sowie

Gewerbegebiete ein, wobei Gewässer und Schutzzonen ausgeschlossen und die Potenziale einzelner Bohrlöcher unter Verwendung von Kennzahlen abgeschätzt werden.

Das thermische Biomassepotenzial beträgt 3 GWh/a und setzt sich aus Waldrestholz, Hausmüll, Grünschnitt und dem möglichen Anbau von Energiepflanzen zusammen. Biomasse hat den Vorteil einer einfachen technischen Nutzbarkeit sowie hoher Temperaturen. Allerdings ist ersichtlich, dass diese nur in sehr begrenzter Menge zur Verfügung steht. Der Großteil des angegebenen Potentials ist auf den Hausmüll zurückzuführen, dieser ist allerdings aufgrund der nicht vorhandenen Müllverbrennungsanlage nicht lokal nutzbar.

Das Potenzial für Gewässerwärmepumpen im Projektgebiet beträgt 263 GWh/a für die Nutzung der Trave sowie weitere 114 GWh/a für die Nutzung des Ihlsees und des Großen Segeberger Sees. Hierbei ist zu beachten, dass in die Betrachtung lediglich statistische Daten für Fließgewässer eingeflossen sind. Es sind in dieser Betrachtung keine gewässerspezifischen Daten wie Abfluss oder Temperaturverlauf eingegangen. Daher sind die Potenziale mit einer großen Unsicherheit behaftet und es gilt diese Potenziale vor einer möglichen Einbeziehung als Quelle für ein Wärmenetz noch genauer zu untersuchen. Darüber hinaus ist insbesondere die Nutzung von stehenden Gewässern aktuell technisch herausfordernd. Es gilt hierbei Flora und Fauna eines Sees nicht durch (lokale) Unterkühlung zu beeinträchtigen. Es besteht in stehenden Gewässern das Risiko Kälteblasen zu erzeugen, die der weiteren energetischen Nutzbarkeit im Wege stehen. Darüber hinaus ist die nutzbare Gesamtenergie pro Jahr dadurch beschränkt, dass außer durch Sonne und Regen keine Energieeinträge stattfinden.

Da die technisch-wirtschaftlichen Hürden und die damit verbundenen Risiken und Kosten aktuell sehr hoch sind, kann derzeit keine Empfehlung für eine tiefere Untersuchung der Nutzung der Potenziale der Gewässer gegeben werden. Dies kann sich auf absehbare Zeit ändern, wenn in Pilotprojekten hinreichende Erfahrungen gesammelt wurden und ggf. standardisierte Lösungen kostengünstig verfügbar sind. Daher wird empfohlen zunächst die einfacher zu hebenden Potenziale zu erschließen. Für eine mittel- bis langfristige Nutzung der Gewässer spricht, dass diese die Flächenknappheit in Bad Segeberg entspannen könnte. Daher wird eine zukünftige Nutzung nicht ausgeschlossen.

Zur Betrachtung des Potenzials für Tiefengeothermie wurden öffentlich einsehbare Daten ausgewertet. Diese Betrachtung kann auf Grund der Komplexität Tiefengeothermischer Projekte und der Herausforderung belastbare Aussagen über Gesteinsformationen in ca. 2.000 m Tiefe zu treffen eine tiefengeothermische Nutzbarkeit nicht abschließend bewerten. Auf Basis der Auswertungen konnte jedoch der Schluss gezogen werden, dass in Bad Segeberg ein erhöhtes Fündigkeitsrisiko besteht – also ein erhöhtes Risiko bei der Erschließung einer Bohrung keine oder nur zu geringe Leistung im Untergrund vorzufinden. Aus diesem Grund ist zum jetzigen Zeitpunkt davon auszugehen, dass es kein nutzbares Potenzial unter Bad Segeberg für eine Tiefengeothermische Nutzung gibt. Die ausführliche Potenzialbetrachtung kann in Abschnitt 3.7 des Anhangs nachvollzogen werden.

Für die Evaluierung der Nutzung von industrieller Abwärme wurden im Projektgebiet Abfragen bei möglichen relevanten Industrie- und Gewerbebetrieben durchgeführt. Leider haben diese Abfragen ergeben, dass kein Potential in diesem Bereich zu heben ist. Sollten im Nachhinein, oder im Rahmen der Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung Potentiale identifiziert werden gilt es, die möglichen Abwärmepotenziale derjenigen Betriebe, die eine Bereitschaft zur Bereitstellung von Abwärme signalisiert haben, genauer zu untersuchen.

Ein wichtiger Aspekt, der in der Betrachtung der erhobenen Potenziale Berücksichtigung finden muss, ist das Temperaturniveau des jeweiligen Wärmeerzeugers. Das Temperaturniveau hat einen signifikanten Einfluss auf die Nutzbarkeit und Effizienz von Wärmeerzeugern, insbesondere Wärmepumpen. Des Weiteren gilt es zu berücksichtigen, dass die meisten hier genannten Wärmeerzeugungspotenziale eine Saisonalität aufweisen, sodass Speicherlösungen für die bedarfsgerechte Wärmebereitstellung bei der Planung mitberücksichtigt werden sollten.

## 5.5 POTENTIAL FÜR EINE LOKALE WASSERSTOFFERZEUGUNG

Die lokale Erzeugung von Wasserstoff zur Verwendung als Energieträger für Wärme wird aufgrund der zum heutigen Tag geringen lokalen Verfügbarkeit von Überschussstrom sowie einer Wasserstoffproduktion in der vorliegenden Planung nicht weiter betrachtet. Eine mögliche zukünftige Nutzung kann und sollte jedoch bei sich ändernden Rahmenbedingungen in die Planungen aufgenommen werden. Dies kann im Rahmen der Fortschreibung des kommunalen Wärmeplans erfolgen.

## 5.6 POTENTIALE FÜR SANIERUNGEN

Die energetische Sanierung des Gebäudebestands stellt ein zentrales Element zur Erreichung der kommunalen Klimaziele dar. Die Untersuchung zeigt, dass durch umfassende Sanierungsmaßnahmen eine Gesamtreduktion um bis zu 90 GWh bzw. 49,2 % des Gesamtwärmeverbrauchs im Projektgebiet realisiert werden könnte. Erwartungsgemäß liegt der größte Anteil des Sanierungspotenzials bei Gebäuden, die bis 1978 erbaut wurden (s. Abbildung 5-5).

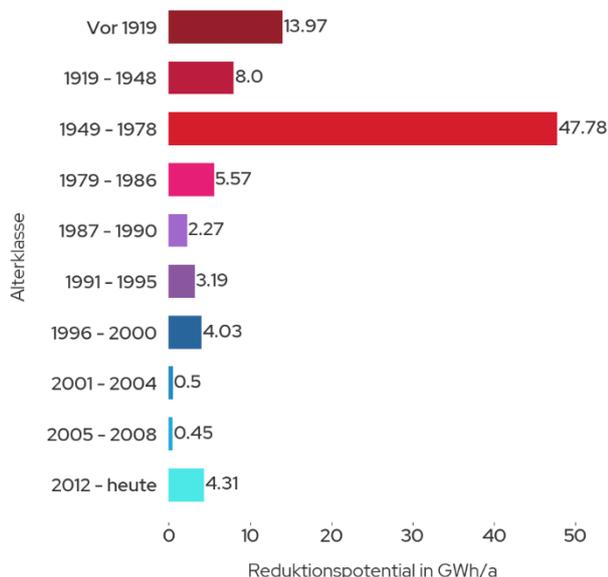


Abbildung 5-5: Reduktionspotential nach Baualtersklassen

Diese Gebäude sind sowohl in der Anzahl als auch in ihrem energetischen Zustand besonders relevant. Sie wurden vor den einschlägigen Wärmeschutzverordnungen erbaut und haben daher ein erhöhtes Einsparpotenzial. Besonders im Wohnbereich zeigt sich ein hohes Sanierungspotenzial. Hier können durch energetische Verbesserung der Gebäudehülle signifikante Energieeinsparungen erzielt werden. Vergleiche hierzu auch Abbildung 5-7. In Kombination mit einem Austausch der Heiztechnik bietet dies insbesondere für Gebäude mit

Einzelversorgung einen großen Hebel. Typische energetische Sanierungsmaßnahmen für die Gebäudehülle sind in Abbildung 5-6 dargestellt. Diese können von der Dämmung der Außenwände bis hin zur Erneuerung der Fenster reichen und sollten im Kontext des Gesamtpotenzials der energetischen Sanierung betrachtet werden.

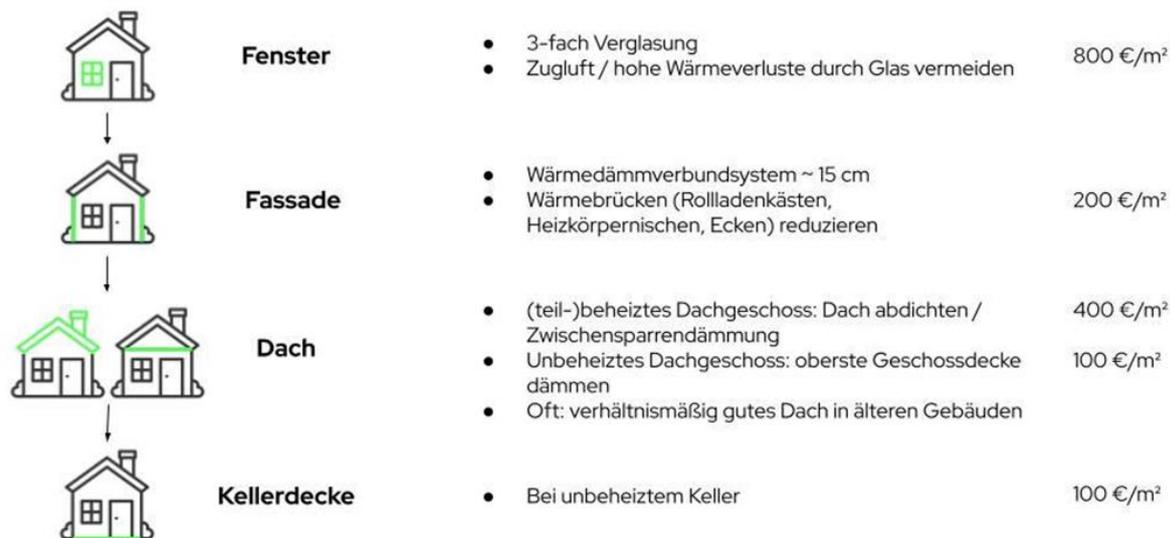


Abbildung 5-6: Energetische Gebäudesanierung - Maßnahmen und Kosten

Das Sanierungspotenzial bietet nicht nur eine beträchtliche Möglichkeit zur Reduzierung des Energiebedarfs, sondern auch zur Steigerung des Wohnkomforts und zur Wertsteigerung der Immobilien. Daher sollten entsprechende Sanierungsprojekte integraler Bestandteil der kommunalen Wärmeplanung sein.

Sanierungsklassen dienen dazu, verschiedene Bereiche oder Baublöcke einer Stadt oder eines Gebiets hinsichtlich ihres Sanierungspotenzials zu klassifizieren. Diese Klassen können auf verschiedenen Kriterien basieren, darunter der Zustand der Bausubstanz, der Modernisierungsbedarf, energetische Aspekte sowie sozioökonomische Faktoren. Typischerweise werden Sanierungsklassen verwendet, um Prioritäten für Sanierungsmaßnahmen festzulegen und Ressourcen effizient zu nutzen. Bereiche mit einem hohen Sanierungspotenzial werden möglicherweise bevorzugt, um dringend benötigte Renovierungen durchzuführen und die Wohn- oder Lebensqualität zu verbessern, während Gebiete mit einem niedrigeren Sanierungsbedarf möglicherweise weniger Aufmerksamkeit erhalten. Durch die Einteilung in Sanierungsklassen können Stadtplaner, Behörden und Investoren fundierte Entscheidungen treffen, um die städtische Infrastruktur zu verbessern und den Erhalt des städtebaulichen Erbes sicherzustellen.

Abbildung 5-7 zeigt einen Überblick über die Sanierungsklassen nach Baublöcken. Diese sagt aus, ob in einem Bereich ein hohes (rot) oder ein niedriges (grün) Sanierungspotential aufweist. Die Grundlage dieser Daten sind die Zensusdaten aus dem Jahr 2011.

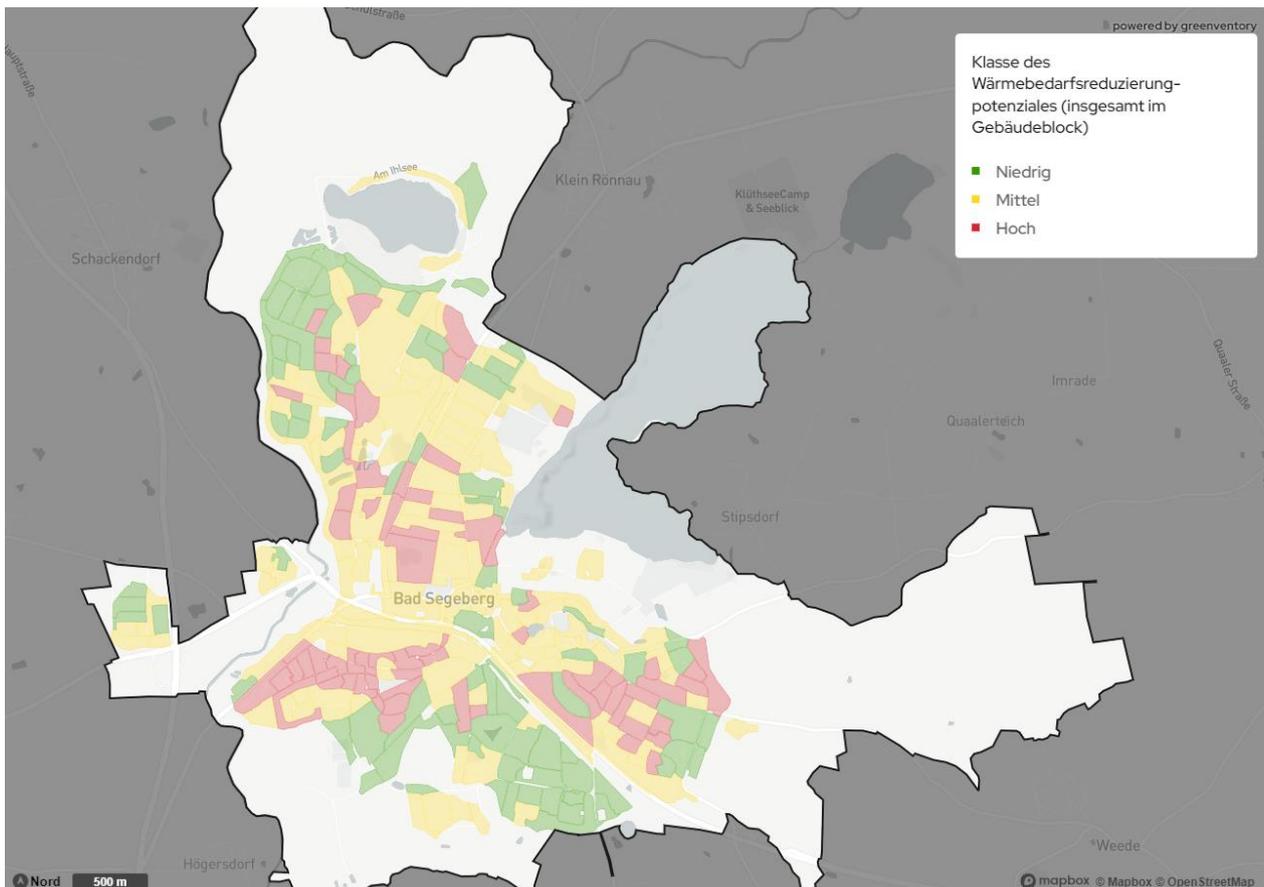


Abbildung 5-7: Sanierungsklassen nach Baublöcken

## 5.7 PV AUF PARKPLÄTZEN

Am 11.10.2023 wurde von den Fraktionen der CDU und der Grünen ein gemeinsamer Antrag gestellt, die Stadtverwaltung zu beauftragen eine Untersuchung anzustellen, ob öffentliche Parkplätze in Bad Segeberg genutzt werden können und sollen, um PV-Strom zu generieren. Der Antrag geht richtiger Weise davon aus, dass auf nicht-verschatteten Parkplätzen ein technisches Potenzial besteht, welches durch Carports mit integrierten PV-Modulen realisiert werden kann. Vielmehr befasst sich die Fragestellung damit, ob dieses technische Potenzial wirtschaftlich auskömmlich erschlossen werden kann. Die Stadtverwaltung hat IPP ESN gebeten, im Kontext der Kommunalen Wärmeplanung das technische Potenzial zu schätzen und darüber hinaus die Wirtschaftlichkeit einer PV-Anlage auf Parkplätzen zu bewerten.

In der exemplarisch für drei ausgewählte Parkplätze durchgeführten PV-Studie wird deutlich, dass eine Wirtschaftlichkeit einer solchen PV-Carport-Anlage nicht gegeben ist. Grund hierfür ist, dass anders als bei einer herkömmlichen Freiflächen- oder Aufdach-Anlage nicht ausschließlich die Module und ggf. eine Aufständigung beschafft werden müssen. Vielmehr muss zum Zweck der PV-Stromerzeugung ein Carport errichtet werden, für das ggf. auch der Untergrund ertüchtigt werden muss. Darüber hinaus beträgt die garantierte Einspeisevergütung für PV auf Carports bei Volleinspeisung lediglich 6,5 ct/kWh, da diese nicht als PV-Anlage auf Gebäuden sondern als „sonstige Anlage“ nach §48 Abs. 1 EEG 2023 zählt (vgl. Bundesnetzagentur, 2024). Dagegen beträgt die Einspeisevergütung für PV auf Hausdächern derzeit 10,8 ct/kWh (ebd.). Die Wirtschaftlichkeitsbewertung kommt zu dem Ergebnis, das nach einer technischen Nutzungsdauer von 20 Jahren erst ca. 40 % der anfänglichen Investition und laufenden

Kapitalkosten durch die Stromerlöse refinanziert wurden. Es ergibt sich eine Deckungslücke von ca. 60%. Die Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsberechnungen können im Anhang 6: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung PV auf Parkplätzen nachvollzogen werden. Hierbei wurden Kosten für am Markt verfügbare PV-Carports angesetzt. Abweichende Ausführungen sind ggf. möglich und können individuell untersucht werden.

Die Wirtschaftlichkeit von PV-Carports auf öffentlichen Parkplätzen könnte sich anders darstellen, wenn die Verschattung der Parkplätze als Zweck im Vordergrund steht und die solare Stromerzeugung im Rahmen einer ohnehin anstehenden Investition mitgedacht wird. In diesem Fall wären die Kosten für ein Carport nicht der PV-Anlage zuzuschlagen. Für die PV-Anlage wären dann lediglich die „energetischen Mehrkosten“ in der Wirtschaftlichkeitsberechnung anzusetzen.

Eine andere Möglichkeit der Rentabilität ist eventuell gegeben, wenn der erzeugte Strom vollständig oder großenteilig durch die Stadt selbst genutzt wird und damit die Refinanzierung nicht an die Einspeisevergütung, sondern an die vermiedenen Stromkosten gekoppelt ist. Hierfür ist allerdings eine zusätzliche Investition zu tätigen, um den Strom per Direktleitung einem geeigneten kommunalen Gebäude oder ähnlichem Verbraucher zuzuführen. Außerdem existieren hierbei energierechtliche Hürden, falls öffentlicher Grund gequert werden muss bzw. PV-Stromerzeugung und Verbrauch auf unterschiedlichen Flurstücken erfolgen.

## **5.8 ZUSAMMENFASSUNG UND FAZIT**

Die Potenzialanalyse für erneuerbare Energien in der Wärmeerzeugung im Projektgebiet zeigt einige Chancen für eine nachhaltige Wärmeversorgung.

Die Potenziale sind räumlich heterogen verteilt: Im Stadtzentrum dominieren die Potenziale der Solarthermie und Photovoltaik auf Dachflächen. Darüber hinaus existieren am Stadtrand und auch zwischen einzelnen Wohngebieten unbesiedelte Flächen, die wahlweise mit Solarthermiekollektoren oder PV-Freiflächenanlagen und Erdsondenfeldern belegt werden könnten. Allerdings sind laut Flächennutzungsplan einige dieser Flächen bereits für Wohnen oder Gewerbe reserviert. Es herrscht also eine Nutzungskonkurrenz. Es ist daher Aufgabe der Kommunalpolitik abzuwägen, ob die Stadt der Schaffung von neuem Wohnraum und der Ansiedlung von Gewerbe den Vorrang geben möchte und dafür auf Energieimporte in Form von Strom, fester Biomasse und regenerativen Gasen aus der direkten und weitergefassten Umgebung setzt oder die in Bad Segeberg zum Heizen benötigte Energie zu einem möglichst hohen Anteil vor Ort selbst erzeugt werden soll.

Die Solarthermie auf Freiflächen erfordert trotz hohem Potenzial eine sorgfältige Planung hinsichtlich der Flächenverfügbarkeit und Möglichkeiten der Integration in bestehende und neue Wärmenetze. Darüber hinaus kann die Solarthermie lediglich 25 % des Wärmebedarfes decken, die der Grund- und Mittellast von März bis Oktober entspricht (vgl. Kapitel 5.4). Um diesen Anteil zu erhöhen können ggf. saisonale Wärmespeicher errichtet werden, die ihrerseits ebenfalls Flächen benötigen. Dann können Sommerüberschüsse in die Heizperiode „gerettet“ werden. Durch aktuell hohe Zinsen ist die kapitalintensive Erschließung von Solarthermie- oder auch Erdsondenfeldern wirtschaftlich eher unattraktiv. Allerdings ermöglichen diese Technologien eine besondere Kostenstabilität je stärker sie von einer einmaligen Investition und je weniger sie von Energiebezugspreisen abhängig sind.

Im Stadtgebiet liegt das größte Potenzial in der Gebäudesanierung mit einem Schwerpunkt auf kommunalen Liegenschaften und Wohngebäuden. Besonders Gebäude, die bis 1978 erbaut

wurden, bieten ein hohes Einsparpotenzial durch Sanierung. Wichtige Wärmequellen ergeben sich durch die Nutzung von Aufdach-PV in Kombination mit Wärmepumpen, Solarthermie, Biomasse und der Möglichkeit eines teilweisen Anschlusses an das Wärmenetz. Auch große Luftwärmepumpen können flexibel in Wärmenetze integriert werden, wobei sich gerade Gewerbeflächen als gute Standorte anbieten.

Zur Nutzbarmachung der Flächen-Potenziale wird i.d.R. ein Wärmenetz benötigt, welches wiederum nicht überall wirtschaftlich betrieben und erschlossen werden kann. Im Hinblick auf die lokale Erzeugung und Nutzung erneuerbarer Energien spielt die Flächenverfügbarkeit eine entscheidende Rolle. Individuelle, räumlich angepasste Lösungen sind daher unerlässlich für eine effektive Wärmeversorgung. Dabei sind Dachflächenpotenziale und weitere Potenziale in bereits bebauten, versiegelten Gebieten den Freiflächenpotenzialen gegenüber vorzuziehen.

Die Bewertung der einzelnen Potenziale nach Größe des Potenzials, Grad der Flächenkonkurrenz und Umsetzbarkeit ist abschließend übersichtlich in zwei Tabellen dargestellt. Ein roter Smiley bedeutet, dass das Potenzial gering, die Konkurrenz um eine Fläche hoch oder die Umsetzbarkeit sehr aufwendig oder schwierig ist. Entsprechend steht ein grüner Smiley für ein hohes Potenzial, eine geringe Konkurrenz um Fläche und eine tendenziell einfache Umsetzung mit standardisierten Prozessen und Komponenten möglich ist und wenig Hemmnisse zu erwarten sind. Bei den Wärmepotenzialen ist kein Potenzial einfach umsetzbar. Dies liegt daran, dass trotz teilweise standardisierter Komponenten Hemmnisse bestehen, wie die Entfernung geeigneter Flächen von einem möglichen Wärmenetz oder dass die Wärme zu Zeiten anfällt, in denen sie nicht benötigt wird.

Tabelle 5-2: Bewertungsmatrix der ermittelten Potenziale für regenerative Wärmeerzeugung und -einsparung in Bad Segeberg

| POTENZIAL            | GRÖÖE DES POTENZIALS | FLÄCHENKONKURRENZ | UMSETZBARKEIT |
|----------------------|----------------------|-------------------|---------------|
| SOLARTHERMIE         |                      |                   |               |
| ERDWÄRME-KOLLEKTOREN |                      | bis               |               |
| ERDWÄRME-SONDEN      |                      | bis               |               |
| FLUSSWÄRME           | bis                  | bis               | bis           |
| SEEWÄRME             | bis                  | bis               |               |
| SOLARTHERMIE (DACH)  | bis                  | <sup>1</sup>      |               |
| BIOMASSE             |                      | <sup>2</sup>      | <sup>3</sup>  |
| SANIERUNG            |                      |                   |               |

<sup>1</sup> Nur Flächenkonkurrenz zu Aufdach-PV

<sup>2</sup> Gilt für Hausmüll und Landschaftspflegereste

<sup>3</sup> Gilt für Hausmüll, da keine Müllverbrennungsanlage errichtet werden kann/wird

Tabelle 5-3: Bewertungsmatrix der ermittelten Potenziale für regenerative Stromerzeugung in Bad Segeberg

| POTENZIAL     | GRÖÖE DES POTENZIALS | FLÄCHENKONKURRENZ | UMSETZBARKEIT  |
|---------------|----------------------|-------------------|----------------|
| PV-FREIFLÄCHE | ☹ bis 😊              | ☹                 | 😊              |
| PV-DACH       | 😊                    | 😊 <sup>4</sup>    | ☹              |
| WIND          | ☹ bis ☹              | ☹                 | ☹              |
| BIOMASSE      | ☹                    | 😊 <sup>5</sup>    | ☹ <sup>6</sup> |

Die umfassende Analyse legt nahe, dass es zwar technisch möglich ist, den gesamten Wärmebedarf durch erneuerbare Energien auf der Basis lokaler Ressourcen zu decken. Dieses ambitionierte Ziel erfordert allerdings eine besondere Anstrengung im Bereich der energetischen Sanierung und ein Bekenntnis zu lokaler Energiegewinnung ggf. zu Lasten einer weiteren Wohnraumentwicklung. Ein Kompromiss wäre es, die vorhandenen Flächen für Plus-Energiehäuser zu reservieren. Dadurch könnte die Stadt neuen Wohnraum schaffen, ohne dass der Energiebedarf der Stadt weiter steigen würde. Gleichzeitig würden durch die Gebäude auf den diskutierten Flächen (geringe) Energieüberschüsse erzielt, die zur Eigenständigkeit Bad Segebergs beitragen.

<sup>4</sup> Nur Flächenkonkurrenz zu Aufdach-Solarthermie

<sup>5</sup> Gilt für Hausmüll und Landschaftspflegereste

<sup>6</sup> Gilt für Hausmüll, da keine Müllverbrennungsanlage errichtet werden kann/wird

## 6 RÄUMLICHE ANALYSE – EIGNUNGSGEBIETE

Die Reduzierung des Wärmebedarfs mithilfe von energetischer Sanierung von Gebäuden ist ein Teilbereich im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung und wurde in Kapitel 4 prognostiziert. Ein zweiter Bestandteil ist die Optimierung der Wärmeversorgung. Nach der Betrachtung der Sanierungspotenziale im vorangegangenen Kapitel folgt in diesem Kapitel eine ganzheitliche Untersuchung des Betrachtungsgebietes.

Man unterscheidet bei der Wärmeversorgung zwischen einer dezentralen, also gebäudeindividuellen Wärmeversorgung und einer zentralen Versorgung mit Nah- oder Fernwärme. Eine eindeutige Abgrenzung zwischen Nah- und Fernwärme existiert dabei nicht, so dass beide Begriffe synonym verwendet werden können. Bei der dezentralen Versorgung wird im jeweiligen Gebäude selbst Wärme erzeugt. Bei der zentralen Wärmeversorgung wird die Wärme in einer (oder ggf. auch mehreren) Heizzentrale(n) erzeugt und durch erhitztes Wasser in Wärmeleitungen zu den Abnehmern transportiert (vgl. Abbildung 6-1).



### Dezentrale Heizung

- Jedes Gebäude hat eine eigene Lösung
- Gebäudeeigentümer sind i.d.R. Betreiber
- Laufende Kosten durch Wartung, Schornsteinfeger, etc.
- Investition und regelmäßige Erneuerung trägt i.d.R. Gebäudeeigentümer



### Zentrale Versorgung

- Auch Nah- oder Fernwärme genannt
- Vollversorgung (alle Kosten inkl.)
- Kein Investitionsrisiko für den Kunden
- Keine ungeplanten Investitionen
- Nur rentabel bei hoher Anschlussquote
- Geringer Raumbedarf bei Endkunden
- Platzbedarf für Heizzentrale
- An zentraler Stelle schneller Wechsel des Energieträgers für viele Endkunden

Abbildung 6-1: dezentrale vs. zentrale Wärmeversorgung

In Neubau- oder sanierten Bestandsgebieten kann auch die sog. kalte Nahwärme eingesetzt werden. Dabei wird lediglich eine Wärmequelle mit niedrigerem Temperaturniveau benötigt, wie z. B. Wärme aus einem Eisspeicher. Das dann nicht mehr gedämmte Wärmenetz wirkt u. U. noch als Erdwärmekollektor und liefert Wasser an die Gebäude. Dem Wärmenetz wird dezentral in den einzelnen Gebäuden durch eine Wasser-Wärmepumpe Wärme entzogen. Wasser-Wärmepumpen arbeiten tendenziell effizienter als Luftwärmepumpen.

Wärmenetze spielen eine bedeutende Rolle bei der Nutzung umweltfreundlicher Wärmequellen und sind daher eine Schlüsseltechnologie für die zukünftige, nachhaltige und CO<sub>2</sub>-neutrale Wärmeversorgung. Sie bieten eine effiziente Möglichkeit, große Versorgungsgebiete zu

erschließen und Verbraucher mit erneuerbaren Energiequellen zu verbinden, was die gleichzeitige Dekarbonisierung der Wärmeversorgung mehrerer Gebäude ermöglicht. Die Auswahl der Gebiete für Wärmenetze erfordert eine sorgfältige Abwägung, da der Bau und Betrieb eines Wärmenetzes mit beträchtlichen Investitionen und Aufwänden verbunden sind.

Vor dem Hintergrund der aus Klimaschutzgründen gebotenen Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen sowie mit Blick auf die Versorgungssicherheit werden im Folgenden Eignungsgebiete für eine zentrale Wärmeversorgung fokussiert. Um sicherzustellen, dass die festgelegten Wärmenetzversorgungsgebiete auf belastbaren Grundlagen basieren, sind zusätzliche Untersuchungen wie Machbarkeitsanalysen erforderlich.

Im Bereich der kommunalen Wärmeplanung werden vier Hauptkategorien von Gebieten unterschieden:

- Eignungsgebiete:  
in diesen Gebieten ist es aus technischer und wirtschaftlicher Sicht voraussichtlich sinnvoll ein Wärmenetz zu errichten
- Wärmenetzneubau-/ausbau-/verdichtungsgebiete:  
Gebiete, in denen der (Aus)Bau eines Wärmenetzes beschlossen und kommuniziert wurde
- Wärmenetzvorranggebiete mit Anschluss- und Benutzungszwang:  
Gebiete in denen die Gebäudeeigentümer verpflichtet sind ihr Gebäude an ein vorhandenes oder geplantes Wärmenetz anzuschließen.
- Einzelversorgungsgebiete:  
Hierbei handelt es sich um Gebiete ohne eine Wärmenetzeignung. Hier wird die Versorgung voraussichtlich auf Gebäudeebene erfolgen

Die Festsetzung eines Anschluss- und Benutzungszwangs wird im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung durch das Projektteam nicht empfohlen. Vielmehr soll ein Fernwärmeangebot potenzielle Kund\*innen durch die Attraktivität der Konditionen und Kosten überzeugen. Ist dies gewährleistet ergibt sich die für die Wirtschaftlichkeit benötigte Anschlussquote auch ohne Zwang. Es können jedoch nicht alle Eventualitäten vorausgesehen werden. Daher kann nicht ausgeschlossen werden, dass für einzelne Wärmenetzgebiete nicht doch ein Anschluss- und Benutzungszwang erhoben werden, muss zum Wohle aller, die dem Solidarsystem Fernwärmeversorgung beitreten möchten.

Im ersten Schritt liegt der Fokus auf der Identifikation von Eignungsgebieten, diese werden bereits auf eine wirtschaftlich sinnvolle Machbarkeit überprüft. Diese Wirtschaftlichkeitsberechnung sollte in weiteren Schritten wie Machbarkeitsstudien (z. B. BEW-Modul 1) verfeinert werden, bevor die Fachplanung und anschließende Umsetzung eines Wärmenetzausbau beginnen.

Der Prozess zur Erarbeitung der Eignungsgebiete erfolgt in vier Stufen:

- Vorauswahl:  
in einem ersten Schritt werden die Eignungsgebiete durch das Tool von greenventory automatisiert ermittelt. Hierbei werden folgende Kriterien berücksichtigt: Ausreichender Wärmeabsatz, vorhandene Ankergebäude, vorhandene und erschließbare Potenziale. Zudem werden Versorgungsgebiete von Bestandswärmenetzen sowie bereits verabschiedete Vorranggebiete für Wärmenetze berücksichtigt.

- **Lokale Restriktionen:**  
Im zweiten Schritt werden die automatisch erzeugten Gebiete im Rahmen von Fachgesprächen genauer betrachtet. Hierbei ist es entscheidend, dass Personen mit örtlichen Fachkenntnissen, als auch die Ergebnisse der Potentialanalyse mit einbezogen werden. Es werden auch Gebiete berücksichtigt, in denen vermehrt Gebäude Vorkommen, die augenscheinlich über unzureichende Abstände für die Errichtung einer Luft-Wärmepumpe verfügen. Für diese Gebiete wird gesondert betrachtet, ob eine Wärmenetzversorgung ggf. auch entgegen der Voreinstufung als Gebiet für dezentrale Versorgung sinnvoll sein kann.
- **Wirtschaftlichkeitsberechnung:**  
Alle so ermittelten Eignungsgebiete werden einer Wirtschaftlichkeitsberechnung unterzogen, bei der ein Wärmegestehungspreis statisch berechnet wird. Das Vorgehen der Wirtschaftlichkeitsberechnung wird in Kapitel 6.3 beschrieben, die Ergebnisse hieraus sind in Anhang 5: Wirtschaftlichkeitsberechnungen einzusehen.
- **Umsetzungseignung:**  
Im letzten Schritt wurden die verbleibenden Gebiete einer weiteren Analyse unterzogen und eingegrenzt. Im Projektgebiet wurden die Eignungsgebiete identifiziert. Anpassungen im Anschluss an die Wärmeplanung sind möglich. Sämtliche Gebiete, die nach den durchgeführten Analysen, zum aktuellen Zeitpunkt, als wenig geeignet für ein Wärmenetz eingestuft werden, sind als Einzelversorgungsgebiete ausgewiesen. Des Weiteren wurden die Eignungsgebiete wirtschaftlich untersucht und ein Versorgungsszenario für das Zieljahr 2040 skizziert. Hierzu wurden auch die Wärmequellen der Eignungsgebiete definiert.

## 6.1 RECHTLICHE VERBINDLICHKEIT

Der beschlossene Wärmeplan ist ein strategisches Planungsinstrument der Kommune. Er hat als solcher „keine rechtliche Außenwirkung und begründet keine einklagbaren Rechte oder Pflichten.“ (§23, Abs. 4 Wärmeplanungsgesetz). Der Wärmeplan soll der Kommune und den handelnden Akteuren das Ziel klar beschreiben und die Handlungsoptionen aufzeigen. Der Wärmeplan soll Eigentümerinnen und Eigentümern eine Perspektive geben, ob es die Möglichkeit gibt, dass ihr Gebäude mittelfristig an ein Wärmenetz angeschlossen werden könnte oder ob sie sich selbst um eine regenerative Lösung für ihr Gebäude kümmern müssen. Aus dem Wärmeplan lässt sich keine Garantie oder ein Anspruch auf einen Anschluss an ein Wärmenetz ableiten. Das Vorliegen eines Wärmeplans hat auch keine Auswirkungen auf die Fristen aus dem Gebäudeenergiegesetz.

Die Kommune hat die Möglichkeit über das Satzungsrecht mehr Rechtsverbindlichkeit zu schaffen, in dem sie über einen nachgelagerten Beschluss Wärmenetzneubaugebiete bzw. Wärmenetzausbauggebiete beschließt und ausweist. Dieser Schritt kann Klarheit und Sicherheit für Eigentümer\*innen und Versorger geben. Diese nachgelagerte Anwendung des Satzungsrechts hat, sofern sie auf Grundlage einer bestehenden Wärmeplanung basiert, Auswirkungen auf Fristen und begründet ggf. einklagbare Rechte und Pflichten.

In Bezug auf das GEG gilt:

*„In einem bestehenden Gebäude, das in einem Gemeindegebiet liegt, in dem am 1. Januar 2024 mehr als 100 000 Einwohner gemeldet sind, kann bis zum Ablauf des 30. Juni 2026 eine Heizungsanlage ausgetauscht und eine andere Heizungsanlage zum Zweck der Inbetriebnahme eingebaut oder aufgestellt und betrieben werden, die nicht die Vorgaben des Absatzes 1 erfüllt. In einem bestehenden Gebäude, das in einem Gemeindegebiet liegt, in dem am 1. Januar 2024 100 000 Einwohner oder weniger gemeldet sind, kann bis zum Ablauf des 30. Juni 2028 eine Heizungsanlage ausgetauscht und eine andere Heizungsanlage zum Zweck der Inbetriebnahme eingebaut oder aufgestellt und betrieben werden, die nicht die Vorgaben des Absatzes 1 erfüllt. Sofern das Gebäude in einem Gebiet liegt, für das vor Ablauf des 30. Juni 2026 im Fall des Satzes 1 oder vor Ablauf des 30. Juni 2028 im Fall des Satzes 2 durch die nach Landesrecht zuständige Stelle unter Berücksichtigung eines Wärmeplans, der auf der Grundlage einer bundesgesetzlichen Regelung zur Wärmeplanung erstellt wurde, eine Entscheidung über die Ausweisung als Gebiet zum Neu- oder Ausbau eines Wärmenetzes oder als Wasserstoffnetzausbaug Gebiet getroffen wurde, sind die Anforderungen nach Absatz 1 einen Monat nach Bekanntgabe dieser Entscheidung anzuwenden. Gemeindegebiete, in denen nach Ablauf des 30. Juni 2026 im Fall des Satzes 1 oder nach Ablauf des 30. Juni 2028 im Fall des Satzes 2 keine Wärmeplanung vorliegt, werden so behandelt, als läge eine Wärmeplanung vor.“ (Bundesministerium für Wohnen, 2024).*

Das bedeutet, wenn die Stadt Bad Segeberg beschließt, vor 2028 Neu- und Ausbaugebiete für Wärmenetze oder Wasserstoff auszuweisen, und diese veröffentlicht, gilt die 65%-EE-Pflicht für Bestandsgebäude innerhalb der betroffenen Gebiete einen Monat nach Veröffentlichung.

Die bereitgestellten Informationen stellen keine Rechtsberatung dar und sollen keine rechtlichen Fragen oder Probleme behandeln, die im individuellen Fall auftreten können. Diese Informationen sind allgemeiner Natur und dienen ausschließlich zu Informationszwecken.

## 6.2 EIGNUNGSGEBIETE

Im folgenden Abschnitt werden die erarbeiteten Eignungsgebiete und die Herleitung zu dem vorliegenden Ergebnis dargestellt. Ein Grundlegendes Kriterium hierfür ist die Wärmeliniendichte. Je höher der Wärmeabsatz pro Straßenmeter, desto eher eignet sich ein Gebiet für ein Wärmenetz. Abbildung 6-2 zeigt die Wärmeliniendichte für das gesamte Stadtgebiet.

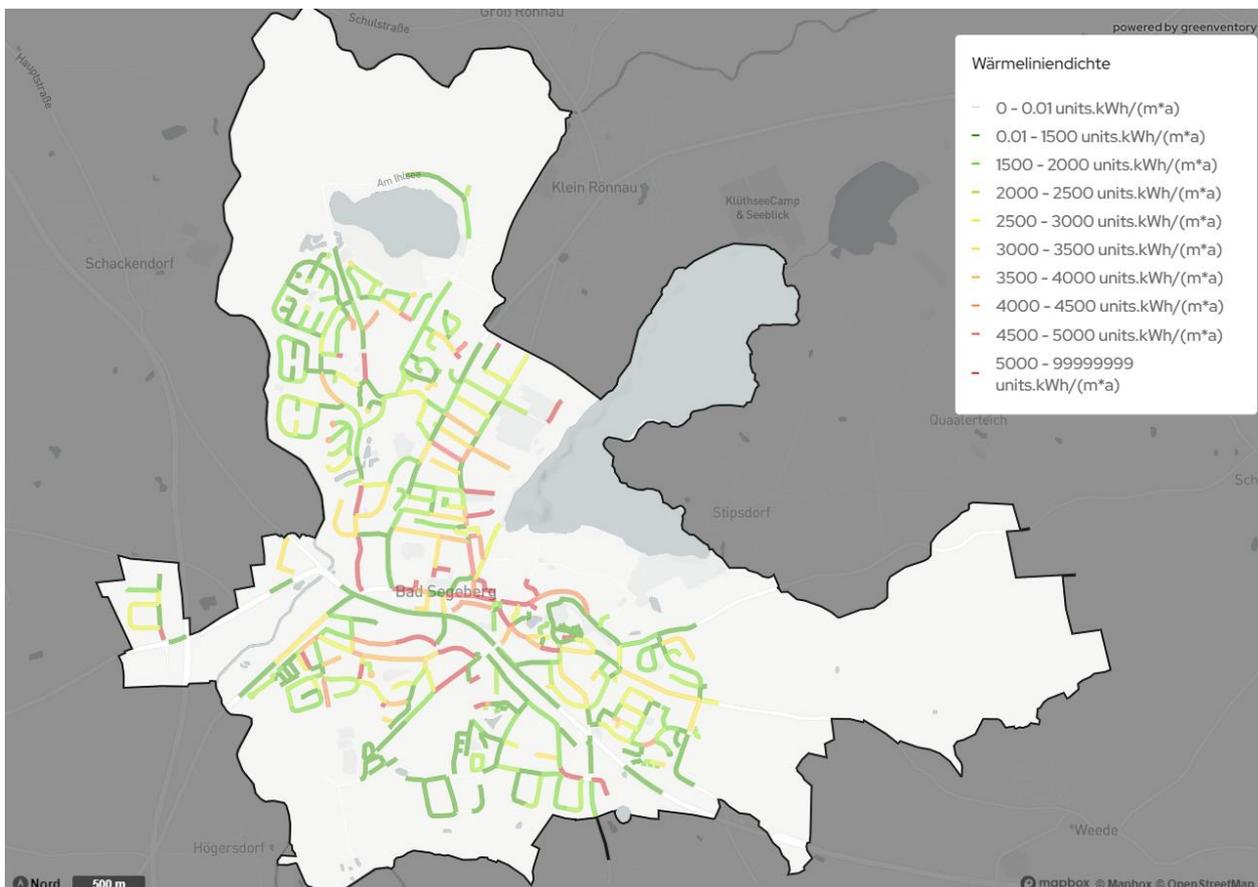


Abbildung 6-2: Wärmeliniendichte

Die folgende Grafik (Abbildung 6-3) zeigt die bestehenden Wärmenetze mit den Wärmebedarfsdichten im Zieljahr. Es lässt sich erkennen, dass es kleine, verstreute Gebiete mit erhöhtem Wärmebedarf gibt. Diese liegen im Zentrum und dort wo mögliche Ankerkunden wie die Segeberger Kliniken, Möbel Kraft, das Neurologische Zentrum und das Gewerbegebiet im Süden verortet sind.

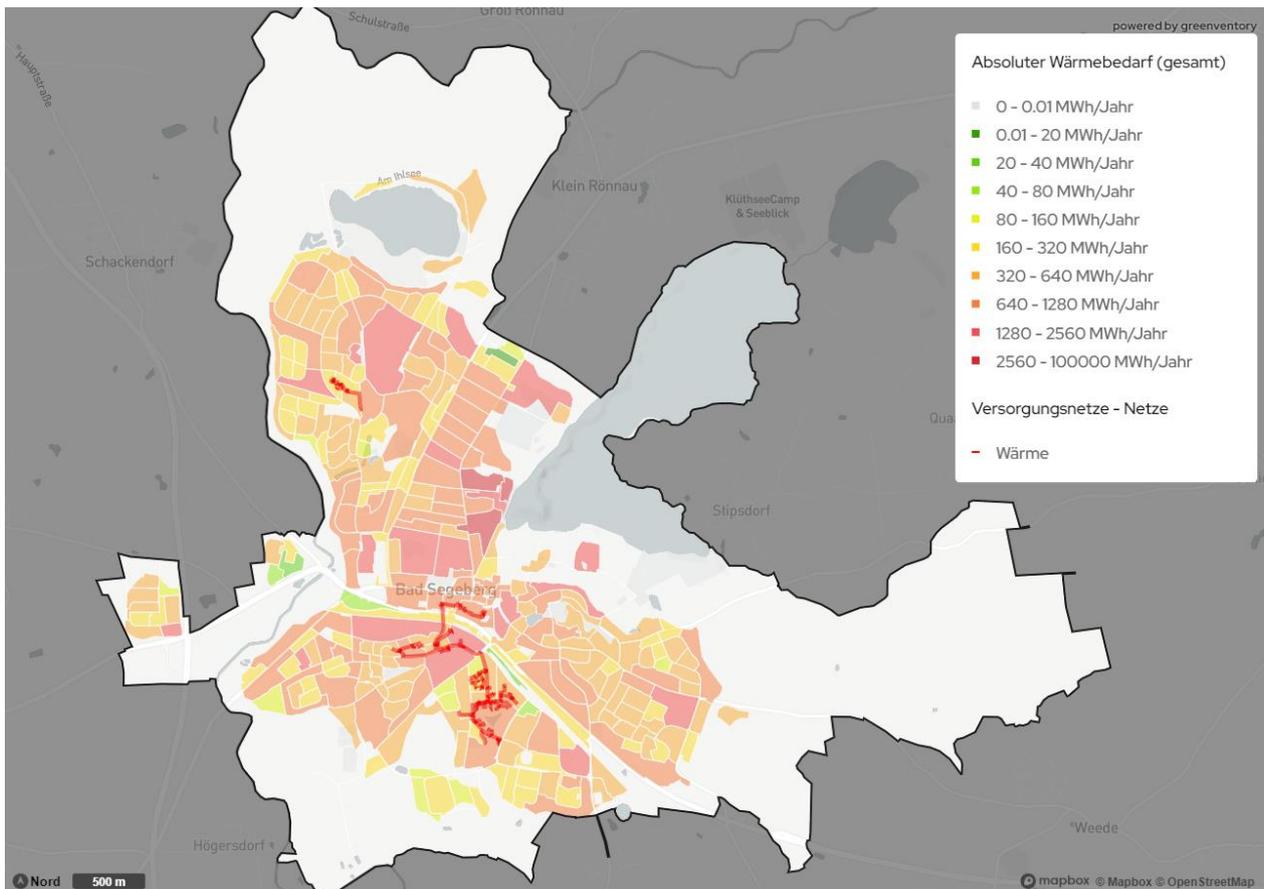
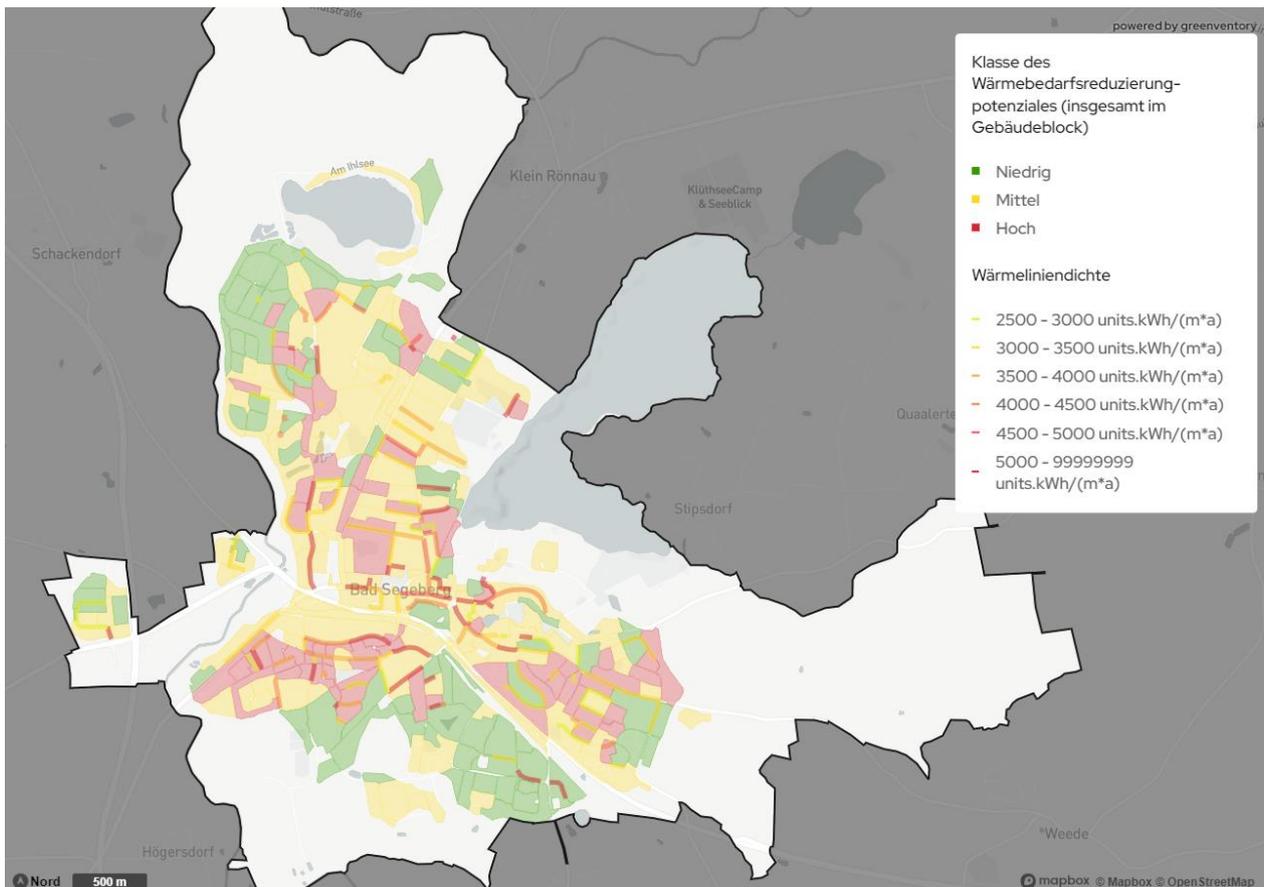


Abbildung 6-3: Wärmenetze und Bedarfe im Zieljahr

Da ein künftiges Wärmenetz einerseits den aktuellen Bedarf decken können muss und gleichzeitig aus wirtschaftlichen Gründen für die Zukunft nicht deutlich überdimensioniert sein darf, sind Gebiete mit hohem Sanierungspotenzial eine große Herausforderung für Wärmenetze. Wärmenetzbetreiber müssten ggf. in Vorleistung gehen und Kapazitäten aufbauen und dabei das Risiko eingehen, dass der Wärmeabsatz durch die Sanierung der Gebäude mittel- und langfristig so stark sinkt, dass der Betrieb des Netzes ggf. nicht mehr wirtschaftlich ist. In der Folge müssten auch für die bereits angeschlossenen Kund\*innen die Wärmegebühren steigen, sodass diese ggf. gegenüber einer dezentralen Heizungslösung im Nachteil wären.

Daher werden bei der Auswahl der Eignungsgebiete solche Areale bevorzugt, deren Wärmelinienichte hoch, deren Gebäude jedoch ein mittleres oder niedriges Sanierungspotenzial aufweisen. In Abbildung 6-4 sind Sanierungspotenzialklassen der Gebäude anonymisiert dargestellt und die Straßen hervorgehoben, die eine ausreichend hohe Wärmelinienichte aufweisen, um für ein innerstädtisches Wärmenetz in Frage zu kommen.



**Abbildung 6-4: Wärmeliniendichte ab 2600 kWh gegenübergestellt zum relativen Sanierungspotenzial**

In Abbildung 6-5 sind die Wärmenetzeignungsgebiete dargestellt, die sich bei Anwendung des oben beschriebenen Vorgehens ergeben. Ausgehend von den bestehenden Wärmenetzen wurde jeweils ein kleineres Netzerweiterungsgebiet – benannt als Ausbaustufe 1 - und ein größeres Erweiterungsgebiet – benannt als Ausbaustufe 2 – identifiziert.

Darüber hinaus wurde untersucht, ob das Stadtgebiet als Ganzes sich als Wärmenetzgebiet eignen würde. Dieses Gebiet umfasst die zusammenhängend besiedelte Fläche Bad Segebergs ohne die Außengebiete.

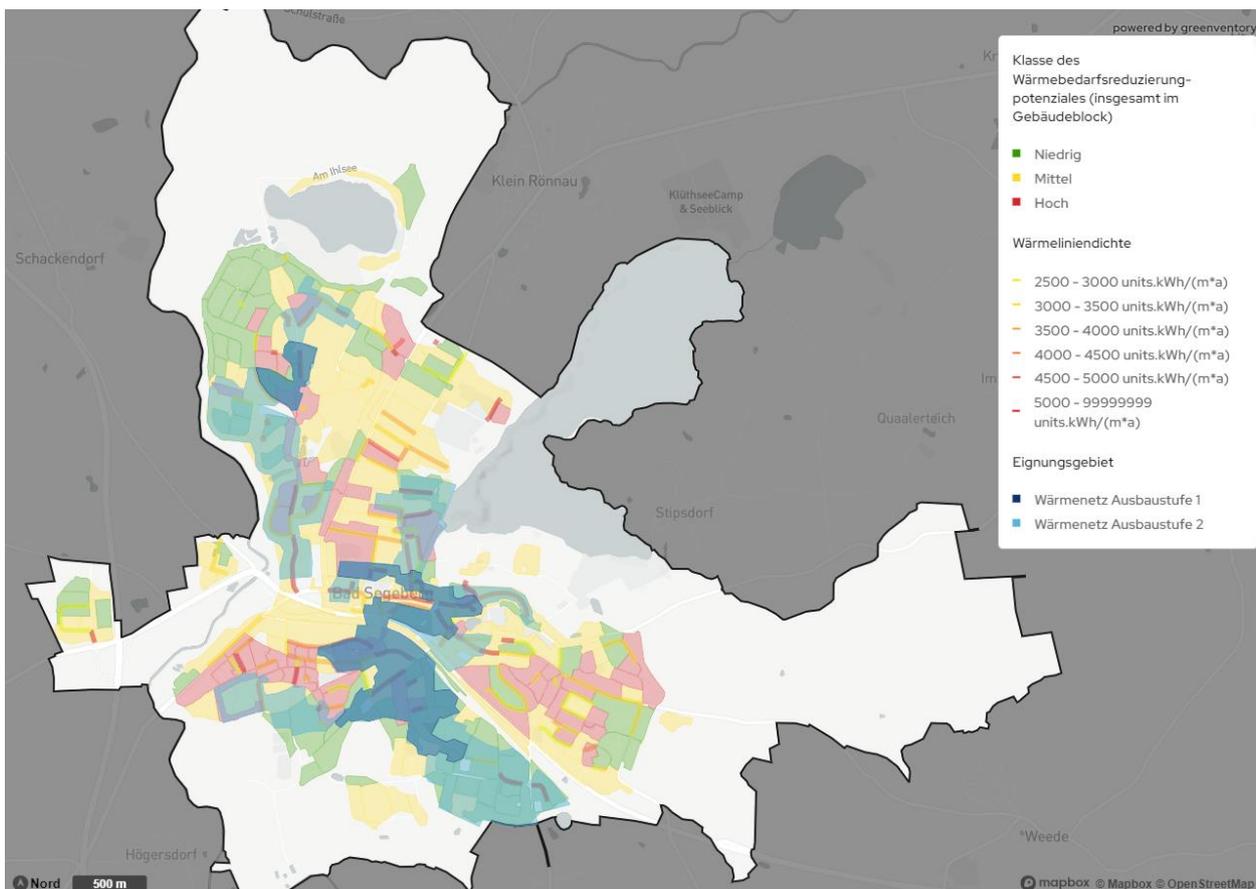


Abbildung 6-5: Eignungsgebiete dargestellt über Sanierungspotenzialklasse und Wärmeliniendichte ab 2600 kWh/(m·a)

Insgesamt ergeben sich für die Stadt Bad Segeberg folgende Eignungsgebiete, die einer weiteren Prüfung unterzogen werden:

Tabelle 6-1: Eignungsgebiete

| EIGNUNGSGBIET  | ANZAHL GEBÄUDE | HEUTIGER WÄRMEBEDARF | ZUKÜNFTIGER WÄRMEBEDARF (NACH SANIERUNGEN) | MITTLERE WÄRME LINIENDICHTE (NACH SANIERUNGEN) |
|----------------|----------------|----------------------|--|--|
| NORD 1         | 51             | 3.510 MWh/a          | 2.620 MWh/a                                | 3.210 kWh/(m·a)                                |
| NORD 2         | 511            | 21.080 MWh/a         | 13.620 MWh/a                               | 1.980 kWh/(m·a)                                |
| ZENTRUM 1      | 465            | 23.000 MWh/a         | 15.740 MWh/a                               | 2.740 kWh/(m·a)                                |
| ZENTRUM 2      | 1.099          | 64.000 MWh/a         | 44.570 MWh/a                               | 3.020 kWh/(m·a)                                |
| VOLLVERSORGUNG | 5.015          | 175.880 MWh/a        | 118.270 MWh/a                              | 1.790 kWh/(m·a)                                |

Die Steckbriefe und Informationen zu den einzelnen Gebieten sind in Anhang 1: Untersuchungs- und Eignungsgebiete einzusehen.

### 6.3 HERAUSFORDERUNG WÄRMEPUMPE

Die Installation von Luft-Wärmepumpen stellt eine vielversprechende Möglichkeit dar, den Energieverbrauch und die CO<sub>2</sub>-Emissionen zu senken, indem sie die Umgebungsluft als

Energiequelle nutzen. Allerdings sind einige Gebäude im Stadtgebiet mit Herausforderungen konfrontiert, wenn es darum geht, eine solche Wärmepumpe zu installieren. Die Ermittlung des Potenzials für die Anwendung von Luft-Wärmepumpen in diesen Gebäuden erfordert eine sorgfältige Berücksichtigung verschiedener Faktoren (vergleiche hierzu auch Anhang 3.8 Luftwärmepumpe).

Bei der Gebietsbestimmung für die Installation von Luft-Wärmepumpen ist es entscheidend, eine Flächenbetrachtung für jedes Gebäude durchzuführen. Dabei sollte die Außeneinheit der Wärmepumpe idealerweise innerhalb eines Abstands von maximal 8 Metern zum Gebäude installiert werden, um eine effiziente Wärmeübertragung zu gewährleisten und Wärmeverluste zu minimieren. Gleichzeitig müssen jedoch ausreichende Abstände zur Grundstücksgrenze eingehalten werden, um potenzielle Probleme mit Schallimmissionen zu vermeiden. Die technischen Anforderungen des Lärmschutzes spielen dabei eine wichtige Rolle, da je nach Siedlungstyp unterschiedliche Lautstärkegrenzwerte gelten und entsprechende Mindestabstände zu Nachbargrundstücken einzuhalten sind.

Die Potenzialberechnung erfolgt auf Basis der ermittelten Installationsfläche und der Leistung pro Fläche der Wärmepumpe. Durch einen umfassenden Vergleich mit den Verbrauchsdaten, den Volllaststunden des Jahres und anderen relevanten Parametern wird der mittlere Strombedarf der Wärmepumpe sowie die erzeugte Wärmemenge pro Jahr berechnet. Diese Analysen sind entscheidend, um die Machbarkeit der Installation von Luft-Wärmepumpen in bestimmten Gebäuden zu bewerten und potenzielle Herausforderungen frühzeitig zu identifizieren.

Abbildung 6-6 zeigt, wie sich eine solche Potentialermittlung im digitalen Zwilling darstellt.

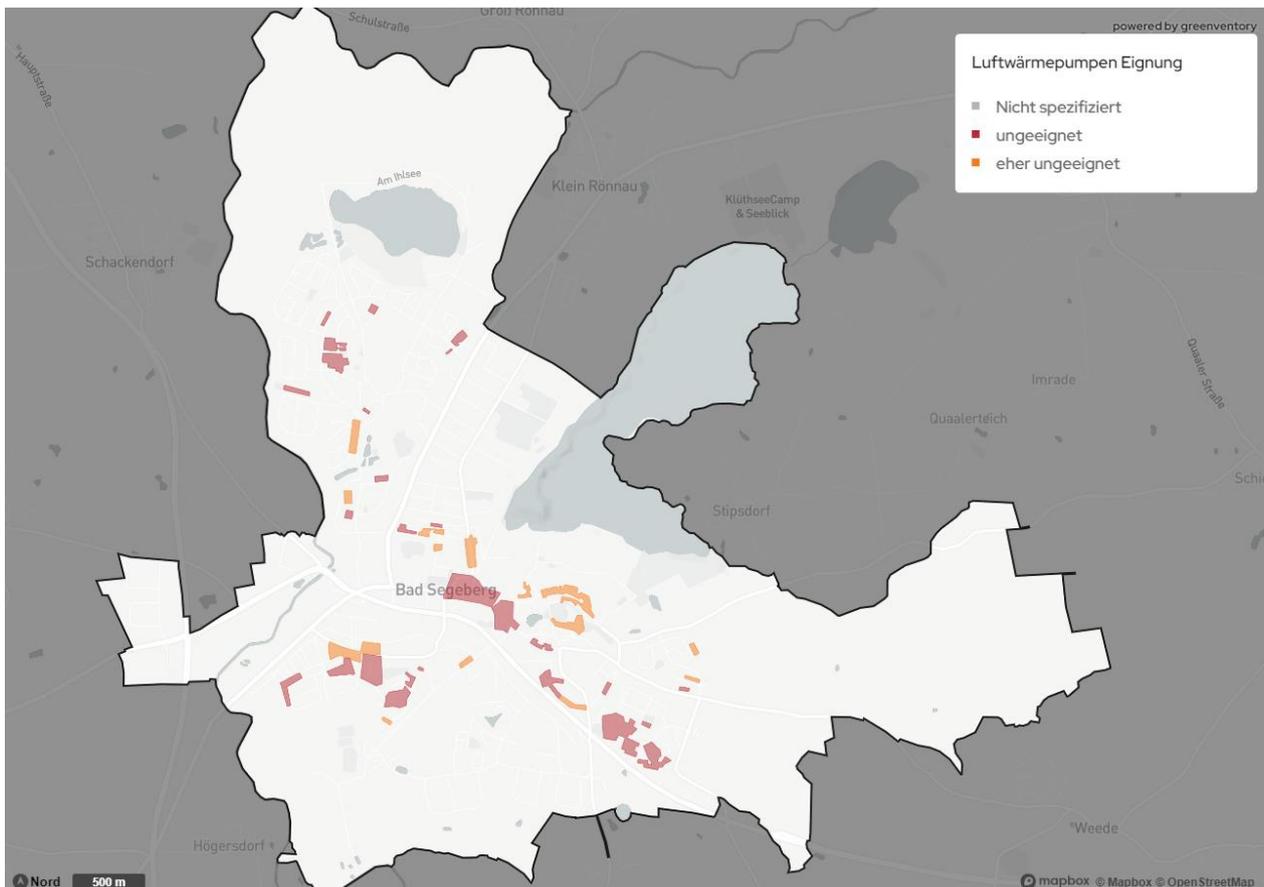


Abbildung 6-6: Gebäude mit und ohne Luft-Wärmepumpen-Potential

Für das gesamte Stadtgebiet ergeben sich unter Anwendung der aktuell gültigen Abstandsregeln 38 Gebiete mit einer Herausforderung hinsichtlich der Aufstellung einer Luft-Wärmepumpe. Diese Gebiete sind in Abbildung 6-7 dargestellt. In diesen 38 Gebieten befinden sich über 1.000 Gebäude, von denen die Mehrheit laut dem digitalen Zwilling keine oder lediglich eine räumlich

sehr stark eingeschränkte Möglichkeit haben eine Luftwärmepumpe aufzustellen. Damit ist derzeit fast jedes fünfte Gebäude in Bad Segeberg von dieser Herausforderung betroffen.

In Schleswig-Holstein ist derzeit eine Überarbeitung der Landesbauordnung in Arbeit, die eine Absenkung des Mindestabstands zur Grundstücksgrenze auf 2,30 m vorsieht (vgl. Schleswig-Holsteinischer Landtag, 2024). Daher könnten ab 01.01.2026 die Luftwärmepumpe für deutlich mehr Gebäude in Bad Segeberg eine Option sein.



**Abbildung 6-7: Gebiete mit der Herausforderung Luftwärmepumpe**

Die bereits ermittelten Eignungsgebiete wurden, sofern eine räumliche Nähe gegeben ist, um die Gebiete, für welche die Aufstellung einer Wärmepumpe herausfordernd ist, erweitert. Daraus ergeben sich folgende Eignungsgebiete, die ebenfalls einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung unterzogen wurden.

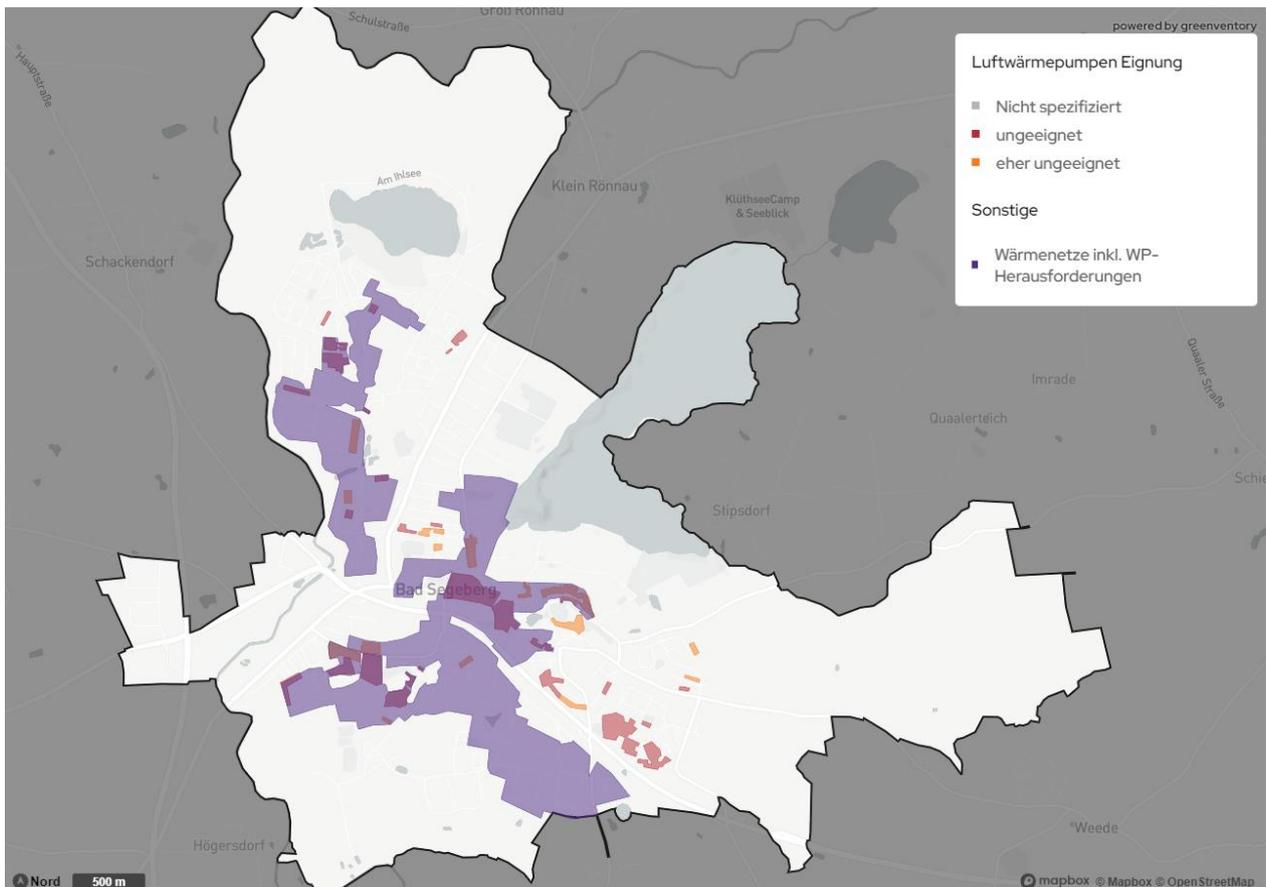


Abbildung 6-8: Eignungsgebiete Ausbaustufe 2 inkl. Herausforderung Wärmepumpe

Von den über 1.000 Gebäuden befinden sich nach dieser Anpassung über 600 innerhalb der beiden Eignungsgebiete für Wärmenetze. Für fast 400 Gebäude bedarf es dennoch einer dezentralen Lösung.

Die Übersichtstabelle der Eignungsgebiete, welche einer Wirtschaftlichkeitsberechnung unterzogen wurden, sieht dann wie folgt aus:

Tabelle 6-2: Übersicht Eignungsgebiete inkl. Wärmepumpen Herausforderung

| EIGNUNGSGBIET               | ANZAHL GEBÄUDE | HEUTIGER WÄRMEBEDARF | ZUKÜNFTIGER WÄRMEBEDARF (NACH SANIERUNGEN) | MITTLERE WÄRMELINIENDICHTE (NACH SANIERUNGEN) |
|-----------------------------|----------------|----------------------|--|---|
| NORD 1                      | 51             | 3.510 MWh/a          | 2.620 MWh/a                                | 3.210 kWh/(m·a)                               |
| NORD 2                      | 511            | 21.080 MWh/a         | 13.620 MWh/a                               | 1.980 kWh/(m·a)                               |
| NORD 2 INKL. WP-HERAUSF.    | 651            | 22.690 MWh/a         | 14.660 MWh/a                               | 2.080 kWh/(m·a)                               |
| ZENTRUM 1                   | 465            | 23.000 MWh/a         | 15.740 MWh/a                               | 2.740 kWh/(m·a)                               |
| ZENTRUM 2                   | 1.099          | 64.000 MWh/a         | 44.570 MWh/a                               | 3.020 kWh/(m·a)                               |
| ZENTRUM 2 INKL. WP-HERAUSF. | 1.397          | 72.790 MWh/a         | 49.810 MWh/a                               | 2.950 kWh/(m·a)                               |
| VOLLVERSORGUNG              | 5.015          | 175.880 MWh/a        | 118.270 MWh/a                              | 1.790 kWh/(m·a)                               |

Für die Gebäude, die gemäß der geltenden Abstandsregeln voraussichtlich keine Luft-Wärmepumpen aufstellen können und die nicht in einem Eignungsgebiet liegen, wird es dennoch technische Lösungen geben, diese Gebäude klimaneutral zu beheizen. Sofern der Platz im Garten oder auf dem Dach es ermöglichen lässt sich auch über Kollektoren Wärme gewinnen und mit einer Wärmepumpe nutzen, ohne dass ein Schall verursachendes Gebläse hierfür benötigt wird. Ist dies nicht möglich oder lässt sich damit nicht der gesamte Wärmebedarf decken, so bietet die EWS als regionaler Versorger Gastarife mit Anteilen an Biomethan an. Die EWS beabsichtigt mittelfristig Tarife anzubieten, mit denen sich die Vorgaben des GEG oder KWKG erfüllen lassen. Die Gastherme oder eine Hybridheizung aus Wärmepumpe und Gastherme ist daher für diese Gebäude möglicherweise eine Option. Da Biomethan eine knappe und damit teure Ressource ist, sollte sie möglichst sparsam eingesetzt werden, weshalb der energetischen Sanierung dieser Gebäude ein besonderer Stellenwert zukommt.

## **6.4 WIRTSCHAFTLICHKEIT DER EIGNUNGSGEBIETE**

Die Beschreibung der Vorgehensweise zur Wirtschaftlichkeitsberechnung der ermittelten Eignungsgebiete findet in diesem Kapitel statt. Die Ergebnisse aus diesen Berechnungen sind im Anhang 5: Wirtschaftlichkeitsberechnungen einzusehen.

### **6.4.1 ENERGIEWIRTSCHAFTLICHE ANSÄTZE**

Um die im vorangegangenen Schritt ermittelten Eignungsgebiete wirtschaftlich bewerten zu können, wurden die energiewirtschaftlich relevanten Rahmenparameter definiert. Neben einem Kapitalzins wurden aktuelle Kosten für Energieeinkauf, Wartung und Instandhaltung angesetzt, sowie eine CO<sub>2</sub>-Bepreisung abgeleitet am gehandelten Börsenpreis an der EEX-Börse. Die Ansätze für Wartungs- und Reparaturkosten wurden bei den Herstellern angefragt oder stammen aus vergleichbaren Projekten.

Tabelle 6-3 gewährt einen Überblick über die energiewirtschaftlichen Ansätze, die der Wirtschaftlichkeitsberechnung zu Grunde gelegt wurden.

Tabelle 6-3: Energiewirtschaftliche Ansätze

|                                   |        | netto             | brutto | Bezug                |
|-----------------------------------|--------|-------------------|--------|----------------------|
| MwSt.                             |        | 19,00%            |        |                      |
| Kapitalzins                       |        | 5,00%             |        | p. a.                |
| <b>Wartung und Instandhaltung</b> |        |                   |        |                      |
| Biomassekessel                    |        | 6,00%             |        | p. a./Invest         |
| Erdgaskessel                      |        | 3,00%             |        | p. a./Invest         |
| BHKW                              |        | Leistungsabhängig |        | Pro Betriebsstunde   |
| Wärmepumpen                       |        | 3,50%             |        | p. a./Invest         |
| Anlagentechnik und Installation   |        | 4,00%             |        | p. a./Invest         |
| Wärmenetz                         |        | 0,50%             |        | p. a./Invest         |
| Grundstücke & Gebäude             |        | 0,25%             |        | p. a./Invest         |
| Versicherung/Sonstiges            |        | 0,50%             |        | p. a./Invest         |
| technische Betriebsführung        |        | 0,50%             |        | p. a./Invest         |
| kaufmännische Betriebsführung     |        | 130 €             | 155 €  | je Anschluss p. a.   |
| <b>Energiekosten</b>              |        |                   |        |                      |
| Mischpreis Erdgas                 | Ø 2023 | 6,54              | 7,79   | ct/kWh <sub>Hi</sub> |
| Mischpreis Biomethan              | Ø 2023 | 9,81              | 11,69  | ct/kWh <sub>Hi</sub> |
| Hackschnitzel – WGH20             | Ø 2023 | 3,25              | 3,86   | ct/kWh <sub>Hi</sub> |
| Mischpreis Strom                  | Ø 2023 | 21,35             | 25,41  | ct/kWh <sub>el</sub> |
| CO <sub>2</sub> -Bepreisung       | Ø 2023 | 84,01             | 99,97  | €/t CO <sub>2</sub>  |

#### 6.4.2 EIGNUNGSGEBIETE – ANLAGENDIMENSIONIERUNG UND ENERGIEBILANZEN

Im ersten Schritt wurde der Wärmebedarf der Gebäude der unterschiedlichen Netzgebiete in einen stündlichen Lastgang überführt und in ein Simulationstool eingebettet. Unterstellt wird dabei, dass der Wärmebedarf der Gebäude einem typischen Tagesgang folgt, aber auch Grund der großen Anzahl an Gebäuden zeitlich etwas versetzt auftritt. Dieser zeitliche Versatz drückt sich in einer Begrenzung der maximalen Leistung aus, dem Gleichzeitigkeitsfaktor. Dieser Gleichzeitigkeitsfaktor ist niedriger je mehr Gebäude an das Wärmenetz angeschlossen sind. Bei sehr großen Netzen führt dies dazu, dass maximal etwa nur die Hälfte der Leistung abgerufen wird, die alle angeschlossenen Gebäude zusammen abrufen könnten. Dem stündlichen Lastgang des Wärmebedarfs werden in der Simulation jeweils die Erzeuger der betrachteten Versorgungsoptionen gegenübergestellt. Diese Erzeuger tragen in einer festgelegten Rangfolge zur Deckung des Netzwärmebedarfes bei. Diese Wärmeerzeuger werden so dimensioniert, dass ein möglichst gutes Verhältnis aus Investitions- und Betriebskosten und Nutzen entsteht. Gleichzeitig werden rechtliche Vorgaben für neue Wärmenetze und Förderbedingungen bei der Dimensionierung berücksichtigt.

Der Energiebedarf wird sich in Zukunft aufgrund von Gebäudesanierungen grundsätzlich verringern. Auch ist davon auszugehen, dass nicht alle Gebäudeeigentümer direkt den Anschluss an der Wärmenetz wählen werden. Bei der Berechnung der Wirtschaftlichkeit wird daher eine Anschlussquote von 60% bezogen auf den heutigen Wärmebedarf angenommen. Um einerseits auch kurzfristig Kapazitäten für einen Ausbau oder Nachverdichtung der Versorgung zu

gewährleisten und gleichzeitig nicht Überkapazitäten anzusetzen, die auf absehbare Zeit nicht gebraucht werden, wird bei der Dimensionierung der Erzeuger eine Anschlussquote von 75% bezogen auf den heutigen Wärmebedarf angesetzt.

Für die Eignungsgebiete werden folgende Versorgungsoptionen betrachtet:

Tabelle 6-4: Versorgungsoptionen Eignungsgebiete

| EIGNUNGS-<br>GEBIET                               | INDUSTRI-<br>ELLE AB-<br>WÄRME | SOLAR-<br>THERMIE | BHKW<br>STROM-<br>GEFÜHRT | HOLZ | BHKW<br>WÄRME-<br>GEFÜHRT | WÄRME-<br>PUMPE | SPITZEN-<br>LASTER-<br>ZEUGER |
|---|--------------------------------|-------------------|---------------------------|------|---------------------------|-----------------|-------------------------------|
| NORD STUFE<br>1                                   |                                |                   | ✓                         | ✓    |                           | ✓               | ✓                             |
| NORD STUFE<br>2                                   |                                |                   | ✓                         | ✓    |                           | ✓               | ✓                             |
| NORD STUFE<br>2 INKL. LWP<br>HERAUSFOR-<br>DERUNG |                                |                   | ✓                         | ✓    |                           | ✓               | ✓                             |
| ZENTRUM<br>STUFE 1                                |                                |                   | ✓                         | ✓    |                           | ✓               | ✓                             |
| ZENTRUM<br>STUFE 2                                |                                |                   | ✓                         | ✓    |                           | ✓               | ✓                             |
| ZENTRUM<br>STUFE LWP<br>HERAUSFOR-<br>DERUNG      |                                |                   | ✓                         | ✓    |                           | ✓               | ✓                             |
| VOLLVERSOR-<br>GUNG                               |                                |                   | ✓                         | ✓    |                           | ✓               | ✓                             |

### 6.4.3 VORGEHEN INVESTITIONSSCHÄTZUNG

Für die grobe Ermittlung der Investitionskosten werden, soweit für die unterschiedlichen Eignungsgebiete zutreffend, Ausgaben für Solarthermie, BHKW, Wärmepumpen-, Holzhackschnitzel- und Kesselanlage, Anlagentechnik und Installation sowie Infrastrukturmaßnahmen kalkuliert, die auf Erfahrungswerten von IPP ESN aus entsprechenden aktuellen Planungsarbeiten basieren.

Auf die in den einzelnen Ausgabenkategorien zu ermittelnden Zwischensummen wird ein spezifischer Aufschlag für Unvorhergesehenes und Planungsleistungen addiert, um einer für die Konzeptphase angemessenen konservativen Investitionskalkulation Rechnung zu tragen.

Die Investitionen gehen als jährlich gleichbleibende Zahlung in die Wirtschaftlichkeitsberechnung ein. Die kapitalgebundenen Kosten orientieren sich an der Nutzungsdauer der technischen Anlagen gemäß VDI-Richtlinie 2067 – Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen (Bundesfinanzministerium, 2000)

Folgende technische Nutzungszeiträume wurden angenommen:

- Holzkessel: 15 Jahre
- Solarthermie: 20 Jahre
- Luftwärmepumpe: 18 Jahre
- Erdwärmepumpe/Erdsonden: 20 Jahre / 40 Jahre
- BHKW: 10 Jahre
- Erdgaskessel: 20 Jahre
- Anlagentechnik und Installation: 15 Jahre
- Bautechnik (inkl. Wärmenetz): 40 Jahre
- Gebäude und Außenanlagen: 50 Jahre

Um die Wirtschaftlichkeit des Einsatzes erneuerbarer Energieträger im Wärmebereich zu verbessern, können in der Regel Fördermittel auf Landes- und Bundesebene in Form von zinsgünstigen Krediten und direkten Zuschüssen in Anspruch genommen werden.

Mit der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) werden der Neubau von Wärmenetzen mit hohen Anteilen erneuerbaren Energien sowie die Dekarbonisierung und Ausbau von bestehenden Netzen gefördert. Das Förderprogramm sieht sowohl eine systematische Förderung für erneuerbare und klimaneutrale Neubaunetze mit maximal 40 % der förderfähigen Ausgaben für die Investitionen in Erzeugungsanlagen und Infrastruktur vor als auch eine Betriebskostenförderung für Solarthermieranlagen und Wärmepumpen (BAFA, 2022 b). Die Gesamtförderung wird auf die Wirtschaftlichkeitslücke begrenzt. Hierfür muss aufgezeigt werden, dass „die beantragte Förderung unter Berücksichtigung sämtlicher Kosten-, Erlös- und Förderkomponenten über die Lebenszeit des zu fördernden Projekts sowie eines plausiblen kontrafaktischen Falls für die Wirtschaftlichkeit des Vorhabens erforderlich ist“ (BMWK, 2022).

Da diese genannten Förderprogramme nicht gesichert zur Verfügung stehen, werden sie in den Wirtschaftlichkeitsberechnungen nicht berücksichtigt.

#### **6.4.4 VORGEHEN WIRTSCHAFTLICHKEITSBERECHNUNG**

Für die in Tabelle 6-4 aufgezeigten untersuchten Versorgungsvarianten wird auf Basis der Investitionsschätzungen und der Energiebilanzen eine statische Wirtschaftlichkeitsberechnung anhand der Ein- und Auszahlungen in den Kategorien Kapitalkosten, Betriebs-, Wartungs- und Instandhaltungskosten und Energiebezugskosten durchgeführt. Die Bewertung der Wirtschaftlichkeit erfolgt über die Berechnung der Wärmegestehungskosten des Wärmeerzeugersystems. Hierbei wurde eine Anschlussquote von 60 % angenommen.

Die Ergebnistabellen der Wirtschaftlichkeitsberechnung kann im Anhang 5: Wirtschaftlichkeitsberechnungen eingesehen werden.

#### **6.4.5 DEZENTRALE WIRTSCHAFTLICHKEITSBERECHNUNG**

Als Kostenvergleich zu einer zentralen Wärmeversorgung sowie zu Bereichen, in denen wegen der geringen Wärmeabnahmedichte kein Wärmenetz in Frage kommt, wird für ein typisches Einfamilienhaus verschiedene dezentrale Wärmeversorgungsoptionen wirtschaftlich betrachtet. Die Berechnungen berücksichtigen dabei die seit Mitte August des Jahres 2022 geltenden Fördermöglichkeiten für den Heizanlagentausch aus der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BAFA, 2021), die in Abbildung 6-9 dargestellt sind.

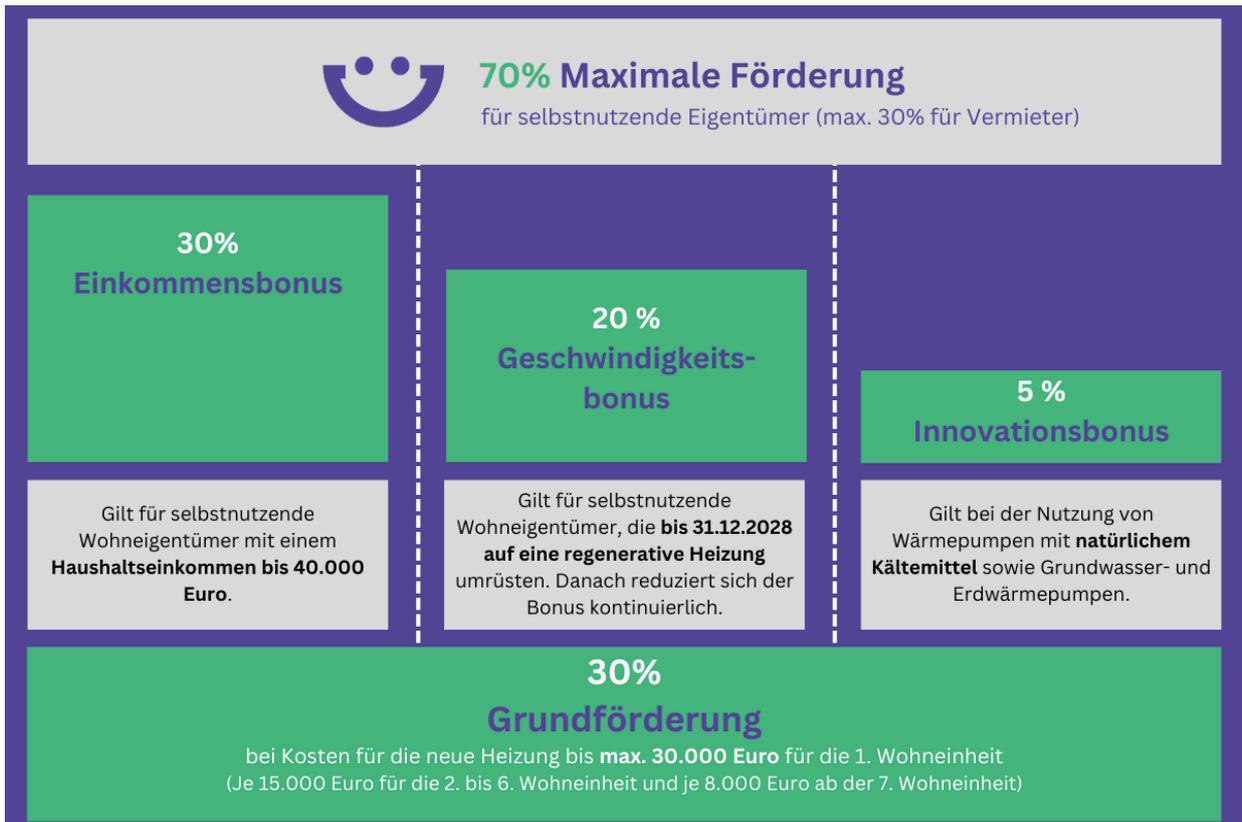


Abbildung 6-9: Bundesförderung für effiziente Gebäude – Heizungsanlagen (BEG EM)

Entscheidend für die Förderquote einer Erneuerung der Heizungsanlage ist, ob die bisherige Heizung eine Gas- oder Ölheizung war. Da sich auf Grundlage der Schornsteinfegerdaten ein hoher Anteil an Gasheizungen im Betrachtungsgebiet abschätzen lässt, wird in den Berechnungen von einer dezentralen Gasheizung als aktuelle Versorgungsvariante ausgegangen. Abbildung 6-10 zeigt die Jahreskosten mit Berücksichtigung eines CO<sub>2</sub>-Preises von 87 € pro Tonne (netto) für fossile Emissionen aus der direkten Nutzung von Erdgas. Dieser CO<sub>2</sub>-Preis wird aktuell bereits für Industrieunternehmen und Energieversorgungsunternehmen an der Börse abgerufen. Ab 2027 wird auch der CO<sub>2</sub>-Preis für fossile Energieträger im Privatkundensegment an der Börse gehandelt und dann in den Energiebezugspreis eingepreist werden. Daher sind die aktuellen Börsenpreise die beste verfügbare Vorhersage dieses Preises.

Beim Austausch eines (vorhandenen) Gaskessels wird davon ausgegangen, dass zusätzlich eine Solarthermieanlage errichtet wird, um so die Anforderungen von § 9 Abs. 1 EWKG zu erfüllen.

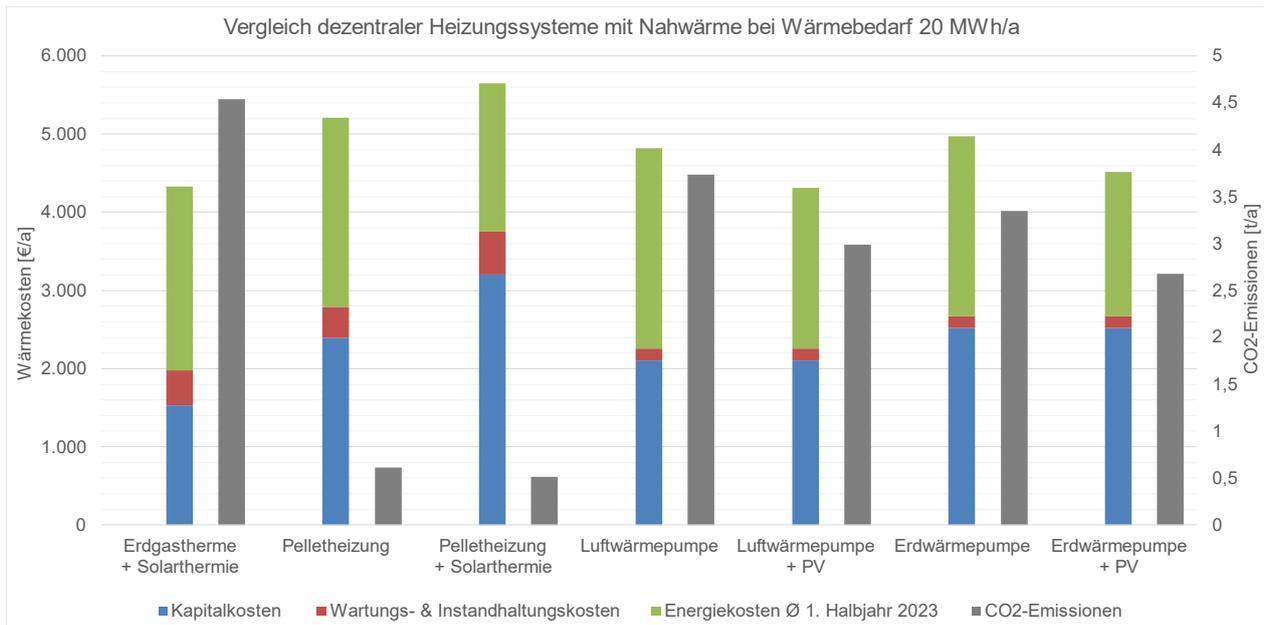


Abbildung 6-10: Vergleich dezentraler Heizungssysteme mit Nahwärme

#### 6.4.6 ÜBERFÜHRUNG DER EIGNUNGSGEBIETE IN MAßNAHMEN

Für alle Eignungsgebiete wird eine umfassende wirtschaftliche Bewertung durchgeführt, basierend auf einer statischen Wirtschaftlichkeitsberechnung unter Berücksichtigung der Vollkosten (vgl. Kapitel 6.3). Die dabei zu ermittelnden Wärmegestehungskosten werden mit den Kosten einer dezentralen Wärmeversorgung auf Basis einer Luftwärmepumpe in einem klassischen EFH mit einem Wärmebedarf von 20.000 kWh verglichen.

Die detaillierten Ergebnisse dieser Wirtschaftlichkeitsberechnungen sind im Anhang 5: Wirtschaftlichkeitsberechnungen zu finden.

Um den Bürger\*innen einen Überblick in die Wirtschaftlichkeit der Eignungsgebiete zu geben, wird in der folgenden Tabelle eine Zusammenfassung präsentiert. Die Tabelle zeigt, ob ein Wärmenetz in einem bestimmten Eignungsgebiet wirtschaftlich darstellbar ist.

- Ein roter Punkt gibt an, dass die Wärmegestehungskosten höher sind als bei einer dezentralen Erzeugung.
- Ein gelber Punkt zeigt an, dass die Wärmegestehungskosten bis zu 10 % geringer sind als bei einer dezentralen Erzeugung.
- Ein grüner Punkt signalisiert, dass die Wärmegestehungskosten bis zu 25% geringer sind als bei einer dezentralen Versorgung.

Diese farbkodierten Punkte dienen dazu, die Wirtschaftlichkeit der Wärmeversorgung in den einzelnen Eignungsgebieten schnell und übersichtlich zu bewerten.

Tabelle 6-5: Übersicht Eignungsgebiete und Wirtschaftlichkeit

| EIGNUNGSGEBIET                  | ANZAHL<br>VERSORGTER<br>GEBÄUDE | HEUTIGER<br>WÄRMEBEDARF<br>(BEI 60% AQ) | WÄRME-<br>LINIENDICHTE<br>(BEI 60% AQ) | WIRTSCHAFT-<br>LICHKEIT  |
|---------------------------------|---------------------------------|---|--|--|
| NORD 1                          | 31 von 51                       | 2.100 MWh/a                             | 2.580 kWh/(m·a)                        |  <sup>7</sup> |
| NORD 2                          | 307 von 511                     | 12.650 MWh/a                            | 1.840 kWh/(m·a)                        |               |
| NORD 2 INKL. WP-<br>HERAUSF.    | 391 von 651                     | 13.610 MWh/a                            | 1.940 kWh/(m·a)                        |               |
| ZENTRUM 1                       | 279 von 465                     | 13.800 MWh/a                            | 2.410 kWh/(m·a)                        |               |
| ZENTRUM 2                       | 659 von 1.099                   | 38.400 MWh/a                            | 2.610 kWh/(m·a)                        |               |
| ZENTRUM 2 INKL. WP-<br>HERAUSF. | 838 von 1.397                   | 43.670 MWh/a                            | 2.580 kWh/(m·a)                        |               |
| VOLLVERSORGUNG                  | 3.009 von 5.016                 | 105.530 MWh/a                           | 1.600 kWh/(m·a)                        |               |

Tabelle 6-5 zeigt eine Übersicht über die betrachteten Eignungsgebiete und eine qualitative Übersicht über die Wirtschaftlichkeit dieser in Relation zu einer dezentralen Wärmeversorgung. Die wirtschaftlichen Eignungsgebiete werden in Maßnahmen überführt.

Es zeigt sich, dass neben der Wärmelinien-dichte vor allem die Größe des Netzes und die Höhe des Gesamtwärmeabsatzes die Wirtschaftlichkeit positiv beeinflussen. Allerdings sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung sich auf den Zeitraum nach der vollständigen (Erst-)Erschließung des Gebietes bezieht. Je größer das Wärmenetzgebiet, desto höher die Investitionen und damit das finanzielle Risiko, und desto schwieriger ist es die Hochlaufphase zu überbrücken, in der bereits ein Teil des Netzes betrieben wird und ein Teil der Kund\*innen Wärme abnehmen, die Erzeuger möglicherweise jedoch schon auf das Ausbauziel hin errichtet wurden. Diese kostensteigernden Effekte wirken den Skaleneffekten entgegen, lassen sich jedoch nur in einer dynamischen Wirtschaftlichkeitsbetrachtung unter Kenntnis der betreiberspezifischen Finanzierungsmodalitäten abbilden. Diese Betrachtungen können erst im Dialog mit einem künftigen Betreiber im Rahmen einer Machbarkeitsstudie erstellt werden.

<sup>7</sup> Das bestehende Netz deckt bereits ein Drittel des Wärmebedarfs und versorgt ca. ein Drittel der Gebäude, die zu einem Erreichen der Anschlussquote notwendig sind. Dieser Aspekt konnte in der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung nicht berücksichtigt werden. Für den Betreiber des Bestandswärmenetz, kann die Netzerweiterung deutlich wirtschaftlicher sein als dargestellt.

## 7 ZIELSZENARIO

Das Zielszenario zeigt die mögliche Wärmeversorgung im Zieljahr, basierend auf den Eignungsgebieten und nutzbaren Potenzialen. Dieses Kapitel beschreibt die Methodik sowie die Ergebnisse einer Simulation des ausgearbeiteten Zielszenarios.



Abbildung 7-1: Simulation des Zielszenarios für 2040

Die Formulierung des Zielszenarios ist zentraler Bestandteil des kommunalen Wärmeplans. Das Zielszenario dient als Blaupause für eine treibhausgasneutrale und effiziente Wärmeversorgung und baut auf Kapitel 4 Prognose auf. Das Zielszenario beantwortet quantitativ folgende Kernfragen:

- Wo können künftig Wärmenetze liegen?
- Wie lässt sich die Wärmeversorgung dieser Netze treibhausgasneutral gestalten?
- Wie viele Gebäude müssen bis zur Zielerreichung energetisch saniert werden?
- Wie erfolgt die Wärmeversorgung für Gebäude, die nicht an ein Wärmenetz angeschlossen werden können?

Die Erstellung des Zielszenario erfolgt in drei Schritten:

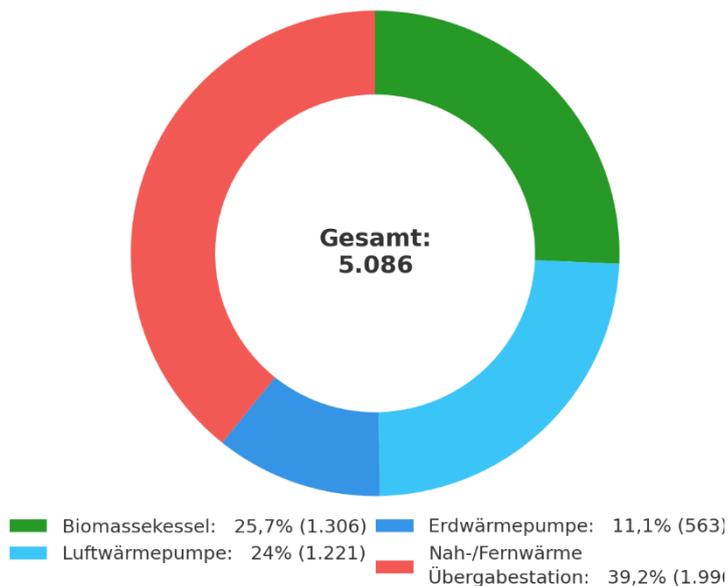
1. Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs mittels Modellierung (bereits in Kapitel 4 erfolgt)
2. Identifikation geeigneter Gebiete für Wärmenetze
3. Ermittlung der zukünftigen Wärmeversorgung

Zu beachten ist, dass das Zielszenario die Technologien zur Wärmeerzeugung nicht verbindlich festlegt, sondern es als Ausgangspunkt für die strategische Infrastrukturentwicklung dient. Die Umsetzung dieser Strategie ist abhängig von zahlreichen Faktoren, wie der technischen Machbarkeit der Einzelprojekte sowie der lokalen politischen Rahmenbedingungen und der Bereitschaft der Gebäudeeigentümer zur Sanierung und einem Heizungstausch sowie dem Erfolg bei der Kundengewinnung für Wärmenetze.

### 7.1 ERMITTLUNG DER ZUKÜNFTIGEN WÄRMEVERSORGUNG

Nach der Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs und der Bestimmung der Eignungsgebiete für Wärmenetze erfolgt die Ermittlung der zukünftigen Versorgungsinfrastruktur. Es wird jedem Gebäude eine Wärmeerzeugungstechnologie zugewiesen. Zur Ermittlung der zukünftigen Wärmeerzeugungstechnologie in den beheizten Gebäuden, wird für jene Gebäude, die in einem Wärmenetzeignungsgebiet liegen, ein Anschluss an das Wärmenetz mittels einer Hausübergabestation angenommen. In diesem Szenario werden fast 40 % der Gebäude über Wärmenetze versorgt (s. Abbildung 7-2).

Gebäude außerhalb der Eignungsgebiete werden individuell beheizt. In Gebäuden mit Potenzial zur Deckung des Wärmebedarfs durch eine Wärmepumpe wird diese eingesetzt. Falls auf dem jeweiligen Flurstück die Möglichkeiten zur Installation einer Wärmepumpe vorhanden sind, wird eine Luftwärmepumpe oder eine Erdwärmepumpe zugeordnet. Andernfalls wird ein Biomassekessel angenommen. Dieser kommt auch bei großen gewerblichen Gebäuden zum Einsatz. Der mögliche Einsatz von Wasserstoff wurde aufgrund fehlender belastbarer Planungsmöglichkeiten sowie Verfügbarkeit im Szenario nicht betrachtet.



**Abbildung 7-2: Gebäudeanzahl nach Wärmeerzeugern im Jahr 2040**

Die Ergebnisse der Simulation sind in Abbildung 7-2 für das Jahr 2040 dargestellt. Eine Analyse der eingesetzten Wärmeerzeugungstechnologien macht deutlich, dass ca. 24 % der Haushalte zukünftig mit Luftwärmepumpen beheizt werden könnten, was einer Gebäudeanzahl von 1.221 entspricht. Erdwärmepumpen sind in diesem Szenario in 11,1 % der Gebäude verbaut, was insgesamt 563 Gebäuden entspricht. Um diesen Ausbaugrad an Wärmepumpen zu erreichen, müssten jährlich ca. 80 Luft- und ca. 38 Erdwärmepumpen installiert werden. Einzelheizungen mit Biomasse (gasförmig oder fest) könnten nach diesen Berechnungen zukünftig in 25,7 % bzw. ca. 1.306 Gebäuden zum Einsatz kommen. Abbildung 7-3 stellt das modellierte zukünftige Versorgungsszenario im Projektgebiet dar. Darin sind die Eignungsgebiete für Wärmenetze (blau hinterlegt) sowie die Einzelversorgungsgebiete (grün hinterlegt) dargestellt, welche durch Heizsystem, betrieben durch Strom und Biomasse, versorgt werden.

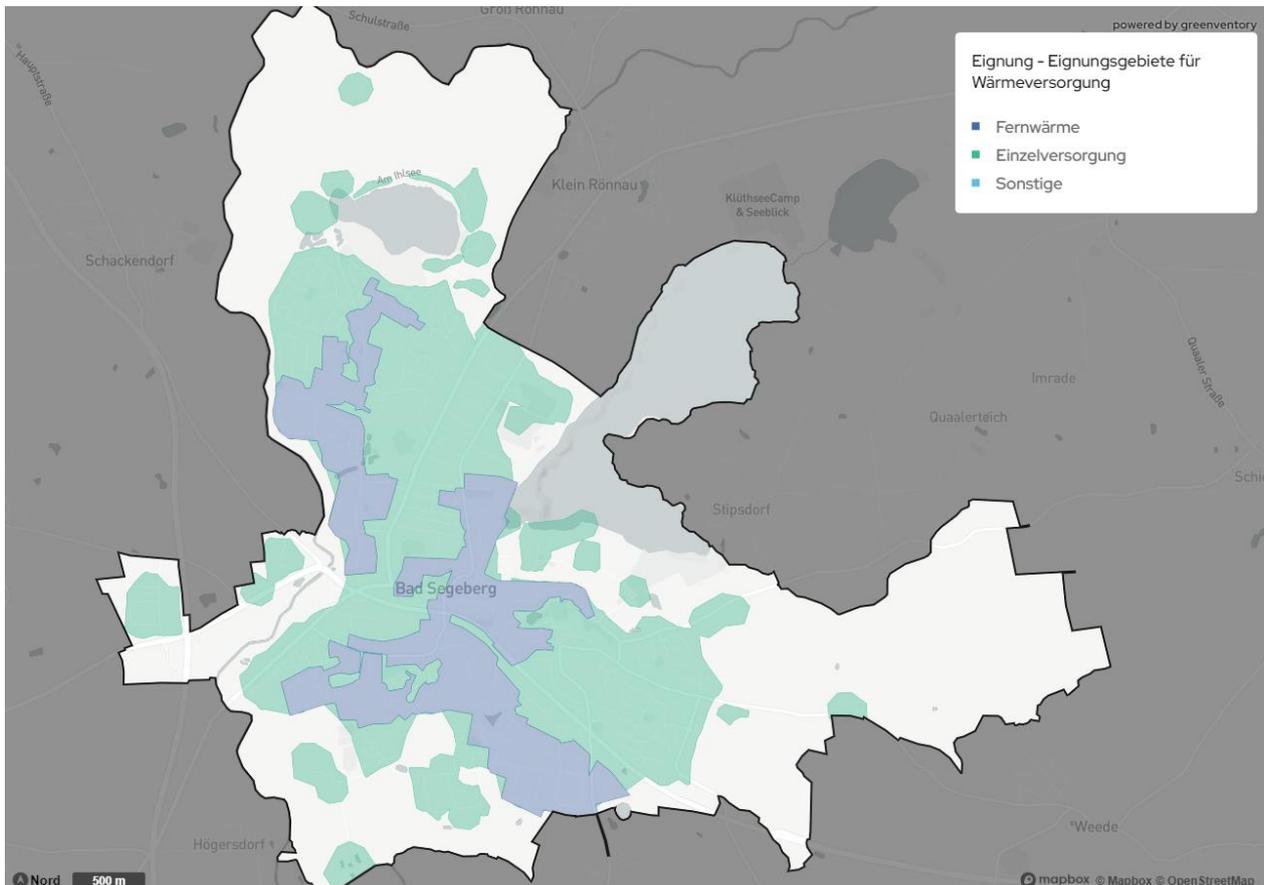


Abbildung 7-3: Versorgungsszenario im Zieljahr 2040 (blau: Fernwärme, grün: Einzelversorgung)

## 7.2 ZUSAMMENSETZUNG DER FERNWÄRMEERZEUGUNG

Im Kontext der geplanten Fernwärmeerzeugung bis 2040 wurde eine Prognose hinsichtlich der Zusammensetzung der im Zieljahr verwendeten Energieträger durchgeführt. Diese basiert auf Kenntnissen zu aktuellen und zukünftigen Energieerzeugungstechnologien.

Die Zusammensetzung der im Zieljahr 2040 voraussichtlich für die Fernwärmeversorgung eingesetzten Energieträger ist in Abbildung 7-4 dargestellt.

Im Zieljahr 2040 könnten die Wärmenetze zu 25% durch Biomethan-KWK und Biomethan-Kessel versorgt werden. Großwärmepumpen, welche Umweltwärme (Luft sowie ggf. Erdwärme in ausgewählten Randlagen) und Strom kombinieren, könnten zukünftig 75 % der benötigten Wärme für die Fernwärme bereitstellen. Der Strombedarf der Großwärmepumpen entspricht dabei 33 % des Wärmebedarfs.

Jeder dieser Energieträger wurde aufgrund seiner technischen Eignung, Umweltverträglichkeit und Effizienz im Kontext der Fernwärmeerzeugung ausgewählt. Es ist zu betonen, dass diese initialen Werte in nachgelagerten Machbarkeitsstudien, die für jedes Eignungsgebiet durchgeführt werden, noch weiter verfeinert und validiert werden müssen.

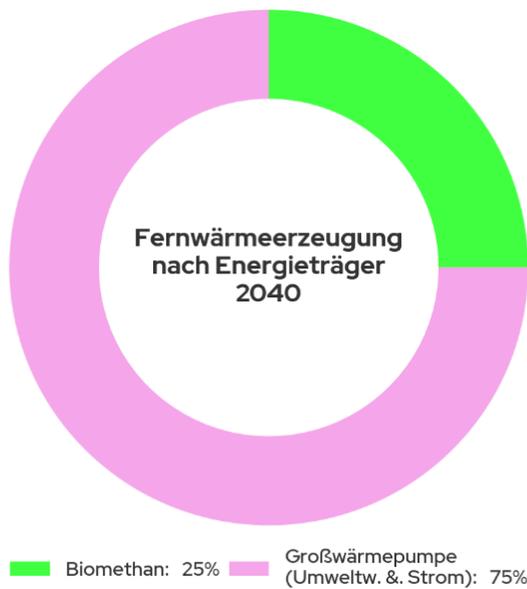


Abbildung 7-4: Fernwärmeerzeugung nach Energieträger im Zieljahr 2040

### 7.3 ENTWICKLUNG DER EINGESETZTEN ENERGIETRÄGER

Basierend auf den zugewiesenen Wärmeerzeugungstechnologien aller Gebäude im Projektgebiet wird der Energieträgermix für das Zieljahr 2040 berechnet.

Der Energieträgermix zur Deckung des zukünftigen Endenergiebedarfs gibt Auskunft darüber, welche Energieträger in Zukunft zur Wärmeversorgung in Wärmenetzen und in der Einzelversorgung zum Einsatz kommen.

Zunächst wird jedem Gebäude ein Energieträger zugewiesen. Anschließend wird dessen Endenergiebedarf basierend auf dem Wirkungsgrad der Wärmeerzeugungstechnologie sowie des Wärmebedarfs berechnet. Dafür wird der jeweilige Wärmebedarf im Zieljahr durch den thermischen Wirkungsgrad der Wärmeerzeugungstechnologie dividiert. Der Endenergiebedarf nach Energieträger für das Zwischenjahr 2030 sowie das Zieljahr 2040 ist in Abbildung 7-5 dargestellt.

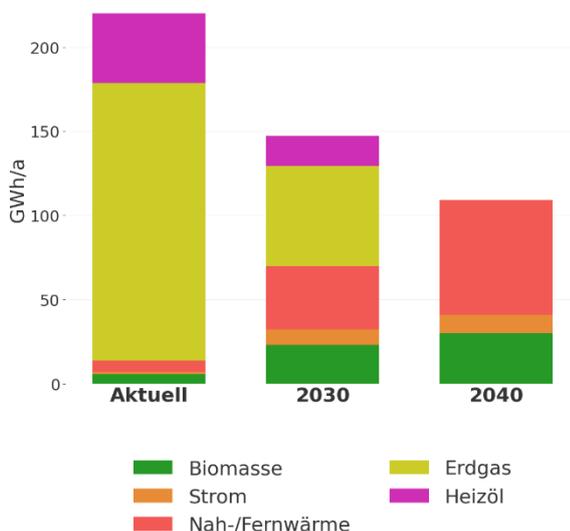


Abbildung 7-5: Verteilung des Endenergiebedarfs nach Energieträger im zeitlichen Verlauf

Die Zusammensetzung der verschiedenen Energieträger am Endenergiebedarf erfährt einen Übergang von fossilen hin zu nachhaltigen Energieträgern. Zudem sinkt der gesamte Endenergiebedarf durch die Annahme fortschreitender Sanierungen.

Der Anteil der Fernwärme am Endenergiebedarf 2040 wird über das betrachtete Zwischenjahr 2030 deutlich steigen. In diesem Szenario wird angenommen, dass sämtliche in den Workshops im Rahmen der Akteursbeteiligung erarbeiteten Wärmenetz-Eignungsgebiete vollständig erschlossen sein werden. Die Erschließung der Gebiete wird aufgrund der Größe der Wärmenetze möglicherweise noch nicht abgeschlossen sein, und es gilt dies in der Fortschreibung aufzunehmen.

Der Anteil von Strom für dezentrale Wärmepumpen am Endenergiebedarf 2040 fällt vergleichsweise gering aus. Aufgrund der angenommenen Jahresarbeitszahl von ca. drei für die Wärmepumpen fällt der Strombedarf geringer aus als die durch die Wärmepumpen bereitgestellte Wärmemenge.

#### 7.4 BESTIMMUNG DER TREIBHAUSGASEMISSIONEN

Die dargestellten Veränderungen in der Zusammensetzung der Energieträger bei der Einzelversorgung und in Wärmenetzen führen zu einer kontinuierlichen Reduktion der Treibhausgasemissionen (siehe Abbildung 7-6). Es zeigt sich, dass im angenommenen Szenario im Zieljahr 2040 eine Reduktion um ca. 96 % verglichen mit dem Basisjahr erzielt werden kann. Dies bedeutet, dass ein CO<sub>2</sub>-Restbudget im Wärmesektor von ca. 2.272 tCO<sub>2</sub> im Jahr 2040 anfällt. Dieses muss kompensiert oder durch weitere technische Maßnahmen im Rahmen des kommunalen Klimaschutzes bilanziell reduziert werden, um die Treibhausgasneutralität im Zieljahr zu erreichen. Das Restbudget ist den Emissionsfaktoren der erneuerbaren Energieträger zuzuschreiben, die auf die Emissionen entlang der Wertschöpfungskette (z. B. Fertigung und Installation) zurückzuführen sind.

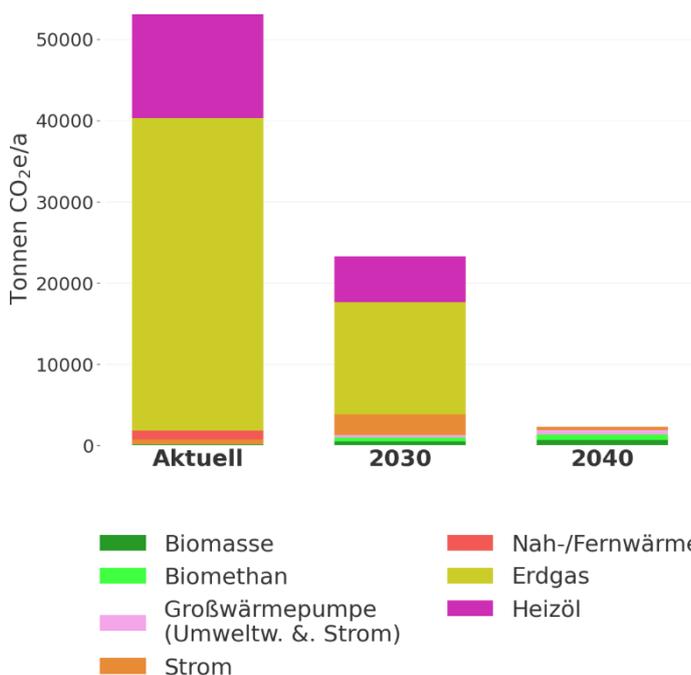
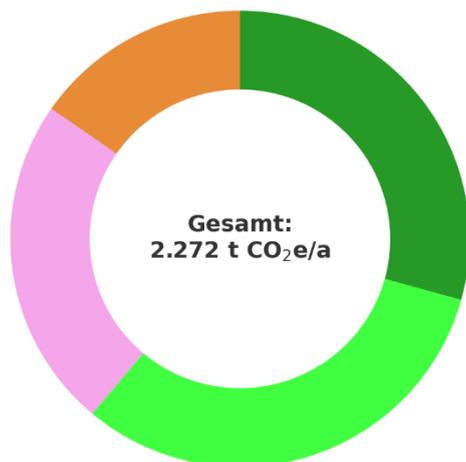


Abbildung 7-6: Verteilung der THG-Emissionen nach Energieträger im zeitlichen Verlauf

Einen wesentlichen Einfluss auf die zukünftigen THG-Emissionen haben neben der eingesetzten Technologie auch die zukünftigen Emissionsfaktoren. Für die vorliegende Berechnung wurden die in der Tabelle 3-1 aufgeführten Faktoren angenommen. Gerade im Stromsektor wird von einer erheblichen Reduktion der spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen ausgegangen, was sich positiv auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen von Wärmepumpenheizungen auswirkt.



|   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: green;">■</span> Biomasse: 29,3% (666 t/a)</li> <li><span style="color: red;">■</span> Biomethan: 31,8% (722 t/a)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: blue;">■</span> Großwärmepumpe (Umweltw. &amp; Strom): 23,5% (535 t)</li> <li><span style="color: orange;">■</span> Strom: 15,3% (348 t/a)</li> </ul> |
|---|--|

**Abbildung 7-7: Treibhausgasemissionen nach Energieträger im Jahr 2040**

Wie in Abbildung 7-7 zu sehen ist, wird im Jahr 2040 die Biomasse und Biomethan den Großteil der verbleibenden Emissionen ausmachen. Um eine vollständige Treibhausgasneutralität erreichen zu können, sollte im Rahmen der Fortschreibung der Wärmeplanung der Kompensation dieses Restbudgets Rechnung getragen werden.

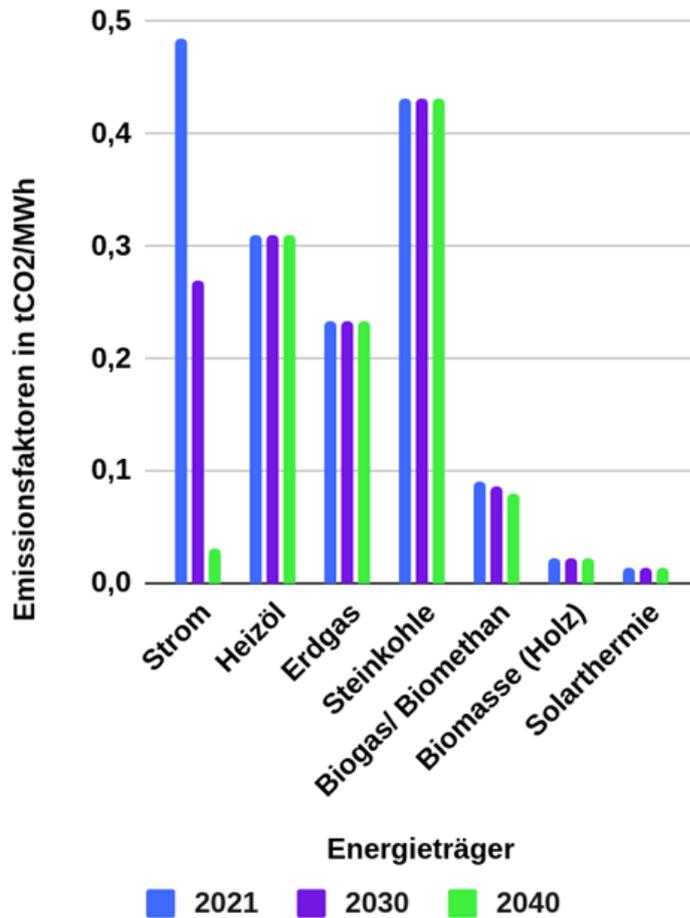


Abbildung 7-8: Emissionsfaktoren in tCO<sub>2</sub>/MWh (KEA-BW, 2024)

## 7.5 ZUSAMMENFASSUNG DES ZIELSZENARIOS

Durch die Simulation des Zielszenarios zeigt sich, wie sich der Wärmebedarf bis ins Zieljahr 2040 bei einer Sanierungsquote von 2 % entwickelt. Der bundesweite Durchschnitt der Sanierungsquote liegt aktuell jedoch bei lediglich 0,8 %. Dies unterstreicht die Dringlichkeit großflächiger Sanierungen, um die Wärmewende erfolgreich zu gestalten.

Im betrachteten Szenario wird etwa die Hälfte der Gebäude dezentral über Wärmepumpen oder Biomasse beheizt. Parallel dazu wird der Ausbau der Fernwärmeversorgung vorangetrieben und es wird angenommen, dass im Zieljahr 2040 die Wärmenetze der erarbeiteten Eignungsgebiete vollumfänglich umgesetzt sind. Um die Dekarbonisierung des Wärmesektors im Projektgebiet zu erreichen, müssen konsequent erneuerbare Energiequellen in dem Projektgebiet erschlossen werden. Auch wenn dies, wie im Zielszenario angenommen, erreicht wird, bleiben 2040 Restemissionen von 2.272 tCO<sub>2</sub>/a. Im Rahmen der Fortschreibungen des Wärmeplans müssen hierzu weitere Maßnahmen und Strategien entwickelt werden, um eine vollständige Treibhausgasneutralität des Wärmesektors erreichen zu können.

## 8 MAßNAHMENPROGRAMM

In diesem Abschnitt werden konkrete technische Ansätze, Implementierungsstrategien und Maßnahmen erläutert, die erforderlich sind, um die Ziele der Wärmewende zu erreichen. Diese wurden durch eine systematische Analyse von Potenzialen und Technologieoptionen sowie durch die aktive Einbindung wichtiger Interessengruppen entwickelt und diskutiert.

In den vorangegangenen Kapiteln dieses Berichts wurden die wesentlichen Elemente einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung identifiziert, präsentiert und quantitativ analysiert. Nun gilt es, diese Elemente zeitlich zu ordnen, zu konkretisieren und in einzelne Projekte umzusetzen, um die Wärmewende voranzutreiben.

Die Schlüsselkomponenten einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung umfassen verschiedene Aspekte:

- Ein übergreifendes Management von Maßnahmen und Umsetzungsprozessen.
- Die energetische Sanierung mit dem Ziel einer Sanierungsquote von mindestens 2%.
- Den Ausbau bestehender Wärmenetze sowie die Schaffung neuer Wärmenetze.
- Die verstärkte Integration von Wärmepumpen.
- Die Nutzung lokaler regenerativer Quellen wie Erdwärme, Solarthermie und Biogas.
- Die Nutzung von Abwärme.
- Die Sicherstellung möglichst hoher Effizienz in Neubaugebieten.

Diese Schlüsselkomponenten werden zu konkreten Maßnahmen weiterentwickelt. Diese Maßnahmen sind ein zentraler Bestandteil des Wärmeplans und bilden die ersten Schritte auf dem Weg zum angestrebten Zielszenario. Die Maßnahmen können sowohl konkrete Bauvorhaben mit klar quantifizierbaren Treibhausgas-Einsparungen als auch sogenannte "weiche" Maßnahmen wie Öffentlichkeitsarbeit umfassen.

Die Auswahl der Maßnahmen basiert auf den Ergebnissen der Bestands- und Potenzialanalyse, welche den zukünftigen Wärmebedarf, die vorhandene Wärmeinfrastruktur und die verfügbaren Potenziale zusammenführt. In gemeinsamen Facharbeitgesprächen sind diese Maßnahmen anschließend anhand quantitativer (CO<sub>2</sub>-Einsparungen, Kosten) und qualitativer Kriterien priorisiert. Dabei ist sowohl zeitliche Dringlichkeit als auch die zeitnahe Umsetzbarkeit berücksichtigt.

Konkret benannte Maßnahmen, die innerhalb der nächsten Jahre angestoßen werden sollten, sind detailliert ausgearbeitet, während geplante Schritte über diesen Zeitraum hinaus allgemeiner formuliert sind und im Rahmen der kontinuierlichen Aktualisierung des Wärmeplans konkretisiert werden sollen.

### 8.1 ÜBERGEORDNETE MAßNAHMEN

Aus den identifizierten Eignungsgebieten werden spezifische Maßnahmen abgeleitet, die darauf abzielen, die Wärmewende in Bad Segeberg voranzutreiben. Zusätzlich zu diesen gebietsbezogenen Maßnahmen gibt es eine Reihe von übergeordneten Strategien, die zur Förderung der Wärmewende auf kommunaler Ebene umgesetzt werden sollten:

Tabelle 8-1: Übergeordnete Maßnahmen

| NAME DER MAßNAHME                       | VERANTWORTLICHE AKTEURE                    | ANZAHL BEEIN-FLUSSTER GEBÄUDE | NÄCHSTE SCHRITTE   | UMSETZUNGS-ZEITRAUM (NÄCHSTE SCHRITTE) |
|---|--|-------------------------------|--|--|
| Transformationspläne                    | HanseWerk Natur, (EWS, Stadtverwaltung)    | 259                           | BEW Transformationsplan  | bis zum 31.12.2026                     |
| Energetisches Sanierungsmanagement      | Stadtverwaltung                            | 5.191                         | Stelle schaffen,   | 2025                                   |
| Beratungsangebot Heizungstausch         | Stadtverwaltung, Sanierungsmanagement, EWS | 3.143 bis 4.932               | Beratungsformat klären, bewerben                               | 1-2 Jahre                              |
| PV auf öffentlichen Gebäuden            | Stadtverwaltung, Sanierungsmanagement      | 89                            | Gebäude hinsichtlich Eignung bewerten, Hemmnisse dokumentieren | 2-3 Jahre                              |
| Sanierungsstrategie Öffentliche Gebäude | Stadtverwaltung, Sanierungsmanagement      | 89                            | Geeignete Energieberater / Partner suchen                      | 1-2 Jahre                              |

## 8.2 IDENTIFIZIERTE MAßNAHMEN

Der Kern des Wärmeplans liegt in der Identifizierung von Maßnahmen, die den Weg in Richtung des angestrebten Zielszenarios ebnen sollen. Bei der Auswahl der quantitativen Maßnahmen wurden die Erkenntnisse aus der Bestands- und Potenzialanalyse als Basis herangezogen. In Zusammenarbeit mit den Teilnehmenden der Fachgespräche, greenventory und lokalen Experten der Stadt Bad Segeberg wurde der Handlungsspielraum so eingegrenzt, dass einige zielführende Maßnahmen identifiziert werden konnten.

Im nachfolgenden Anhang 2: Maßnahmen werden diese Maßnahmen detailliert beschrieben, einschließlich ihrer geographischen Lage und wichtiger Kennzahlen. Sie repräsentieren wichtige und konkrete Schritte hin zu einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung. Die Priorisierung und Festlegung des Umsetzungsbeginns der Maßnahmen erfolgt in enger Abstimmung mit den lokalen Akteuren, und basiert auf technischen Überlegungen, wie beispielsweise der Etappierung von Wärmenetzerweiterungen und der Dringlichkeit der Maßnahmen zur Gestaltung der Wärmewende, sowie den Erkenntnissen aus der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung.

Tabelle 8-2: Identifizierte Maßnahmen

| NAME DER MAßNAHME                     | VERANTWORTLICHE AKTEURE               | ANZAHL BEEIN-FLUSSTER GEBÄUDE | NÄCHSTE SCHRITTE   | UMSETZUNGS-ZEITRAUM (NÄCHSTE SCHRITTE) |
|---------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|--|--|
| Fokusgebiete Energetische Sanierung   | Stadtverwaltung, Sanierungsmanagement | 1.480                         | Gebiete ausweisen, Rahmenbedingungen klären, Angebote schaffen | 1-2 Jahre                              |
| Wärmenetz Nord 2 inkl. WP-Herausf.    | Stadtverwaltung, HanseWerk Natur, EWS | 651                           | Betreiberfrage klären, BEW Machbarkeitsstudie                  | 1-3 Jahre                              |
| Wärmenetz Zentrum 2 inkl. WP-Herausf. | Stadtverwaltung, HanseWerk Natur, EWS | 1.397                         | Betreiberfrage klären, BEW Machbarkeitsstudie                  | 1-3 Jahre                              |

Die einzelnen Maßnahmenblätter sind im Anhang 2: Maßnahmen einzusehen.

### 8.3 ZEITLICHE EINORDNUNG

Die erfolgreiche Umsetzung von Maßnahmen zur Transformation der Energieinfrastruktur erfordert nicht nur eine detaillierte Planung, sondern auch eine klare zeitliche Abfolge. Die zeitliche Einordnung der Maßnahmen ist von entscheidender Bedeutung, um sicherzustellen, dass die gesetzten Ziele effizient und effektiv erreicht werden können. Dieses Kapitel beleuchtet die zeitliche Dimension der geplanten Maßnahmen und gibt einen Überblick darüber, wie sie in den kommenden Jahren umgesetzt werden sollen.

#### KURZFRISTIGE MAßNAHMEN (0-5 JAHRE):

In den nächsten Jahren stehen vor allem kurzfristige Maßnahmen an, die eine rasche Verbesserung der Energieeffizienz und eine Reduzierung der Treibhausgasemissionen ermöglichen sollen. Dazu gehören beispielsweise die beratende Unterstützung energetischer Sanierungsmaßnahmen, die Umstellung auf erneuerbare Energieträger in der Wärmeversorgung und die Optimierung bestehender Anlagen. Dazu gehören darüber hinaus alle Maßnahmen bzw. Maßnahmenschritte, die mittel- und langfristige Maßnahmen vorbereiten. Hierzu zählen die Klärung der Betreiberfrage und die BEW-Machbarkeitsstudien, die der möglichen Errichtung eines Wärmenetzes zwingend vorausgehen müssen.

#### MITTELFRISTIGE MAßNAHMEN (5-10 JAHRE):

Im mittelfristigen Zeitraum werden Maßnahmen umgesetzt, die eine nachhaltige Umstrukturierung der Energieinfrastruktur ermöglichen. Dazu gehören beispielsweise der Ausbau von Wärmenetzen oder die kontinuierliche Begleitung und Unterstützung der Sanierung von Gebäuden insbesondere in den empfohlenen Fokusgebieten für Gebäudesanierung. In diesen

Bereich fällt auch die Ertüchtigung der Stromnetze für den flächendeckenden Einsatz von dezentralen Wärmepumpen.

#### **LANGFRISTIGE MAßNAHMEN (10-20 JAHRE):**

Auf lange Sicht sind weitere Maßnahmen angedacht, die eine vollständige Dekarbonisierung der Wärmeversorgung ermöglichen sollen. Dazu gehören beispielsweise die schrittweise Umsetzung der Transformationspläne der Wärmenetzbetreiber zur Entfernung fossiler Heizsysteme aus den Wärmenetzen, der Ausbau lokaler Energiegewinnung auf Basis erneuerbarer Ressourcen zur Erhöhung der Eigenständigkeit in der Energieversorgung. Darüber hinaus sollten im Kontext der Fortschreibung zusätzliche Maßnahmen entwickelt werden, die z.B. die Einführung innovativer Konzepte wie virtuelle Kraftwerke oder Schwarm Speicher betreffen und deren Potenzial derzeit noch nicht absehbar ist.

#### **MONITORING UND ANPASSUNG:**

Während der Umsetzung der Maßnahmen ist ein kontinuierliches Monitoring und eine regelmäßige Überprüfung der Fortschritte erforderlich. Auf Basis von Monitoringergebnissen werden die Maßnahmen bei Bedarf angepasst und optimiert, um sicherzustellen, dass die gesetzten Ziele erreicht werden können.

Die zeitliche Einordnung der Maßnahmen ist ein wesentlicher Bestandteil der Planung und Umsetzung einer nachhaltigen Energiewende. Durch eine klare zeitliche Strukturierung können die Maßnahmen effizient umgesetzt und die gesteckten Ziele erreicht werden. Ein kontinuierliches Monitoring und eine flexible Anpassung der Maßnahmen sind dabei entscheidend, um auf Veränderungen und neue Herausforderungen adäquat reagieren zu können.

Für Bad Segeberg bedeutet dieses konkret, dass die Maßnahmen kurz- bis mittelfristig umgesetzt werden, um die Ziele und das Zieljahr 2040 der Wärmewende einzuhalten. Allerdings ist eine Errichtung eines Wärmenetzes in der Größenordnung wie sie hier angestrebt wird eine Herausforderung.

## **8.4 FAZIT**

Die vorgeschlagenen Maßnahmen zur Gestaltung der Wärmewende bestehen aus dem Dreiklang Energiebedarf senken, Energie-Infrastruktur errichten bzw. ausbauen und fossile Wärmeerzeuger und Heizungsanlagen ersetzen. In den Bereich Energiebedarf senken lassen sich die Einführung eines zentralen energetischen Sanierungsmanagements, die Fokusgebiete für energetische Sanierung, sowie die Entwicklung einer energetischen Sanierungsstrategie für die öffentlichen Gebäude einordnen. Der Bereich Energie-Infrastruktur errichten besteht im Wesentlichen aus der Empfehlung die deutliche Erweiterung der bestehenden Wärmenetze zu untersuchen und voranzutreiben. Nicht als einzelne Maßnahme beschrieben, fällt in diesen Bereich auch die Prüfung und Ertüchtigung der Stromnetze für den flächendeckenden Einsatz von dezentralen Wärmepumpen. In die Kategorie Austausch fossiler Wärmeerzeuger und Heizungsanlagen fallen zum einen die Transformationspläne für die bestehenden Wärmenetze als auch die Beratungsangebote zum Heizungsaustausch für Bürger\*innen. Gerahmt wird dieser Dreiklang von der Empfehlung insbesondere die Dächer öffentlicher Gebäude hinsichtlich einer Nutzung durch PV zu untersuchen die zur lokalen Energiegewinnung beitragen soll.

## 9 MONITORING-KONZEPT

Monitoring-Konzepte als Kontroll-, Planungs- und Steuerungsinstrumente dienen der Verwirklichung und der hohen Wirksamkeit von Maßnahmen und somit einer effizienten Erreichung der Energie- und Klimaschutzziele. Im Zusammenhang mit der Kommunalen Wärmeplanung zählen folgende Elemente zum Monitoring-Konzept:

- fortschreibbare Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz als zentrales Ergebnis des Monitorings,
- verschiedene Bewertungsindikatoren,
- durchgehende Dokumentation.

Die im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung erarbeiteten Maßnahmen werden mithilfe dieser Elemente im Verlaufsprozess kontrolliert. Bei nicht zielführendem Verlauf kann durch eine Anpassung der Planung umgesteuert werden.

Ein zentraler Baustein im Monitoring-Konzept kann der im Projekt aufgebaute digitale Zwilling sein, welcher als webbasierte Softwarelösung den kommunalen Akteuren bereitgestellt werden kann. Mit dessen Hilfe können Daten und Informationen leicht aktualisiert und Veränderungen kenntlich gemacht werden. Der Aufwand zur Nachführung und Verstetigung wird hierbei beträchtlich reduziert. Gleichzeitig kann diese Planungsgrundlage auch für weitere Projekte (z.B. Machbarkeitsstudien) genutzt werden und erzeugt damit große Synergien und eine konsistente Entscheidungsgrundlage.

Die wesentlichen Bestandteile des Monitoring-Konzepts werden nachfolgend beschrieben.

### 9.1 ENERGIE- UND CO<sub>2</sub>-BILANZ

Die Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz ist in der Überprüfung der Erfolge einer energetischen kommunalen Wärmeplanung der zentrale Baustein. Die Erfassung von Verbrauchs- und Emissionswerten auf Städteebene ermöglicht eine eindeutige Beurteilung der IST-Situation anhand von vergangenen Werten. Durch die Verwendung von Excel oder vergleichbaren Instrumenten ist eine problemlose Fortschreibung der Bilanz möglich.

Die Bilanz über den Ausgangszustand des Wärmebedarfs der Stadt (IST-Zustand) ist in Abbildung 3-7 zu finden. Der Fortschritt auf dem Weg zum Ziel-Szenario wird über die Differenz zwischen der Start-Bilanz und der jeweils aktuellen Bilanz deutlich.

### 9.2 BEWERTUNGSINDIKATOREN

Bewertungsindikatoren geben die Möglichkeit, einen Sachverhalt messbar zu bewerten. Ausschlaggebend für eine erfolgreiche Bewertung ist eine einfache Erfassbarkeit und gute Verfügbarkeit dieser Daten. Da die Datenerfassung in der kommunalen Wärmeplanung sowohl private Gebäudeeigentümer als auch Gewerbe, Industrie- und kommunale Gebäude betrifft bietet sich hier eine Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung an und wird auch vom Gesetzgeber alle 10 Jahre gefordert (vgl. §7, EWKG). Nach dem ab 01.01.2024 in Kraft getretenen Wärmeplanungsgesetzes ist ein Wärmeplan alle 5 Jahre fortzuschreiben.

Zur zwischenzeitlichen Bilanzierung empfehlen wir die Dokumentation der Sachstände, der Energieverbräuche und weitere Informationen entsprechend der Maßnahmenplanung.

Mögliche Indikatoren in Verbindung mit ihrer Einheit und Quelle werden für das Quartier in Tabelle 9-1 dargestellt.

Tabelle 9-1: Mögliche Indikatoren zum Controlling der Umsetzung der Kommunalen Wärmeplanung

| Indikator   | Einheit | Status quo                                | Datenquelle   |
|---|---------|---|---|
| <b>ANSCHLUSSNEHMER AM WÄRMENETZ</b>   | Stück   | 259                                       | Wärmenetzbetreiber  |
| <b>ERRICHTETE WÄRMENETZTRASSE</b>   | m       | ca. 8.000                                 | Wärmenetzbetreiber  |
| <b>VERKAUFTE WÄRMEMENGE IM NETZ</b>   | MWh/a   | ca. 6.760                                 | Wärmenetzbetreiber  |
| <b>PRIMÄRENERGIEFAKTOR WÄRMENETZ</b>  |         | 0,84                                      | Wärmenetzbetreiber  |
| <b>EINSATZ DEZENTRALER REGENERATIVER HEIZUNGEN (PRIMÄRHEIZUNGEN)</b>                          | Stück   | 275                                       | Schornsteinfeger  |
| <b>VON HEIZÖL, ERDGAS ODER FLÜSSIGGAS AUF ERNEUERBARE ENERGIETRÄGER UMGESTELLTE HEIZUNGEN</b> | Stück   | Start der Erfassung mit Beschluss der KWP | Schornsteinfeger  |
| <b>PRIMÄRENERGIEEINSATZ FÜR DIE KOMMUNE</b>   | GWh/a   | 220                                       | zu aggregieren (Wärmenetzbetreiber für Nahwärme, Schornsteinfeger für Erdgas, Heizöl, Pellets etc.) |
| <b>CO<sub>2</sub>-EMISSIONEN</b>  | t/a     | ca., 53.000                               | aus Primärenergieeinsatz abzuleiten   |
| <b>ANZAHL SANIERUNGS- / ENERGIEBERATUNGEN</b>   | Stück   | -   | Sanierungsmanager   |
| <b>SANIERTE GEBÄUDE (GGF. DIFFERENZIERUNG NACH SANIERUNGSART)</b>                             | Stück   | Start der Erfassung mit Beschluss der KWP | Gebäudeeigentümer   |

### 9.3 DOKUMENTATION

Ein elementarer Teil der Erfolgskontrolle aller genannten Faktoren ist die fortlaufende Dokumentation der zu erfassenden Daten. Diese Dokumentation wird durch das Sanierungsmanagement übernommen und betreut. Die Dokumentation beinhaltet die Sammlung aller notwendigen Daten sowie deren abschließende Auswertung, die beispielsweise in einem jährlichen Bericht erfolgt. Auf Grundlage dieser Auswertung sind im Bedarfsfall Korrekturen der beschlossenen Inhalte des Quartierskonzepts abzuleiten und umzusetzen. Im Hinblick auf den Aufwand eines vollständigen Controllings und der Zeit, bis Maßnahmen verwirklicht sind, sollte eine Wirkungskontrolle frühestens nach einem Jahr erfolgen.

## 10 BETEILIGUNG DER ÖFFENTLICHKEIT

Die Einbeziehung der Öffentlichkeit sowie relevanter Akteure spielt eine entscheidende Rolle bei der kommunalen Wärmeplanung, unabhängig von gesetzlichen Anforderungen gemäß EWKG. Ein effektives Beteiligungskonzept ist dabei essenziell, um das Vertrauen zwischen den verschiedenen Akteuren in der Region zu stärken, den Datenaustausch zu fördern, potenzielle Konflikte frühzeitig zu erkennen und die Basis für eine erfolgreiche Umsetzung von Maßnahmen zur klimaneutralen Wärmeversorgung zu schaffen.

In Bad Segeberg wurde im Rahmen der KWP ein Beteiligungskonzept entwickelt, das sich insbesondere auf den intensiven Dialog mit der Stadtverwaltung, Vertretern der Lokalpolitik und der lokalen Energieversorger konzentriert. Dies umfasst eine Reihe von Einzelgesprächen und einen regelmäßigen inhaltlichen Austausch im Lauf des Projekts im Rahmen von festgelegten Terminen mit der Stadtverwaltung.

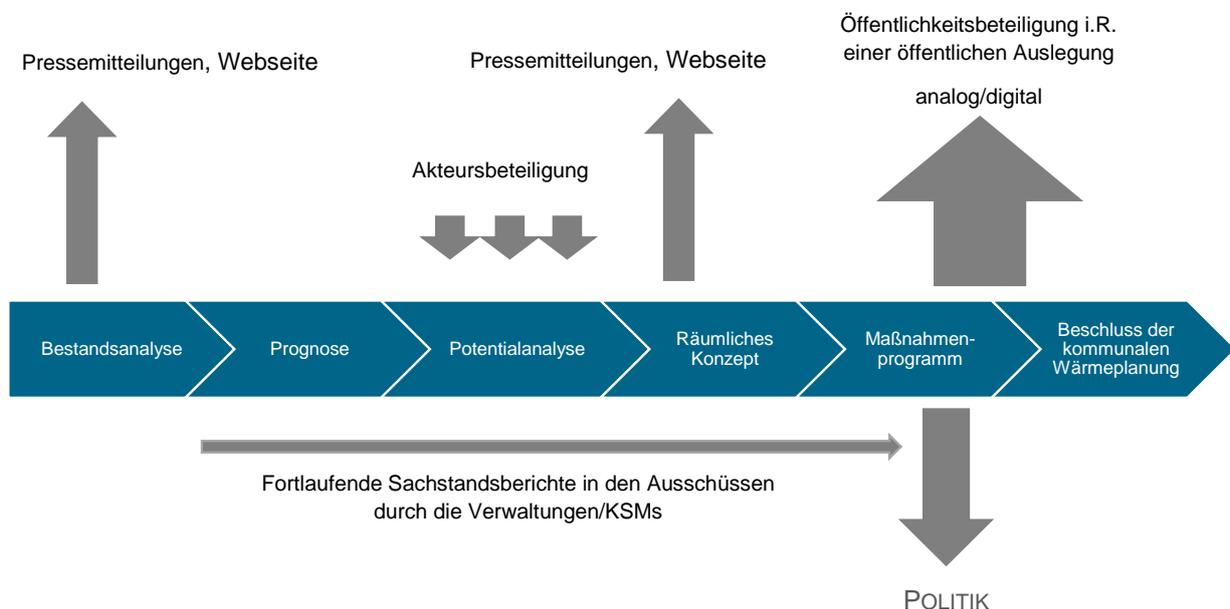


Abbildung 10-1: Öffentlichkeitsbeteiligung

### 10.1 AKTEURSBETEILIGUNG ZU PROJEKTBEGINN

Im Rahmen der Datenerfassung wurden neben der Stadtverwaltung, den Energieversorgungsunternehmen und Wärmenetzbetreiber auch verschiedene Akteure mit gewerblichem Hintergrund eingebunden, um Informationen über deren Wärme- und Kältebedarf sowie vorhandene Wärme- und Kälteerzeuger zu sammeln. Ein besonderes Augenmerk lag dabei auf der Erhebung von potenziell nutzbarer Abwärme, die für die Wärmeversorgung genutzt werden könnte. Diese Beteiligung erfolgte sowohl schriftlich per E-Mail als auch telefonisch.

Die Ergebnisse dieser Datenerfassung bilden eine wichtige Grundlage für die weitere Entwicklung und Umsetzung von Maßnahmen zur Wärmeversorgung in Bad Segeberg. Durch die Einbindung verschiedener Akteure wird sichergestellt, dass die Planung praxisnah erfolgt und die Bedürfnisse und Anforderungen der örtlichen Wirtschaft angemessen berücksichtigt werden. Auf Basis der Auswertung dieser Daten sollte die weitere Beteiligung von großen Gewerbeakteuren in Bad Segeberg in Form von Workshops geplant werden. Leider konnten durch die Erhebung der Daten

zu bestehenden Wärme- und Kälteerzeugern keine potenziellen Quellen für die Wärme- und Kälteversorgung identifiziert werden. Daher wurde auf Workshops, die eine mögliche Nutzung von gewerblicher Abwärme und eine Diskussion bestehender Hemmnisse zum Inhalt haben verzichtet. Die angesprochenen Gewerbeunternehmen werden jedoch im Rahmen der geplanten öffentlichen Auslegung gebeten Stellung zu beziehen und so ihre Beteiligungsmöglichkeiten wahrzunehmen.

## **10.2 BETEILIGUNG ZUR ENTWICKLUNG DER SZENARIEN**

In Abstimmung mit Vertreter\*innen der Stadtverwaltung und des Ausschusses für Umwelt-, Natur- und Klimaschutz wurde das Zieljahr in Übereinstimmung mit dem Koalitionsvertrag der Landesregierung (vgl. Koalitionsvertrag 2022-2027) und in Erwartung entsprechender gesetzlicher Verankerung vom bislang gesetzlich geforderten Jahr 2045 (EWKG §7 (3) Abs. 4) auf das Jahr 2040 vorgezogen.

Darüber hinaus wurde in selbem Teilnehmerkreis die anzustrebende Sanierungsrate auf 2 % festgelegt.

Außerdem wurde gemeinsam mit Vertreter\*innen der Stadtverwaltung und des Ausschusses für Umwelt-, Natur- und Klimaschutz sowie Vertretern der EWS eine ambitionierte Zielsetzung hinsichtlich des Wärmenetzausbaus gesetzt – in dem Wissen, dass weiterführende Untersuchungen wie Machbarkeitsstudien und Investitionsentscheidungen möglicher Betreiber dazu führen können, dass die Ziele im weiteren Prozess ggf. gesenkt werden müssen.

## **10.3 BETEILIGUNG IM RAHMEN DER MAßNAHMENENTWICKLUNG**

Im Rahmen eines Workshops an dem Vertreter\*innen der Stadtverwaltung und des Energieversorgers EWS teilgenommen haben, wurden Vorschläge für Eignungsgebiete diskutiert und weiterentwickelt. Es wurden erste Ideen gesammelt, welche Lösungsansätze es für Gebäude gibt, die voraussichtlich nicht über ausreichende Abstände verfügen, um Luftwärmepumpen aufzustellen und es wurden mögliche Maßnahmen im Bereich Sanierungsmanagement besprochen. Die Eignungsgebiete wurden dann in größerer Runde vorgestellt und von Vertreter\*innen aus Stadtverwaltung und Ausschüssen abgesegnet.

## **10.4 ÖFFENTLICHKEITSINFORMATION UND -BETEILIGUNG**

Die Öffentlichkeit wurde zu Beginn des Planungsprozesses über Zeitungsartikel informiert. Zum Abschluss der Planung erfolgt eine erneute Information mit Hinweis auf eine öffentliche Informationsveranstaltung und die öffentliche Auslegung des Wärmeplanentwurfes. Im Zuge der Auslegung haben Bürger\*innen, Gewerbetreibende, Interessensverbände und Träger öffentlicher Belange die Möglichkeit zu den Inhalten des Planwerkes und des Fachgutachten Stellung zu beziehen. Die Stellungnahmen werden gesichtet und fließen, soweit gut begründete und berechtigte Änderungsempfehlungen abgegeben werden, in die Überarbeitung des Entwurfes oder ggf. die Fortschreibung des Wärmeplanes ein. Der Wärmeplan wird in seiner finalen Version vom Ausschuss für Umwelt-, Natur- und Klimaschutz empfohlen und von der Stadtvertretung beschlossen und anschließend im Internet veröffentlicht.

## 11 WÄRMEWENDESTRATEGIE BAD SEGEBERG

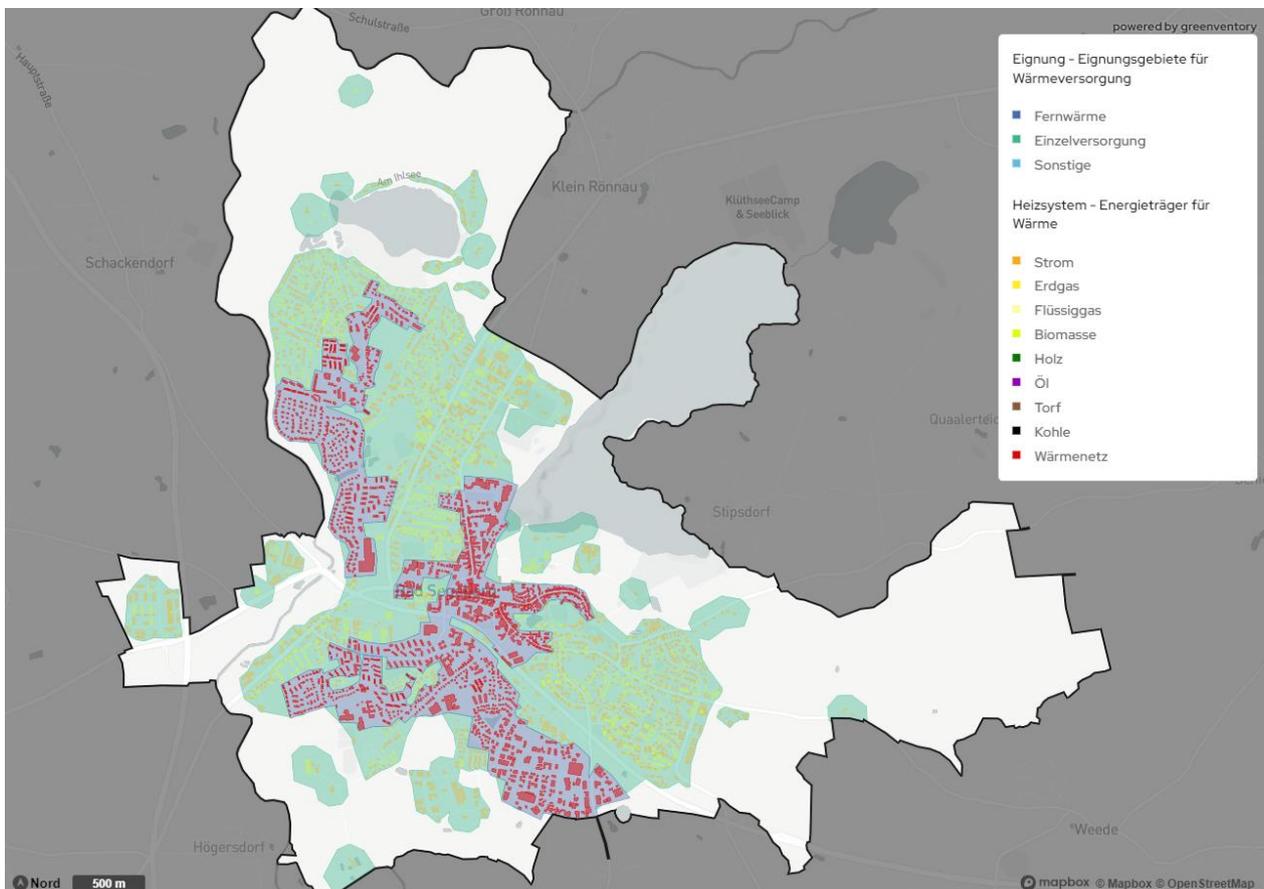


Abbildung 11-1: Versorgungsszenario in Zieljahr 2040

Die Fertigstellung der KWP erhöht die Planungssicherheit für Bürger (v. a. außerhalb der Eignungsgebiete). Für die Stadt sowie die lokalen Akteure der Wärmewende sorgt sie für eine Priorisierung und Klarheit, um zu definieren auf welche Gebiete sich Folgeaktivitäten und Detailuntersuchungen im Bereich der Wärmenetze erstrecken sollen. Zudem liefert die gesammelte Datengrundlage wichtige Informationen für eine Beschleunigung der Energiewende. Die Einführung digitaler Werkzeuge, wie dem Digitalen Zwilling, unterstützt diesen Prozess zusätzlich.

Ein Blick auf die Bestandsanalyse der Wärmeversorgung zeigt deutlichen Handlungsbedarf: über 90 % der Wärme basieren auf fossilen Quellen wie Erdgas und Heizöl, die dekarbonisiert werden müssen. Der Wohnsektor, verantwortlich für etwa 64 % der Emissionen, spielt dabei eine Schlüsselrolle. Sanierungen, Energieberatungen und der Ausbau von Wärmenetzen sind entscheidend für die Wärmewende. Hervorzuheben ist, dass in Bad Segeberg bereits mehrere gut ausgebaute Wärmenetze vorhanden sind und auch eine Akteurslandschaft existiert, welche einen weiteren Netzausbau voranbringen kann.

Im Rahmen des Projekts erfolgte die Identifikation von Gebieten, die sich für Wärmenetze eignen (Eignungsgebiete). Diese liegen im Nordwesten und im Zentrum und südlichen Bereich von Bad Segeberg. Für die Versorgung und mögliche Erschließung dieser Gebiete wurden erneuerbare Wärmequellen analysiert und konkrete Maßnahmen festgelegt. In den definierten Eignungsgebieten kann die Wärmewende nun zentral vorangetrieben werden, um so im Rahmen

weiterer Planungsschritte die Wärmenetze tatsächlich in die Umsetzung zu bringen. Hierfür sind die in den Maßnahmen aufgeführten Machbarkeitsstudien von hoher Bedeutung.

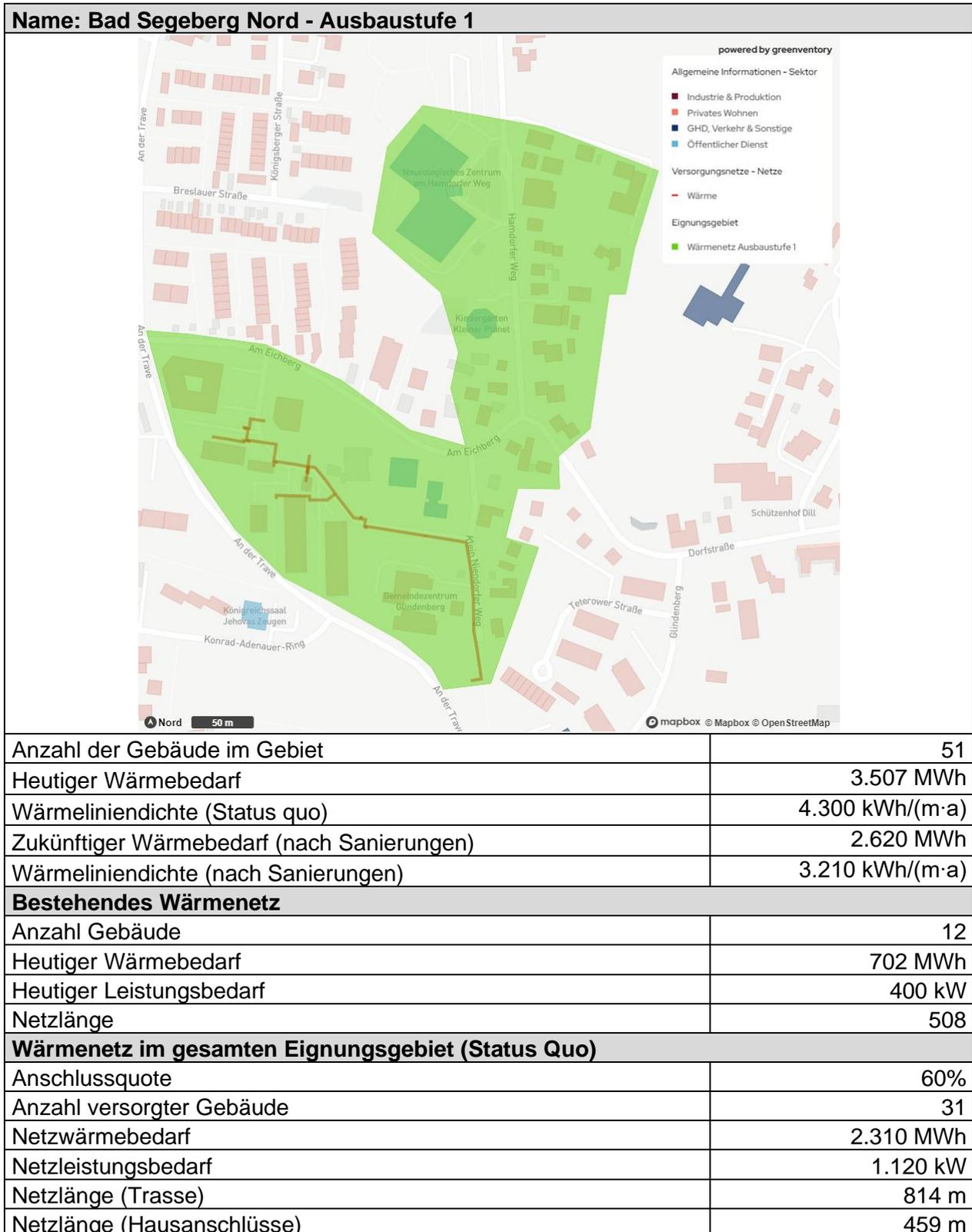
Während in den identifizierten Eignungsgebieten Wärmenetze ausgebaut bzw. neu installiert werden könnten, wird in den übrigen Einzelversorgungsgebieten mit vermehrt Einfamilien- und Doppelhäusern der Fokus überwiegend auf eine effiziente Versorgung durch Wärmepumpen, PV und Biomasseheizungen gelegt werden. Gerade in diesen Gebieten mit Einzelversorgung benötigen die Bürger Unterstützung durch eine Gebäudeenergieberatung. Hier gibt es bereits zahlreiche Formate und Akteure in der Region. Allerdings sollten diese Angebote gestärkt werden. Informationskampagnen hierzu sollen unterstützen und die bestehenden Möglichkeiten zur Beratung weiter beworben werden.

Die während des Projekts erarbeiteten konkreten Maßnahmen bieten einen ersten Schritt hin zur Transformation der Wärmeversorgung. Dabei ist insbesondere eine detaillierte Untersuchung in Form von Machbarkeitsstudien des Aufbaus von potenziellen Wärmenetzen, die in den Eignungsgebieten identifiziert wurden, vorgesehen. Ein Augenmerk, gerade bei der Erschließung von Biogas und Biomasse als Energieträger sollte auf der langfristigen, lokalen Verfügbarkeit liegen. Ein weiterer Fokus sollte auf dem Nicht-Wohnsektor, insbesondere dem der öffentlichen Gebäude, liegen.

Die Energiewende ist für alle mit einem erheblichen Investitionsbedarf verbunden. Der Start mit ökonomisch sinnvollen Projekten wird als zentraler Ansatzpunkt für das Gelingen der Wärmewende betrachtet. Gerade für die Transformation und den Neubau von Wärmenetzen gibt es Förderprogramme, welche genutzt werden können, um das Risiko zu senken. Zudem sind fossile Versorgungsoptionen mit einem zunehmenden Preis- und Versorgungsrisiko verbunden, das durch die Bepreisung von CO<sub>2</sub>-Emissionen zunehmen wird. Abschließend ist hervorzuheben, dass die Wärmewende sich nur durch eine Zusammenarbeit zahlreicher lokaler Akteurinnen und Akteure bewältigen lässt. Diese Zusammenarbeit kann durch eine Stärkung des Gemeinschaftsgefühls in dem fortlaufenden Umsetzungsprozess und die Erhöhung der örtlichen Wertschöpfung durch die Wärmewende gefördert werden.

# 1 ANHANG 1: UNTERSUCHUNGS- UND EIGNUNGSGEBIETE

## 1.1 BAD SEGEBERG NORD – AUSBAUSTUFE 1



|   |                 |
|---|-----------------|
| Netzverluste                                | 7%              |
| Wärmeliniendichte (bei 60 % Anschlussquote) | 2.580 kWh/(m·a) |
| Notwendige Investitionen                    | ca. 5,4 Mio. €  |
| Mögliche Förderung                          | ca. 2 Mio. €    |

Die Wirtschaftlichkeitsberechnungen für diesen Bereich haben ergeben, dass eine zentrale Wärmeversorgung für das o.g. Eignungsgebiet als nicht wirtschaftlich einzustufen ist, da die Kosten für eine dezentrale Wärmeversorgung geringer sind als die Kosten bei Anschluss an ein mögliches Wärmenetz. Die genauen Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung sind in Anhang 5: Wirtschaftlichkeitsberechnungen einzusehen. Dieses Ergebnis widerspricht insofern den Erwartungen, als die Wärmeliniendichte dieses Gebietes unter den untersuchten Gebieten mit am höchsten ist. Grund für die dennoch geringe Wirtschaftlichkeit ist die geringe Größe des Gebietes. Dadurch können keine Skaleneffekte genutzt werden, die die Wärmeerzeugung in größeren Gebieten günstiger werden lässt. Dieses Ergebnis spiegelt sich auch in dem Umstand wider, dass das kleine bestehende Wärmenetz im Norden (Am Eichberg) deutlich höhere Wärmepreise aufruft als das größere Netz im Süden (Efeustraße). Ein weiterer Faktor beim Vergleich beider Netze ist, dass der Preis im kleinen Netz derzeit noch fast vollständig an den Erdgaspreis gekoppelt ist, während das größere Netz auf einen Energiemix mit erneuerbaren Anteilen setzt. Dadurch werden Preisspitzen einzelner Energieträger besser aufgefangen.

Es sei darauf hingewiesen, dass in diesem kleinen Gebiet auf Grund des bereits vorhandenen Bestandsnetzes die notwendige Anschlussquote sehr einfach zu erreichen ist. Im Grunde ist es ausreichend das Neurologische Zentrum als Ankerkunden zu gewinnen, um mehr als 60 % des Wärmebedarfes des Gebietes erschlossen zu haben. Wenn darüber hinaus ein Teil der Wärme aus bestehenden Kapazitäten bestritten werden kann, ist die Erweiterung des Netzes auf das beschriebene Gebiet ggf. auch wirtschaftlich durchaus interessant.

## 1.2 BAD SEGEBERG NORD – AUSBAUSTUFE 2

| Name: Bad Segeberg Nord - Ausbaustufe 2     |                 |
|---|-----------------|
|   |                 |
| Anzahl der Gebäude im Gebiet                | 511             |
| Heutiger Wärmebedarf                        | 21.080 MWh      |
| Wärmeliniedichte (Status quo)               | 3.070 kWh/(m·a) |
| Zukünftiger Wärmebedarf (nach Sanierungen)  | 13.620 MWh      |
| Wärmeliniedichte (nach Sanierungen)         | 1.980 kWh/(m·a) |
| <b>Bestehendes Wärmenetz</b>                |                 |
| Anzahl Gebäude                              | 12              |
| Heutiger Wärmebedarf                        | 702 MWh         |
| Heutiger Leistungsbedarf                    | 400 kW          |
| Netzlänge                                   | 508 m           |
| <b>Wärmenetz im gesamten Eignungsgebiet</b> |                 |
| Anschlussquote                              | 60%             |
| Anzahl versorgter Gebäude                   | 307             |
| Netzwärmebedarf                             | 14.150 MWh      |
| Netzleistungsbedarf                         | 4.300 kW        |
| Netzlänge (Trasse)                          | 6870 m          |
| Netzlänge (Hausanschlussleitung)            | 4600 m          |
| Netzverluste                                | 11%             |
| Wärmeliniedichte (bei Anschlussquote)       | 1.840 kWh/(m·a) |
| Notwendige Investitionen                    | ca. 24,6 Mio. € |
| Mögliche Förderung                          | ca. 9,6 Mio. €  |

Die Wirtschaftlichkeitsberechnungen für diesem Bereich hat ergeben, dass eine zentrale Wärmeversorgung für das o.g. Eignungsgebiet als wirtschaftlich einzustufen ist, da die Kosten für eine dezentrale Wärmeversorgung höher sind als die Kosten bei Anschluss an ein mögliches Wärmenetz. Die genauen Ergebnisse sind in Anhang 5: Wirtschaftlichkeitsberechnungen einzusehen.

Da das Gebiet vollständig in dem „Wärmenetzeignungsgebiet Nord – Ausbaustufe 2 inkl. Luft-WP Herausforderungen“ enthalten ist und dieses ebenfalls wirtschaftlich ist, wird das „Wärmenetzeignungsgebiet Nord - Ausbaustufe 2“ nicht als Maßnahme empfohlen.

### 1.3 BAD SEGEBERG NORD – AUSBAUSTUFE 2 – INKL. WP-HERAUSFORDERUNGEN

| Name: Bad Segeberg Nord - Ausbaustufe 2 inkl. WP-Herausforderungen |                 |
|--|-----------------|
|  |                 |
| Anzahl der Gebäude im Gebiet                                       | 651             |
| Heutiger Wärmebedarf   | 22.690 MWh      |
| Wärmeliniedichte (Status quo)                                      | 3.220 kWh/(m·a) |
| Zukünftiger Wärmebedarf (nach Sanierungen)                         | 14.660 MWh      |
| Wärmeliniedichte (nach Sanierungen)                                | 2.080 kWh/(m·a) |
| <b>Bestehendes Wärmenetz</b>                                       |                 |
| Anzahl Gebäude   | 12              |
| Heutiger Wärmebedarf   | 702 MWh         |
| Heutiger Leistungsbedarf   | 400 kW          |
| Netzlänge  | 508 m           |
| <b>Wärmenetz im gesamten Eignungsgebiet</b>                        |                 |
| Anschlussquote   | 60%             |
| Anzahl versorgter Gebäude  | 391             |
| Netzwärmebedarf  | 15.310 MWh      |
| Netzleistungsbedarf  | 4.600 kW        |
| Netzlänge (Trasse)   | 7040 m          |
| Netzlänge (Hausanschlussleitung)                                   | 5860 m          |
| Netzverluste   | 11%             |
| Wärmeliniedichte (Anschlussquote)                                  | 1.930 kWh/(m·a) |
| Notwendige Investitionen   | ca. 25,5 Mio. € |
| Mögliche Förderung   | ca. 10 Mio. €   |

Die Wirtschaftlichkeitsberechnungen für diesem Bereich hat ergeben, dass eine zentrale Wärmeversorgung für das o.g. Eignungsgebiet als wirtschaftlich einzustufen ist, da die Kosten für eine dezentrale Wärmeversorgung höher sind als die Kosten bei Anschluss an ein mögliches Wärmenetz. Die genauen Ergebnisse sind in Anhang 5: Wirtschaftlichkeitsberechnungen einzusehen. Die Überführung in eine Maßnahme erfolgt in Anhang 2: Maßnahmen.

## 1.4 BAD SEGEBERG ZENTRUM/SÜD – AUSBAUSTUFE 1

| Name: Bad Segeberg Zentrum 1                |                 |
|---|-----------------|
|   |                 |
| Anzahl der Gebäude im Gebiet                | 465             |
| Heutiger Wärmebedarf                        | 23.000 MWh      |
| Wärmeliniendichte (Status quo)              | 4.010 kWh/(m·a) |
| Zukünftiger Wärmebedarf (nach Sanierungen)  | 15.740 MWh      |
| Wärmeliniendichte (nach Sanierungen)        | 2.740 kWh/(m·a) |
| <b>Bestehendes Wärmenetz</b>                |                 |
| Anzahl Gebäude                              | 147             |
| Heutiger Wärmebedarf                        | 6.053 MWh       |
| Heutiger Leistungsbedarf                    | 4.020 kW        |
| Netzlänge                                   | 4.851 m         |
| <b>Wärmenetz im gesamten Eignungsgebiet</b> |                 |
| Anschlussquote                              | 60%             |
| Anzahl versorgter Gebäude                   | 279             |
| Netzwärmebedarf                             | 15.100 MWh      |
| Netzleistungsbedarf                         | 5.840 kW        |
| Netzlänge (Trasse)                          | 5.738 m         |
| Netzlänge (Hausanschlüsse)                  | 4.185 m         |
| Netzverluste                                | 9%              |
| Wärmeliniendichte (bei Anschlussquote)      | 2.410 kWh/(m·a) |
| Notwendige Investitionen                    | ca. 22,5 Mio. € |
| Mögliche BEW-Förderungen                    | ca. 8,7 Mio. €  |

Die Wirtschaftlichkeitsberechnungen für diesen Bereich hat ergeben, dass eine zentrale Wärmeversorgung für das o.g. Eignungsgebiet als wirtschaftlich einzustufen ist, da die Kosten für eine dezentrale Wärmeversorgung höher sind als die Kosten bei Anschluss an ein mögliches Wärmenetz. Die genauen Ergebnisse sind in Anhang 5: Wirtschaftlichkeitsberechnungen einzusehen. Da das Gebiet vollständig in den Gebieten „Wärmenetzeignungsgebiet Zentrum/Süd – Ausbaustufe 2“ und „Wärmenetzeignungsgebiet Zentrum/Süd – Ausbaustufe 2 inkl. Luft-WP Herausforderungen“ enthalten ist und diese sich ebenfalls als wirtschaftlich herausstellen, wird das „Wärmenetzeignungsgebiet Zentrum/Süd – Ausbaustufe 1“ nicht als Maßnahme empfohlen.

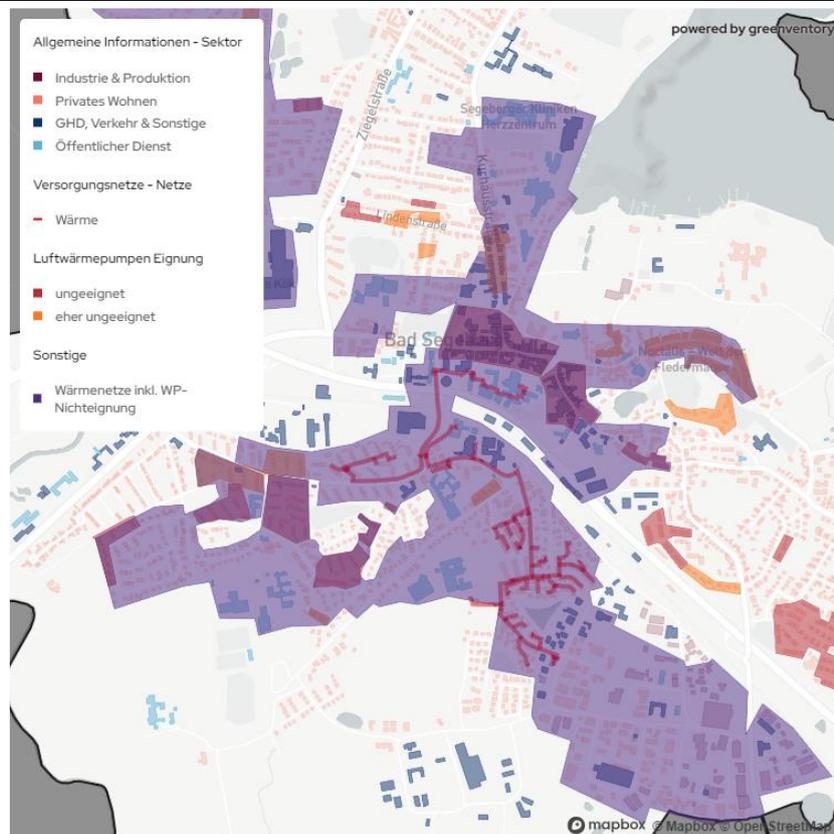
## 1.5 BAD SEGEBERG ZENTRUM/SÜD – AUSBAUSTUFE 2

| Name: Bad Segeberg Zentrum - Ausbaustufe 2  |                 |
|---|-----------------|
|   |                 |
| Anzahl der Gebäude im Gebiet                | 1.099           |
| Heutiger Wärmebedarf                        | 64.000 MWh      |
| Wärmeliniedichte (Status quo)               | 4.340 kWh/(m·a) |
| Zukünftiger Wärmebedarf (nach Sanierungen)  | 44.570 MWh      |
| Wärmeliniedichte (nach Sanierungen)         | 3.020 kWh/(m·a) |
| <b>Bestehendes Wärmenetz</b>                |                 |
| Anzahl Gebäude                              | 147             |
| Heutiger Wärmebedarf                        | 6.053 MWh       |
| Heutiger Leistungsbedarf                    | 4.020 kW        |
| Netzlänge                                   | 4.851 m         |
| <b>Wärmenetz im gesamten Eignungsgebiet</b> |                 |
| Anschlussquote                              | 60%             |
| Anzahl versorgter Gebäude                   | 659             |
| Netzwärmebedarf                             | 41.640 MWh      |
| Netzleistungsbedarf                         | 15.700 kW       |
| Netzlänge (Trasse)                          | 14.740 m        |
| Netzlänge (Hausanschlüsse)                  | 9.891 m         |
| Netzverluste                                | 8%              |
| Wärmeliniedichte (bei Anschlussquote)       | 2.610 kWh/(m·a) |
| Notwendige Investitionen                    | ca. 55,5 Mio. € |
| Mögliche Förderung                          | ca. 21,5 Mio. € |

Die Wirtschaftlichkeitsberechnungen für diesem Bereich hat ergeben, dass eine zentrale Wärmeversorgung für das o.g. Eignungsgebiet als wirtschaftlich einzustufen ist, da die Kosten für eine dezentrale Wärmeversorgung höher sind als, die Kosten bei Anschluss an ein mögliches Wärmenetz. Die genauen Ergebnisse sind in Anhang 5: Wirtschaftlichkeitsberechnungen einzusehen. Da das Gebiet vollständig in dem Gebiet „Wärmenetzeignungsgebiet Zentrum/Süd – Ausbaustufe 2 inkl. Luft-WP Herausforderungen“ enthalten ist und dieses sich ebenfalls als wirtschaftlich herausstellt, wird das „Wärmenetzeignungsgebiet Zentrum/Süd – Ausbaustufe 2“ nicht als Maßnahme empfohlen.

## 1.6 BAD SEGEBERG ZENTRUM/SÜD – AUSBAUSTUFE 2 INKL. WP-HERAUSFORDERUNG

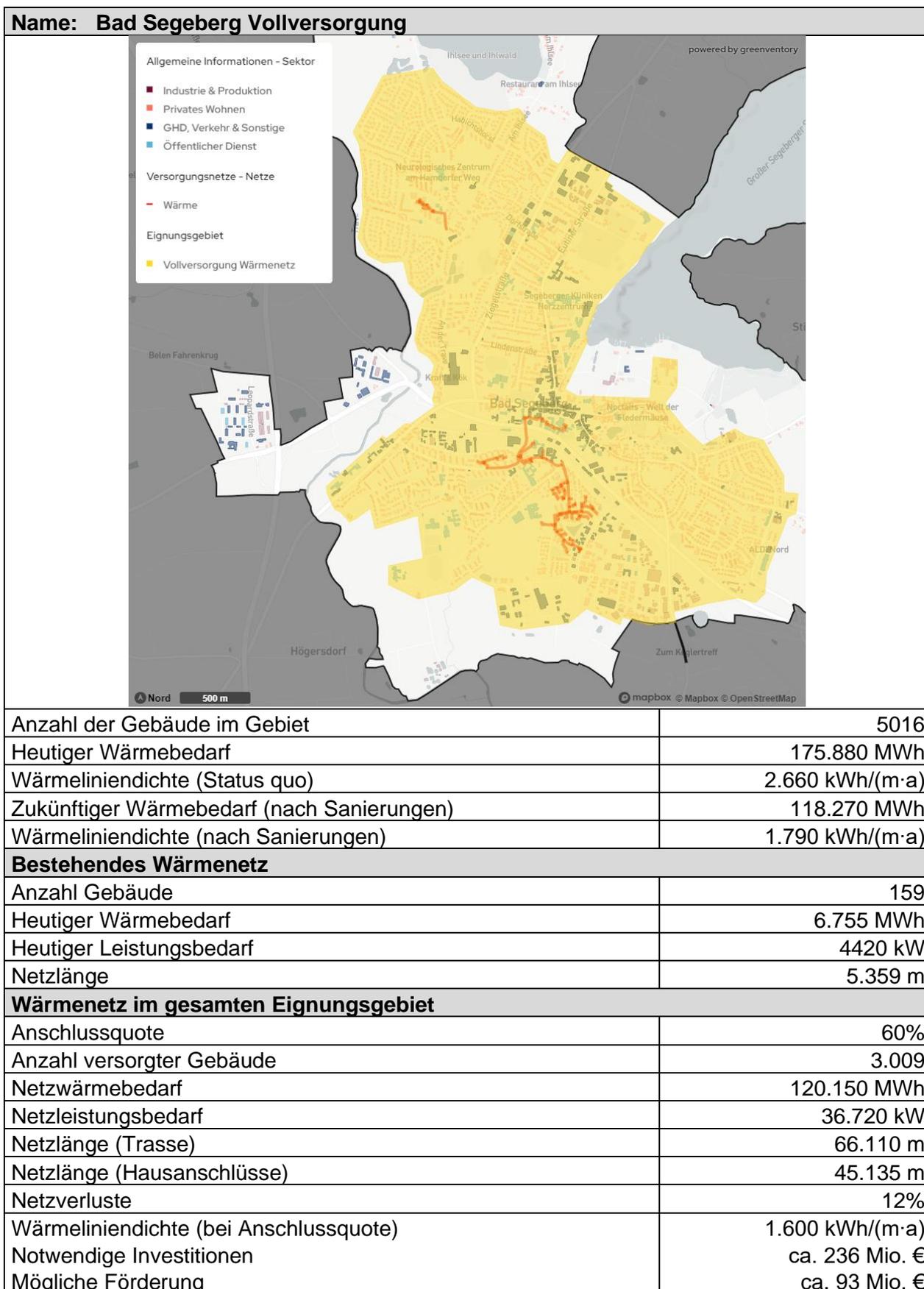
### Name: Bad Segeberg Zentrum - Ausbaustufe 2, inkl. Luft WP Herausforderung



|   |                 |
|---|-----------------|
| Anzahl der Gebäude im Gebiet                | 1.397           |
| Heutiger Wärmebedarf                        | 72.790 MWh      |
| Wärmeliniedichte (Status quo)               | 4.310 kWh/(m·a) |
| Zukünftiger Wärmebedarf (nach Sanierungen)  | 49.810 MWh      |
| Wärmeliniedichte (nach Sanierungen)         | 2.950 kWh/(m·a) |
| <b>Bestehendes Wärmenetz</b>                |                 |
| Anzahl Gebäude                              | 147             |
| Heutiger Wärmebedarf                        | 6.053 MWh       |
| Heutiger Leistungsbedarf                    | 4020 kW         |
| Netzlänge                                   | 4.851 m         |
| <b>Wärmenetz im gesamten Eignungsgebiet</b> |                 |
| Anschlussquote                              | 60%             |
| Anzahl versorgter Gebäude                   | 838             |
| Netzwärmebedarf                             | 47.550 MWh      |
| Netzleistungsbedarf                         | 17.710 kW       |
| Netzlänge (Trasse)                          | 16.900 m        |
| Netzlänge (Hausanschlüsse)                  | 12.573 m        |
| Netzverluste                                | 8%              |
| Wärmeliniedichte (bei Anschlussquote)       | 2.580 kWh/(m·a) |
| Notwendige Investitionen                    | ca. 63,5 Mio. € |
| Mögliche Förderung                          | Ca. 25 Mio. €   |

Die Wirtschaftlichkeitsberechnungen für diesen Bereich hat ergeben, dass eine zentrale Wärmeversorgung für das o.g. Eignungsgebiet als wirtschaftlich einzustufen ist, da die Kosten für eine dezentrale Wärmeversorgung höher sind als, die Kosten bei Anschluss an ein mögliches Wärmenetz. Die genauen Ergebnisse sind in Anhang 5: Wirtschaftlichkeitsberechnungen einzusehen. Die Überführung in eine Maßnahme erfolgt in Anhang 2: Maßnahmen.

## 1.7 BAD SEGEBERG VOLLVERSORGUNG



Die Wirtschaftlichkeitsberechnungen für diesen Bereich haben ergeben, dass eine zentrale Wärmeversorgung für das gesamte Stadtgebiet aus rein wirtschaftlichen Gesichtspunkten möglich sein könnte. Die berechneten Wärmegestehungskosten des Netzes sind leicht niedriger als die Kosten für eine dezentrale Wärmeversorgung über eine Luftwärmepumpe. Das Gebiet profitiert trotz geringer Wärmeliniendichte von Skaleneffekten. Die Kosten für Heizhaus, Peripherie, Anlagenbau, Erzeuger steigen nicht linear mit der Anzahl der versorgten Gebäude oder dem Wärmeabsatz.

In der skizzierten Größenordnung ist jedoch fraglich, inwieweit sich die Skaleneffekte tatsächlich realisieren lassen oder ob es dabei eine natürliche Grenze gibt, ab der durch zusätzliche Komplexität die Kosten nicht weiter sinken. Darüber hinaus ist ein Wärmenetz in der Hochlaufphase i.d.R. noch nicht rentabel, da den hohen anfänglichen Kosten zunächst geringe Einnahmen gegenüberstehen. Je größer ein Netz, desto schwieriger ist es jedoch, diese Phase der Nicht-Rentabilität zu überbrücken.

Daher ist es möglich, dass die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung die Wärmegestehungskosten zu niedrig einschätzt. Die genauen Ergebnisse sind in Anhang 5: Wirtschaftlichkeitsberechnungen einzusehen.

Darüber hinaus ist es über ein solch großes Gebiet hinweg herausfordernd, ausreichend Anschlussnehmer vom Anschluss an das Netz zu überzeugen. Der errechnete Kostenvorteil der zentralen Versorgung wird zusätzlich von der Marge verringert, die der Wärmenetzbetreiber erwartet. In der Folge ist der Kostenvorteil nicht mehr ausreichend, um für sich selbst zu werben und somit eine hohe Anschlussquote zu gewährleisten.

Viel wesentlicher ist jedoch, dass der Versuch ein Stadtweites Fernwärmenetz aufzubauen Bad Segeberg auf Jahrzehnte hinaus in eine Großbaustelle verwandeln würde. Wenn nach einer dreijährigen Planungsphase jährlich 3 km Haupttrasse (und die davon abgehenden Hausanschlüsse) gebaut würden, wäre die Errichtung des Netzes im Jahr 2050 abgeschlossen. Damit alle Gebäude bis 2040 klimaneutral versorgt werden müsste jedoch auch der Wärmenetzausbau bis dahin abgeschlossen sein. Alle Gebäude, in denen eine dezentrale regenerative Heizungsanlage installiert wird, kommen jahrzehntelang nicht mehr als Kunde für das Wärmenetz in Frage.

## 2 ANHANG 2: MAßNAHMEN

### LEGENDE

-  Planung & Studie
-  Beratung, Koordination & Management
-  Wasserstoff
-  Flusswärmepumpe
-  Industrielle Abwärme
-  Solarthermie/ Photovoltaik
-  Erdsonden
-  Stromnetz
-  Wärmenetz

## 2.1 TRANSFORMATIONSPLÄNE

|                         |   |   |   |
|-------------------------|---|---|---|
| MAßNAHME TYP            | <input checked="" type="checkbox"/>    | <input checked="" type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/>                 |
|                         | <input type="checkbox"/>   | <input type="checkbox"/>             | <input type="checkbox"/>                 |
|                         |   |   | <input type="checkbox"/>                 |
|                         |   |   | <input type="checkbox"/>                 |
|                         |   |   | <input type="checkbox"/>                 |
| VERANTWORTLICHE AKTEURE | HanseWerk Natur, EWS, Stadt Bad Segeberg  |   |   |
| NACHHALTIGKEITS-WIRKUNG | CO <sub>2</sub> Einsparung  | <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>                      | Wärmeversorgung <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> |
|                         | Luftschadstoffe   | <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>                      | Kälteversorgung <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>                                  |
| GESCHÄTZTE KOSTEN       | Für die Stadt/Kommune selbst entstehen keine Kosten   |   |   |
| MÖGLICHE FÖRDERUNGEN    | BEW (Für den Wärmenetzbetreiber)  |   |   |
| WEITERER NUTZEN         | Die Wärmenetzbetreiber sind gesetzlich verpflichtet für bestehende nicht vollständig regenerative Wärmenetze bis Ende 2026 einen Fahrplan aufzustellen, wie und in welchen Zeitschritten sie beabsichtigen das Wärmenetz zu dekarbonisieren (vgl. WPG §32 (1)). Die Erstellung eines BEW-Transformationsplanes erfüllt diese Verpflichtung und schafft die Möglichkeit eine Investitionskostenförderung für die Umsetzung der Dekarbonisierung zu beantragen. |   |   |
| PRIORITÄT               | Hoch  |   |   |
| ZEITRAUM                | 2025  |   |   |
| HINWEISE                | Die Transformationspläne sind förderfähig für den Wärmenetzbetreiber. Es können die Hälfte der Kosten als Fördermittel beantragt werden.  |   |   |

Um das Ziel der Treibhausgasneutralität bis 2040 zu erreichen, ist die Umstellung der Wärmeversorgung auf kohlenstoffarme Methoden von entscheidender Bedeutung. Dies umfasst insbesondere die Umstellung auf eine treibhausgasneutrale Nah- und Fernwärmeversorgung.

In Bad Segeberg werden bereits zwei Wärmenetze von HanseWerk Natur betrieben, was einen wichtigen Schritt in Richtung Nachhaltigkeit darstellt.

Die Entwicklung von Transformationsplänen ist ein effektives Instrument, um die Umstellung der Wärmenetze und ihrer Heizzentralen auf kohlenstoffarme Technologien zu planen und den Weg zu einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung aufzuzeigen. Dabei sollten auch bisher ungenutzte Energiequellen in Betracht gezogen werden, um die zukünftige Energieversorgung nachhaltig zu gestalten. Die Erstellung solcher Transformationspläne gemäß den Standards der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) ist besonders erstrebenswert.

Obwohl die Verwaltung keinen unmittelbaren Einfluss auf die Entwicklung und Umsetzung dieser Transformationspläne hat, ist es wichtig, dass sie aktiv die Erstellung dieser Pläne einfordert und ihre schrittweise Umsetzung unterstützt.

## 2.2 EINFÜHRUNG ZENTRALES ENERGETISCHES SANIERUNGSMANAGEMENT

|                         |   |  |  |
|-------------------------|---|--|--|
| MAßNAHME TYP            | <input type="checkbox"/>             | <input type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/>  |
|                         | <input checked="" type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/>  |
|                         |   |  | <input type="checkbox"/>  |
|                         |   |  | <input type="checkbox"/>  |
|                         |   |  | <input type="checkbox"/>  |
| VERANTWORTLICHE AKTEURE | Stadt Bad Segeberg  |  |  |
| NACHHALTIGKEITS-WIRKUNG | CO <sub>2</sub> Einsparung  | <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>                      | Wärmeversorgung  |
|                         |   |  | <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>                        |
|                         | Luftschadstoffe   | <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>                      | Kälteversorgung  |
|                         |   |  | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>                                   |
| GESCHÄTZTE KOSTEN       | Personalkosten  |  |  |
| MÖGLICHE FÖRDERUNGEN    |   |  |  |
| WEITERER NUTZEN         |   |  |  |
| PRIORITÄT               | Hoch  |  |  |
| ZEITRAUM                | 2025  |  |  |
| HINWEISE                |   |  |  |

Die energetische Sanierung spielt eine entscheidende Rolle bei der Reduzierung des Wärmebedarfs und der damit verbundenen Treibhausgasemissionen. Es ist bekannt, dass die Senkung des Wärmebedarfs unerlässlich ist, um langfristig den verbleibenden Energiebedarf durch erneuerbare Energien decken zu können. Aktuell stehen jedoch sowohl Eigentümer als auch Energieberater und Handwerker vor großen Herausforderungen bei der Planung, Finanzierung und Koordination von Sanierungsmaßnahmen, was die Umsetzung erschwert.

Die Einrichtung eines zentralen Sanierungsmanagements im Stadtgebiet könnte viele dieser Hindernisse beseitigen und die Sanierungsaktivitäten beschleunigen und effizienter gestalten. Zu den Aufgaben eines solchen zentralen energetischen Sanierungsmanagements könnten gehören:

- Beratung zu energetischen Sanierungsfragen und konkreten Maßnahmen für Bürger, Vereine und Wohnungsbau
- Unterstützung bei Fragen rund um Wärmepumpen
- Beratung und Management von Fördermitteln
- Identifizierung von Sanierungspotenzialen
- Begleitung von Energiekarawanen und integrierter Quartiersentwicklung
- Durchführung von Portfolio-Analysen für Wohnungsbaugesellschaften

- Öffentlichkeitsarbeit und Schulungsangebote, insbesondere für Handwerksbetriebe

Ein zentral organisiertes Sanierungsmanagement kann als Anlaufstelle für Bürger und Stadtverwaltung dienen und eine effektive Koordinations- und Steuerungseinheit sein. Es ist sinnvoll, ein eigenständiges zentrales energetisches Sanierungsmanagement aufzubauen und in vorhandene Strukturen zu integrieren, um den steigenden Bedarf besser zu decken. Hierfür ist eine Zusammenarbeit zwischen wichtigen Akteuren wie der Handwerkskammer, sowie den lokalen Energieversorgern notwendig. Die Stadt Bad Segeberg sollte als Koordinator für den Aufbau und die Etablierung dieses zentralen energetischen Sanierungsmanagements fungieren.

### 2.3 FOKUSGEBIETE FÜR ENERGETISCHE SANIERUNG

|                         |  |
|-------------------------|--|
| MAßNAHME TYP            | <input type="checkbox"/>  <input checked="" type="checkbox"/>  <input type="checkbox"/>  <input type="checkbox"/>  <input type="checkbox"/>  <input type="checkbox"/>  <input type="checkbox"/>  <input type="checkbox"/>  <input type="checkbox"/>  |
| VERANTWORTLICHE AKTEURE | Stadt Bad Segeberg   |
| NACHHALTIGKEITSWIRKUNG  | CO <sub>2</sub> Einsparung <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Wärmeversorgung <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>   |
|                         | Luftschadstoffe <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Kälteversorgung <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>   |
| GESCHÄTZTE KOSTEN       |  |
| MÖGLICHE FÖRDERUNGEN    |  |
| WEITERER NUTZEN         |  |
| PRIORITÄT               | Hoch   |
| ZEITRAUM                | 2025   |
| HINWEISE                | Fokusgebiete sind nicht mit rechtlichen Pflichten der Gebäudeeigentümer*innen verbunden, sondern stellen ein Angebot seitens der Stadt zu koordinierter Information und Unterstützung dar, dessen Nutzung auf Freiwilligkeit beruht. Die Stadt könnte ggf. auch beschließen, diese Gebiete nach §142 BauGB als förmlich festgelegte Sanierungsgebiete auszuweisen um die Eigentümer*innen binnen einer festzusetzenden Frist zu Sanierungen zu verpflichten. Ist dies gewünscht, sind weitere rechtliche und organisatorische Prüfungen durchzuführen, um diesen Beschluss vorzubereiten.  |

Wie in der Maßnahme „Einführung eines zentralen energetischen Sanierungsmanagements“ beschrieben, kommt der energetischen Sanierung von Gebäuden eine besondere Rolle zu, um den Bedarf zu senken und damit auch die Abhängigkeit von Energieimporten nach Bad Segeberg.

Fokusgebiete für eine energetische Sanierung zu benennen bzw. auszuweisen kann dazu beitragen, dass:

- Ein Problembewusstsein bei Eigentümern geweckt wird
- Gezielte auf ein Gebiet abgestimmte Informationen / Informationsveranstaltungen möglich werden
- Synergien aus der sukzessiven, ggf. gleichartigen Sanierung vieler Gebäude im Gebiet genutzt werden.
- Mustersanierungskonzepte erstellt werden können, die sich auf einen Großteil der Gebäude im Gebiet übertragen lassen.

Um möglichst viel Übertragbarkeit in einem Gebiet zu ermöglichen, ist es vorteilhaft, wenn sich die Gebäude in Gebäudeart und Bauweise möglichst ähneln. Daher wurden unter den Gebieten mit hohem relativem Sanierungspotenzial diejenigen Gebiete ausgewählt, deren Gebäude entweder zwischen 1919 und 1948 oder zwischen 1949 und 1978 erbaut wurden und von der Gebäudeart möglichst homogen wirken. Diese beiden Bauklassen decken mehr als 50% des Gebäudebestandes und den Großteil der Gebäude mit hohem Sanierungspotenzial ab.

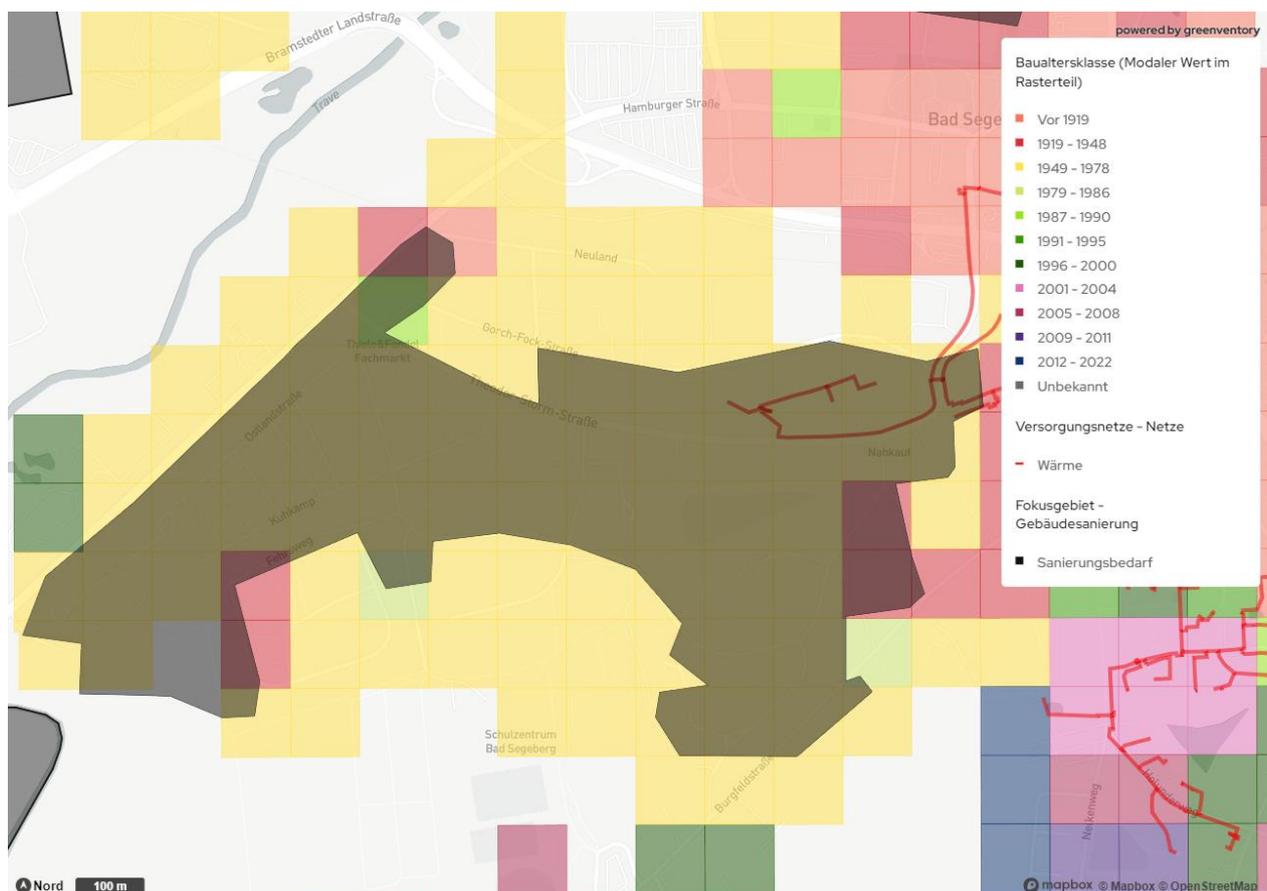


Abbildung 2-1: Empfehlung Fokusgebiet Gebäudesanierung „Süd-West“ dargestellt im Kontext der dominierenden Gebäudebaujahre in 100x100 m Segmenten

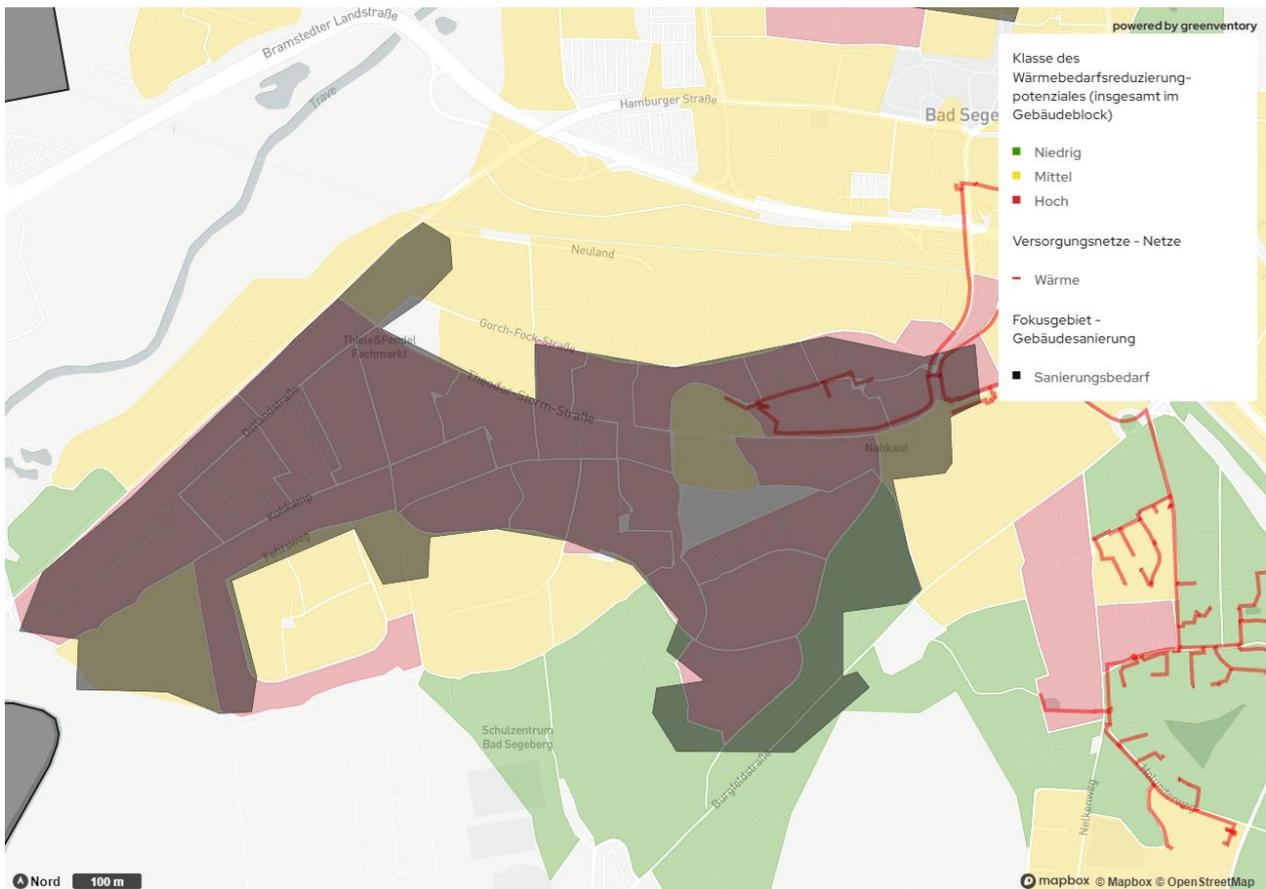


Abbildung 2-2: Empfehlung Fokusgebiet Gebäudesanierung „Süd-West“ dargestellt im Kontext des Sanierungspotenzials.

Das in Abbildung 2-1 und Abbildung 2-2 dargestellte Fokusgebiet Süd-West besteht im Großteil aus Mehrfamilienhäusern und einigen Einfamilienhäusern und wurde gänzlich zwischen 1949 und 1978 errichtet. Dem Gebiet kommt eine zusätzliche Priorität zu, da es in Teilen durch die Herausforderungen der Aufstellung von Luftwärmepumpen zum Wärmenetzeignungsgebiet gehört. Im Kontext der Errichtung des Wärmenetzes sollten die Gebäude möglichst schon energetisch saniert sein, sodass bei Anschluss an das Netz bereits niedrige Vorlauftemperaturen und niedrige Heizlasten realisiert werden können und so überhöhte Investitionen in Trasse, Erzeuger und Hausübergabestationen verhindert werden können.

Herauszunehmen ist die Gustav-Böhm-Siedlung, da diese bereits baurechtlich überplant ist und durch effiziente mit Luft-Wärmepumpen beheizte Gebäude ersetzt werden soll.

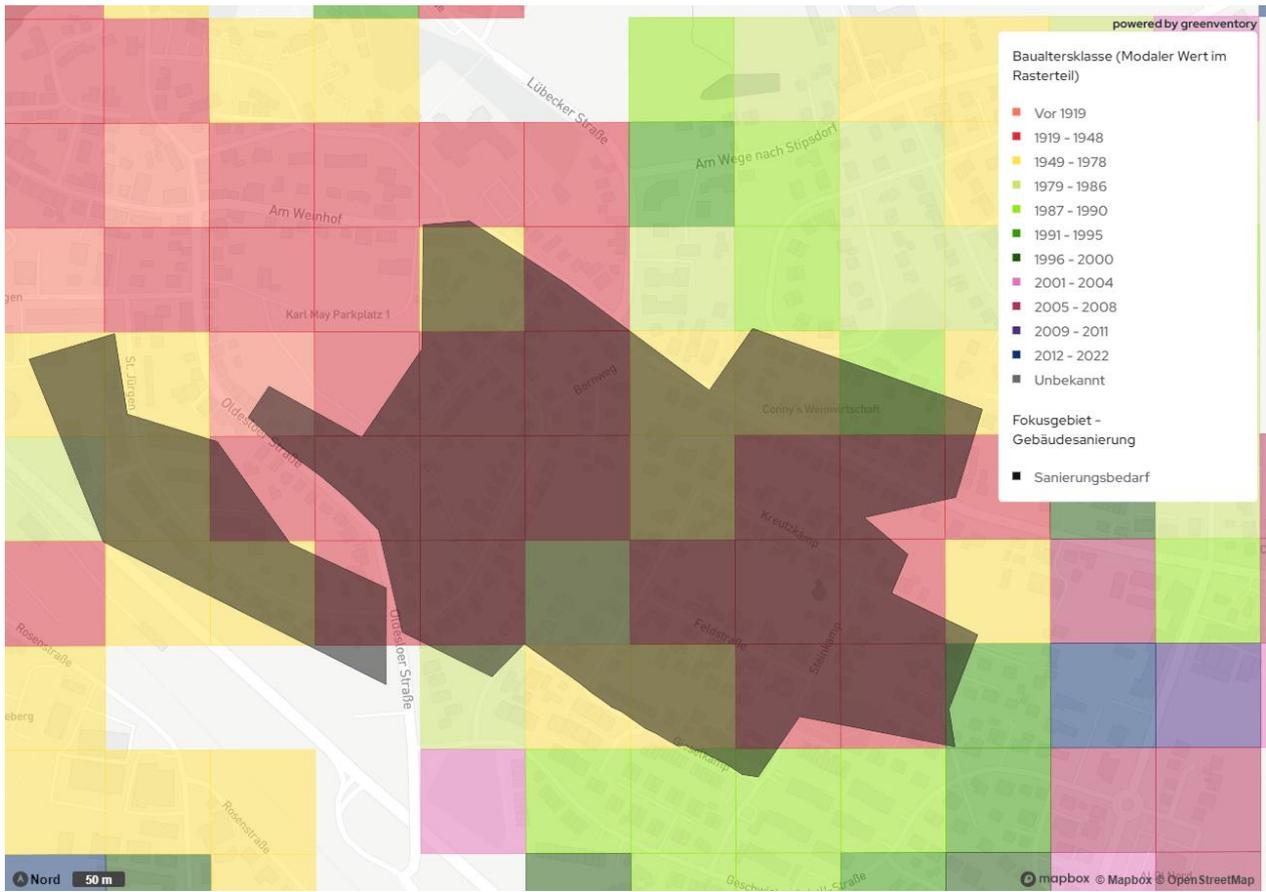
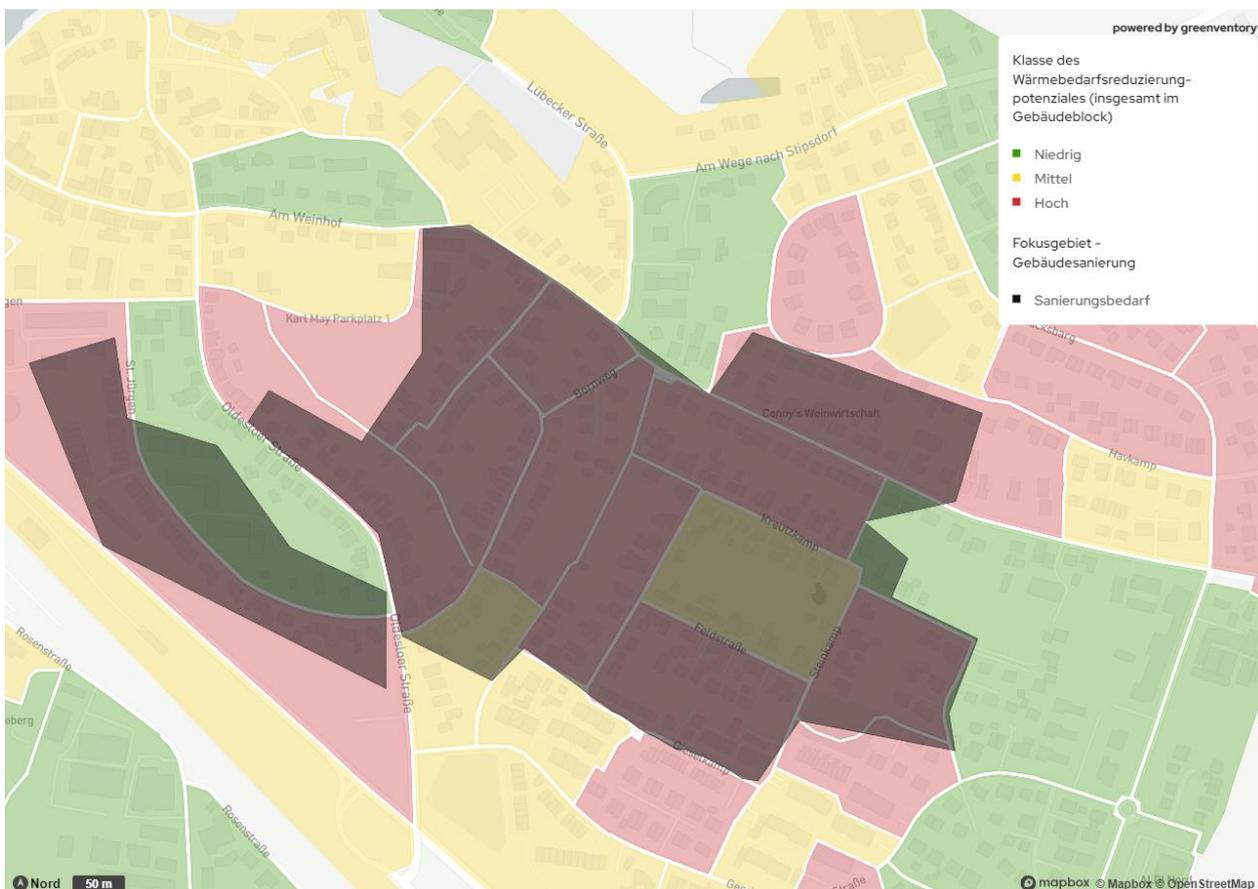


Abbildung 2-3: Empfehlung Fokusgebiet Gebäudesanierung „Ost“ dargestellt im Kontext der dominierenden Gebäudebaujahre in 100 x 100 m Segmenten



**Abbildung 2-4: Empfehlung Fokusgebiet Gebäudesanierung „Ost“ dargestellt im Kontext des Sanierungspotenzials**

Das Fokusgebiet Ost (s. Abbildung 2-3 und Abbildung 2-4) besteht genau genommen aus zwei Gebieten. Einem Gebiet, welches dichter am Zentrum liegt, zwischen 1949 und 1978 errichtet wurde und überwiegend aus Reihenhäusern besteht, sowie einem älteren östlich davon gelegenen Gebiet, in dem die Gebäude zwischen 1919 und 1948 entstanden sind und ab 1949 Gebäude in den (Bau) Lücken errichtet wurden. Letzteres Gebiet besteht zu gleichen Teilen aus Reihenhäusern und Einfamilienhäusern. Mehrfamilienhäuser sind in diesem Gebiet die Ausnahme. In diesem Gebiet gibt es auch neuere Gebäude. Diese sind in Abbildung 2-4 der besseren Übersichtlichkeit wegen nicht dargestellt.

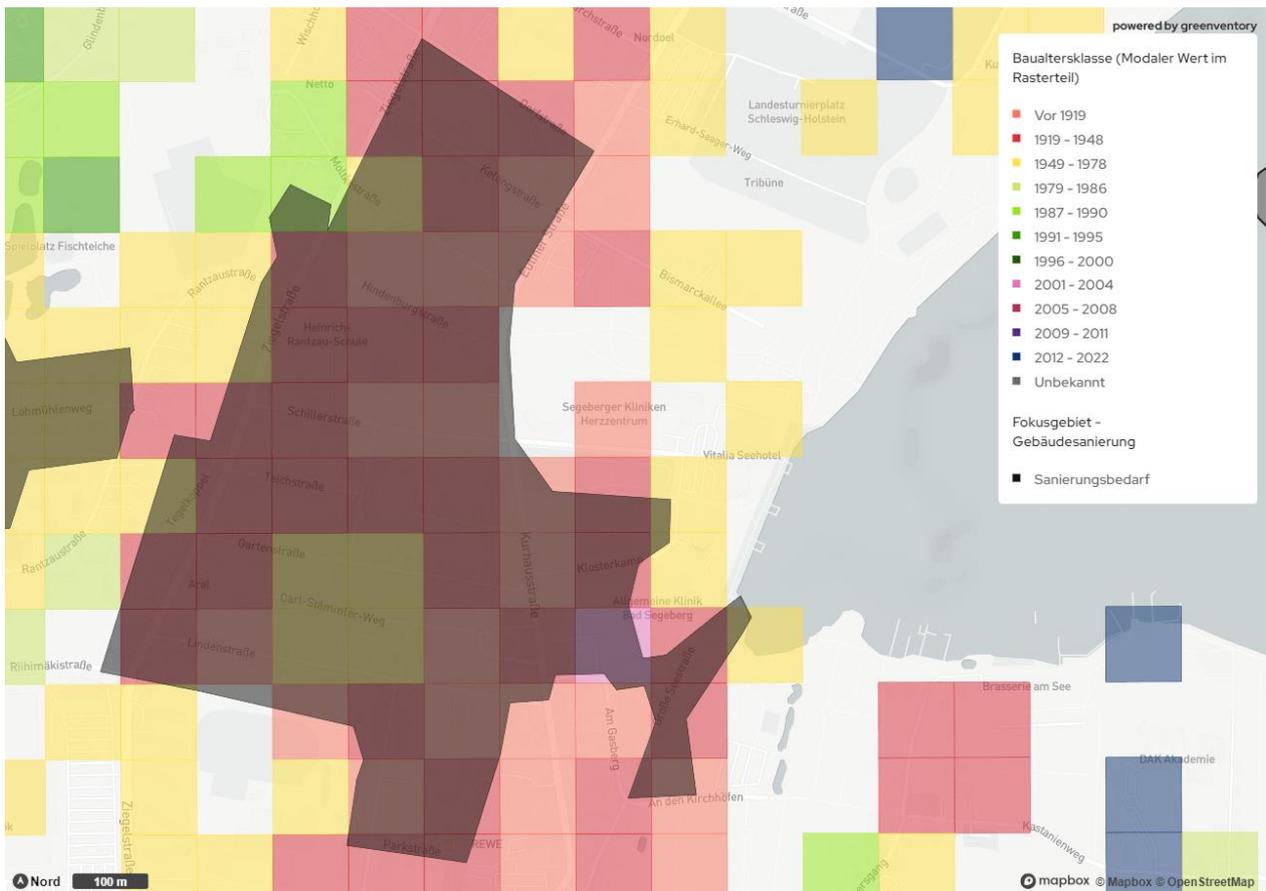
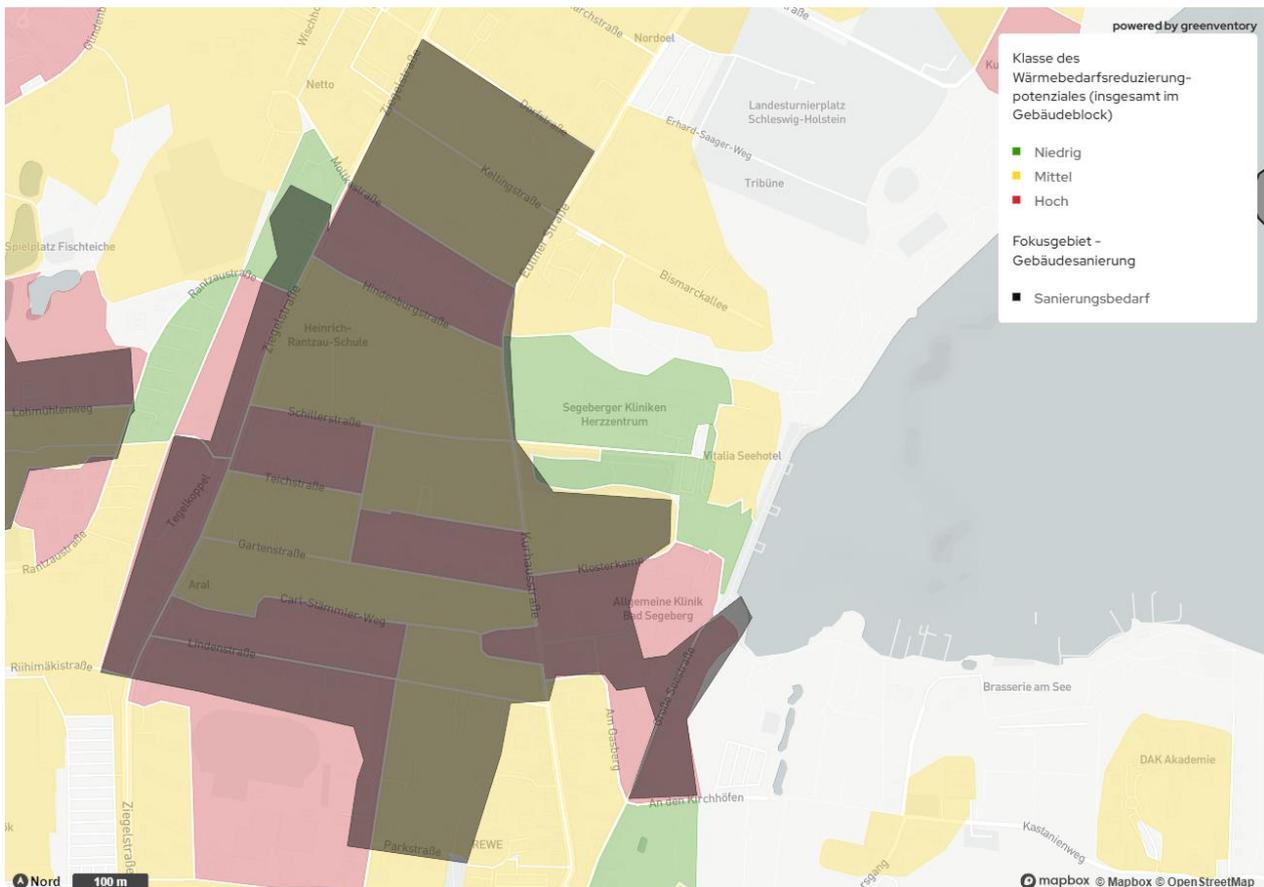


Abbildung 2-5: Empfehlung Fokusgebiet „Lindenstraße, Gartenstraße, Schillerstraße“ dargestellt im Kontext der dominierenden Gebäudebaujahre in 100 x 100 m Segmenten



**Abbildung 2-6: Empfehlung Fokusgebiet „Lindenstraße, Gartenstraße, Schillerstraße“ dargestellt im Kontext von Sanierungspotenzial (anonymisiert, flächig eingefärbt) und Gebäudebaujahr**

Ein weiteres Fokusgebiet könnte im Bereich „Lindenstraße, Gartenstraße, Schillerstraße“ (vgl. Abbildung 2-5 und Abbildung 2-6) ausgewiesen werden. Dieses Gebiet besteht im Wesentlichen aus Einfamilien- und Mehrfamilienhäusern, die entweder zwischen 1919 und 1948 oder zwischen 1949 und 1978 errichtet wurden. Während die Gebäude in ihrem Alter und ihrer Gebäudeart tendenziell homogen sind, ist der Sanierungsbedarf der Gebäude sehr unterschiedlich. Dies legt nahe, dass einige Häuser in den vergangenen Jahren bereits saniert wurden. Dennoch empfehlen wir, einen Fokus auf dieses Gebiet zu legen und Erfahrungsaustausch anzuregen und zu ermöglichen. Die Einfärbung der Flächen variiert daher zwischen Rot gelb und grün. In allen Gebäudeblöcken sind jedoch Gebäude mit hohem Sanierungspotenzial enthalten.

In Abbildung 2-7 und Abbildung 2-8 ist das Fokusgebiet „An der Trave“ dargestellt. Dieses Gebiet besteht ausschließlich aus Gebäuden, die zwischen 1949 und 1978 erbaut wurden. Es besteht im aus ca. 60 Reihenhäusern, ca. 20 Mehrfamilienhäusern und ca. 30 Einfamilienhäusern. Dem Gebiet kommt insofern eine besondere Bedeutung zu, als die Wärmenetztrasse des Eignungsgebietes Nord, die das bestehende Wärmenetz und die Erweiterungsgebiete mit Möbel Kraft als Ankerkunden verbinden soll, dort vorbeiführt. Eine Sanierung dieser Gebäude vor Anschluss an das Wärmenetz sorgt dafür, dass die notwendigen Investitionen in Hausübergabestation, Hausanschlussleitung und insgesamt in die Wärmenetzinfrastruktur etwas geringer ausfallen können und die Vorlauftemperatur möglichst niedrig gewählt werden kann. Eine Sanierung nach Anschluss an das Wärmenetz hingegen führt dazu, dass Investitionen getätigt wurden, die durch den Wärmeabsatz und damit einhergehenden Erlös jedoch nicht in ausreichender Menge refinanziert werden.



Abbildung 2-7: Empfehlung Fokusgebiet „An der Trave“ dargestellt im Kontext der dominierenden Gebäudebaujahre in 100 x 100 m Segmenten

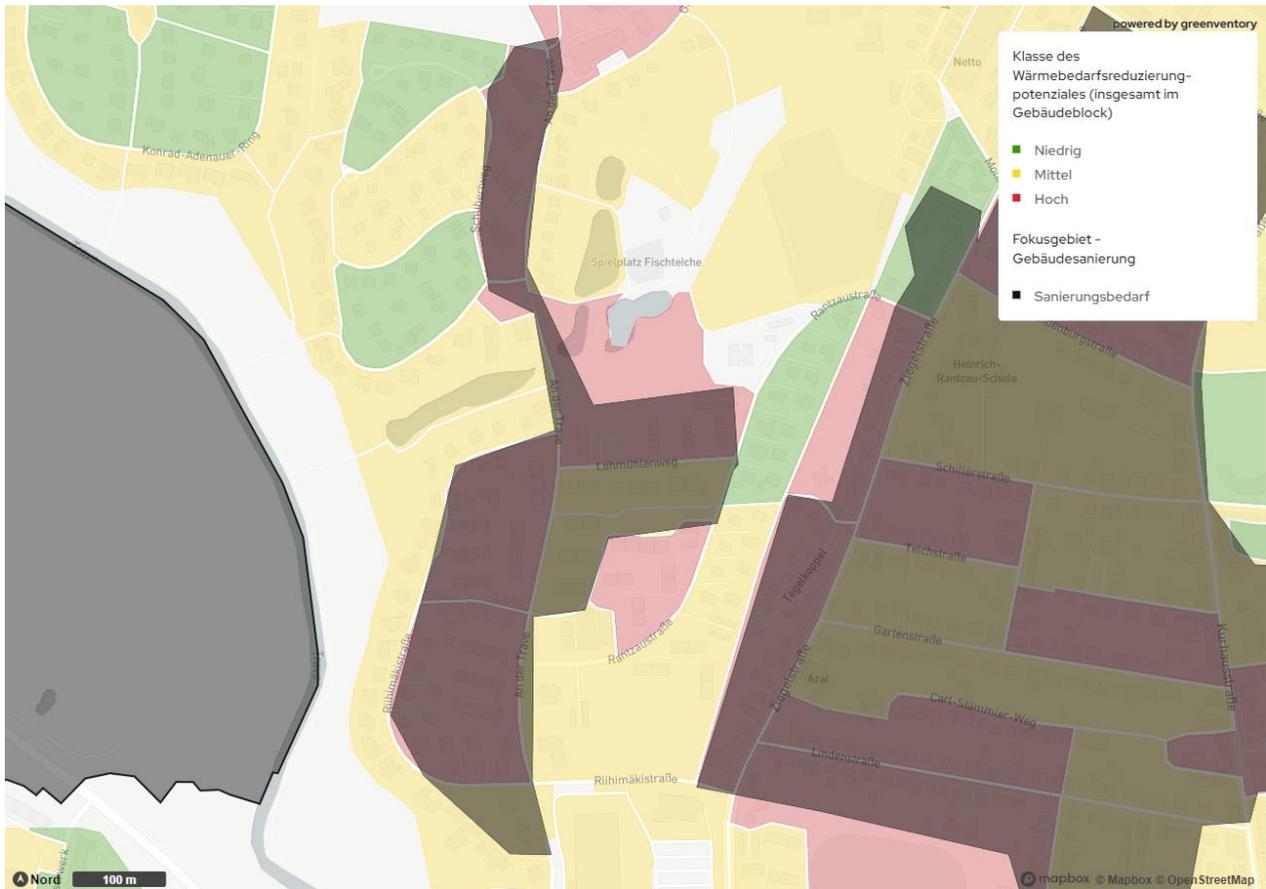


Abbildung 2-8: Empfehlung Fokusgebiet „An der Trave“ dargestellt im Kontext des Sanierungspotenzials

## 2.4 KOMMUNALES BERATUNGSANGEBOT HEIZUNGSAUSTAUSCH

|                         |   |
|-------------------------|---|
| MAßNAHME TYP            | <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |
| VERANTWORTLICHE AKTEURE | Stadt Bad Segeberg  |
| NACHHALTIGKEITSWIRKUNG  | CO <sub>2</sub> Einsparung <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Wärmeversorgung <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>                      |
|                         | Luftschadstoffe <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Kälteversorgung <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>  |
| GESCHÄTZTE KOSTEN       | Personalkosten  |
| MÖGLICHE FÖRDERUNGEN    |   |
| WEITERER NUTZEN         | Die Verfügbarkeit von Beratungsdiensten für den Einbau von Wärmepumpen kann dazu beitragen, Fehlinvestitionen in nicht nachhaltige Wärmeerzeugungstechnologien zu vermeiden und   |

langfristig die Brennstoffkosten für die Beteiligten zu senken. Die Einführung von Wärmepumpen trägt zur Steigerung der lokalen Wertschöpfung bei, insbesondere im Handwerksbereich.

|           |      |
|-----------|------|
| PRIORITÄT | Hoch |
| ZEITRAUM  | 2025 |
| HINWEISE  |      |

Wärmepumpen gelten derzeit als eine der Schlüsseltechnologien für die zukünftige, treibhausgasneutrale Wärmeversorgung in Gebieten, die nicht über Wärmenetze versorgt werden. Insbesondere in Gebieten außerhalb von Wärmenetzversorgungsgebieten wird ihre weitreichende Anwendung erwartet. Viele Hausbesitzer stehen vor der Herausforderung, angesichts gesetzlicher Anforderungen zu entscheiden, ob Wärmepumpen eine geeignete Alternative zu ihren aktuellen Heizsystemen darstellen. Die aktuelle Rechtslage lässt viele Fragen offen, was die Entscheidungsfindung erschwert.

Ein umfassendes kommunales Beratungsangebot zum Thema Wärmepumpen (oder mögliche weitere umweltfreundliche Alternativen) kann dazu beitragen, diese Fragen anzugehen und eine zielgerichtete Beratung für Bürger und Unternehmen anzubieten. Zu den Aufgaben eines solchen Beratungsangebots gehören:

- Bereitstellung von Informationen zum Thema Heizungsaustausch
- Erstberatung zu technischen Aspekten
- Unterstützung bei der Beantragung von Fördermitteln
- Austausch mit und Unterstützung von Energieberatern und Heizungsbauern.

Als Maßnahme sollte sichergestellt werden, dass ein kommunales Beratungsangebot für den Einsatz von Wärmepumpen aufgebaut und etabliert wird. Dabei ist es anzustreben, dass dieses Beratungsangebot in den Zuständigkeitsbereich des zentralen energetischen Sanierungsmanagements integriert wird.

## 2.5 PV AUF ÖFFENTLICHEN GEBÄUDEN

|                         |                                     |   |  |
|-------------------------|-------------------------------------|---|--|
| MAßNAHME TYP            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/>   |
|                         | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>  | <input checked="" type="checkbox"/>  |
|                         |                                     |   | <input type="checkbox"/>   |
|                         |                                     |   | <input type="checkbox"/>   |
|                         |                                     |   | <input type="checkbox"/>   |
| VERANTWORTLICHE AKTEURE | Stadt Bad Segeberg                  |   |  |
| NACHHALTIGKEITSWIRKUNG  | CO <sub>2</sub> Einsparung          | <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Wärmeversorgung <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |
|                         | Luftschadstoffe                     | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>            | Kälteversorgung <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |
| GESCHÄTZTE KOSTEN       | 1.200 – 1.600 €/kW <sub>p</sub>     |   |  |

|                      |   |
|----------------------|---|
| MÖGLICHE FÖRDERUNGEN |   |
| WEITERER NUTZEN      | Verbessert die Unabhängigkeit von Stromimporten, trägt bilanziell zur Versorgung der Kommune aus eigenen lokalen Potenzialen bei. |
| PRIORITÄT            | Mittel  |
| ZEITRAUM             | 2025 bis 2030   |

Die Stadt Bad Segeberg hat einige ihrer kommunalen Gebäude bereits mit PV-Anlagen bestückt. Die Mehrheit der öffentlichen Gebäude unterschiedlicher Träger wie Stadt, Kreis, Land und Amt sind nach Auswertung öffentlich einsehbarer Satelliten-Bilder (Google Maps, Bing Maps, etc.) jedoch noch nicht mit PV-Modulen belegt. Es wird empfohlen zu prüfen, welche der öffentlichen Gebäude sich für eine Installation von PV-Modulen eignet und für welche Gebäude es Hemmnisse gibt (z.B. unzureichende Tragfähigkeit der Dächer). Darüber hinaus wird empfohlen zu prüfen, ob bestehende Hemmnisse im Kontext einer anstehenden energetischen Sanierung abgebaut werden könnten, um die in Bad Segeberg insgesamt durch PV nutzbare Dachfläche zu vergrößern. Im Vergleich zu PV-Anlagen auf neu zu errichtenden Carports, ist PV auf bestehenden Dächern vorbehaltlich der vorhandenen Tragfähigkeit günstiger. Darüber hinaus ist die Einspeisevergütung bei Volleinspeisung höher. Auch bei Teileinspeisung und anteiliger Eigennutzung ist die Einspeisevergütung bei Anlagen bis 40 kW<sub>p</sub> höher als auf Carports (vgl. Bundesnetzagentur, 2024) und die unmittelbare Nähe zwischen Stromerzeugung und Stromnutzung ist gegeben. Somit fallen keine zusätzlichen Investitionen für Direktleitungen an.

Beispiele für bislang nicht mit PV-Modulen belegten öffentlichen Gebäuden mit hohem Potenzial sind z.B. das Berufsbildungszentrum und die Kreissporthalle (s. Abbildung 2-9), das Finanzamt (s. Abbildung 2-10) und das Gebäude der Kreisverwaltung Bad Segeberg (s. Abbildung 2-11). Es sei darauf hingewiesen, dass Oberlichter, Attiken, etc. nicht berücksichtigt sind und auch keine Aussagen über die statische Belastbarkeit der Dächer getroffen werden kann. Das umsetzbare Potenzial fällt daher voraussichtlich kleiner aus.

Das PV-Potenzial über alle öffentlichen Gebäude in Bad Segeberg beträgt ca. 8,6 GWh pro Jahr. Dies entspricht einer installierten Leistung von ca. 8.000 bis 9.000 kW<sub>Peak</sub>. Damit beträgt das Potenzial der Dächer öffentlicher Gebäude ca. 10 % des gesamten Aufdach-PV Potenzials von Bad Segeberg.

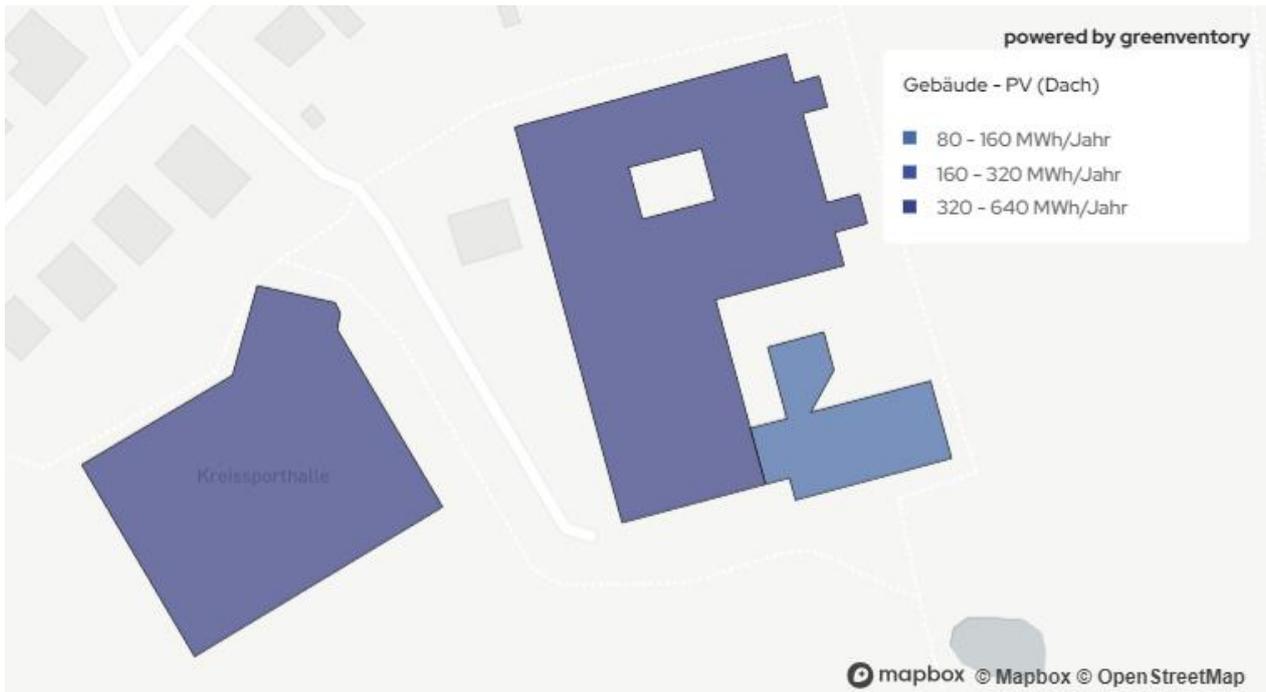


Abbildung 2-9: PV-Potenzial auf den Dachflächen der Kreissporthalle und des Berufsbildungszentrums

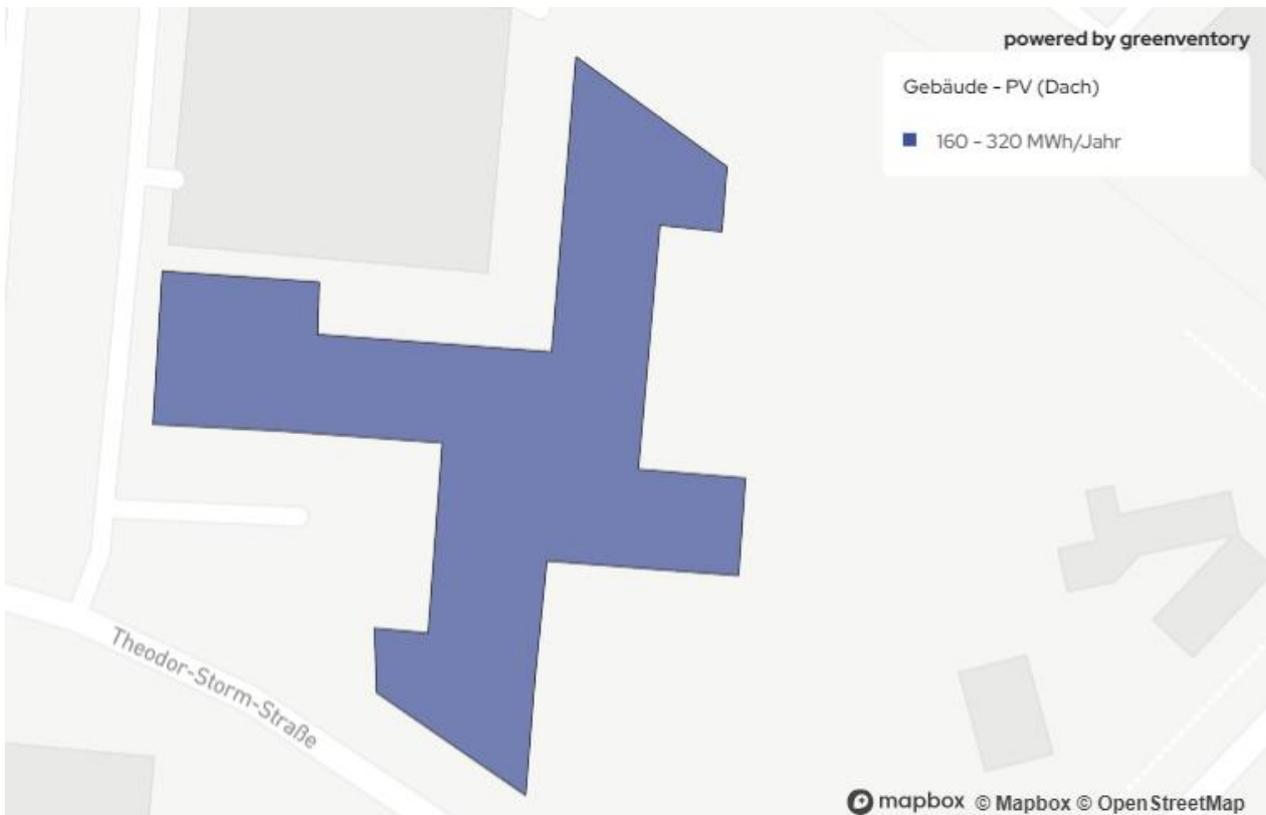


Abbildung 2-10: PV-Potenzial auf der Dachfläche des Finanzamtes

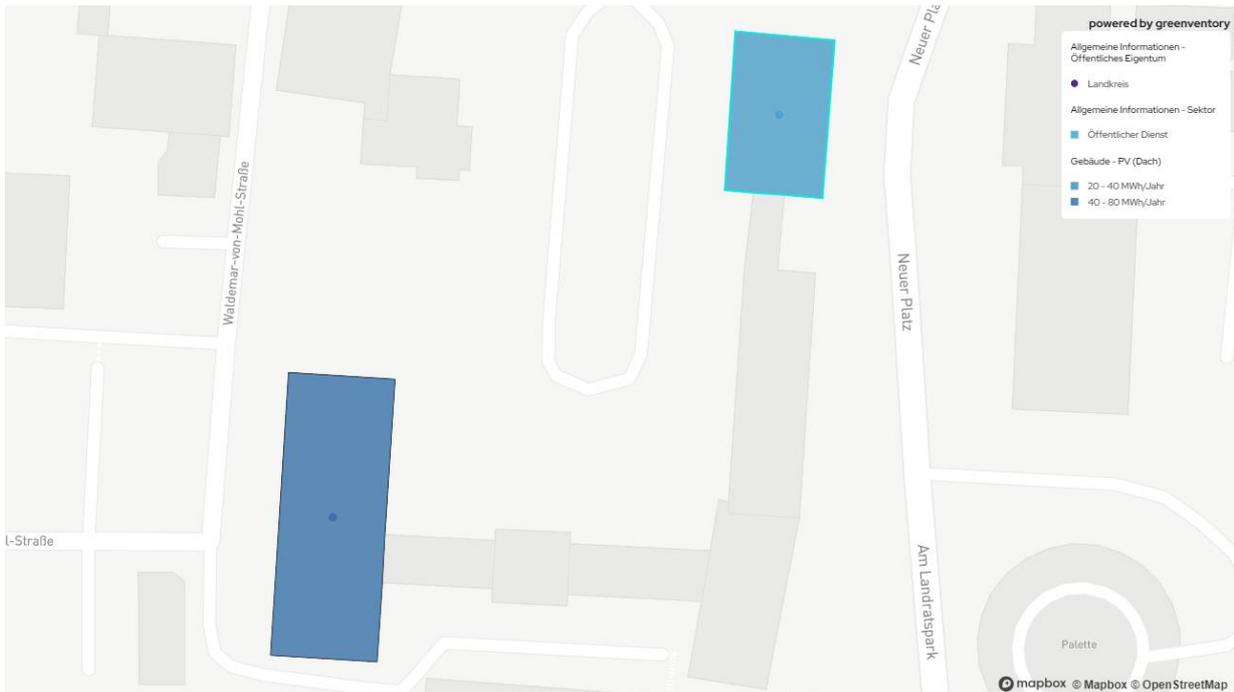


Abbildung 2-11: PV-Potenzial auf der Dachfläche der Kreisverwaltung Bad Segeberg

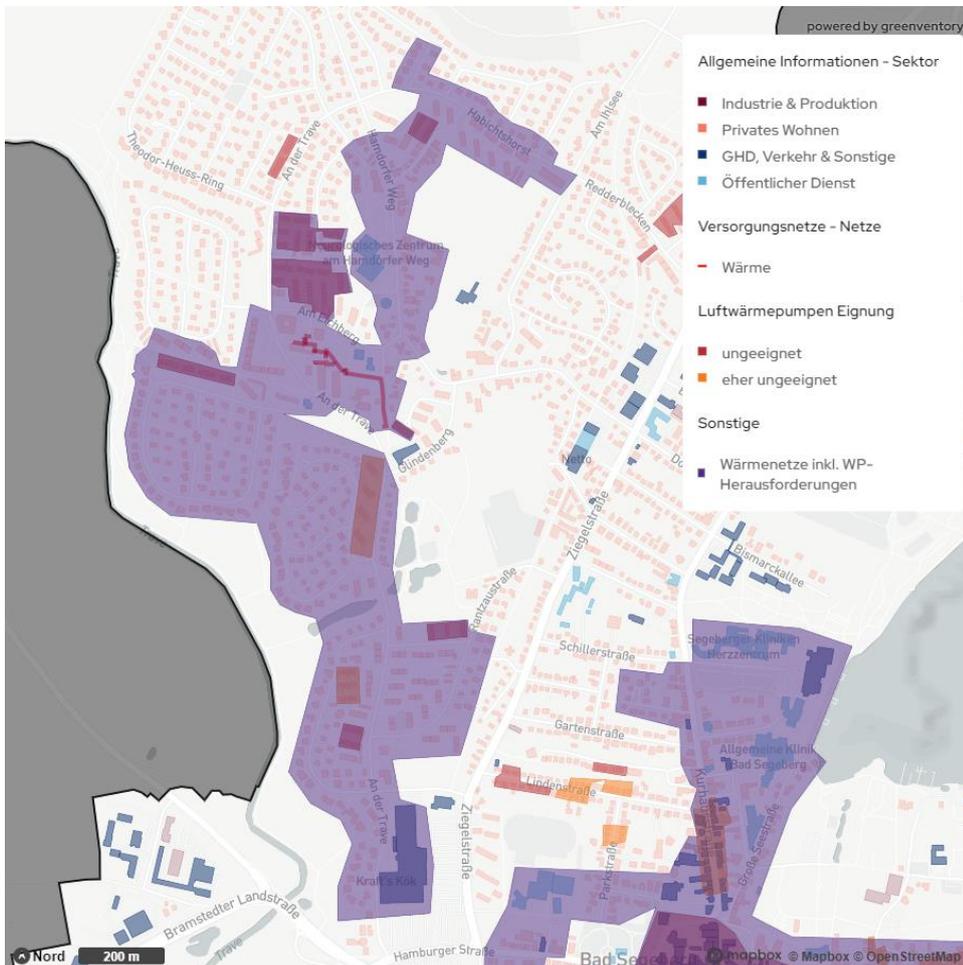
## 2.6 AUFBAU EINER ENERGETISCHEN SANIERUNGSSTRATEGIE FÜR KOMMUNALE GEBÄUDE

|                         |   |
|-------------------------|---|
| MAßNAHME TYP            | <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>   |
| ZIEL                    | Reduzierung des Energieverbrauchs und der Treibhausgas-Emissionen in kommunalen Gebäuden  |
| VERANTWORTLICHE AKTEURE | Stadt Bad Segeberg,   |
| NACHHALTIGKEITS-WIRKUNG | CO <sub>2</sub> Einsparung <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Wärmeversorgung <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/><br>Luftschadstoffe <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Kälteversorgung <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> |
| GESCHÄTZTE KOSTEN       |   |
| MÖGLICHE FÖRDERUNGEN    |   |
| WEITERER NUTZEN         |   |
| PRIORITÄT               | Hoch  |
| UMSETZUNGSBEGINN        |   |

Der Aufbau einer energetischen Modernisierungsstrategie (Sanierungsfahrplan) bildet die Basis für eine weitere langfristige Reduzierung des Energieverbrauchs im Gebäudebereich. Mit der Erstellung eines Sanierungsfahrplans werden die eigenen Liegenschaften gebäudescharf inkl. des energetischen Ausgangszustandes, erfasst, bewertet und priorisiert. Hierbei werden die Gebäude mit den höchsten Handlungsbedarfen identifiziert. Der Sanierungsfahrplan ist sukzessive zu überprüfen und umzusetzen.

Im Rahmen der Umsetzung sollen die Gebäude unter Nutzung der verfügbaren Fördermittel auf Bundes- und Landesebene energetisch saniert (Gebäudehülle, Heizung sowie Beleuchtung) oder durch energieeffizientere Ersatzneubauten ersetzt werden. Zu beachtende Nachhaltigkeitsstandards sind in den Gesetzen festgelegt. Ziel des Sanierungsfahrplans ist es, den maximal möglichen Beitrag zur Erreichung der Klimaneutralität in der Wärme- und Kälteversorgung unter Würdigung der individuellen Bausubstanz zu leisten.

## 2.7 BAD SEGEBERG NORD – AUSBAUSTUFE 2 INKL. LWP-HERAUSFORDERUNG



| MAßNAHME TYP            | <input checked="" type="checkbox"/><br><input type="checkbox"/><br><input type="checkbox"/><br><input checked="" type="checkbox"/>     | <input type="checkbox"/><br><input type="checkbox"/><br><input type="checkbox"/><br><input type="checkbox"/><br><input type="checkbox"/><br><input checked="" type="checkbox"/> BHKW<br><input checked="" type="checkbox"/> Spitzenlast |
|-------------------------|--|---|
| VERANTWORTLICHE AKTEURE | Stadt Bad Segeberg, Betreiber des Bestandwärmenetzes, ggf. EWS   |   |
| NACHHALTIGKEITSWIRKUNG  | CO <sub>2</sub> Einsparung <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> | Wärmeversorgung <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>   |
|                         | Luftschadstoffe <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>                       | Kälteversorgung <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>  |
| GESCHÄTZTE KOSTEN       | ca. 25,5 Mio. € Investitionen in Wärmenetz und Erzeuger  |   |
| MÖGLICHE FÖRDERUNGEN    | ca. 10 Mio. €  |   |

|                    |  |
|--------------------|--|
| WEITERER NUTZEN    | Nah- und Fernwärme stellen eine verlässliche Energiequelle dar und können damit aufgrund ihrer perspektivischen Treibhausgasneutralität eine Anziehungskraft auf Bürgerinnen und Bürger und Unternehmen ausüben. Zudem ist eine Anpassung der Erzeugungsstruktur bei Fortschreiten der Technologie mit geringem Aufwand möglich. |
| PRIORITÄT          | Hoch   |
| UMSETZUNGSZEITRAUM | 2 bis 5 Jahre  |
| NÄCHSTE SCHRITTE   | Ausweisung eines Wärmenetzgebietes<br>Einwerbung Fördermittel (BEW)<br>Akquise Kunden Netzerweiterung  |
| HINWEISE           |  |

Die Ausbaustufe 2 des Wärmenetzes Bad Segeberg Nord baut auf dem bestehenden Wärmenetz im Norden Bad Segebergs auf und sieht eine erhebliche Erweiterung und Optimierung vor, um eine effiziente und nachhaltige Wärmeversorgung für das Gebiet sicherzustellen. Die Erweiterung umfasst unter anderem die Gebäude des Neurologischen Zentrums und Möbelkraft im Süden des Gebietes. Diese Maßnahme ist eine Fortführung der ersten und zweiten Ausbaustufe und wurde aufgrund ihrer Wirtschaftlichkeit und ihres Potenzials für die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung ausgewählt.

Aktuell wird das bestehende Gebiet über Erdgas-BHKW in Verbindung mit Erdgas-Spitzenlasterzeugern versorgt. Durch diese Maßnahme wird, sowohl das bestehende Netz dekarbonisiert als auch allen, im Maßnahmengbiet befindlichen Gebäuden ein Angebot für eine CO<sub>2</sub>-neutrale Wärme gemacht werden können. Dazu gehört auch ein Teil der Gebäude, welche kein Potential zur Nutzung einer Luftwärmepumpe aufweisen.

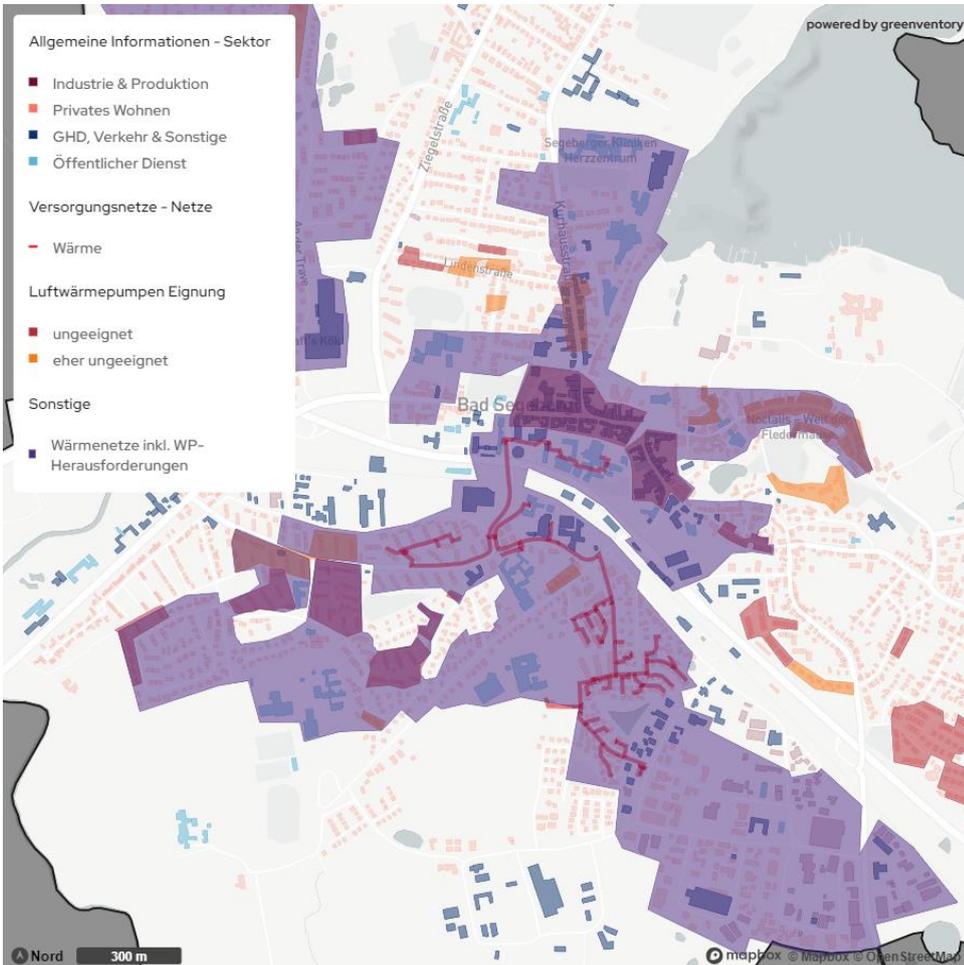
Für den Betrieb des zukünftigen Wärmenetzes Netzes ist in Abhängigkeit der Anschlussquote mit einem Netzwärmebedarf von 4,7 MW (bei einer Anschlussquote von 60 %) und einer Wärmeabnahme von 15,65 GWh/a zu rechnen. Als mögliche Quelle zur Deckung des Wärmebedarfes kommt eine Groß-Luft-Wärmepumpe in Verbindung mit einem Biomethan-BHkW und einem Biomethan-Spitzenlasterzeuger in Frage.

Die ersten Schritte sollten folgende sein:

- Klärung, ob die notwendige Anschlussquote zum wirtschaftlichen Betrieb des Netzes erreicht werden kann
- Erarbeitung einer Machbarkeitsstudie

Die erfolgreiche Umsetzung der Ausbaustufe 2 inkl. Herausforderung Luft-Wärmepumpe des Wärmenetzes Bad Segeberg Nord wird zu einer nachhaltigen und effizienten Wärmeversorgung für das Gebiet führen, die die Treibhausgasemissionen reduziert und die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen verringert. Endverbraucher profitieren von stabileren Heizkosten, die in Zukunft losgelöst von der Gaspreisentwicklung sein werden, und einem zuverlässigen Wärmeangebot. Gleichzeitig wird die lokale Wirtschaft durch die Schaffung neuer Arbeitsplätze und die Stärkung der regionalen Energieinfrastruktur gestärkt.

## 2.8 BAD SEGEBERG ZENTRUM – AUSBAUSTUFE 2 INKL. LWK-HERAUSFORDERUNG



### MAßNAHME TYP

- |                                     |                                     |   |
|-------------------------------------|-------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>                        |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>                        |
|                                     |                                     | <input checked="" type="checkbox"/> BHKW        |
|                                     |                                     | <input checked="" type="checkbox"/> Spitzenlast |

|                         |  |   |                 |   |
|-------------------------|--|---|-----------------|---|
| VERANTWORTLICHE AKTEURE | Stadt Bad Segeberg, Betreiber des Bestandwärmenetzes, ggf. EWS |   |                 |   |
| NACHHALTIGKEITSWIRKUNG  | CO <sub>2</sub> Einsparung                                     | <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> | Wärmeversorgung | <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> |
|                         | Luftschadstoffe  | <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>            | Kälteversorgung | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>                                  |
| GESCHÄTZTE KOSTEN       | ca. 62 Mio. € Investitionen in Wärmenetz und Erzeuger          |   |                 |   |

|                      |  |
|----------------------|--|
| MÖGLICHE FÖRDERUNGEN | ca. 24 Mio. €  |
| WEITERER NUTZEN      | Nah- und Fernwärme stellen eine verlässliche Energiequelle dar und können damit aufgrund ihrer perspektivischen Treibhausgasneutralität eine Anziehungskraft auf Bürgerinnen und Bürger und Unternehmen ausüben. Zudem ist eine Anpassung der Erzeugungsstruktur bei Fortschreiten der Technologie mit geringem Aufwand möglich. |
| PRIORITÄT            | Hoch   |
| UMSETZUNGSZEITRAUM   | 2 bis 5 Jahre  |
| NÄCHSTE SCHRITTE     | Ausweisung eines Wärmenetzgebietes<br>Einwerbung Fördermittel (BEW)<br>Akquise Kunden Netzerweiterung  |
| HINWEISE             |  |

Die Ausbaustufe 2 des Wärmenetzes Bad Segeberg Zentrum baut auf dem bestehenden Wärmenetz im Süden/Zentrum Bad Segebergs auf und sieht eine erhebliche Erweiterung und Optimierung vor, um eine effiziente und nachhaltige Wärmeversorgung für das Gebiet sicherzustellen. Die Erweiterung umfasst unter anderem die Gebäude des Berufsbildungszentrums, Finanzamts, Kreissporthalle, Städtisches Gymnasium und dem Schulzentrum bis hin zu den Segeberger Kliniken am Nördlichen Rand des Versorgungsgebietes. Diese Maßnahme ist eine Fortführung der ersten und zweiten Ausbaustufe und wurde aufgrund ihrer Wirtschaftlichkeit und ihres Potenzials für die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung ausgewählt. Zusätzlich bietet diese Maßnahme den Vorteil, dass einige Gebäude, welche kein Potential zur Nutzung einer Luftwärmepumpe aufweisen ein Angebot zum Anschluss an ein Wärmenetz erhalten können.

Aktuell wird das bestehende Gebiet über Erdgas-BHKW in Verbindung mit Erdgas-Spitzenlasterzeugern versorgt. Durch diese Maßnahme wird, sowohl das bestehende Netz dekarbonisiert als auch allen, im Maßnahmengebiet befindlichen Gebäuden ein Angebot für eine CO<sub>2</sub>-neutrale Wärme gemacht werden können.

Für den Betrieb des zukünftigen Wärmenetzes Netzes ist in Abhängigkeit der Anschlussquote mit einem Netzwärmebedarf von 16,7 MW (bei einer Anschlussquote von 60 %) und einer Wärmeabnahme von 45 GWh/a zu rechnen. Als mögliche Quelle zur Deckung des Wärmebedarfes kommt eine Groß-Luft-Wärmepumpe in Verbindung mit einem Biomethan-BHkW und einem Biomethan-Spitzenlasterzeuger in Frage.

Die ersten Schritte sollten folgende sein:

- Klärung, ob die notwendige Anschlussquote zum wirtschaftlichen Betrieb des Netzes erreicht werden kann
- Erarbeitung einer Machbarkeitsstudie

Die erfolgreiche Umsetzung der Ausbaustufe 2 inkl. Herausforderung Luft-Wärmepumpe des Wärmenetzes Bad Segeberg Zentrum wird zu einer nachhaltigen und effizienten Wärmeversorgung für das Gebiet führen, die die Treibhausgasemissionen reduziert und die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen verringert. Endverbraucher profitieren von niedrigeren



Heizkosten und einem zuverlässigen Wärmeangebot, während die lokale Wirtschaft durch die Schaffung neuer Arbeitsplätze und die Stärkung der regionalen Energieinfrastruktur gestärkt wird.

### **3 ANHANG 3: METHODIK ZUR BESTIMMUNG DER ERFASSTEN POTENTIALE ZUR ENERGIEGEWINNUNG**

Die Methodik zur Bestimmung der erfassten Potenziale zur Energiegewinnung wird im Folgenden beschrieben. Als Basis für die Potenzialanalyse wird eine stufenweise Eingrenzung der Potenziale vorgenommen. Hierfür kommt ein Indikatorenmodell zum Einsatz. In einem Indikatorenmodell werden alle Flächen analysiert und mit spezifischen Indikatoren (z. B. Windgeschwindigkeit oder solare Einstrahlung) versehen und bewertet. Im Folgenden werden die Methoden für die einzelnen Potenziale genauer erläutert.

#### **3.1 WINDKRAFT**

Windkraftanlagen machen sich die Strömungen des Windes zunutze, welche die Rotorblätter in Bewegung setzen. Mittels eines Generators erzeugen diese aus der Bewegungsenergie elektrischen Strom, der anschließend ins Netz eingespeist wird. Windkraftanlagen sind heute mit Abstand die wichtigste Form der Windenergienutzung. Die aktuell dominierende Bauform ist der dreiblättrige Auftriebsläufer mit horizontaler Achse. Für diese Bauart wurden die flächenspezifischen Potenziale ermittelt.

##### **GEBIETSBESTIMMUNG:**

Zur Bestimmung der Potenzialflächen werden diejenigen Gebiete herausgefiltert bzw. abgestuft ausgewiesen, die aufgrund von Neigung und Beschaffenheit der Böden den technischen Anforderungen zum Aufstellen von Windkraftanlagen nicht genügen oder gesonderter Prüfung bedürfen (bedingte Eignung). Darunter fallen unter anderem Gebiete mit starker Hangneigung, Gewässer und Überschwemmungsgebiete.

Ebenso werden jene Gebiete herausgefiltert, die als Naturschutzgebiete gelten oder unter die Abstandsregeln fallen. Die in diesem Zuge ausgeschlossenen (oder als gesondert zu prüfen kategorisierten) Gebiete lassen sich unterteilen in Siedlungsflächen und den dazugehörigen aktuellen rechtlichen Abständen, Naturschutzgebieten und Gebieten mit baulicher Infrastruktur (Straßen, Flughäfen, etc.) mit den entsprechenden gesetzlich vorgeschriebenen Abständen. Für "gut geeignete Gebiete" gilt, zusätzlich zur Beachtung harter und weicher Ausschlusskriterien, die Mindestanforderung von 1900 Volllaststunden jährlich für potenzielle Turbinen.

##### **POTENZIALBERECHNUNG:**

Auf Basis von Klimadaten und der Oberflächenbeschaffenheit der betrachteten Gebiete werden die Windverhältnisse in unterschiedlichen Höhen berechnet.

Auf den ermittelten Potenzialgebieten werden unter Berücksichtigung bereits existierender Windkraftanlagen, Turbinen platziert und zu Windparks zusammengefasst. Hierbei wird aus einer Vielzahl am Markt erhältlichen Anlagentypen jeweils das für den Standort mit seinen lokalen Windverhältnissen am besten geeignete Modell gewählt (z. B. Stark- / Schwachwindanlage, charakterisiert nach Leistungskurve). Häufig kommen Turbinen mit 4,2 MW Nominalleistung und 150 m Rotordurchmesser zum Einsatz.

Mit der zeitlich aufgelösten Windgeschwindigkeit und den technischen Parametern der Anlagen wird das zeitliche Profil der Stromerzeugung pro Anlage und ein jährlicher Energieertrag berechnet.

##### **WIRTSCHAFTLICHE EINGRENZUNG:**

Im Anschluss erfolgt eine wirtschaftliche Bewertung der berechneten Potenziale. Hierfür werden zusätzlich zu den Erträgen auch die Kosten möglicher Windparks berechnet. Diese beinhalten Investitionen für die Turbinen, den Netzanschluss, die Wartung und den Betrieb der Anlagen. Diese Kosten werden der voraussichtlichen Stromerzeugung gegenübergestellt, um die Stromgestehungskosten [€/kWh] zu ermitteln. Diese können dann für die Maßnahmenempfehlung genutzt werden.

Zur besseren Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit werden außerdem alle existierenden und potenziellen Turbinen herausgefiltert, die weniger als 1.900 Volllaststunden pro Jahr erzielen.

### **3.2 BIOMASSE**

Zur energetischen Nutzung von Biomasse können die Stoffe entweder direkt verbrannt oder zuvor mittels anaerober Vergärung in Biogas umgewandelt werden. Die energetische Nutzung kann vollständig der Wärmebereitstellung dienen oder auch zur Stromerzeugung genutzt werden.

#### **GEBIETSBESTIMMUNG:**

Für die Bestimmung der für Biomassenutzung geeigneten Gebiete werden sämtliche Naturschutzgebiete ausgeschlossen. Anschließend werden folgende Gebiete mit den jeweiligen Substraten als geeignete Gebiete für die anschließende Potenzialberechnung herangezogen:

- Landwirtschaftliche Flächen: Mais, Stroh
- Waldflächen: Waldrestholz
- Reben: Rebschnitt
- Gras: Grünschnitt
- Wohngebiete: Hausmüll, Biomüll

#### **POTENZIALBERECHNUNG:**

Für die Zuordnung der Substrate zu den Gebietstypen wird angenommen, dass Mais als Energiepflanze auf Ackerflächen angebaut wird. Zur Berechnung des energetischen Potenzials wird mit einem durchschnittlichen Ertrag pro Fläche gerechnet.

Zur Bestimmung der Biomasse in Siedlungsgebieten wird die Einwohnerzahl als Merkmal herangezogen und mit einer durchschnittlichen Abfallmenge pro Person multipliziert. Die Bestimmung der Personenanzahl pro Gebiet erfolgt durch deren prozentualen Anteil am betrachteten Gesamtgebiet und dessen Einwohnerzahl.

#### **WIRTSCHAFTLICHE EINGRENZUNG:**

Um eine realistische Einschätzung der durch die oben beschriebene Vorgehensweise erzielten Werte zu erreichen, werden folgende wirtschaftliche Einschränkungen verwendet:

- Gras (unrentabel), Stroh (Flächenkonkurrenz Mais) und Müll (in der Regel bereits vollkommen verwertet) wurden ausgenommen
- Mais: nur 10 % verwendet (nachhaltige Fruchtfolgenbegrenzung)

### **3.3 SOLARTHERMIE (FREIFLÄCHE)**

Die Solarthermie nutzt die Strahlung der Sonne und wandelt diese mittels Sonnenkollektoren (z. B. Röhrenkollektoren oder Flachbettkollektoren) in Wärme auf einem Temperaturniveau zwischen

80 °C und 150 °C um. Diese kann durch ein angeschlossenes Verteilsystem an die entsprechenden Nutzungsorte transportiert werden.

#### **GEBIETSBESTIMMUNG:**

Als grundsätzlich geeignet werden Flächen ausgewiesen, die keinen Restriktionen unterliegen. Anschließend werden diejenigen Flächen entfernt (bzw. als bedingt geeignet ausgewiesen), die aufgrund von Neigung und Beschaffenheit der Böden den technischen Anforderungen zum Aufstellen von Solarthermieanlagen nicht oder nur bedingt genügen. Darunter fallen unter anderem Gebiete mit starker Hangneigung, Gewässer und Überschwemmungsgebiete.

Ebenso werden jene Gebiete herausgefiltert, die als Naturschutzgebiete gelten oder unter die gesetzlichen Abstandsregeln fallen. Die in diesem Zuge ausgeschlossenen (oder als gesondert zu prüfenden) Gebiete lassen sich unterteilen in Siedlungsflächen, Naturschutzgebieten und Gebieten mit baulicher Infrastruktur (Straßen, Flughäfen, etc.) mit den entsprechenden gesetzlich vorgeschriebenen Abständen.

Von den so bestimmten Potenzialgebieten werden kleinere Flächen entfernt ( $< 20 \times 20 \text{ m}^2$ ), deren Erschließung nicht praktikabel wäre. Zusätzlich werden alle weiteren Flächen ausgeschlossen, die nicht mittels eines Suchradius von 25 m zu einem 0,5 ha großen Gebiet verbunden werden können. Es wird ein Mindestabstand von 5 m von den Modulen zum Rand des jeweiligen Gebietes angenommen

Für "gut geeignete Gebiete" gilt, zusätzlich zur Beachtung harter und weicher Ausschlusskriterien, die Mindestanforderung von über 900 jährlichen Volllaststunden und eine Mindestgröße von 500 m<sup>2</sup> pro Fläche.

#### **POTENZIALBERECHNUNG:**

Zur Potenzialberechnung werden die identifizierten Flächen mit Modulen belegt. Für die Leistungsdichte werden 3000 kW/ha zugrunde gelegt (basierend auf den Werten bestehender Solarthermie-Großprojekte in Deutschland). Für die Modulplatzierung wird eine Ausrichtung nach Süden mit einem Neigungswinkel von 20° angenommen. Aus Einstrahlungsdaten und der Verschattung werden die jährlichen Volllaststunden berechnet. Unter Berücksichtigung des Reihenabstands der Module kann so ein Jahresenergieertrag pro Gebiet bestimmt werden. Dafür wird der Unterschied zwischen theoretisch errechneter und praktisch erzielter Wärmemenge mit einem Reduktionsfaktor von 0,61 berücksichtigt.

#### **WIRTSCHAFTLICHE EINGRENZUNG:**

Zur Einschätzung der wirtschaftlichen Nutzbarkeit der Potenziale werden nur die Flächen in der Berechnung berücksichtigt, deren Entfernung zur Siedlungsfläche einen Maximalabstand von 1000 m unterschreitet. Zudem wird in "gut geeignete" ( $< 200 \text{ m}$ ) und "bedingt geeignete" ( $< 1000 \text{ m}$ ) Flächen eingeteilt.

### **3.4 PHOTOVOLTAIK (FREIFLÄCHE)**

Photovoltaik ist die direkte Umwandlung von Sonnenenergie in elektrischen Strom.

#### **GEBIETSBESTIMMUNG:**

Als grundsätzlich geeignet werden Flächen ausgewiesen, die keinen Restriktionen unterliegen. Anschließend werden diejenigen Flächen entfernt (bzw. als bedingt geeignet ausgewiesen), die

aufgrund von Neigung und Beschaffenheit der Böden den technischen Anforderungen zum Aufstellen von Solarthermieanlagen nicht oder nur bedingt genügen. Darunter fallen unter anderem Gebiete mit starker Hangneigung, Gewässer und Überschwemmungsgebiete.

Ebenso werden jene Gebiete herausgefiltert, die als Naturschutzgebiete gelten oder unter die gesetzlichen Abstandsregeln fallen. Die in diesem Zuge ausgeschlossenen (oder als gesondert zu prüfenden) Gebiete lassen sich unterteilen in Siedlungsflächen, Naturschutzgebieten und Gebieten mit baulicher Infrastruktur (Straßen, Flughäfen, etc.) mit den entsprechenden gesetzlich vorgeschriebenen Abständen.

Von den so bestimmten Potenzialgebieten werden kleinere Flächen entfernt ( $< 500 \text{ m}^2$ ), deren Erschließung nicht praktikabel wäre. Zusätzlich werden alle weiteren Flächen ausgeschlossen, die nicht mittels einem Suchradius von 25 m zu einem mindestens 0,5 ha großen Gebiet aggregiert werden können. Es wird ein Mindestabstand von 5 m von den Modulen zum Rand des jeweiligen Gebietes angenommen.

Für "gut geeignete Gebiete" gilt, zusätzlich zur Beachtung harter und weicher Ausschlusskriterien, die Mindestanforderung von über 900 jährlichen Volllaststunden und eine Mindestgröße von 30  $\text{m}^2$  pro Fläche.

#### **POTENZIALBERECHNUNG:**

Im nächsten Schritt werden auf diesen Flächen Module platziert. Die Platzierung der Module erfolgt analog zur beschriebenen Platzierung. Dabei werden Parameter marktüblicher PV-Module für Größe und Leistung angenommen. Es wird eine Ausrichtung nach Süden mit einem Neigungswinkel von  $20^\circ$  vorgesehen. Die auf die Module treffende Sonneneinstrahlung setzt sich aus direkter, diffuser und reflektierter Strahlung zusammen. Mit Modellen, die auf Satelliten- und Atmosphärendaten basieren und mit Messungen kalibriert werden, können Wolken berücksichtigt und die Globalstrahlung pro Ort und Höhe bestimmt werden. Pro Gebiet werden dann die durchschnittliche Höhe und das Gefälle ermittelt. Verschattungen durch das Terrain werden in den Modellen berücksichtigt. Aus den Strahlungsdaten und der Verschattung werden dann die jährlichen Volllaststunden berechnet. Unter Berücksichtigung des Reihenabstands und der Leistung der Module kann so ein Jahresenergieertrag pro Gebiet errechnet werden.

#### **WIRTSCHAFTLICHE EINGRENZUNG:**

Zur Einschätzung der wirtschaftlichen Nutzbarkeit der Potenziale werden nur die Flächen in der Berechnung berücksichtigt, auf denen mehr als 1125 Volllaststunden pro Jahr erreicht werden und der Neigungswinkel des Geländes maximal  $5^\circ$  beträgt, bzw. zwischen  $5^\circ$  und  $30^\circ$ , solange der Azimutwinkel des Moduls  $20^\circ$  nicht überschreitet.

### **3.5 DACHFLÄCHENPOTENZIALE**

Zusätzlich zum Freiflächen-Potenzial wird das solare Potenzial durch die Installation auf Dächern betrachtet. Als geographische Eingrenzung dienen sämtliche Gebäude.

#### **3.5.1 SOLARTHERMIE (DACHFLÄCHEN)**

Zur Potenzialberechnung kommt eine Methode der KEA-BW zum Einsatz, die das Wärmeerzeugungspotenzial direkt über die Grundfläche des Gebäudes approximiert. Dafür wird angenommen, dass 25 % der Grundfläche aller Gebäude über 50  $\text{m}^2$  als Dachfläche für Solarthermie genutzt wird. Anschließend wird die jährliche Wärmeerzeugung durch Anwendung

von flächenspezifischer Solarthermie-Leistung und durchschnittlichen Volllaststunden berechnet. Folgender Wert kommt zum Einsatz:

- Flächenspezifische jährliche Wärmeerzeugung: 400 kWh/m<sup>2</sup>

### 3.5.2 PHOTOVOLTAIK (DACHFLÄCHEN)

Zur Potenzialberechnung kommt eine Methode der KEA-BW zum Einsatz, die das Stromerzeugungspotenzial direkt über die Grundfläche des Gebäudes approximiert. Dafür wird angenommen, dass 50 % der Grundfläche aller Gebäude über 50 m<sup>2</sup> als Dachfläche für Photovoltaik genutzt wird. Anschließend wird die jährliche Stromerzeugung durch Anwendung von flächenspezifischer Photovoltaik-Leistung und durchschnittlichen Volllaststunden berechnet. Folgender Wert kommt zum Einsatz für die Modulfläche:

- Flächenspezifische jährliche Stromerzeugung: 160 kWh/m<sup>2</sup>

## 3.6 OBERFLÄCHENNAHE GEOTHERMIE

Durch die relativ konstanten Temperaturen in der oberen Erdschicht kann mit Hilfe einer Wärmepumpe ganzjährig Wärme extrahiert werden. Das System der Erdwärmesonden mit Wärmepumpe besteht aus drei Teilen: einem U-förmigen Rohr mit einer Tiefe von bis zu 100 m, einer elektrisch betriebenen Pumpe und einem sich an das Rohr anschließenden Verteilsystem. Die zirkulierende Flüssigkeit im Rohr wird durch die höheren Temperaturen im Erdreich (Wärmequelle) erwärmt und mit Hilfe der Wärmepumpe an die Zielorte transportiert (Wärmesenken), wo sie die Wärme abgibt.

### GEBIETSBESTIMMUNG:

Zunächst werden sämtliche Wohn- und Gewerbegebiete erfasst, wobei Wege und Straßen mit einer Pufferzone von 3 m berücksichtigt werden und Gewässer und Schutzzonen ausgeschlossen werden.

### POTENZIALBERECHNUNG:

Aufgrund der größeren Tiefe und der zentralen Bedeutung der Wärmeleitfähigkeit und -kapazität bei der Abschätzung des Potenzials werden ortsspezifische Werte des Geodatenkatalog verwendet und keine pauschalen Schätzungen vorgenommen.

Ausgehend von 1800 Volllaststunden kann mittels der GPOT-Methodologie, ortsspezifischer Wetterdaten und weiterer Annahmen ein jährliches Potenzial pro Bohrloch bestimmt werden. Für das Gesamtpotenzial werden die einzelnen Potenziale aufsummiert. Die für den Betrieb der Wärmepumpe aufzuwendende elektrische Energie ist dabei nicht berücksichtigt.

## 3.7 TIEFENGEOTHERMIE

Die Tiefe Geothermie nutzt die natürliche Wärme aus dem Erdinneren und wird deshalb als Erneuerbare Energie klassifiziert. Sie bietet stabile Wärmeerzeugung und gilt als kontinuierliche und zuverlässige Energiequelle unabhängig von saisonalen Schwankungen der Oberflächentemperatur. Trotz vergleichsweise hoher Investitionskosten kann bei einem langfristigen Betrieb der Geothermie Anlage Wirtschaftlichkeit erreicht werden.

Aufgrund der Genese der geologischen Ablagerungen in Schleswig-Holstein, sind nur poröse Sandsteine als potenzielle hydrothermale Nutzhorizonte ausgewiesen. Korngröße, -form und

Lagerungsdichte bestimmen die nach der Ablagerung vorhandene Porosität des Sandsteins. Diese Parameter bestimmen somit den Anteil des nutzbaren Porenraums sowie die Durchströmbarkeit mit Porenwasser (Permeabilität), die sich mit zunehmender Tiefe verringern (vgl. (Thomsen, 2014))

Grundsätzlich werden folgende Mindestanforderungen an Sandsteine als geothermische Nutzhorizonte gestellt. Das Vorhandensein einer ergiebigen wasserführenden Sandschicht mit Nutzporosität von mehr als 20 % bzw. Permeabilität von mehr als 500 mD. Eine ausreichende Verbreitung des geologischen Horizonts bei einer Mächtigkeit von mindestens 20 Metern. Die Lage des Horizonts auf einem wirtschaftlich interessanten Tiefenniveau, welches je nach Abnehmerstruktur und technischen Entwicklungen variieren kann (Rockel, 1992)

Für die Stadt Bad Segeberg werden im Rahmen der Potenzialanalyse Informationen ausgewertet, die von Bund und Ländern öffentlich einsehbar zur Verfügung gestellt wurden. Dabei gilt es die grundsätzlichen geologischen Bedingungen hinsichtlich hydrothormaler Nutzung am Standort zu prüfen. Informationsgrundlage für Bad Segeberg sind dabei hauptsächlich die vom Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (LLUR SH) bereitgestellte Karte der hydrothermal nutzbaren Horizonte in Schleswig-Holstein und das Geothermische Informationssystem (GeotIS) des Leibniz Instituts für Angewandte Geophysik (Agemar, 2014). Darüber hinaus wird zur Interpretation der Informationen über die Geologie des Standortes Fachliteratur herangezogen.

Laut dem GeotIS des Leibniz Instituts für Angewandte Geophysik ist für den Standort Bad Segeberg der Mittlere Buntsandstein als potenziell hydrothermal nutzbarer Horizont in einer Tiefe von teilweise weniger als 1.500 Meter ausgewiesen. Die Mächtigkeit dieses Horizonts wird mit bis zu 500 Metern angezeigt. Bezüglich der Mächtigkeit ist zu beachten, dass nicht der gesamte geologische Horizont des Mittleren Buntsandstein für die hydrothermale Nutzung infrage kommt, sondern lediglich der an der Basis gelegene Quickborn-Sandstein. Für diesen Sandstein als Teil des Mittleren Buntsandstein ist eine Mächtigkeit von weniger als 50 Metern zu erwarten. Die Porosität des Sandsteins liegt basierend auf den Daten der insgesamt vier landesweit verfügbaren Bohrungen zwischen 12 und 15 Prozent. Die Permeabilität der im Osten des Landes gelegenen Bohrungen umfasst einen Bereich zwischen 0,8 und 590 mD (Hese, 2012).

Innerhalb und in der Nähe des Stadtgebiets Bad Segeberg sind bisher drei Bohrungen abgeteuft worden (vgl. Abbildung 3-1). Segeberg 1 und 2 liegen innerhalb des Stadtgebiets, keine der beiden Bohrungen ist jedoch tief genug (Endteufen 893 m und 1101 m), um den Mittleren Buntsandstein zu erschließen (vgl. Abbildung 3-2). Eine weitere Bohrung östlich von Bad Segeberg hat mit einer größeren Endteufe von 1.486 Metern einen anderen Nutzhorizont erschlossen und es wurden

Temperaturdaten aufgenommen, jedoch wurde auch hier nicht bis in den Mittleren Buntsandstein gebohrt.



Abbildung 3-1: Standorte Bohrungen Tiefengeothermie

| Name       | Endteufe [m] |  |  |
|------------|--------------|--|---|
| Segeberg 3 | 1488.00      | ✓  |  |
| Segeberg 2 | 1101.00      |  |  |
| Segeberg 1 | 893.00       |  |  |

Abbildung 3-2: Bohrungen Tiefe und Temperatur

Bad Segeberg liegt oberhalb eines Salzstocks innerhalb des Glückstadtgrabens (Reinhold et al., 2008). Der Salzstock ist im Rahmen seiner Genese durch die Auflast der aufliegenden Schichten Richtung Erdoberfläche migriert. Bei diesem Aufstieg werden ggf. andere Schichten durchbrochen bzw. durch die Aufwölbung des Materials mit nach oben transportiert. Das bedeutet, dass die derzeitige Tiefenlage der geologischen Einheit nicht unbedingt der größten Tiefenlage entsprechen muss, in der sie jemals vorgekommen ist. Grundsätzlich gilt, je größer die Tiefe desto höher ist auch die Kompaktion der Gesteine und entsprechend niedriger sind Permeabilität und Porosität. Das zuvor komprimierte Material wird beim Aufstieg in geringere Tiefen nur bedingt dekomprimiert, und es ist davon auszugehen, dass Porosität und Permeabilität nachhaltig verringert sind.

Unter der Berücksichtigung dieser geologischen Randbedingung ist für den Mittleren Buntsandstein in Bad Segeberg keine Sicherheit für ausreichende Porosität und Permeabilität des potenziell hydrothermal nutzbaren Horizonts auszuweisen. Zudem ist in unmittelbarer Nachbarschaft zu Salzstrukturen vermehrt eine sekundäre Zementation des Porenraums mit Anhydrit zu finden. Es ist entsprechend mit einem erhöhten Fündigkeitsrisiko hinsichtlich der Gesteinsdurchlässigkeiten zu rechnen (Thomsen und Liebsch-Dörschner 2014).

Zusammenfassend ist die hydrothermale Nutzung des Mittleren Buntsandsteins in Bad Segeberg nicht auszuschließen, jedoch ist die weitere Untersuchung des geothermischen Potenzials mit aufwendigen und kostenintensiven Voruntersuchungen verbunden. Grundsätzlich sind für das gesamte Land Schleswig-Holstein nur wenige Bohrungen vorhanden, die den Mittleren Buntsandstein erschließen, was die Einschätzung des potenziellen Nutzhorizonts erschwert.

Aufgrund der Lage Bad Segebergs ist zudem die Beeinflussung der geologischen Schicht durch den Salzstock nicht auszuschließen und es muss mit potenziell geringeren Werten für Permeabilität und Porosität gerechnet werden. Das Fündigkeitsrisiko ist für diesen Standort als entsprechend hoch einzuschätzen. Dies würde im Falle eines Geothermischen Vorhabens die Versicherung der bohrtechnischen Erkundung einer neu zu erschließenden geothermischen Anlage erschweren.

### **3.8 LUFTWÄRMEPUMPE**

Die Installation von Luft-Wärmepumpen hat das Potenzial, Energieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen zu reduzieren, indem sie die Wärme der Umgebungsluft als Energiequelle nutzt.

Die Ermittlung der Potenziale für die Anwendung von Luft-Wärmepumpen in Gebäuden hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab. Diese umfassen neben den örtlichen Gegebenheiten auch technische Parameter der Wärmepumpen und lärmschutzrechtliche Aspekte.

#### **GEBIETSBESTIMMUNG:**

Die Methode fußt auf der Erstellung einer Flächenberechnung für jedes Gebäude, wobei die Außeneinheit der Wärmepumpe innerhalb eines Abstands von maximal 8 Metern zum Gebäude installiert werden sollte. Dies ist notwendig, um eine effiziente Wärmeübertragung zu gewährleisten und Wärmeverluste zu minimieren. Gleichzeitig muss jedoch stets sichergestellt sein, dass genügend Abstand zu anderen Gebäuden vorhanden ist, um Probleme mit den Schallemissionen der Außeneinheit zu vermeiden.

Die Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm legt die entsprechenden Richtlinien für die Wahl des Standortes der Außeneinheit fest. Abhängig vom Siedlungstyp (Wohngebiet, Industrie, Krankenhaus etc.) wird die maximal zulässige Lautstärke ermittelt. Unter Berücksichtigung der Gesetzmäßigkeiten der Schallausbreitung ergeben sich daraus die Mindestabstände einer Wärmepumpe zu den Nachbargrundstücken und die entsprechenden Verbotflächen.

Weiterhin werden Straßen, Plätze und ähnliche Bereiche als zusätzliche Verbotflächen definiert. Potenzielle Installationsflächen für eine Wärmepumpe ergeben sich dann aus den Umgebungsflächen des eigenen Gebäudes, die von den Verbotflächen der umliegenden Gebäude und den zusätzlichen Verbotflächen unberührt bleiben.

#### **POTENZIALBERECHNUNG:**

Mit der ermittelten Installationsfläche und der Leistung pro Fläche der Wärmepumpe kann die installierbare Leistung der Wärmepumpe berechnet werden. Durch einen Vergleich mit den Verbrauchsdaten, den Volllaststunden des Jahres und der jahreszeitenbedingten Leistungszahl wird der (mittlere) Strombedarf der Wärmepumpe und die erzeugte Wärmemenge pro Jahr berechnet.

### **3.9 FLUSSWASSERWÄRMEPUMPEN**

Die nachfolgende Beschreibung befasst sich mit der Berechnung der Potenziale für Wärmepumpen, die Oberflächenwasser (Flüsse und Seen) als Wärmequelle nutzen. Diese Art der Wärmeerzeugung nutzt Groß-Wärmepumpen, die in ein (Nah-)wärmenetz zur Wärmeversorgung einer Vielzahl von Gebäuden einspeisen. Hierfür sollen mögliche Standorte, Leistungen und Jahreserzeugungsmengen bestimmt werden.

#### **GEBIETSBESTIMMUNG:**

In einem ersten Schritt werden alle relevanten Flüsse und Seen in der untersuchten Region ermittelt. Diese bilden die potenziellen Wärmequellen für die Wärmepumpen.

Daraufhin werden mögliche Aufstellflächen für die Wärmepumpen ermittelt. Dazu wird eine potenzielle Fläche von 50 Metern rund um die identifizierten Gewässer definiert. Ausschlusskriterien sind dabei unter anderem Siedlungsflächen, Naturschutzgebiete und andere ungeeignete Areale.

#### **POTENZIALBERECHNUNG:**

Innerhalb der identifizierten Aufstellflächen werden mögliche Standorte für die Wärmepumpen festgelegt, wobei ein Mindestabstand zwischen den Standorten eingehalten wird. In diesen Abständen werden nun fiktive Wärmepumpen mit der jeweils vorgegebenen thermischen Leistung in den geeigneten Flächen platziert.

Ausgehend von dieser Auslegung für den jeweils einzelnen Standort wird anschließend berechnet, welche Wärmemengen den Gewässern jeweils insgesamt und gleichzeitig entzogen werden könnten. Grundlage hierfür ist die Annahme, dass maximal 5% des mittleren Niedrigwasserabflusses aus Flüssen und maximal 0,5 K aus dem gesamten Seevolumen entnommen werden können.

### **3.10 ABWÄRME AUS KLÄRWERKEN**

Die mögliche Wärmegewinnung aus dem Abwasser wurde an den Klärwerk-Ausläufen erhoben. Alternativ könnte die Abwärme des Abwassers auch direkt an den Abwassersammlern bestimmt werden. Da jedoch eine Mindesttemperatur des Abwassers zu gewährleisten ist, stehen beide Methoden in Konkurrenz miteinander. Durch die höhere abgreifbare Temperaturdifferenz am Klärwerk-Auslauf im Vergleich zu den Sammlern liefert die zentrale Entnahme das größere Potenzial, was im Folgenden berechnet wurde. Die so gewonnene Wärme kann anschließend für die Einspeisung in Niedertemperatur-Wärmenetze verwendet werden.

#### **GEBIETSBESTIMMUNG:**

Das Abwärmepotenzial aus Abwasser wird an den Klärwerken erfasst, diese fungieren als Punktquellen.

#### **POTENZIALBERECHNUNG:**

Das Abwasservolumen pro Klärwerk wird über die Anzahl der angeschlossenen Verbraucher geschätzt, welche dem zentralen Register der europäischen Umweltagentur entnommen wird. Es wird von einer Abwassermenge von 200 l pro Person und Tag auf einem Temperaturniveau von 10 °C und einer Abkühlung um 5 K durch die Wärmeentnahme ausgegangen. Zur Bestimmung der Wärmeleistung werden 18 Volllaststunden pro Tag angenommen.

### **3.11 INDUSTRIELLE ABWÄRME:**

Erschließbare Restwärme aus industriellen Prozessen Industriebetriebe Betriebe verfügen teils über große Abwärmequellen, die, je nach Temperaturniveau der Quelle, für die Einspeisung in warme oder kalte Wärmenetze erschlossen werden können.

#### **GEBIETSBESTIMMUNG:**

Industriebetriebe fungieren als Punktquellen. Die relevanten Betriebe wurden durch eine Analyse von Gewerbedaten identifiziert und angeschrieben.

#### **POTENZIALBERECHNUNG:**

Zur Erfassung der Potenziale wurden Fragebögen nach den Anforderungen der KEA-BW an die Unternehmen verschickt, und von diesen dann Informationen zum jeweiligen Abwärmepotenzial, sowie dessen Verfügbarkeit und des Temperaturniveaus angegeben. Teilweise handelt es sich dabei nur um Erfahrungswerte. Es wurden über 100 relevante Betriebe identifiziert und dazu aufgefordert, den Fragebogen auszufüllen. Die Rücklaufquote lag bei unter 50 %.

## 4 ANHANG 4: FAQ

In diesem "Fragen und Antworten"-Abschnitt möchten wir Ihnen, den interessierten Bürgerinnen und Bürgern, einen schnellen und einfachen Einstieg in das Thema der kommunalen Wärmeplanung in Bad Segeberg bieten. Wir haben die wichtigsten Fragen gesammelt und beantwortet, um einen ersten Überblick zu geben und eventuelle Unklarheiten zu klären.

### **Was ist ein Wärmeplan?**

Der Wärmeplan ist ein strategischer Plan, mit dem Ziel, den Wärmebedarf und die Wärmeversorgung auf kommunaler Ebene zu optimieren. Ziel ist die Gewährleistung einer nachhaltigen, effizienten und kostengünstigen Wärmeversorgung in Bad Segeberg, die zur Reduktion von Treibhausgasemissionen beiträgt. Der Plan umfasst die Analyse der aktuellen Situation der Wärmeversorgung, die Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs sowie die Identifizierung von Potenzialen für erneuerbare Energien und Energieeffizienz. Daneben beinhaltet er die Entwicklung von Strategien und Maßnahmen zur Optimierung der Energieversorgung und Energieeinsparung. Der Wärmeplan von Bad Segeberg ist spezifisch auf die Stadt zugeschnitten, um die örtlichen Gegebenheiten und Bedürfnisse zu berücksichtigen.

### **Gibt es verpflichtende Ergebnisse?**

Der Wärmeplan dient als strategischer Fahrplan, der grobe Handlungsempfehlungen und Entscheidungsgrundlagen für die beteiligten Akteure wie Energieversorger, Netzbetreiber, Gebäudeeigentümer, etc. liefert. Im Vordergrund steht die Erstellung von Rahmenbedingungen und Prioritäten, um eine langfristig treibhausgasneutrale Wärmeversorgung zu erreichen. Daneben werden auch konkrete Maßnahmenvorschläge formuliert, die die Entwicklung der Wärmeversorgungsinfrastruktur und die Integration erneuerbarer Energien betreffen. Die Ergebnisse und Maßnahmenvorschläge des Wärmeplans dienen der Stadtvertretung und den Verantwortlichen als Grundlage für die weitere Stadt- und Energieplanung. Der Wärmeplan stellt also ein strategisches Planungsinstrument dar, dessen Ergebnisse keine direkten und unmittelbaren Verpflichtungen mit sich bringen. Die konkreten Maßnahmen hängen von den individuellen Gegebenheiten in Bad Segeberg und den identifizierten Potenzialen ab. In Bad Segeberg wurden insgesamt zehn Maßnahmen durch die Projektbeteiligten identifiziert und priorisiert, die in diesem Bericht genauer beschrieben werden. Die kommunale Wärmeplanung ist ein kontinuierlicher Prozess, der regelmäßig und unter Berücksichtigung weiterer Entwicklungen überarbeitet und angepasst werden muss.

### **Wie ist der Zusammenhang zwischen GEG, BEG und kommunaler Wärmeplanung?**

Das Gebäudeenergiegesetz (GEG), die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) sowie die kommunale Wärmeplanung nach dem Energiewende- und Klimaschutzgesetz Schleswig-Holstein ergänzen sich in vielfacher Hinsicht, obwohl sie verschiedene Ebenen betreffen. Das GEG regelt in erster Linie die energetischen Anforderungen an Einzelgebäude, während das BEG, ein Förderprogramm des Bundes, die energetische Sanierung dieser Einzelgebäude finanziell unterstützt. Die kommunale Wärmeplanung fokussiert sich hingegen auf die übergeordnete, städtische oder regionale Ebene der Energieversorgung. Alle Ansätze zielen darauf ab, den CO<sub>2</sub>-Ausstoß zu reduzieren und die Energieeffizienz zu steigern. Die Standards und Vorgaben, die im GEG festgelegt sind, setzen auf Gebäudeebene den regulatorischen Rahmen, sind jedoch mit der Wärmeplanung verzahnt. Konkret muss ab 2024 in Neubauten in Neubaugebieten grundsätzlich nur noch der Einbau neuer Heizsysteme erlaubt werden, die einen Anteil von mindestens 65%

erneuerbarer Energien nutzen. Bestandsgebäude sind von dieser Vorgabe nicht direkt betroffen, jedoch gibt es Verknüpfungen zur bundesweiten Pflicht zur kommunalen Wärmeplanung. Der genannte Mindestanteil an erneuerbaren Energien ist verbindlich in den Gebieten einzuhalten, in denen die Wärmeplanung explizit Versorgungsgebiete (beispielsweise für Wärmenetze) ausgewiesen und deren Umsetzung durch die Politik beschlossen ist.

Das für diese Pflicht zugrundeliegende Wärmeplanungsgesetz des Bundes (WPG) ist auf Bundesebene zwar beschlossen, muss allerdings noch in ein Landesgesetz überführt werden. Die für Schleswig-Holstein geltende Fassung wird aktuell zum Jahresbeginn 2025 erwartet.

Das WPG sieht vor, Kommunen mit bis zu 100.000 Einwohnerinnen und Einwohner eine Frist zur Erstellung der Wärmepläne bis 30.06.2028 und Kommunen mit mehr als 100.000 bereits eine Frist bis 30.06.2026 zur Erstellung einer eigenen Wärmeplanung zu geben (§4 Abs. 2 Nr. 1f WPG). Für eine bestehende Wärmeplanung nach dem Energiewende- und Klimaschutzgesetz wird eine Fortschreibung alle 5 Jahre verlangt.

Die BEG kann als Bindeglied zwischen dem GEG und der kommunalen Wärmeplanung gesehen werden. Während das GEG-Mindestanforderungen an Gebäude stellt, bietet die BEG finanzielle Anreize für Gebäudeeigentümerinnen und Gebäudeeigentümer, diese Anforderungen nicht nur zu erfüllen, sondern sogar zu übertreffen. Dies fördert die Umsetzung der Ziele der kommunalen Wärmeplanung, da durch die BEG mehr Ressourcen für die Integration von erneuerbaren Energiesystemen oder die Umsetzung von Effizienzmaßnahmen zur Verfügung stehen. Und auch Kommunen steht es frei, gerade in Neubaugebieten ehrgeizigere Ziele und Standards als die des GEG zu definieren und diese in ihre lokale Wärmeplanung zu integrieren. Dies ermöglicht es den Kommunen, auf örtliche Besonderheiten und Gegebenheiten einzugehen und so eine effektivere Umsetzung der im GEG festgelegten Ziele zu erreichen. In der Praxis können alle Ansätze also ineinandergreifen und sich gegenseitig unterstützen, um eine effiziente und nachhaltige Energieversorgung zu fördern.

### **Welche Gebiete sind prinzipiell für den Ausbau von Wärmenetzen geeignet?**

Im Zuge der Wärmeplanung wurden innerhalb Bad Segebergs "Eignungsgebiete" identifiziert: Dabei handelt es sich um Gebiete, die potenziell für Wärmenetze gut geeignet sind. Die Wärmeliniendichte, ausgedrückt in Kilowattstunden pro Jahr und Meter Haupttrassenlänge, ist bei der Ausweisung von Eignungsgebieten der zentrale Parameter.

### **In welchen Gebieten werden Wärmenetze ausgebaut werden?**

Auf Grundlage der Eignungsgebiete werden, in einem der Wärmeplanung nachgelagerten Schritt, Machbarkeitsstudien und Ausbaupläne für Wärmenetzausbaugebieten erstellt, die neben der Wärmebedarfsdichte weitere Kriterien, wie die wirtschaftliche und ressourcenbedingte Umsetzbarkeit durch den jeweiligen Betreiber, mit einbeziehen. Diese sollen von Projektentwicklern und Wärmenetzbetreibern erstellt werden. Der Ausbau der Wärmenetze bis 2040 wird in mehreren Phasen erfolgen und ist von verschiedenen Faktoren abhängig. Ausbaupläne werden von der Stadt, sobald diese der Stadt vorliegen, veröffentlicht.

### **Schaffen wir die Treibhausgasneutralität?**

Die Treibhausgasneutralität im Wärmesektor für das Zieljahr 2040 kann durch die konsequente Umsetzung des Wärmeplans erreicht werden. Jedoch nicht ausschließlich in Bad Segeberg. Auch die importierten Energiemengen, insbesondere Strom, müssen treibhausgasneutral gewonnen werden. Darüber hinaus verbleibt eine kleine Restemission, aus unvermeidlichen Vorketten,

welche kompensiert werden muss. Mithilfe der Wärmewendestrategie wird ein Beispielfahrplan für die Dekarbonisierung der Stadt aufgestellt. Dabei wurde als Zwischenziel das Jahr 2030 festgelegt. Die Wärmeplanung fokussiert sich auf den Einsatz erneuerbarer Energien, die Steigerung der Energieeffizienz in Gebäuden und den Ausbau von Wärmenetzen. Ihre Erreichung kann mit der Umsetzung der ausgearbeiteten Maßnahmen allein zwar nicht sichergestellt werden, allerdings sind diese ein Schritt in die richtige Richtung. In Zukunft soll der kommunale Wärmeplan von Bad Segeberg mindestens alle fünf Jahre aktualisiert werden, um eine Anpassung an neue Technologien und politische Entscheidungen zu ermöglichen. Dies gilt insbesondere vor dem Hintergrund der gesetzlichen Vorgaben der Bundesregierung. Durch die Ausweisung weiterer Maßnahmen in den kommenden Berichten bildet der Wärmeplan ein effektives Mittel, um das Ziel der Treibhausgasneutralität zu erreichen, vorausgesetzt, alle Entscheidungsträger sind engagiert.

### **Was ist der Nutzen einer Wärmeplanung?**

Die Implementierung einer kommunalen Wärmeplanung bringt mehrere signifikante Vorteile mit sich. Ein koordiniertes Vorgehen zwischen Wärme(leit)planung, Quartierskonzepten und privaten Initiativen ermöglicht eine möglichst kostengünstige Wärmewende und verhindert Fehlinvestitionen im Kleinen wie im Großen. Eine verbesserte Energieeffizienz kann zu signifikanten Einsparungen bei den Energiekosten führen. Die Integration erneuerbarer Energiequellen verringert den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck und fördert die örtliche Energiewende. Eine bessere lokale Energieinfrastruktur kann die Versorgungssicherheit erhöhen und die Abhängigkeit von externen Energiequellen minimieren. Letztlich dient der Wärmeplan als strategisches Planungsinstrument ohne rechtliche Außenwirkung, der alle weiteren Schritte zur treibhausgasneutralen Wärmeversorgung beschleunigen kann.

### **Was bedeutet das für mich?**

Der kommunale Wärmeplan dient in erster Linie als strategische Planungsgrundlage und beschreibt mögliche Handlungsfelder für die Kommune. Dabei sind die im Wärmeplan ausgewiesenen Eignungsgebiete für Wärmenetze oder Einzelversorgungen sowie spezifische Maßnahmen als Orientierung und nicht als verpflichtende Anweisungen zu verstehen. Vielmehr dienen sie als Ausgangspunkt für weiterführende Planung und sollten daher an den relevanten kommunalen Schnittstellen berücksichtigt werden. Insbesondere bei der Entwicklung von Wärmenetzen, aber auch in Gebieten, die perspektivisch nicht für Wärmenetze geeignet sind, sollten Anwohnerinnen und Anwohner frühzeitig informiert und eingebunden werden. So kann sichergestellt werden, dass die individuellen Entscheidungen zur Umstellung der Wärmeversorgung eines Gebäudes im Einklang mit der kommunalen Planung zum Wärmenetzausbau und der Transformation der Wärmeversorgung getroffen werden (BMWK, 2024).

#### **Ich bin Mieterin/Mieter:**

Informieren Sie sich über etwaige geplante Maßnahmen und sprechen Sie mit Ihrer Vermieterin oder Ihrem Vermieter über mögliche Änderungen.

#### **Ich bin Vermieterin/Vermieter:**

Berücksichtigen Sie die Empfehlungen des kommunalen Wärmeplans bei Sanierungen oder Neubauten und analysieren Sie die Rentabilität der möglichen Handlungsoptionen auf Gebäudeebene (z.B. Sanierungen, die Installation einer Wärmepumpe, Biomasseheizung oder der Anschluss an ein Wärmenetz) im Hinblick auf die langfristige Wertsteigerung der Immobilie und mögliche Mietanpassungen. Achten Sie bei der Umsetzung von Sanierungen auf eine

transparente Kommunikation und Absprache mit den Mieterinnen und Mietern, da diese mit temporären Unannehmlichkeiten und Kostensteigerungen einhergehen können.

**Ich bin Gebäudeeigentümerin/Gebäudeeigentümer:**

Prüfen Sie, ob sich Ihr Gebäude in einem Eignungsgebiet für Wärmenetze befindet. Falls ja, dann kontaktieren Sie Ihren zuständigen Energieversorger in Bad Segeberg (Energie und Wasser Wahlstedt/Bad Segeberg). Dieser kann Ihnen eine Auskunft darüber geben, inwiefern der Ausbau der Wärmenetze in Ihrem Gebiet bereits geplant ist. Sollten Sie außerhalb eines Wärmenetzeignungsgebietes liegen, ist ein zeitnahe Anschluss an ein Wärmenetz eher unwahrscheinlich. Es gibt immer noch zahlreiche alternative Maßnahmen, die Sie zur Verbesserung der Energieeffizienz und zur Reduzierung Ihrer CO<sub>2</sub>-Emissionen ergreifen können.

Verschiedene Technologien können dabei helfen, den Wärme- und Strombedarf Ihrer Immobilie nachhaltiger zu decken. Dazu gehören beispielsweise die Installation einer Wärmepumpe, die mit Luft, Erdwärme oder Kollektoren betrieben wird, oder die Umstellung auf eine Biomasseheizung. Ebenso könnten Sie die Installation von Photovoltaik-Anlagen zur Deckung des Strombedarfs in Betracht ziehen. Prüfen Sie, welche energetischen Sanierungen zu einer besseren Energieeffizienz Ihres Gebäudes beitragen können. Dabei kann die Erstellung eines Sanierungsfahrplans sinnvoll sein, welcher Maßnahmen wie die Dämmung von Dach und Fassade, den Austausch der Fenster oder den hydraulischen Abgleich des Heizungssystems beinhalten kann. Moderne Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung sind eine weitere Option, die sowohl der Energieeffizienz als auch dem Wohnkomfort zugutekommen kann. Darüber hinaus gibt es verschiedene Fördermöglichkeiten, die Sie eventuell in Anspruch nehmen können. Diese reichen von Bundesförderungen für effiziente Gebäude bis hin zu möglichen kommunalen Programmen. Eine individuelle Energieberatung kann Ihnen darüber hinaus weitere, auf Ihre speziellen Bedürfnisse zugeschnittene Empfehlungen geben.

## 5 ANHANG 5: WIRTSCHAFTLICHKEITSBERECHNUNGEN

### 5.1 BAD SEGEBERG NORD – AUSBAUSTUFE 1

| Wirtschaftlichkeit                               | BHKW +<br>Luft-WP +<br>Gaskessel | Luft-WP +<br>Hackschnitzel+<br>Gaskessel | Luft-WP +<br>Hackschnitzel+<br>PtH | Einheit           |
|--|----------------------------------|--|------------------------------------|-------------------|
| Brennstoffzufuhr Erdgas                          | 804.873                          | 119.484                                  | 0                                  | kWh <sub>Hi</sub> |
| davon Gasbezug BHKWs                             | 619.884                          | 0  | 0                                  | kWh <sub>Hi</sub> |
| Brennstoffzufuhr Hackschnitzel                   | 0                                | 1.124.129                                | 947.906                            | kWh <sub>Hi</sub> |
| Strombezug öfftl. Netz                           | 827.292                          | 535.648                                  | 667.171                            | kWh <sub>el</sub> |
| Jahresarbeit Wärmeentzug<br>Quelle               | 1.003.663                        | 696.658                                  | 813.633                            | kWh <sub>th</sub> |
| erzeugte Wärmemenge                              | 2.104.200                        | 2.104.200                                | 2.104.200                          | kWh <sub>th</sub> |
| CO <sub>2</sub> -Emissionen (fossil)             | 198,8                            | 29,5                                     | 0,0                                | t CO <sub>2</sub> |
| <b>Investitionen</b>                             |                                  |  |                                    |                   |
| Biomassekessel                                   | 0                                | 541.900                                  | 542.900                            | €                 |
| BHKWs  | 248.984                          | 0  | 0                                  | €                 |
| Spitzenlasterzeuger<br>(Gaskessel/PtH)           | 154.000                          | 154.000                                  | 154.000                            | €                 |
| Großwärmepumpe                                   | 948.000                          | 379.000                                  | 474.400                            | €                 |
| Elektro- und Anlagentechnik                      | 746.000                          | 735.000                                  | 743.000                            | €                 |
| Wärmenetz  | 3.290.000                        | 3.290.000                                | 3.290.000                          | €                 |
| Grundstück & Gebäude                             | 147.000                          | 198.000                                  | 380.000                            | €                 |
| <b>Investitionssumme</b>                         | <b>5.533.984</b>                 | <b>5.297.900</b>                         | <b>5.584.300</b>                   | <b>€</b>          |
| <b>annualisierte Invest- und Kapitalkosten</b>   |                                  |  |                                    |                   |
| Biomassekessel                                   | 0                                | 52.208                                   | 52.304                             | €/a               |
| BHKWs  | 32.245                           | 0  | 0                                  | €/a               |
| Spitzenlasterzeuger                              | 12.357                           | 12.357                                   | 12.357                             | €/a               |
| Großwärmepumpe                                   | 81.098                           | 32.422                                   | 40.583                             | €/a               |
| Elektro- und Anlagentechnik                      | 71.871                           | 70.812                                   | 71.582                             | €/a               |
| Wärmenetz  | 191.735                          | 191.735                                  | 191.735                            | €/a               |
| Grundstück & Gebäude                             | 8.052                            | 10.846                                   | 20.815                             | €/a               |
| <b>Summe jährliche Invest- und Kapitalkosten</b> | <b>397.358</b>                   | <b>370.380</b>                           | <b>389.377</b>                     | <b>€/a</b>        |
| <b>annualisierte Förderung</b>                   |                                  |  |                                    |                   |
| Biomassekessel                                   | 0                                | 18.186                                   | 18.186                             | €/a               |
| Großwärmepumpe                                   | 28.333                           | 11.258                                   | 14.180                             | €/a               |
| Elektro- und Anlagentechnik                      | 24.895                           | 24.471                                   | 24.779                             | €/a               |
| Wärmenetz  | 66.670                           | 66.670                                   | 66.670                             | €/a               |
| Grundstücke & Gebäude                            | 2.410                            | 2.410                                    | 2.410                              | €/a               |
| Planungsleistungen                               | 21.473                           | 21.698                                   | 22.821                             | €/a               |
| <b>annualisierte Fördersumme</b>                 | <b>143.781</b>                   | <b>144.692</b>                           | <b>149.046</b>                     | <b>€/a</b>        |

| <b>Betrieb und Wartung</b>                           |                |                |                |               |
|--|----------------|----------------|----------------|---------------|
| Biomassekessel                                       | 0              | 28.314         | 28.314         | €/a           |
| BHKWs  | 7.098          | 0              | 0              | €/a           |
| Spitzenlastzeuger (Gaskessel)                        | 4.020          | 4.020          | 4.020          | €/a           |
| Großwärmepumpe                                       | 20.700         | 8.225          | 10.360         | €/a           |
| Elektro- und Anlagentechnik                          | 25.840         | 25.400         | 25.720         | €/a           |
| Wärmenetz  | 14.300         | 14.300         | 14.300         | €/a           |
| Grundstücke & Gebäude                                | 320            | 430            | 825            | €/a           |
| Versicherung/Sonstiges                               | 12.754         | 12.846         | 13.846         | €/a           |
| technische Betriebsführung                           | 12.754         | 12.846         | 13.846         | €/a           |
| kaufmännische Betriebsführung                        | 3.978          | 3.978          | 3.978          | €/a           |
| <b>jährliche Betriebs- und Wartungskosten</b>        | <b>101.764</b> | <b>110.358</b> | <b>115.209</b> | <b>€/a</b>    |
| <b>Energiekosten Ø 2023</b>                          |                |                |                |               |
| Mischpreis Erdgas                                    | 52.655         | 7.817          | 0              | €/a           |
| Hackschnitzel - WGH20                                | 0              | 36.482         | 30.763         | €/a           |
| Mischpreis Strom                                     | 176.651        | 114.377        | 142.461        | €/a           |
| Erdgassteuer-Rückerstattung                          | -3.409         | 0              | 0              | €/a           |
| jährliche Stromerlöse                                | -29.748        | 0              | 0              | €/a           |
| CO <sub>2</sub> -Bepreisung                          | 10.737         | 1.594          | 0              | €/a           |
| <b>jährliche Energiebezugskosten</b>                 | <b>206.886</b> | <b>160.269</b> | <b>173.224</b> | <b>€/a</b>    |
| <b>Betriebskostenförderung</b>                       |                |                |                |               |
| Förderung Betrieb Wärmepumpe öfftl. Strom (10 Jahre) | 92.002         | 63.860         | 74.583         | €/a           |
| <b>jährliche Betriebskostenförderung</b>             | <b>92.002</b>  | <b>63.860</b>  | <b>74.583</b>  | <b>€/a</b>    |
| <b>Wirtschaftlichkeit Ø 2023</b>                     |                |                |                |               |
| Wärmegestehungskosten pro Jahr                       | 470.226        | 432.455        | 454.180        | €/a           |
| <b>spezifische Wärmegestehungskosten (netto)</b>     | <b>22</b>      | <b>21</b>      | <b>22</b>      | <b>ct/kWh</b> |
| <b>spezifische Wärmegestehungskosten (brutto)</b>    | <b>27</b>      | <b>24</b>      | <b>26</b>      | <b>ct/kWh</b> |
| <b>Wärmegestehungskosten pro kWh</b>                 |                |                |                |               |
| Invest- und Kapitalkosten                            | 14,3           | 12,8           | 13,6           | ct/kWh        |
| Betriebs- und Wartungskosten                         | 5,8            | 6,2            | 6,5            | ct/kWh        |
| Energiekosten Ø 2023                                 | 6,5            | 5,5            | 5,6            | ct/kWh        |

## 5.2 BAD SEGEBERG NORD – AUSBAUSTUFE 2

| Wirtschaftlichkeit                               | BHKW +<br>Luft-WP+<br>Erdgaskessel | Luft-WP +<br>Hackschnitzel+<br>Erdgaskessel | Luft-WP +<br>Hackschnitzel+<br>PtH | Einheit           |
|--|------------------------------------|---|------------------------------------|-------------------|
| Brennstoffzufuhr Erdgas                          | 6.347.226                          | 561.058                                     | 0                                  | kWh <sub>Hi</sub> |
| davon Gasbezug BHKWs                             | 5.153.364                          | 0   | 0                                  | kWh <sub>Hi</sub> |
| Brennstoffzufuhr Hackschnitzel                   | 0                                  | 2.819.435                                   | 3.598.635                          | kWh <sub>Hi</sub> |
| Strombezug öfftl. Netz                           | 5.028.332                          | 4.892.551                                   | 4.832.056                          | kWh <sub>el</sub> |
| Jahresarbeit Wärmeentzug<br>Quelle               | 6.360.843                          | 6.449.159                                   | 6.322.232                          | kWh <sub>th</sub> |
| erzeugte Wärmemenge                              | 12.648.000                         | 12.648.000                                  | 12.648.000                         | kWh <sub>th</sub> |
| CO <sub>2</sub> -Emissionen (fossil)             | 1.567,8                            | 138,6                                       | 0,0                                | t CO <sub>2</sub> |
| <b>Investitionen</b>                             |                                    |   |                                    |                   |
| Biomassekessel                                   | 0                                  | 755.600                                     | 1.018.500                          | €                 |
| BHKWs  | 736.546                            | 0   | 0                                  | €                 |
| Spitzenlastherzeuger                             | 522.000                            | 522.000                                     | 522.000                            | €                 |
| Großwärmepumpe                                   | 3.811.000                          | 2.899.000                                   | 1.987.000                          | €                 |
| Elektro- und Anlagentechnik                      | 3.236.000                          | 3.237.000                                   | 3.205.000                          | €                 |
| Wärmenetz  | 16.570.000                         | 16.570.000                                  | 16.570.000                         | €                 |
| Grundstück & Gebäude                             | 253.000                            | 253.000                                     | 253.000                            | €                 |
| <b>Investitionssumme</b>                         | <b>25.128.546</b>                  | <b>24.236.600</b>                           | <b>23.555.500</b>                  | <b>€</b>          |
| <b>annualisierte Invest- und Kapitalkosten</b>   |                                    |   |                                    |                   |
| Biomassekessel                                   | 0                                  | 71.842                                      | 100.533                            | €/a               |
| BHKWs  | 95.386                             | 0   | 0                                  | €/a               |
| Spitzenlastherzeuger                             | 43.010                             | 43.010                                      | 43.010                             | €/a               |
| Großwärmepumpe                                   | 346.633                            | 263.653                                     | 263.653                            | €/a               |
| Elektro- und Anlagentechnik                      | 312.727                            | 312.823                                     | 313.209                            | €/a               |
| Wärmenetz  | 965.669                            | 965.669                                     | 965.669                            | €/a               |
| Grundstück & Gebäude                             | 13.859                             | 13.859                                      | 13.859                             | €/a               |
| <b>Summe jährliche Invest- und Kapitalkosten</b> | <b>1.777.284</b>                   | <b>1.670.857</b>                            | <b>1.699.933</b>                   | <b>€/a</b>        |
| <b>Förderung</b>                                 |                                    |   |                                    |                   |
| Biomassekessel                                   | 0                                  | 24.883                                      | 34.972                             | €/a               |
| Großwärmepumpe                                   | 120.518                            | 91.774                                      | 91.774                             | €/a               |
| Elektro- und Anlagentechnik                      | 108.905                            | 108.944                                     | 109.098                            | €/a               |
| Wärmenetz  | 335.915                            | 335.915                                     | 335.915                            | €/a               |
| Grundstücke & Gebäude                            | 4.820                              | 4.820                                       | 4.820                              | €/a               |
| Planungsleistungen                               | 100.881                            | 99.918                                      | 101.074                            | €/a               |
| <b>jährliche Förderung</b>                       | <b>671.039</b>                     | <b>666.255</b>                              | <b>677.653</b>                     | <b>€/a</b>        |

| <b>Betrieb und Wartung</b>                           |                  |                  |                  |               |
|--|------------------|------------------|------------------|---------------|
| Biomassekessel                                       | 0                | 38.742           | 54.450           | €/a           |
| BHKWs  | 30.510           | 0                | 0                | €/a           |
| Spitzenlastzeuger (Gaskessel)                        | 13.980           | 13.980           | 13.980           | €/a           |
| Großwärmepumpe                                       | 88.050           | 67.050           | 67.050           | €/a           |
| Elektro- und Anlagentechnik                          | 113.040          | 113.080          | 113.240          | €/a           |
| Wärmenetz  | 72.050           | 72.050           | 72.050           | €/a           |
| Grundstücke & Gebäude                                | 550              | 550              | 550              | €/a           |
| Versicherung/Sonstiges                               | 58.978           | 58.458           | 59.184           | €/a           |
| technische Betriebsführung                           | 58.978           | 58.458           | 59.184           | €/a           |
| kaufmännische Betriebsführung                        | 39.858           | 39.858           | 39.858           | €/a           |
| <b>jährliche Betriebs- und Wartungskosten</b>        | <b>475.994</b>   | <b>462.226</b>   | <b>479.545</b>   | <b>€/a</b>    |
| <b>Energiekosten Ø 2023</b>                          |                  |                  |                  |               |
| Mischpreis Erdgas                                    | 415.237          | 36.704           | 0                | €/a           |
| Hackschnitzel - WGH20                                | 0                | 91.501           | 116.789          | €/a           |
| Mischpreis Strom                                     | 1.073.697        | 1.044.704        | 1.031.786        | €/a           |
| Erdgassteuer-Rückerstattung                          | -28.344          | 0                | 0                | €/a           |
| jährliche Stromerlöse                                | -297.477         | 0                | 0                | €/a           |
| CO <sub>2</sub> -Bepreisung                          | 84.675           | 7.485            | 0                | €/a           |
| <b>jährliche Energiebezugskosten</b>                 | <b>1.247.787</b> | <b>1.180.394</b> | <b>1.148.575</b> | <b>€/a</b>    |
| <b>Betriebskostenförderung</b>                       |                  |                  |                  |               |
| Förderung Betrieb Wärmepumpe öfftl. Strom (10 Jahre) | 583.077          | 591.173          | 579.538          | €/a           |
| <b>jährliche Betriebskostenförderung</b>             | <b>583.077</b>   | <b>591.173</b>   | <b>579.538</b>   | <b>€/a</b>    |
| <b>Wirtschaftlichkeit Ø 2023</b>                     |                  |                  |                  |               |
| Wärmegestehungskosten pro Jahr                       | 2.246.949        | 2.056.050        | 2.070.862        | €/a           |
| <b>spezifische Wärmegestehungskosten (netto)</b>     | <b>18</b>        | <b>16</b>        | <b>16</b>        | <b>ct/kWh</b> |
| <b>spezifische Wärmegestehungskosten (brutto)</b>    | <b>21</b>        | <b>19</b>        | <b>19</b>        | <b>ct/kWh</b> |
| <b>Wärmegestehungskosten pro kWh</b>                 |                  |                  |                  |               |
| Invest- und Kapitalkosten                            | 10,4             | 9,5              | 9,6              | ct/kWh        |
| Betriebs- und Wartungskosten                         | 4,5              | 4,3              | 4,5              | ct/kWh        |
| Energiekosten Ø 2023                                 | 6,3              | 5,5              | 5,4              | ct/kWh        |

### 5.3 BAD SEGEBERG NORD – AUSBAUSTUFE 2 – INKL. LUFT-WP HERAUSFORDERUNG

| Wirtschaftlichkeit                                   | BHKW +<br>Luft-WP+<br>Erdgaskessel | Luft-WP +<br>Hackschnitzel<br>+<br>Erdgaskessel | Luft-WP +<br>Hackschnitzel<br>+<br>PtH | Einheit           |
|--|------------------------------------|---|--|-------------------|
| Brennstoffzufuhr Erdgas                              | 6.361.799                          | 513.992   | 0                                      | kWh <sub>Hi</sub> |
| davon Gasbezug BHKWs                                 | 5.153.364                          | 0   | 0                                      | kWh <sub>Hi</sub> |
| Brennstoffzufuhr Hackschnitzel                       | 0                                  | 4.351.765                                       | 4.623.812                              | kWh <sub>Hi</sub> |
| Strombezug öfftl. Netz                               | 5.527.156                          | 4.819.721                                       | 5.041.174                              | kWh <sub>el</sub> |
| Jahresarbeit Wärmeentzug<br>Quelle                   | 7.011.167                          | 6.432.610                                       | 6.402.131                              | kWh <sub>th</sub> |
| erzeugte Wärmemenge                                  | 13.614.000                         | 13.614.000                                      | 13.614.000                             | kWh <sub>th</sub> |
| CO <sub>2</sub> -Emissionen (fossil)                 | 1.571,4                            | 127,0   | 0,0                                    | t CO <sub>2</sub> |
| <b>Investitionen</b>                                 |                                    |   |  |                   |
| Biomassekessel                                       | 0                                  | 905.000   | 991.000                                | €                 |
| BHKWs  | 736.546                            | 0   | 0                                      | €                 |
| Spitzenlasterzeuger                                  | 566.000                            | 566.000   | 566.000                                | €                 |
| Großwärmepumpe                                       | 4.452.000                          | 2.979.000                                       | 2.979.000                              | €                 |
| Elektro- und Anlagentechnik                          | 3.956.000                          | 3.925.000                                       | 3.911.000                              | €                 |
| Wärmenetz  | 16.570.000                         | 16.570.000                                      | 16.570.000                             | €                 |
| Grundstück & Gebäude                                 | 253.000                            | 253.000   | 253.000                                | €                 |
| <b>Investitionssumme</b>                             | <b>26.533.546</b>                  | <b>25.198.000</b>                               | <b>25.270.000</b>                      | <b>€</b>          |
| <b>annualisierte Invest- und<br/>Kapitalkosten</b>   |                                    |   |  |                   |
| Biomassekessel                                       | 0                                  | 87.190  | 95.475                                 | €/a               |
| BHKWs  | 95.386                             | 0   | 0                                      | €/a               |
| Spitzenlasterzeuger                                  | 45.417                             | 45.417  | 45.417                                 | €/a               |
| Großwärmepumpe                                       | 380.852                            | 254.842   | 254.842                                | €/a               |
| Elektro- und Anlagentechnik                          | 381.130                            | 378.143   | 376.795                                | €/a               |
| Wärmenetz  | 965.669                            | 965.669   | 965.669                                | €/a               |
| Grundstück & Gebäude                                 | 13.859                             | 13.859  | 13.859                                 | €/a               |
| <b>Summe jährliche Invest- und<br/>Kapitalkosten</b> | <b>1.882.313</b>                   | <b>1.745.120</b>                                | <b>1.752.057</b>                       | <b>€/a</b>        |
| <b>Annualisierte Förderung</b>                       |                                    |   |  |                   |
| Biomassekessel                                       | 0                                  | 30.251  | 33.180                                 | €/a               |
| Großwärmepumpe                                       | 132.494                            | 88.592  | 88.592                                 | €/a               |
| Elektro- und Anlagentechnik                          | 132.413                            | 131.604   | 131.064                                | €/a               |
| Wärmenetz  | 335.915                            | 335.915   | 335.915                                | €/a               |
| Grundstücke & Gebäude                                | 4.820                              | 4.820   | 4.820                                  | €/a               |
| Planungsleistungen                                   | 105.696                            | 103.128   | 103.449                                | €/a               |
| <b>annualisierte Fördersumme</b>                     | <b>711.338</b>                     | <b>694.310</b>                                  | <b>697.020</b>                         | <b>€/a</b>        |

| <b>Betrieb und Wartung</b>                           |                  |                  |                  |               |
|--|------------------|------------------|------------------|---------------|
| Biomassekessel                                       | 0                | 47.100           | 51.660           | €/a           |
| BHKWs  | 30.510           | 0                | 0                | €/a           |
| Spitzenlastzeuger (Gaskessel)                        | 14.760           | 14.760           | 14.760           | €/a           |
| Großwärmepumpe                                       | 96.800           | 64.725           | 64.725           | €/a           |
| Elektro- und Anlagentechnik                          | 137.440          | 136.600          | 136.040          | €/a           |
| Wärmenetz  | 72.050           | 72.050           | 72.050           | €/a           |
| Grundstücke & Gebäude                                | 550              | 550              | 550              | €/a           |
| Versicherung/Sonstiges                               | 61.688           | 60.291           | 60.457           | €/a           |
| technische Betriebsführung                           | 61.688           | 60.291           | 60.457           | €/a           |
| kaufmännische Betriebsführung                        | 50.778           | 50.778           | 50.778           | €/a           |
| <b>jährliche Betriebs- und Wartungskosten</b>        | <b>526.264</b>   | <b>507.145</b>   | <b>511.477</b>   | <b>€/a</b>    |
| <b>Energiekosten Ø 2023</b>                          |                  |                  |                  |               |
| Mischpreis Erdgas                                    | 416.190          | 33.625           | 0                | €/a           |
| Hackschnitzel - WGH20                                | 0                | 141.231          | 150.060          | €/a           |
| Mischpreis Strom                                     | 1.180.210        | 1.029.152        | 1.076.439        | €/a           |
| Erdgassteuer-Rückerstattung                          | -28.344          | 0                | 0                | €/a           |
| jährliche Stromerlöse                                | -297.477         | 0                | 0                | €/a           |
| CO <sub>2</sub> -Bepreisung                          | 84.869           | 6.857            | 0                | €/a           |
| <b>jährliche Energiebezugskosten</b>                 | <b>1.355.449</b> | <b>1.210.866</b> | <b>1.226.499</b> | <b>€/a</b>    |
| <b>Betriebskostenförderung</b>                       |                  |                  |                  |               |
| Förderung Betrieb Wärmepumpe öfftl. Strom (10 Jahre) | 642.690          | 589.656          | 586.862          | €/a           |
| <b>jährliche Betriebskostenförderung</b>             | <b>642.690</b>   | <b>589.656</b>   | <b>586.862</b>   | <b>€/a</b>    |
| <b>Wirtschaftlichkeit Ø 2023</b>                     |                  |                  |                  |               |
| Wärmegestehungskosten pro Jahr                       | 2.409.997        | 2.179.165        | 2.206.151        | €/a           |
| <b>spezifische Wärmegestehungskosten (netto)</b>     | <b>18</b>        | <b>16</b>        | <b>16</b>        | <b>ct/kWh</b> |
| <b>spezifische Wärmegestehungskosten (brutto)</b>    | <b>21</b>        | <b>19</b>        | <b>19</b>        | <b>ct/kWh</b> |
| <b>Wärmegestehungskosten pro kWh</b>                 |                  |                  |                  |               |
| Invest- und Kapitalkosten                            | 10,2             | 9,2              | 9,2              | ct/kWh        |
| Betriebs- und Wartungskosten                         | 4,6              | 4,4              | 4,5              | ct/kWh        |
| Energiekosten Ø 2023                                 | 6,2              | 5,4              | 5,6              | ct/kWh        |

## 5.4 BAD SEGEBERG ZENTRUM/SÜD – AUSBAUSTUFE 1

| Wirtschaftlichkeit                               | BHKW +<br>Luft-WP +<br>Erdgaskessel | Luft-WP +<br>Hackschnitzel+<br>Erdgaskessel | Luft-WP +<br>Hackschnitzel+<br>PtH | Einheit           |
|--|-------------------------------------|---|------------------------------------|-------------------|
| Brennstoffzufuhr Erdgas                          | 6.538.940                           | 676.252                                     | 0                                  | kWh <sub>Hi</sub> |
| davon Gasbezug BHKWs                             | 5.153.364                           | 0   | 0                                  | kWh <sub>Hi</sub> |
| Brennstoffzufuhr Hackschnitzel                   | 0                                   | 4.370.071                                   | 4.632.376                          | kWh <sub>Hi</sub> |
| Strombezug öfftl. Netz                           | 5.370.520                           | 4.664.497                                   | 5.026.113                          | kWh <sub>el</sub> |
| Jahresarbeit Wärmeentzug<br>Quelle               | 6.809.475                           | 6.229.389                                   | 6.209.939                          | kWh <sub>th</sub> |
| erzeugte Wärmemenge                              | 13.800.000                          | 13.800.000                                  | 13.800.000                         | kWh <sub>th</sub> |
| CO <sub>2</sub> -Emissionen (fossil)             | 1.615,1                             | 167,0                                       | 0,0                                | t CO <sub>2</sub> |
| <b>Investitionen</b>                             |                                     |   |                                    |                   |
| Biomassekessel                                   | 0                                   | 951.600                                     | 1.043.500                          | €                 |
| BHKWs  | 736.546                             | 0   | 0                                  |                   |
| Spitzenlastherzeuger                             | 720.000                             | 720.000                                     | 720.000                            | €                 |
| Großwärmepumpe                                   | 4.723.000                           | 2.899.000                                   | 2.899.000                          | €                 |
| Elektro- und Anlagentechnik                      | 3.662.000                           | 3.599.000                                   | 3.649.000                          | €                 |
| Wärmenetz  | 14.420.000                          | 14.420.000                                  | 14.420.000                         | €                 |
| Grundstück & Gebäude                             | 253.000                             | 253.000                                     | 253.000                            | €                 |
| <b>Investitionssumme</b>                         | <b>24.514.546</b>                   | <b>22.842.600</b>                           | <b>22.984.500</b>                  | <b>€</b>          |
| <b>annualisierte Invest- und Kapitalkosten</b>   |                                     |   |                                    |                   |
| Biomassekessel                                   | 0                                   | 91.679                                      | 100.533                            | €/a               |
| BHKWs  | 95.386                              | 0   | 0                                  | €/a               |
| Spitzenlastherzeuger                             | 57.775                              | 57.775                                      | 57.775                             | €/a               |
| Großwärmepumpe                                   | 404.035                             | 247.998                                     | 247.998                            | €/a               |
| Elektro- und Anlagentechnik                      | 352.805                             | 346.736                                     | 351.553                            | €/a               |
| Wärmenetz  | 840.371                             | 840.371                                     | 840.371                            | €/a               |
| Grundstück & Gebäude                             | 13.859                              | 13.859                                      | 13.859                             | €/a               |
| <b>Summe jährliche Invest- und Kapitalkosten</b> | <b>1.764.231</b>                    | <b>1.598.418</b>                            | <b>1.612.089</b>                   | <b>€/a</b>        |
| <b>Annualisierte Förderung</b>                   |                                     |   |                                    |                   |
| Biomassekessel                                   | 0                                   | 32.047                                      | 34.972                             | €/a               |
| Solarthermie                                     | 0                                   | 0   | 0                                  | €/a               |
| Großwärmepumpe                                   | 140.398                             | 86.196                                      | 86.196                             | €/a               |
| Erdsonden / Gewässerentnahme                     | 0                                   | 0   | 0                                  | €/a               |
| Elektro- und Anlagentechnik                      | 122.624                             | 120.582                                     | 122.123                            | €/a               |
| Wärmenetz  | 292.323                             | 292.323                                     | 292.323                            | €/a               |
| Grundstücke & Gebäude                            | 4.820                               | 4.820                                       | 4.820                              | €/a               |
| Planungsleistungen                               | 96.708                              | 92.536                                      | 93.370                             | €/a               |
| <b>annualisierte Fördersumme</b>                 | <b>656.875</b>                      | <b>628.505</b>                              | <b>633.806</b>                     | <b>€/a</b>        |

| <b>Betrieb und Wartung</b>                           |                  |                  |                  |               |
|--|------------------|------------------|------------------|---------------|
| Biomassekessel                                       | 0                | 49.896           | 54.450           | €/a           |
| BHKWs  | 30.510           | 0                | 0                | €/a           |
| Spitzenlastzeuger (Gaskessel)                        | 18.780           | 18.780           | 18.780           | €/a           |
| Großwärmepumpe                                       | 102.575          | 62.975           | 62.975           | €/a           |
| Elektro- und Anlagentechnik                          | 127.280          | 125.160          | 126.760          | €/a           |
| Wärmenetz  | 62.700           | 62.700           | 62.700           | €/a           |
| Grundstücke & Gebäude                                | 550              | 550              | 550              | €/a           |
| Versicherung/Sonstiges                               | 57.239           | 55.083           | 55.379           | €/a           |
| technische Betriebsführung                           | 57.239           | 55.083           | 55.379           | €/a           |
| kaufmännische Betriebsführung                        | 36.270           | 36.270           | 36.270           | €/a           |
| <b>jährliche Betriebs- und Wartungskosten</b>        | <b>493.143</b>   | <b>466.497</b>   | <b>473.242</b>   | <b>€/a</b>    |
| <b>Energiekosten Ø 2023</b>                          |                  |                  |                  |               |
| Mischpreis Erdgas                                    | 427.779          | 44.241           | 0                | €/a           |
| Hackschnitzel - WGH20                                | 0                | 141.825          | 150.338          | €/a           |
| Mischpreis Strom                                     | 1.146.764        | 996.007          | 1.073.223        | €/a           |
| Erdgassteuer-Rückerstattung                          | -28.344          | 0                | 0                | €/a           |
| jährliche Stromerlöse                                | -297.477         | 0                | 0                | €/a           |
| CO <sub>2</sub> -Bepreisung                          | 87.233           | 9.022            | 0                | €/a           |
| <b>jährliche Energiebezugskosten</b>                 | <b>1.335.954</b> | <b>1.191.095</b> | <b>1.223.561</b> | <b>€/a</b>    |
| <b>Betriebskostenförderung</b>                       |                  |                  |                  |               |
| Förderung Betrieb Wärmepumpe öfftl. Strom (10 Jahre) | 624.202          | 571.027          | 569.244          | €/a           |
| <b>jährliche Betriebskostenförderung</b>             | <b>624.202</b>   | <b>571.027</b>   | <b>569.244</b>   | <b>€/a</b>    |
| <b>Wirtschaftlichkeit Ø 2023</b>                     |                  |                  |                  |               |
| Wärmegestehungskosten pro Jahr                       | 2.312.251        | 2.056.477        | 2.105.842        | €/a           |
| <b>spezifische Wärmegestehungskosten (netto)</b>     | <b>17</b>        | <b>15</b>        | <b>15</b>        | <b>ct/kWh</b> |
| <b>spezifische Wärmegestehungskosten (brutto)</b>    | <b>20</b>        | <b>18</b>        | <b>18</b>        | <b>ct/kWh</b> |
| <b>Wärmegestehungskosten pro kWh</b>                 |                  |                  |                  |               |
| Invest- und Kapitalkosten                            | 9,5              | 8,4              | 8,4              | ct/kWh        |
| Betriebs- und Wartungskosten                         | 4,3              | 4,0              | 4,1              | ct/kWh        |
| Energiekosten Ø 2023                                 | 6,1              | 5,3              | 5,6              | ct/kWh        |

## 5.5 BAD SEGEBERG ZENTRUM/SÜD – AUSBAUSTUFE 2

| Wirtschaftlichkeit                               | BHKW +<br>Luft-WP +<br>Erdgaskessel | Luft-WP +<br>Hackschnitzel+<br>Erdgaskessel | Luft-WP +<br>Hackschnitzel+<br>PtH | Einheit           |
|--|-------------------------------------|---|------------------------------------|-------------------|
| Brennstoffzufuhr Erdgas                          | 17.892.793                          | 1.957.251                                   | 0                                  | kWh <sub>Hi</sub> |
| davon Gasbezug BHKWs                             | 14.507.136                          | 0   | 0                                  | kWh <sub>Hi</sub> |
| Brennstoffzufuhr Hackschnitzel                   | 0                                   | 12.461.741                                  | 13.235.482                         | kWh <sub>Hi</sub> |
| Strombezug öfftl. Netz                           | 14.777.587                          | 12.649.751                                  | 13.676.092                         | kWh <sub>el</sub> |
| Jahresarbeit Wärmeentzug<br>Quelle               | 18.737.025                          | 16.938.907                                  | 16.888.277                         | kWh <sub>th</sub> |
| erzeugte Wärmemenge                              | 38.400.000                          | 38.400.000                                  | 38.400.000                         | kWh <sub>th</sub> |
| CO <sub>2</sub> -Emissionen (fossil)             | 4.419,5                             | 483,4                                       | 0,0                                | t CO <sub>2</sub> |
| <b>Investitionen</b>                             |                                     |   |                                    |                   |
| Biomassekessel                                   | 0                                   | 1.933.000                                   | 2.163.000                          | €                 |
| BHKWs  | 1.764.485                           | 0   | 0                                  | €                 |
| Spitzenlastherzeuger                             | 1.908.000                           | 1.908.000                                   | 1.908.000                          | €                 |
| Großwärmepumpe                                   | 13.245.000                          | 7.588.000                                   | 7.588.000                          | €                 |
| Elektro- und Anlagentechnik                      | 8.133.000                           | 7.866.000                                   | 7.968.000                          | €                 |
| Wärmenetz  | 33.900.000                          | 33.900.000                                  | 33.900.000                         | €                 |
| Grundstück & Gebäude                             | 253.000                             | 253.000                                     | 253.000                            | €                 |
| <b>Investitionssumme</b>                         | <b>59.203.485</b>                   | <b>53.448.000</b>                           | <b>53.780.000</b>                  | <b>€</b>          |
| <b>annualisierte Invest- und Kapitalkosten</b>   |                                     |   |                                    |                   |
| Biomassekessel                                   | 0                                   | 186.230                                     | 208.388                            | €/a               |
| BHKWs  | 228.509                             | 0   | 0                                  | €/a               |
| Spitzenlastherzeuger                             | 153.103                             | 153.103                                     | 153.103                            | €/a               |
| Großwärmepumpe                                   | 1.133.060                           | 649.125                                     | 649.125                            | €/a               |
| Elektro- und Anlagentechnik                      | 783.552                             | 757.828                                     | 767.655                            | €/a               |
| Wärmenetz  | 1.975.630                           | 1.975.630                                   | 1.975.630                          | €/a               |
| Grundstück & Gebäude                             | 13.859                              | 13.859                                      | 13.859                             | €/a               |
| <b>Summe jährliche Invest- und Kapitalkosten</b> | <b>4.287.711</b>                    | <b>3.735.774</b>                            | <b>3.767.759</b>                   | <b>€/a</b>        |
| <b>Annualisierte Förderung</b>                   |                                     |   |                                    |                   |
| Biomassekessel                                   | 0                                   | 64.858                                      | 72.488                             | €/a               |
| Großwärmepumpe                                   | 394.026                             | 225.774                                     | 225.774                            | €/a               |
| Elektro- und Anlagentechnik                      | 272.572                             | 263.438                                     | 266.984                            | €/a               |
| Wärmenetz  | 687.216                             | 687.216                                     | 687.216                            | €/a               |
| Grundstücke & Gebäude                            | 4.820                               | 4.820                                       | 4.820                              | €/a               |
| Planungsleistungen                               | 232.479                             | 215.788                                     | 217.136                            | €/a               |
| <b>annualisierte Fördersumme</b>                 | <b>1.591.113</b>                    | <b>1.461.894</b>                            | <b>1.474.418</b>                   | <b>€/a</b>        |

| <b>Betrieb und Wartung</b>                           |                  |                  |                  |               |
|--|------------------|------------------|------------------|---------------|
| Biomassekessel                                       | 0                | 100.980          | 112.860          | €/a           |
| BHKWs  | 74.327           | 0                | 0                | €/a           |
| Spitzenlastzeuger (Gaskessel)                        | 49.770           | 49.770           | 49.770           | €/a           |
| Großwärmepumpe                                       | 287.875          | 164.950          | 164.950          | €/a           |
| Elektro- und Anlagentechnik                          | 282.920          | 273.440          | 277.120          | €/a           |
| Wärmenetz  | 147.400          | 147.400          | 147.400          | €/a           |
| Grundstücke & Gebäude                                | 550              | 550              | 550              | €/a           |
| Versicherung/Sonstiges                               | 138.673          | 129.300          | 130.086          | €/a           |
| technische Betriebsführung                           | 138.673          | 129.300          | 130.086          | €/a           |
| kaufmännische Betriebsführung                        | 85.722           | 85.722           | 85.722           | €/a           |
| <b>jährliche Betriebs- und Wartungskosten</b>        | <b>1.205.910</b> | <b>1.081.412</b> | <b>1.098.544</b> | <b>€/a</b>    |
| <b>Energiekosten Ø 2023</b>                          |                  |                  |                  |               |
| Mischpreis Erdgas                                    | 1.170.550        | 128.044          | 0                | €/a           |
| Hackschnitzel - WGH20                                | 0                | 404.431          | 429.541          | €/a           |
| Mischpreis Strom                                     | 3.155.449        | 2.701.094        | 2.920.248        | €/a           |
| Erdgassteuer-Rückerstattung                          | -79.789          | 0                | 0                | €/a           |
| jährliche Stromerlöse                                | -837.127         | 0                | 0                | €/a           |
| CO <sub>2</sub> -Bepreisung                          | -132.586         | -14.503          | 0                | €/a           |
| <b>jährliche Energiebezugskosten</b>                 | <b>3.276.497</b> | <b>3.219.065</b> | <b>3.349.789</b> | <b>€/a</b>    |
| <b>Betriebskostenförderung</b>                       |                  |                  |                  |               |
| Förderung Betrieb Wärmepumpe öfftl. Strom (10 Jahre) | 1.717.561        | 1.552.733        | 1.548.092        | €/a           |
| <b>jährliche Betriebskostenförderung</b>             | <b>1.717.561</b> | <b>1.552.733</b> | <b>1.548.092</b> | <b>€/a</b>    |
| <b>Wirtschaftlichkeit Ø 2023</b>                     |                  |                  |                  |               |
| Wärmegestehungskosten pro Jahr                       | 5.461.446        | 5.021.623        | 5.193.583        | €/a           |
| <b>spezifische Wärmegestehungskosten (netto)</b>     | <b>14</b>        | <b>13</b>        | <b>14</b>        | <b>ct/kWh</b> |
| <b>spezifische Wärmegestehungskosten (brutto)</b>    | <b>17</b>        | <b>16</b>        | <b>16</b>        | <b>ct/kWh</b> |
| <b>Wärmegestehungskosten pro kWh</b>                 |                  |                  |                  |               |
| Invest- und Kapitalkosten                            | 8,4              | 7,0              | 7,1              | ct/kWh        |
| Betriebs- und Wartungskosten                         | 3,7              | 3,4              | 3,4              | ct/kWh        |
| Energiekosten Ø 2023                                 | 4,8              | 5,2              | 5,6              | ct/kWh        |

## 5.6 BAD SEGEBERG ZENTRUM/SÜD – AUSBAUSTUFE 2 – INKL. WP-HERAUSFORDERUNG

| Wirtschaftlichkeit                               | BHKW +<br>Luft-WP+<br>Erdgaskessel | Luft-WP +<br>Hackschnitzel+<br>Erdgaskessel | Luft-WP +<br>Hackschnitzel+<br>PtH | Einheit           |
|--|------------------------------------|---|------------------------------------|-------------------|
| Brennstoffzufuhr Erdgas                          | 18.106.102                         | 2.181.658                                   | 0                                  | kWh <sub>Hi</sub> |
| davon Gasbezug BHKWs                             | 14.507.136                         | 0   | 0                                  | kWh <sub>Hi</sub> |
| Brennstoffzufuhr Hackschnitzel                   | 0                                  | 14.574.024                                  | 15.359.765                         | kWh <sub>Hi</sub> |
| Strombezug öfftl. Netz                           | 17.285.151                         | 14.330.936                                  | 15.515.667                         | kWh <sub>el</sub> |
| Jahresarbeit Wärmeentzug<br>Quelle               | 21.968.263                         | 19.209.826                                  | 19.158.892                         | kWh <sub>th</sub> |
| erzeugte Wärmemenge                              | 43.674.000                         | 43.674.000                                  | 43.674.000                         | kWh <sub>th</sub> |
| CO <sub>2</sub> -Emissionen (fossil)             | 4.472,2                            | 538,9                                       | 0,0                                | t CO <sub>2</sub> |
| <b>Investitionen</b>                             |                                    |   |                                    |                   |
| Biomassekessel                                   | 0                                  | 2.161.000                                   | 2.389.000                          | €                 |
| BHKWs  | 1.764.485                          | 0   | 0                                  | €                 |
| Spitzenlasterzeuger                              | 2.148.000                          | 2.148.000                                   | 2.148.000                          | €                 |
| Großwärmepumpe                                   | 15.515.000                         | 8.500.000                                   | 8.500.000                          | €                 |
| Elektro- und Anlagentechnik                      | 10.102.000                         | 9.743.000                                   | 9.827.000                          | €                 |
| Wärmenetz  | 38.460.000                         | 38.460.000                                  | 38.460.000                         | €                 |
| Grundstück & Gebäude                             | 253.000                            | 253.000                                     | 253.000                            | €                 |
| <b>Investitionssumme</b>                         | <b>68.242.485</b>                  | <b>61.265.000</b>                           | <b>61.577.000</b>                  | <b>€</b>          |
| <b>Annualisierte Invest- und Kapitalkosten</b>   |                                    |   |                                    |                   |
| Biomassekessel                                   | 0                                  | 208.196                                     | 230.162                            | €/a               |
| BHKWs  | 228.509                            | 0   | 0                                  | €/a               |
| Spitzenlasterzeuger                              | 172.361                            | 172.361                                     | 172.361                            | €/a               |
| Großwärmepumpe                                   | 1.327.250                          | 727.143                                     | 727.143                            | €/a               |
| Elektro- und Anlagentechnik                      | 973.250                            | 938.663                                     | 946.756                            | €/a               |
| Wärmenetz  | 2.241.378                          | 2.241.378                                   | 2.241.378                          | €/a               |
| Grundstück & Gebäude                             | 13.859                             | 13.859                                      | 13.859                             | €/a               |
| <b>Summe jährliche Invest- und Kapitalkosten</b> | <b>4.956.606</b>                   | <b>4.301.599</b>                            | <b>4.331.658</b>                   | <b>€/a</b>        |
| <b>Annualisierte Förderung</b>                   |                                    |   |                                    |                   |
| Biomassekessel                                   | 0                                  | 72.488                                      | 80.118                             | €/a               |
| Großwärmepumpe                                   | 461.779                            | 252.875                                     | 252.875                            | €/a               |
| Elektro- und Anlagentechnik                      | 338.431                            | 326.523                                     | 329.375                            | €/a               |
| Wärmenetz  | 779.529                            | 779.529                                     | 779.529                            | €/a               |
| Grundstücke & Gebäude                            | 4.820                              | 4.820                                       | 4.820                              | €/a               |
| Planungsleistungen                               | 269.390                            | 247.564                                     | 248.848                            | €/a               |
| <b>annualisierte Fördersumme</b>                 | <b>1.853.949</b>                   | <b>1.683.799</b>                            | <b>1.695.565</b>                   | <b>€/a</b>        |

| <b>Betrieb und Wartung</b>                           |                  |                  |                  |               |
|--|------------------|------------------|------------------|---------------|
| Biomassekessel                                       | 0                | 112.860          | 124.740          | €/a           |
| BHKWs  | 74.327           | 0                | 0                | €/a           |
| Spitzenlastzeuger (Gaskessel)                        | 56.040           | 56.040           | 56.040           | €/a           |
| Großwärmepumpe                                       | 337.375          | 184.750          | 184.750          | €/a           |
| Elektro- und Anlagentechnik                          | 351.280          | 338.920          | 341.880          | €/a           |
| Wärmenetz  | 167.200          | 167.200          | 167.200          | €/a           |
| Grundstücke & Gebäude                                | 550              | 550              | 550              | €/a           |
| Versicherung/Sonstiges                               | 160.365          | 148.126          | 148.862          | €/a           |
| technische Betriebsführung                           | 160.365          | 148.126          | 148.862          | €/a           |
| kaufmännische Betriebsführung                        | 108.966          | 108.966          | 108.966          | €/a           |
| <b>jährliche Betriebs- und Wartungskosten</b>        | <b>1.416.468</b> | <b>1.265.538</b> | <b>1.281.850</b> | <b>€/a</b>    |
| <b>Energiekosten Ø 2023</b>                          |                  |                  |                  |               |
| Mischpreis Erdgas                                    | 1.184.504        | 142.724          | 0                | €/a           |
| Hackschnitzel - WGH20                                | 0                | 472.982          | 498.482          | €/a           |
| Mischpreis Strom                                     | 3.690.888        | 3.060.076        | 3.313.051        | €/a           |
| Erdgassteuer-Rückerstattung                          | -79.789          | 0                | 0                | €/a           |
| jährliche Stromerlöse                                | -837.127         | 0                | 0                | €/a           |
| CO <sub>2</sub> -Bepreisung                          | -134.166         | -16.166          | 0                | €/a           |
| <b>jährliche Energiebezugskosten</b>                 | <b>3.824.310</b> | <b>3.659.617</b> | <b>3.811.534</b> | <b>€/a</b>    |
| <b>Betriebskostenförderung</b>                       |                  |                  |                  |               |
| Förderung Betrieb Wärmepumpe öfftl. Strom (10 Jahre) | 2.013.757        | 1.760.901        | 1.756.232        | €/a           |
| <b>jährliche Betriebskostenförderung</b>             | <b>2.013.757</b> | <b>1.760.901</b> | <b>1.756.232</b> | <b>€/a</b>    |
| <b>Wirtschaftlichkeit Ø 2023</b>                     |                  |                  |                  |               |
| Wärmegestehungskosten pro Jahr                       | 6.329.678        | 5.782.054        | 5.973.245        | €/a           |
| <b>spezifische Wärmegestehungskosten (netto)</b>     | <b>14</b>        | <b>13</b>        | <b>14</b>        | <b>ct/kWh</b> |
| <b>spezifische Wärmegestehungskosten (brutto)</b>    | <b>17</b>        | <b>16</b>        | <b>16</b>        | <b>ct/kWh</b> |
| <b>Wärmegestehungskosten pro kWh</b>                 |                  |                  |                  |               |
| Invest- und Kapitalkosten                            | 8,5              | 7,1              | 7,2              | ct/kWh        |
| Betriebs- und Wartungskosten                         | 3,9              | 3,4              | 3,5              | ct/kWh        |
| Energiekosten Ø 2023                                 | 4,9              | 5,2              | 5,6              | ct/kWh        |

## 5.7 BAD SEGEBERG VOLLVERSORGUNG

| Wirtschaftlichkeit                                   | BHKW +<br>Luft-WP +<br>Erdgaskessel | Luft-WP +<br>Hackschnitzel+<br>Erdgaskessel | Luft-WP +<br>Hackschnitzel+<br>PtH | Einheit           |
|--|-------------------------------------|---|------------------------------------|-------------------|
| Brennstoffzufuhr Erdgas                              | 54.003.160                          | 4.674.543                                   | 0                                  | kWh <sub>Hi</sub> |
| davon Gasbezug BHKWs                                 | 43.521.408                          | 0   | 0                                  | kWh <sub>Hi</sub> |
| Brennstoffzufuhr Hackschnitzel                       | 0                                   | 33.652.706                                  | 35.615.765                         | kWh <sub>Hi</sub> |
| Strombezug öfftl. Netz                               | 42.033.830                          | 37.687.347                                  | 39.612.003                         | kWh <sub>el</sub> |
| Jahresarbeit Wärmeentzug<br>Quelle                   | 53.446.359                          | 50.426.481                                  | 50.738.089                         | kWh <sub>th</sub> |
| erzeugte Wärmemenge                                  | 105.528.000                         | 105.528.000                                 | 105.528.000                        | kWh <sub>th</sub> |
| CO <sub>2</sub> -Emissionen (fossil)                 | 13.338,8                            | 1.154,6                                     | 0,0                                | t CO <sub>2</sub> |
| <b>Investitionen</b>                                 |                                     |   |                                    |                   |
| Biomassekessel                                       | 0                                   | 6.026.000                                   | 7.286.000                          | €                 |
| BHKWs  | 4.762.156                           | 0   | 0                                  | €                 |
| Spitzenlastherzeuger                                 | 4.425.000                           | 4.425.000                                   | 4.425.000                          | €                 |
| Großwärmepumpe                                       | 34.160.000                          | 22.225.000                                  | 22.681.000                         | €                 |
| Elektro- und Anlagentechnik                          | 33.037.000                          | 32.349.000                                  | 32.377.000                         | €                 |
| Wärmenetz  | 164.580.000                         | 164.580.000                                 | 164.580.000                        | €                 |
| Grundstück & Gebäude                                 | 5.060.000                           | 5.060.000                                   | 5.060.000                          | €                 |
| <b>Investitionssumme</b>                             | <b>246.024.156</b>                  | <b>234.665.000</b>                          | <b>236.409.000</b>                 | <b>€</b>          |
| <b>annualisierte Investitionen und Kapitalkosten</b> |                                     |   |                                    |                   |
| Biomassekessel                                       | 0                                   | 580.559                                     | 701.950                            | €/a               |
| BHKWs  | 616.721                             | 0   | 0                                  | €/a               |
| Spitzenlastherzeuger                                 | 355.073                             | 355.073                                     | 355.073                            | €/a               |
| Großwärmepumpe                                       | 2.922.259                           | 1.901.265                                   | 1.940.274                          | €/a               |
| Elektro- und Anlagentechnik                          | 3.182.860                           | 3.116.577                                   | 3.119.274                          | €/a               |
| Wärmenetz  | 9.591.420                           | 9.591.420                                   | 9.591.420                          | €/a               |
| Grundstück & Gebäude                                 | 277.170                             | 277.170                                     | 277.170                            | €/a               |
| <b>Summe jährliche Invest- und Kapitalkosten</b>     | <b>16.945.504</b>                   | <b>15.822.064</b>                           | <b>15.985.162</b>                  | <b>€/a</b>        |
| <b>Annualisierte Förderung</b>                       |                                     |   |                                    |                   |
| Biomassekessel                                       | 0                                   | 201.779                                     | 244.170                            | €/a               |
| Großwärmepumpe                                       | 1.016.289                           | 661.272                                     | 674.823                            | €/a               |
| Elektro- und Anlagentechnik                          | 1.107.050                           | 1.084.005                                   | 1.085.084                          | €/a               |
| Wärmenetz  | 3.336.075                           | 3.336.075                                   | 3.336.075                          | €/a               |
| Grundstücke & Gebäude                                | 96.407                              | 96.407                                      | 96.407                             | €/a               |
| Planungsleistungen                                   | 991.798                             | 964.195                                     | 971.256                            | €/a               |
| <b>annualisierte Fördersumme</b>                     | <b>6.547.620</b>                    | <b>6.343.734</b>                            | <b>6.407.815</b>                   | <b>€/a</b>        |

| <b>Betrieb und Wartung</b>                           |                   |                  |                  |               |
|--|-------------------|------------------|------------------|---------------|
| Biomassekessel                                       | 0                 | 314.160          | 380.160          | €/a           |
| BHKWs  | 222.981           | 0                | 0                | €/a           |
| Spitzenlasterzeuger (Gaskessel)                      | 115.440           | 115.440          | 115.440          | €/a           |
| Großwärmepumpe                                       | 742.500           | 483.125          | 493.025          | €/a           |
| Elektro- und Anlagentechnik                          | 1.149.080         | 1.125.160        | 1.126.280        | €/a           |
| Wärmenetz  | 715.550           | 715.550          | 715.550          | €/a           |
| Grundstücke & Gebäude                                | 11.000            | 11.000           | 11.000           | €/a           |
| Versicherung/Sonstiges                               | 575.251           | 559.760          | 563.892          | €/a           |
| technische Betriebsführung                           | 575.251           | 559.760          | 563.892          | €/a           |
| kaufmännische Betriebsführung                        | 391.170           | 391.170          | 391.170          | €/a           |
| <b>jährliche Betriebs- und Wartungskosten</b>        | <b>4.498.223</b>  | <b>4.275.125</b> | <b>4.360.409</b> | <b>€/a</b>    |
| <b>Energiekosten Ø 2023</b>                          |                   |                  |                  |               |
| Mischpreis Erdgas                                    | 3.532.896         | 305.809          | 0                | €/a           |
| Hackschnitzel - WGH20                                | 0                 | 1.092.158        | 1.155.866        | €/a           |
| Mischpreis Strom                                     | 8.975.459         | 8.047.357        | 8.458.328        | €/a           |
| Erdgassteuer-Rückerstattung                          | -239.368          | 0                | 0                | €/a           |
| jährliche Stromerlöse                                | -2.511.380        | 0                | 0                | €/a           |
| CO <sub>2</sub> -Bepreisung                          | 720.428           | 62.361           | 0                | €/a           |
| <b>jährliche Energiebezugskosten</b>                 | <b>10.478.035</b> | <b>9.507.685</b> | <b>9.614.194</b> | <b>€/a</b>    |
| <b>Betriebskostenförderung</b>                       |                   |                  |                  |               |
| Förderung Betrieb Wärmepumpe öfftl. Strom (10 Jahre) | 4.899.250         | 4.622.427        | 4.650.991        | €/a           |
| <b>jährliche Betriebskostenförderung</b>             | <b>4.899.250</b>  | <b>4.622.427</b> | <b>4.650.991</b> | <b>€/a</b>    |
| <b>Wirtschaftlichkeit Ø 2023</b>                     |                   |                  |                  |               |
| Wärmegestehungskosten pro Jahr                       | 20.474.892        | 18.638.712       | 18.900.958       | €/a           |
| <b>spezifische Wärmegestehungskosten (netto)</b>     | <b>19</b>         | <b>18</b>        | <b>18</b>        | <b>ct/kWh</b> |
| <b>spezifische Wärmegestehungskosten (brutto)</b>    | <b>23</b>         | <b>21</b>        | <b>21</b>        | <b>ct/kWh</b> |
| <b>Wärmegestehungskosten pro kWh</b>                 |                   |                  |                  |               |
| Invest- und Kapitalkosten                            | 11,7              | 10,7             | 10,8             | ct/kWh        |
| Betriebs- und Wartungskosten                         | 5,1               | 4,8              | 4,9              | ct/kWh        |
| Energiekosten Ø 2023                                 | 6,3               | 5,5              | 5,6              | ct/kWh        |

## 6 ANHANG 6: WIRTSCHAFTLICHKEITSBETRACHTUNG PV AUF PARKPLÄTZEN

Um die Investitionen für PV-Carports auf Parkplätzen zu schätzen, wurde zunächst eine Recherche der aktuellen Preise durchgeführt und Angebote von drei Anbietern verglichen:

| Angebotsnummer    | 1 <sup>8</sup> | 2 <sup>9</sup> | 3 <sup>10</sup> |
|-------------------|----------------|----------------|-----------------|
| Investition       | 1.401.330      | 49.590         | 89.821 €        |
| Montage           | 140.133        | 9.918          | 17.964 €        |
| Gesamtinvestition | 1.541.463      | 59.508         | 107.785 €       |
| inst. Leistung    | 770            | 32             | 54 kWp          |
| spez. Invest.     | 2.002          | 1.860          | 1.996 €/kWp     |

Die Investition beinhaltet die Carportaufständerung, die Module sowie notwendige Anlagenteile. Die Investition hängt stark von der Art des Carports ab. Zudem kommen womöglich weitere Kosten durch eine möglicherweise notwendige Sanierung des Untergrundes hinzu. Für die Carportaufstellung ist ein tragfähiger Boden notwendig. Zudem wird je nach Modell des Carports ein Kran zur Aufstellung benötigt. Die Montagekosten wurden auf 10 bis 20 % der Investition geschätzt.

Es wurde für drei ausgewählte Parkplätze eine Dimensionierung, Kostenschätzung und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung durchgeführt. Die drei ausgewählten Parkplätze sind „Kühneweg“, „Am kleinen See“ und „Karl-May-Parkplatz 1“. Da es sich um eine beispielhafte Betrachtung handelt und den Optionenrahmen aufzeigen soll, wurden bestehende Bäume ignoriert und angenommen, alle vorhandenen Parkplätze könnten überdacht werden. Da Bäume jedoch durch Schattenwurf und Platzbedarf eine wirtschaftliche Aufstellung von PV-Anlagen in unmittelbarer Nähe verhindern, ist die realisierbare Anlagenleistung voraussichtlich geringer. Dies führt tendenziell zu einer geringeren Wirtschaftlichkeit, da insbesondere die Montage stärker ins Gewicht fällt, je weniger Module an einem Parkplatz errichtet werden.

Darüber hinaus wurde angenommen, dass der Strom von der PV-Anlage vollständig ins Stromnetz eingespeist wird. Die Verwendung des erzeugten Stroms als Eigenstrom wäre wirtschaftlich vorteilhafter. Um eine solche Betrachtung sinnvoll durchführen zu können, ist es jedoch unabdingbar, den Stromverbrauch und dessen ungefähren zeitlichen Verlauf zu kennen der Nutzung zu kennen, dem der Eigenstrom zugeführt werden soll. Dies ist zum jetzigen Zeitpunkt und vor allem Standortunabhängig in Bad Segeberg nicht möglich.

<sup>8</sup> <https://www.hm-pv-carport.de/business-case-fuer-staedte-kommunen>

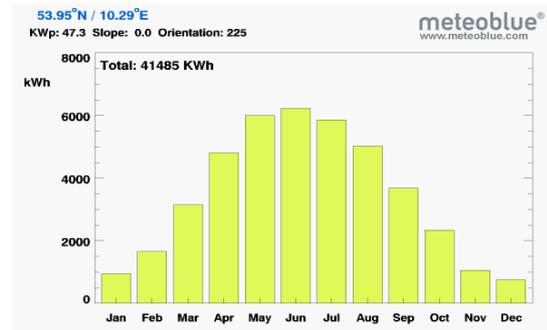
<sup>9</sup> [https://pvdach.com/Industrie-PV-Carport\\_1](https://pvdach.com/Industrie-PV-Carport_1) Anlagenperipherie z.T. nicht inbegriffen (wurde geschätzt und korrigiert)

<sup>10</sup> <https://parkplatz-photovoltaik.de/parkplatz-solar-carport-system-modell-opti-typ-2>

## 6.1 PARKPLATZ „KÜHNEWEG“



### Ertragsberechnung Ihrer Photovoltaik-Anlage



Nennleistung: 47.3 kWp

Ausrichtung: 225° SW

Neigung: 0°

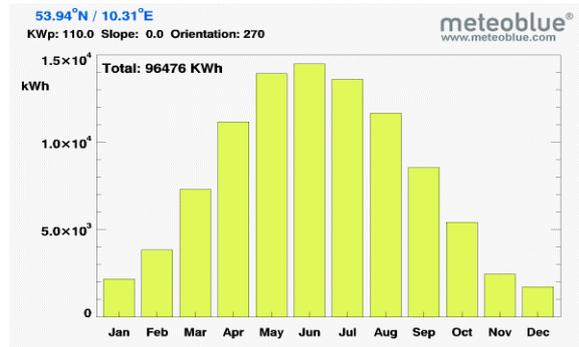
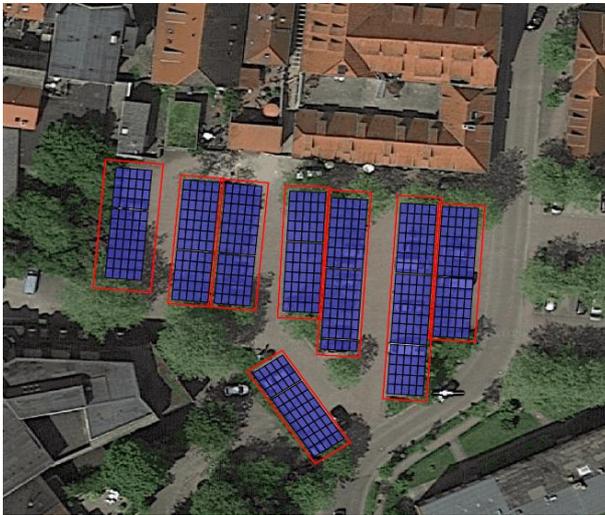
Breitengrad: 53.951°

Längengrad: 10.294°

18 Kühneweg

|                            |                      |
|----------------------------|----------------------|
| Anlagenleistung            | 47,3 kW <sub>p</sub> |
| Invest                     | 89.870€              |
| Anlagenenertrag            | 41.485 kWh/a         |
| Einspeisevergütung         | 7,00 ct/kWh          |
| Jährliche Vergütung        | 2.904 €/a            |
| Kapitalzins                | 5%                   |
| Kapitalwert nach 20 Jahren | - 53.680 €           |
| Rendite                    | - 4% p.a.            |

## 6.2 PARKPLATZ „AM KLEINEN SEE“



Nennleistung: 110 kWp

Ausrichtung: 270° W

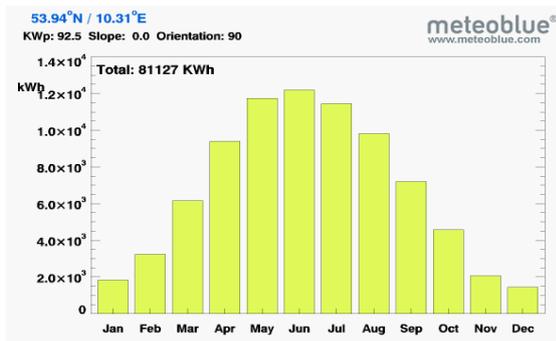
Neigung: 0°

Breitengrad: 53.936°

Längengrad: 10.312°

20 - Am kleinen See  
(Kirchstr.)

### Ertragsberechnung Ihrer Photovoltaik-Anlage



Nennleistung: 92.5 kWp

Ausrichtung: 90° O

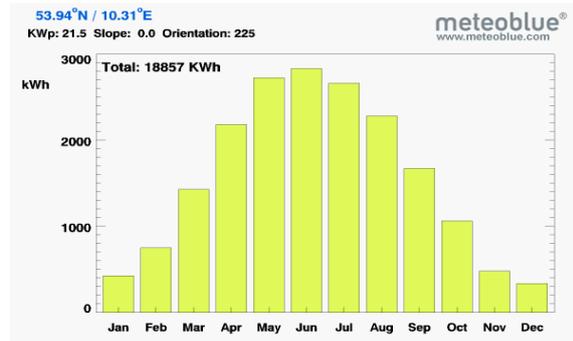
Neigung: 0°

Breitengrad: 53.936°

Längengrad: 10.312°

20 Am kleinen See  
Kirchstraße

### Ertragsberechnung Ihrer Photovoltaik-Anlage



Nennleistung: 21.5 kWp

Ausrichtung: 225° SW

Neigung: 0°

Breitengrad: 53.936°

Längengrad: 10.312°

20 Am kleinen See  
Kirchstraße

Anlagenleistung

223,6 kW<sub>p</sub>

Vergütung

402.480 €

Anlagenertrag

196.460 kWh/a

Einspeisevergütung

7,00 ct/kWh

Jährliche Vergütung

13.752 €/a

Kapitalzins

5%

Kapitalwert nach 20 Jahren

- 231.097 €

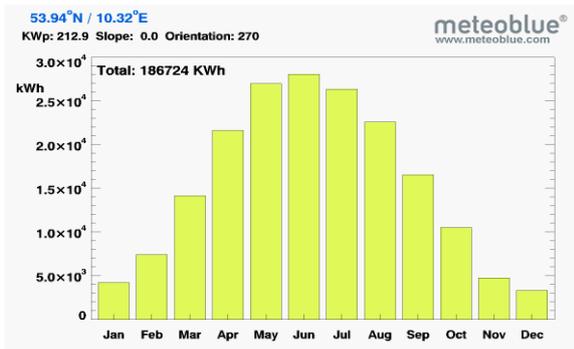
Rendite

- 3% p.a.

### 6.3 PARKPLATZ „KARL-MAY P1“



**Ertragsberechnung Ihrer Photovoltaik-Anlage**



**Nennleistung:** 212.9 kWp

**Ausrichtung:** 270° W

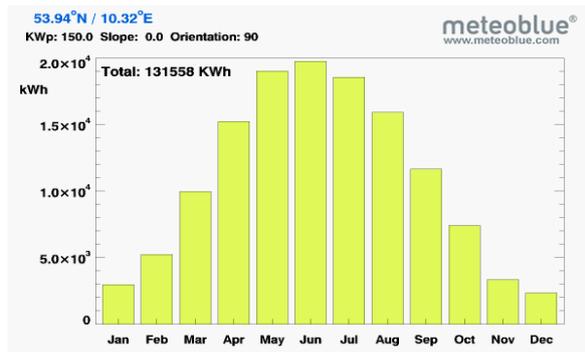
20 Karl May P1

**Neigung:** 0°

**Breitengrad:** 53.935°

**Längengrad:** 10.316°

**Ertragsberechnung Ihrer Photovoltaik-Anlage**



**Nennleistung:** 150 kWp

**Ausrichtung:** 90° O

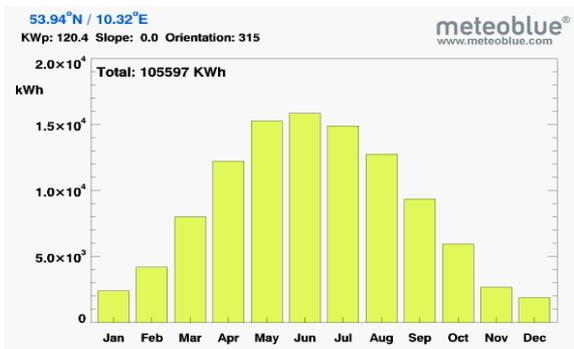
9 Karl May P1

**Neigung:** 0°

**Breitengrad:** 53.935°

**Längengrad:** 10.317°

**Ertragsberechnung Ihrer Photovoltaik-Anlage**



**Nennleistung:** 120.4 kWp

**Ausrichtung:** 315° NW

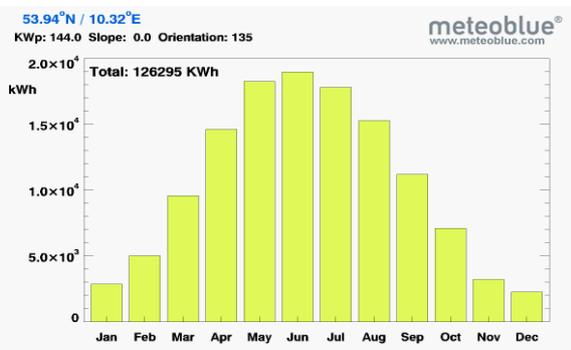
9 Karl May P1

**Neigung:** 0°

**Breitengrad:** 53.935°

**Längengrad:** 10.317°

**Ertragsberechnung Ihrer Photovoltaik-Anlage**



**Nennleistung:** 144 kWp

**Ausrichtung:** 135° SO

9 Karl May P1

**Neigung:** 0°

**Breitengrad:** 53.935°

**Längengrad:** 10.317°

|                            |                       |
|----------------------------|-----------------------|
| Anlagenleistung            | 670,8 kW <sub>p</sub> |
| Invest                     | 1.207.440 €           |
| Anlagenenertrag            | 550.174 kWh/a         |
| Einspeisevergütung         | 7,00 ct/kWh           |
| Jährliche Vergütung        | 38.512 €/a            |
| Kapitalzins                | 5%                    |
| Kapitalwert nach 20 Jahren | - 727.493 €           |
| Rendite                    | - 4% p.a.             |

## 7 LITERATURVERZEICHNIS

- Agemar, T. A. (2014). *The Geothermal Information System for Germany*. GeotIS; ZDGG Band 165 Heft 2, 129–144.
- al., R. e. (2008). *Geologische Karte „Salzstrukturen Norddeutschlands 1 : 500 000*.
- BAFA. (2021). *Bundesförderung für effiziente Gebäude*. Abgerufen am 9. März 2021 von [https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente\\_Gebaeude/Sanierung\\_Wohngebäude/sanierung\\_wohngebäude\\_node.html](https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente_Gebaeude/Sanierung_Wohngebäude/sanierung_wohngebäude_node.html)
- BAFA. (2022 b). *Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)*. Abgerufen am 11. Oktober 2022 von [bafa.de: https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Waermenetze/Effiziente\\_Waermenetze/effiziente\\_waermenetze\\_node.html](https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Waermenetze/Effiziente_Waermenetze/effiziente_waermenetze_node.html)
- BMU. (2021). *Förderaufruf Kommunale Klimaschutz-Modellprojekte*. Abgerufen am 25. März 2021 von <https://www.klimaschutz.de/modellprojekte>
- BMWK. (1. August 2022). *Richtlinie für die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze - BEW*. Abgerufen am 15. September 2022 von <https://www.bundesanzeiger.de/pub/de/amtliche-veroeffentlichung?2>
- BMWK. (05. April 2024). *Erneuerbares Heizen - Gebäudeenergiegesetz (GEG) - Häufig gestellte Fragen*. Von <https://www.energiewechsel.de/KAENEF/Navigation/DE/Service/FAQ/GEG/faq-geg.html> abgerufen
- Bundesfinanzministerium. (15. Dezember 2000). *AfA-Tabelle für die allgemein verwendbaren Anlagegüter*. Abgerufen am 9. März 2021 von [https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Standardartikel/Themen/Steuern/Weitere\\_Steuerthemen/Betriebspruefung/AfA-Tabellen/Ergaenzende-AfA-Tabellen/AfA-Tabelle\\_AV.html](https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Standardartikel/Themen/Steuern/Weitere_Steuerthemen/Betriebspruefung/AfA-Tabellen/Ergaenzende-AfA-Tabellen/AfA-Tabelle_AV.html)
- Bundesministerium der Justiz (Hrsg.). (20. Dezember 2023). *Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze. Bundesgesetzblatt 2023 Nr. 394*. Bonn.
- Bundesministerium für Wohnen, S. u. (09.. April 2024). *Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energie zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden*. Von <https://www.gesetze-im-internet.de/geg/GEG.pdf> abgerufen
- Bundesnetzagentur. (2024). *EEG-Förderung und -Fördersätze - Fördersätze für Solaranlagen*. Bonn. Von [https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/ErneuerbareEnergien/EEG\\_Foerderung/start.html](https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/ErneuerbareEnergien/EEG_Foerderung/start.html) abgerufen
- CDU und BÜNDNIS 90 / DIE GRÜNEN. (06. Juni 2022). *Koalitionsvertrag für die 20. Wahlperiode des Schleswig-Holsteinischen Landtages (2022-2027)*. Kiel, Schleswig-Holstein.
- dena. (12. Februar 2024). *Der dena Gebäudereport 2016. Statistiken und Analysen zu Energieeffizienz im Gebäudebestand*. Von Deutsche Energie-Agentur: [https://www.dena.de/fileadmin/user\\_upload/8162\\_dena-Gebaedereport.pdf](https://www.dena.de/fileadmin/user_upload/8162_dena-Gebaedereport.pdf) abgerufen
- EEX. (1. Januar 2023). *EEX.com*. Von <https://www.eex.com/de/marktdaten/umweltprodukte/eex-eua-primary-auction-spot-download> abgerufen

- GEG. (25. April 2024). *Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer*. Von <https://www.gesetze-im-internet.de/geg/GEG.pdf> abgerufen
- Hese, F. (2012). *3D Modellierung und Visualisierung von Untergrundstrukturen für die Nutzung des unterirdischen Raumes in Schleswig-Holstein*. Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.
- IWU. (12. Oktober 2023). „TABULA“ – *Entwicklung von Gebäudetypologien zur energetischen Bewertung des Wohngebäudebestands in 13 europäischen Ländern*. Von Institut für Wohnen um Wmwelt: <https://www.iwu.de/index.php?id=205> abgerufen
- KEA-BW. (25. April 2024). *Download der Tabellen des Technikkatalos V1.1*. Von <https://www.kea-bw.de/waermewende-1/wissensportal/einfuehrung-in-den-technikkatalog> abgerufen
- KEA-BW. (02. Februar 2024). *Leitfaden kommunale Wärmeplanung*. Von [https://www.kea-bw.de/fileadmin/user\\_upload/Publikationen/094\\_Leitfaden-Kommunale-Waermeplanung-022021.pdf](https://www.kea-bw.de/fileadmin/user_upload/Publikationen/094_Leitfaden-Kommunale-Waermeplanung-022021.pdf) abgerufen
- Rockel, W. &. (1992). *Die Möglichkeiten der Nutzung geothermischer Energie in Nordostdeutschland und der Bearbeitungsstand geplanter Vorhaben*. In: Schulz, Werner, Ruhland, Bußmann (Hrsg.): *Geothermische Energie - Forschung und Anwendung in Deutschland*, Karlsruhe, Verlag C.F. M.
- Schleswig-Holsteinischer Landtag. (20. Februar 2024). *Drucksache 20/1878 - Bericht und Beschlussempfehlung - Gesetz zur Änderung der Landesbauordnung und des Brandschutzgesetzes*. (S.-H. Landtag, Hrsg.) Kiel. Von <https://www.landtag.ltsh.de/infothek/wahl20/drucks/01800/drucksache-20-01878.pdf> abgerufen
- Thomsen, C. D.-D. (2014). *Geologische Potenzialanalyse des tieferen Untergrunds Schleswig-Holstein*. *Geologischer Dienst- Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein*. Flintbek.
- Umweltbundesamt. (23. April 2024). *Energieverbrauch für fossile und erneuerbare Wärme*. Von [https://www.umweltbundesamt.de/daten/energie/energieverbrauch-fuer-fossile-erneuerbare-waerme#:~:text=W%C3%A4rmeerzeugung%20aus%20erneuerbaren%20Energien,im%20Jahr%202021%20\(siehe%20Abb.](https://www.umweltbundesamt.de/daten/energie/energieverbrauch-fuer-fossile-erneuerbare-waerme#:~:text=W%C3%A4rmeerzeugung%20aus%20erneuerbaren%20Energien,im%20Jahr%202021%20(siehe%20Abb.) abgerufen