

BERICHT ÜBER INGENIEUR- UND BERATUNGSLEISTUNGEN

Berichtsumfang

KOMMUNALE WÄRME- UND KÄLTEPLANUNG LECK

Auftraggeber

GEMEINDE LECK

über Amt Südtondern, Fachbereich 3
Markstraße 12
25899 Niebüll

Auftragnehmer

IPP ESN POWER ENGINEERING GMBH

Am Kiel-Kanal 44
D-24106 Kiel

GREENVENTORY GMBH

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

Ihr Ansprechpartner:

CHARMION HARLANDER

Tel.: +49 431 200871-834

E-Mail: c.harlander@ipp-esn.de

Kiel, den 31. Juli 2025

Auftraggeber: Gemeinde Leck
über Amt Südtondern, Fachbereich 3
Marktstraße 12
25889 Niebüll

Ansprechpartner: Thomas Frömbgen – Amt Südtondern
Tel: +49 4661/601-338; thomas.froembgen@amt-suedtondern.de

Auftragnehmer: IPP ESN Power Engineering GmbH
Am Kiel-Kanal 44
24106 Kiel

Ansprechpartner:
Dipl.-Ing. Thomas Lutz-Kulawik; Tel: +49 431 200871-815

Bearbeitung: Bearbeitung:
Elena Einnatz M.Eng., Philipp Jahneke M.Sc., Charmion Harlander M.Sc.,
Karoline Heuer 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:
Gabriel Avenmarg, Dr.-Ing. Sven Killinger

Stand: Beschlussfassung, 31. Juli 2025

INHALTSVERZEICHNIS

| | |
|--|----|
| Zusammenfassung..... | 1 |
| 1 Kommunale Wärmeplanung..... | 4 |
| 1.1 Ziele des Wärmeplans und Einordnung in den planerischen Kontext..... | 4 |
| 1.2 Schritte des Wärmeplans..... | 5 |
| 1.3 Aufbau des Berichts..... | 5 |
| 2 Begriffsdefinitionen..... | 7 |
| 2.1 Kommunale Wärmeplanung..... | 7 |
| 2.2 Wärmelinien-dichte..... | 7 |
| 2.3 Anschlussquote..... | 7 |
| 2.4 Sanierungsrate..... | 8 |
| 2.5 digitaler Zwilling..... | 9 |
| 2.6 Baublockebene..... | 9 |
| 2.7 Primärenergie..... | 9 |
| 2.8 Potenzial..... | 10 |
| 2.8.1 Theoretisches Potenzial..... | 10 |
| 2.8.2 Technisches Potenzial..... | 10 |
| 2.8.3 Wirtschaftliches Potenzial..... | 10 |
| 2.8.4 Erschließbares Potenzial..... | 10 |
| 3 Bestandsanalyse..... | 12 |
| 3.1 Ortsbild Leck..... | 12 |
| 3.2 Datenerhebung..... | 13 |
| 3.3 Gebäudebestand..... | 14 |
| 3.4 Wärmebedarfe..... | 17 |
| 3.5 Analyse der dezentralen Wärmeerzeuger..... | 19 |
| 3.6 Eingesetzte Energieträger..... | 21 |
| 3.7 Gasinfrastruktur..... | 22 |
| 3.8 Wärmenetz..... | 23 |
| 3.9 Kältebedarf..... | 23 |
| 3.10 Treibhausgasemissionen der Wärmeerzeugung..... | 24 |
| 3.11 Zusammenfassung Bestandsanalyse..... | 27 |
| 4 Potenzialanalyse..... | 29 |
| 4.1 Erfasste Potenziale..... | 29 |
| 4.2 Methode: Indikatorenmodell..... | 30 |
| 4.3 Potenziale zur Stromerzeugung..... | 32 |

| | | |
|-------|--|----|
| 4.4 | Potenziale zur Wärmeerzeugung | 35 |
| 4.5 | Potenzial für eine lokale Wasserstoffherzeugung | 39 |
| 4.6 | Potenziale für energetische Sanierungen | 39 |
| 4.7 | Zusammenfassung und Fazit | 42 |
| 5 | Räumliche Analyse | 45 |
| 5.1 | rechtliche Verbindlichkeit | 48 |
| 5.2 | Identifizierte Prüfgebiete | 49 |
| 5.3 | Herausforderung Wärmepumpe | 52 |
| 5.4 | Wirtschaftlichkeit der Prüfgebiete | 55 |
| 5.4.1 | Energiewirtschaftliche Ansätze | 55 |
| 5.4.2 | Prüfgebiete – Anlagendimensionierung und Energiebilanzen | 55 |
| 5.4.3 | Vorgehen Investitionsschätzung | 56 |
| 5.4.4 | Vorgehen Wirtschaftlichkeitsberechnung | 57 |
| 5.4.5 | Dezentrale Wirtschaftlichkeitsberechnung | 57 |
| 5.4.6 | Überführung der Eignungsgebiete in Maßnahmen | 59 |
| 5.5 | Identifizierte Fokusgebiete Gebäudesanierung | 60 |
| 6 | Zielszenario | 64 |
| 6.1 | Ermittlung der zukünftigen Wärmeversorgung | 64 |
| 6.2 | Zusammensetzung der Fernwärmeerzeugung | 66 |
| 6.3 | Entwicklung der eingesetzten Energieträger | 67 |
| 6.4 | Bestimmung der Treibhausgasemissionen | 68 |
| 6.5 | Zusammenfassung des Zielszenarios | 71 |
| 7 | Maßnahmenkatalog | 72 |
| 7.1 | Übergeordnete Maßnahmen | 73 |
| 7.2 | Gebietsspezifische Maßnahmen | 73 |
| 7.3 | Zeitliche Einordnung | 74 |
| 7.4 | Fazit | 74 |
| 8 | Beteiligung der Öffentlichkeit | 76 |
| 8.1 | Akteursbeteiligung zu Projektbeginn | 76 |
| 8.2 | Beteiligung im Rahmen von Akteursgesprächen | 77 |
| 8.3 | Öffentlichkeitsinformation und -beteiligung | 77 |
| 9 | Wärmewendestrategie Leck | 78 |
| 10 | Anhang 1: Planungsrechtliche Instrumente zur Umsetzung der Kommunalen Wärmeplanung | 1 |
| 11 | Anhang 2: Prüf- und Eignungsgebiete | 3 |

| | | |
|--------|--|----|
| 11.1 | Ausbau und Dekarbonisierung Bestandsnetze..... | 3 |
| 12 | Anhang 3: Maßnahmen | 5 |
| 12.1 | Übergeordnete Maßnahmen | 6 |
| 12.1.1 | Transformationspläne | 6 |
| 12.1.2 | Einführung Koordinierungsstelle Sanierung | 8 |
| 12.1.3 | Kommunales Beratungsangebot Heizungs austausch | 10 |
| 12.1.4 | Energetische Sanierungsstrategie für öffentliche Gebäude..... | 12 |
| 12.1.5 | Monitoring..... | 14 |
| 12.2 | Gebietsspezifische Maßnahmen | 18 |
| 12.2.1 | Fokusgebiete für energetische Sanierung..... | 18 |
| 12.2.2 | Ausbau und Dekarbonisierung Bestandsnetze..... | 38 |
| 13 | Anhang 4: Methodik zur Bestimmung der erfassten Potenziale zur Energiegewinnung .. | 41 |
| 13.1 | Windkraft..... | 41 |
| 13.2 | Biomasse..... | 42 |
| 13.3 | Solarthermie (Freifläche)..... | 42 |
| 13.4 | Photovoltaik (Freifläche) | 43 |
| 13.5 | Dachflächenpotenziale..... | 44 |
| 13.5.1 | Solarthermie (Dachflächen) | 44 |
| 13.5.2 | Photovoltaik (Dachflächen) | 45 |
| 13.6 | Oberflächennahe Geothermie | 45 |
| 13.7 | Luftwärmepumpe | 45 |
| 13.8 | Flusswasserwärmepumpen | 46 |
| 13.9 | Abwärme aus Klärwerken | 47 |
| 13.10 | Industrielle Abwärme | 47 |
| 14 | Anhang 5: FAQ..... | 48 |
| 15 | Anhang 6: Wirtschaftlichkeitsberechnungen (nicht öffentlicher Teil) | 53 |
| 15.1 | Ausbau und Dekarbonisierung Bestandsnetze..... | 54 |
| 16 | Literaturverzeichnis | 57 |

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

| | |
|---|----|
| Abbildung 0-1: Darstellung der Wärmeversorgungsgebiete im Zieljahr | 3 |
| Abbildung 1-1: Ablauf der kommunalen Wärmeplanung..... | 5 |
| Abbildung 2-1: Potenzialpyramide | 11 |
| Abbildung 3-1: Vorgehen bei der Bestandsanalyse | 12 |
| Abbildung 3-2: Daten für die Wärmeplanung..... | 13 |
| Abbildung 3-3: Gebäudeanzahl nach Sektor im Projektgebiet..... | 14 |
| Abbildung 3-4: Gebäudeverteilung nach Baualtersklassen im Projektgebiet | 15 |
| Abbildung 3-5: Verteilung der Baualtersklassen für Gebäude | 16 |
| Abbildung 3-6: Gebäudeverteilung nach GEG-Effizienzklassen (Verbrauchswerte) | 17 |
| Abbildung 3-7: Wärmebedarf nach Sektor..... | 18 |
| Abbildung 3-8: Verteilung der Wärmebedarfe je Baublock | 19 |
| Abbildung 3-9: Anzahl der fossilen Heizsysteme (Erdgas, Flüssiggas und Erdöl) nach Alter..... | 20 |
| Abbildung 3-10: Energiebedarf nach Energieträger..... | 21 |
| Abbildung 3-11: Gasnetzinfrastruktur im Projektgebiet..... | 22 |
| Abbildung 3-12: Wärmenetzinfrastruktur im Projektgebiet..... | 23 |
| Abbildung 3-13: Treibhausgasemissionen nach Sektoren im Projektgebiet..... | 24 |
| Abbildung 3-14: Treibhausgasemissionen nach Energieträger im Projektgebiet | 25 |
| Abbildung 3-15: Verteilung der Treibhausgasemissionen im Projektgebiet | 26 |
| Abbildung 4-1: Vorgehen bei der Ermittlung von erneuerbaren Potenzialen..... | 29 |
| Abbildung 4-2: Potenzialpyramide | 29 |
| Abbildung 4-3: Vorgehen und Datenquellen der Potenzialanalyse | 30 |
| Abbildung 4-4: Erneuerbare Strompotenziale im Projektgebiet | 32 |
| Abbildung 4-5: Kartografische Darstellung des technischen PV-Freiflächen Potenzials | 34 |
| Abbildung 4-6: Erneuerbare Wärmepotenziale im Projektgebiet..... | 35 |
| Abbildung 4-7: Standorteignung für Erdwärmekollektoren in Leck..... | 37 |
| Abbildung 4-8: Reduktionspotenzial nach Baualtersklassen..... | 40 |
| Abbildung 4-9: Energetische Gebäudesanierung - Maßnahmen und Kosten..... | 41 |
| Abbildung 4-10: Sanierungsklassen nach Baublöcken | 42 |
| Abbildung 5-1: dezentrale vs. zentrale Wärmeversorgung | 45 |
| Abbildung 5-2: Prozess zur Erarbeitung der Prüfgebiete | 47 |
| Abbildung 5-3: Wärmelinien dichte | 49 |
| Abbildung 5-4: Wärmenetze und Bedarfe im Zieljahr | 50 |
| Abbildung 5-5: Wärmelinien dichte ab 2.500 kWh gegenübergestellt zum relativen Sanierungspotenzial..... | 51 |
| Abbildung 5-6: Prüfgebiet dargestellt über Wärmelinien dichte ab 2.500 kWh/(m·a) | 52 |
| Abbildung 5-7: Gebäude mit und ohne Luft-Wärmepumpen-Potenzial | 53 |
| Abbildung 5-8: Gebiete mit der Herausforderung Luftwärmepumpe | 54 |
| Abbildung 5-9: Betrachtete Versorgungsoption für das Prüfgebiet | 56 |
| Abbildung 5-10: Bundesförderung für effiziente Gebäude – Heizungsanlagen (BEG EM) | 58 |
| Abbildung 5-11: Vergleich dezentraler Heizungssysteme..... | 59 |
| Abbildung 5-12: Klassifizierung nach Sanierungspotenzial in anonymisierter Darstellung | 61 |
| Abbildung 5-13: Kartografische Darstellung der Baualtersklassen in anonymisierter Form | 62 |
| Abbildung 5-14: Räumliche Verteilung der Fokusgebiete Gebäudesanierung | 63 |
| Abbildung 6-1: Simulation des Zielszenarios für 2040 | 64 |
| Abbildung 6-2: Gebäudeanzahl nach Wärmeerzeugern im Jahr 2040..... | 65 |

| | |
|--|----|
| Abbildung 6-3: Versorgungsszenario im Zieljahr 2040 (blau: Fernwärme, grün: Einzelversorgung) | 66 |
| Abbildung 6-4: Fernwärmeezeugung nach Energieträger im Zieljahr 2040 | 67 |
| Abbildung 6-5: Verteilung des Endenergiebedarfs nach Energieträger im zeitlichen Verlauf | 68 |
| Abbildung 6-6: Verteilung der THG-Emissionen nach Energieträger im zeitlichen Verlauf | 69 |
| Abbildung 6-7: Treibhausgasemissionen nach Energieträger im Jahr 2040 | 70 |
| Abbildung 6-8: Emissionsfaktoren in tCO ₂ /MWh (Technikkatalog (Langreder et al. (Im Auftrag des BMWK), 2024) | 71 |
| Abbildung 7-1: Zeitliche Einordnung der identifizierten Maßnahmen | 74 |
| Abbildung 8-1: Öffentlichkeitsbeteiligung | 76 |
| Abbildung 9-1: Versorgungsszenario im Zieljahr 2040 | 78 |
| Abbildung 12-1: Übersicht über die identifizierten Fokusgebiete Gebäudesanierung | 19 |
| Abbildung 12-2: Empfehlung Fokusgebiet Gebäudesanierung „Klixbüller Chaussee“ dargestellt im Kontext der dominierenden Gebäudebaujahre | 20 |
| Abbildung 12-3: Empfehlung Fokusgebiet Gebäudesanierung „Klixbüller Chaussee“ dargestellt im Kontext des Sanierungspotenzials | 21 |
| Abbildung 12-4: Empfehlung Fokusgebiet Gebäudesanierung „Birkstraße“ dargestellt im Kontext der dominierenden Gebäudebaujahre | 22 |
| Abbildung 12-5: Empfehlung Fokusgebiet Gebäudesanierung „Birkstraße“ dargestellt im Kontext des Sanierungspotenzials | 23 |
| Abbildung 12-6: Empfehlung Fokusgebiet „Viehmarktplatz“ dargestellt im Kontext der dominierenden Gebäudebaujahre | 24 |
| Abbildung 12-7: Empfehlung Fokusgebiet „Viehmarktplatz“ dargestellt im Kontext des Sanierungspotenzials | 25 |
| Abbildung 12-8: Empfehlung Fokusgebiet „Ottostraße“ dargestellt im Kontext der dominierenden Gebäudebaujahre | 26 |
| Abbildung 12-9: Empfehlung Fokusgebiet „Ottostraße“ dargestellt im Kontext des Sanierungspotenzials | 27 |
| Abbildung 12-10: Empfehlung optionales Fokusgebiet „Hauptstraße“ dargestellt im Kontext der dominierenden Gebäudebaujahre | 28 |
| Abbildung 12-11: Empfehlung optionales Fokusgebiet „Hauptstraße“ dargestellt im Kontext des Sanierungspotenzials | 29 |
| Abbildung 12-12: Empfehlung Fokusgebiet „Zentrum“ dargestellt im Kontext der dominierenden Gebäudebaujahre | 30 |
| Abbildung 12-13: Empfehlung Fokusgebiet „Zentrum“ dargestellt im Kontext des Sanierungspotenzials | 31 |
| Abbildung 12-14: Empfehlung Fokusgebiet „Leck-Ost EFH“ dargestellt im Kontext der dominierenden Gebäudebaujahre | 32 |
| Abbildung 12-15: Empfehlung Fokusgebiet „Leck-Ost EFH“ dargestellt im Kontext des Sanierungspotenzials | 33 |
| Abbildung 12-16: Empfehlung Fokusgebiet „Wikingerstraße MFH/Reihenhaus“ dargestellt im Kontext der dominierenden Gebäudebaujahre | 34 |
| Abbildung 12-17: Empfehlung Fokusgebiet „Wikingerstraße MFH/Reihenhaus“ dargestellt im Kontext des Sanierungspotenzials | 35 |
| Abbildung 12-18: Empfehlung Fokusgebiet „Schnatebüll Dorfstraße“ dargestellt im Kontext der dominierenden Gebäudebaujahre | 36 |

Abbildung 12-19: Empfehlung Fokusgebiet „Schnatebüll Dorfstraße“ dargestellt im Kontext des Sanierungspotenzials..... 37
Abbildung 12-20: Eignungsgebiet "Ausbau und Dekarbonisierung Bestandsnetze" 39

TABELLENVERZEICHNIS

| | |
|---|----|
| Tabelle 3-1: Heizwertbezogene Emissionsfaktoren nach Energieträger (Technikkatalog (Langreder et al. (Im Auftrag des BMWK), 2024) | 27 |
| Tabelle 3-2: Wesentliche Kennzahlen der Bestandsanalyse | 28 |
| Tabelle 4-1: Potenziale und Auswahl der wichtigsten berücksichtigten Kriterien | 31 |
| Tabelle 4-2: Bewertungsmatrix der ermittelten Potenziale für regenerative Wärmeerzeugung und -einsparung | 44 |
| Tabelle 4-3: Bewertungsmatrix der ermittelten Potenziale für regenerative Stromerzeugung | 44 |
| Tabelle 5-1: Identifizierte Prüfgebiete – Ausbaustufe 1 | 52 |
| Tabelle 5-2: Übersicht untersuchte Prüfgebiete und Wirtschaftlichkeit | 60 |
| Tabelle 7-1: Übergeordnete Maßnahmen..... | 73 |
| Tabelle 7-2: Gebietsspezifische Maßnahmen..... | 73 |
| Tabelle 12-1: Kennzahlen zum Controlling der Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung... | 15 |
| Tabelle 15-1: Energiewirtschaftliche Ansätze | 53 |

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

| | |
|-------|---|
| ABZ | Anschluss- und Benutzungszwang |
| ALKIS | Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem |
| BEG | Bundesförderung für effiziente Gebäude |
| BEW | Bundesförderung effiziente Wärmenetze |
| EFH | Einfamilienhaus |
| EnEV | Energieeinsparverordnung |
| EWKG | Energiewende- und Klimaschutzgesetz Schleswig-Holstein |
| GEG | Gebäudeenergiegesetz |
| GHD | Gewerbe-Handel-Dienstleistungen |
| KWP | Kommunale Wärmeplanung |
| LWP | Luftwärmepumpe |
| WPG | Wärmeplanungsgesetz |
| WSVO | Wärmeschutzverordnung |

ZUSAMMENFASSUNG

Die kommunale Wärmeplanung für Leck zielt auf eine langfristig treibhausgasneutrale Wärmeversorgung ab, die auf eine Reduktion der Treibhausgasemissionen durch den Ersatz fossiler Energieträger durch erneuerbare Ressourcen und die Optimierung bestehender Wärmeinfrastrukturen setzt. Die kommunale Wärmeplanung besteht aus einer umfassenden Bestandsanalyse, einer Potenzialanalyse für erneuerbare Energien, einem räumlichen Konzept zur Identifikation von Wärmenetzprüfgebieten und Fokusgebieten Sanierung sowie einem Maßnahmenprogramm zur Umsetzung und einem Monitoring-Konzept zur fortlaufenden Überwachung und Anpassung der Ziele.

Die Bestandsanalyse zeigt, dass der Gebäudebestand in Leck von insgesamt 3.356 Gebäuden zu zwei Dritteln aus Wohngebäuden besteht, die überwiegend vor 1979 errichtet wurden. Damit liegt ein erhebliches Potenzial für energetische Sanierungen insbesondere im Altbaubestand vor. Der derzeitige jährliche Wärmebedarf beläuft sich auf ca. 71 GWh. Rund 72 % des Wärmebedarfs entfallen auf den Wohnsektor, weitere Anteile verteilen sich auf Gewerbe, Handel, Dienstleistung sowie dem produzierenden Gewerbe und öffentliche Liegenschaften. Die Wärmeversorgung erfolgt derzeit noch zu etwa 50 % über Erdgas und zu gut 20 % über Heizöl. Lediglich etwa 0,6 % des Endenergieverbrauchs entfallen auf erneuerbare Energien.

Die daraus resultierenden Treibhausgasemissionen betragen im Wärmebereich jährlich rund 18.500 Tonnen CO₂. Den größten Beitrag hierzu leistet der Wohnsektor mit einem Anteil von etwa 73 %. Die fossile Dominanz der aktuellen Wärmeversorgung zeigt den hohen Handlungsbedarf für die Transformation des Sektors auf. Die Abkehr von Erdgas und Heizöl zugunsten erneuerbarer Energien und emissionsärmerer Technologien ist daher eine zentrale Herausforderung für die Klimaziele der Gemeinde.

Die Infrastruktur zur Wärmeversorgung ist bislang überwiegend auf dezentrale Wärmeherzeugung in den Gebäuden ausgerichtet. Dabei ist die Gasinfrastruktur fast flächendeckend ausgebaut. Die bestehenden Wärmenetze versorgen derzeit etwa 8 % der Gebäude in Leck, wobei eine moderate Ausbaufähigkeit der Fernwärme gegeben ist.

Im Rahmen der Potenzialanalyse wurden erhebliche technische Möglichkeiten für die Nutzung erneuerbarer Energien identifiziert. So bestehen u. a. Potenziale für Solarthermie auf Freiflächen, wobei die Solarthermie auf Grund der Saisonalität maximal 25 % des Wärmebedarfs decken könnte, Photovoltaik auf Freiflächen und auf Dachflächen, oberflächennahe Geothermie sowie Biomasse. Darüber hinaus wurde das Potenzial industrieller Abwärme in Verbindung mit neuen Gewerbeansiedlungen, insbesondere im geplanten Gewerbegebiet auf dem Gelände des ehemaligen Flughafens, als besonders relevanter Faktor für den Wärmenetzausbau herausgearbeitet.

Die räumliche Analyse hat auf Grundlage der Wärmelinienichte, der Bebauungsstruktur sowie des Sanierungsstandes ein Eignungsgebiet für den Ausbau und die Dekarbonisierung bestehender Wärmenetze identifiziert. In diesem Gebiet könnten perspektivisch bis zu 765 Gebäude zentral mit Wärme versorgt werden. Die Wirtschaftlichkeitsprüfung bescheinigt dem Wärmenetzausbau unter Einbeziehung industrieller Abwärme und durch Förderprogramme eine grundsätzlich tragfähige Perspektive. Da die kommunale Wärmeplanung noch vor nachgelagerten Schritten, wie der Durchführung einer Machbarkeitsstudie, der Klärung weiterer Rahmenbedingungen und der technischen Planung steht, ist ein Anschluss an ein Wärmenetz in

diesem Eignungsgebiet frühestens in drei Jahren für die Gebäudeeigentümer*innen möglich. Idealerweise sollte der Anschluss an das Wärmenetz auf Freiwilligkeit beruhen und von sich aus zum Anschluss überzeugen, beispielsweise über attraktive Netzkosten. Für die Realisierbarkeit kann es notwendig sein in dem Gebiet einen Anschluss- und Benutzungszwang zu beschließen, damit eine ausreichende Anschlussquote und niedrigere Netzkosten erreicht werden. Aber auch bei einem Anschluss- und Benutzungszwang wird es keine Anschlussquote von 100 % geben, da es Ausnahmeregelungen gibt, die vom Anschluss- und Benutzungszwang befreien.

Parallel hierzu wurden insgesamt acht Fokusgebiete für energetische Sanierungsmaßnahmen abgegrenzt, die sich durch ein hohes Sanierungspotenzial, ein hohes Gebäudealter und eine homogene Gebäudestruktur auszeichnen. Eine frühzeitige energetische Sanierung dieser Quartiere wird empfohlen, um sowohl den Energiebedarf als auch die Anschlusskapazitäten der zukünftigen Wärmenetze optimal zu dimensionieren.

Das Maßnahmenprogramm umfasst sieben Maßnahmen, die bei der Zielerreichung unterstützen. Die Maßnahmen sind in übergreifend und gebietsspezifisch unterteilt. Zu den übergreifenden Maßnahmen zählen:

- Transformationspläne
- Einführung Koordinationsstelle Sanierung
- Kommunales Beratungsangebot Heizungs austausch
- Energetische Sanierungsstrategie für öffentliche Gebäude
- Monitoring

Unter die gebietsspezifischen Maßnahmen fallen verschiedene Gebiete, die sich u.a. aus der Identifizierung der Wärmenetzeignungsgebiete ergeben haben:

- Fokusgebiete für energetische Sanierung
- Wärmenetzeignungsgebiet Ausbau und Dekarbonisierung Bestandsnetze

Ein kontinuierliches Monitoring und eine flexible Anpassung der Maßnahmen sind essenziell, um auf Veränderungen und neue Herausforderungen reagieren zu können. Zusammengefasst fokussiert das Maßnahmenprogramm auf die Senkung des Energiebedarfs, den Ausbau der Energieinfrastruktur und den Ersatz fossiler Heizsysteme.

Das Monitoring-Konzept umfasst wesentliche Maßnahmen zur Kontrolle, Steuerung und Fortschreibung der im Rahmen der Wärmeplanung erarbeiteten Maßnahmen. Ziel des Monitoring-Konzepts ist es den Fortschritt in Richtung Klimaneutralität zu verfolgen und bei Bedarf Anpassungen vorzunehmen.

Wesentliche Kennzahlen ermöglichen die Messbarkeit der erzielten Fortschritte. Dabei wird darauf geachtet, dass diese Indikatoren leicht erfasst und auf verlässliche Datenquellen zurückgeführt werden können. Zu den erfassten Indikatoren gehören unter anderem die Anzahl der ans Wärmenetz und Gasnetz aktiv angeschlossenen Gebäude, die Zahl der durchgeführten Beratungen zu Sanierung und dem Heizungstausch sowie der Anteil an kommunalen Liegenschaften die bereits saniert und auf eine CO₂-neutrale Wärmeversorgung umgestiegen sind. Diese Daten bilden die Grundlage für die regelmäßige Dokumentation und Fortschreibung des Wärmeplans.

Für das Zieljahr 2040 wurde ein Zielszenario modelliert, das bei einer angenommenen jährlichen Sanierungsrate von 2 % eine Reduktion des Wärmebedarfs um etwa 30 % auf rund 49 GWh vorsieht. In diesem Szenario würden ca. 23 % der Gebäude an Wärmenetze angeschlossen,

während rund 77 % der Gebäude dezentral vornehmlich über Wärmepumpen, unterstützt durch PV und Biomasse, beheizt würden. Durch diese Maßnahmen wäre eine Reduktion der CO₂-Emissionen um ca. 91 % gegenüber dem Ausgangsjahr möglich, wobei Restemissionen von rund 1.670 Tonnen verbleiben, die langfristig durch weitere Maßnahmen ausgeglichen werden müssen. Für die Fernwärme in diesen Gebieten wird eine Versorgung durch industrielle Abwärme, Biomethan-BHKWs und einem Spitzenlasterzeuger angenommen. Die kartografische Einteilung der Wärmeversorgungsgebiete ist in Abbildung 0-1 zu sehen.

Die erarbeitete Wärmeplanung bietet der Gemeinde Leck eine fundierte und handlungsleitende Grundlage für die systematische Dekarbonisierung der Wärmeversorgung. Durch die Kombination aus ambitionierter Sanierung, dem gezielten Ausbau leitungsgebundener Wärmeinfrastruktur sowie der breiten Nutzung erneuerbarer Energien wird ein wichtiger Beitrag zur Erreichung der Klimaziele Schleswig-Holsteins sowie zur Sicherung einer langfristig bezahlbaren und krisensicheren Wärmeversorgung geleistet.

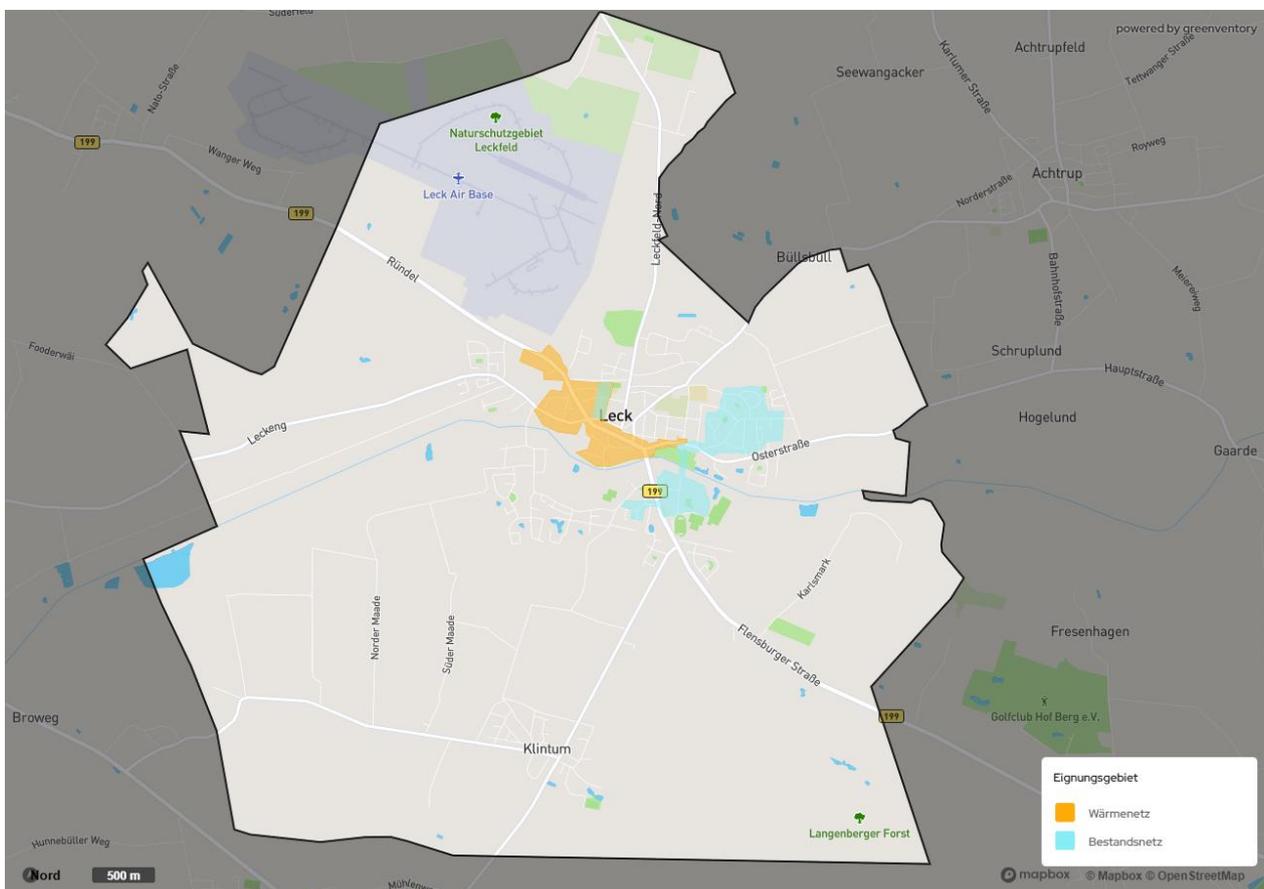


Abbildung 0-1: Darstellung der Wärmeversorgungsgebiete im Zieljahr

1 KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG

Die Gemeinde Leck in Schleswig-Holstein hat mit der kommunalen Wärmeplanung (KWP) einen wichtigen ersten Meilenstein für eine nachhaltige und zukunftssichere Energieversorgung erreicht. Ziel ist es, den Wärmebedarf in der Gemeinde klimaneutral zu decken.

Die Wärmeversorgung spielt eine zentrale Rolle beim Klimaschutz. Sie verursacht fast die Hälfte aller Treibhausgasemissionen in Deutschland. Während bereits etwa 50 % der Energie im Stromsektor erneuerbar erzeugt wird, beträgt dieser Anteil im Wärmesektor nur 18,8 % (Stand 2023, (Umweltbundesamt, 2024)). Infolge der zunehmenden Herausforderungen im Bereich der Energieeffizienz, der Reduktion von CO₂-Emissionen und der Sicherstellung einer zuverlässigen Wärmeversorgung, ist eine ganzheitliche Planung unabdingbar.

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.

Mit Blick auf die existenzielle 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; EWKG Novelle, 2024). Um das zu schaffen, braucht es eine klare Planung. Genau das leistet die kommunale Wärmeplanung.

Die vorliegende kommunale Wärmeplanung wurde in enger Zusammenarbeit zwischen der Gemeindeverwaltung und dem Ingenieurbüro IPP ESN Power Engineering GmbH aus Kiel sowie der greenventory GmbH aus Freiburg erarbeitet. Dieser Bericht präsentiert die Ergebnisse umfassender Analysen, die sowohl die energetische Situation als auch die infrastrukturellen Gegebenheiten in Leck berücksichtigen. Basierend auf diesen Erkenntnissen wurde eine Strategie entwickelt, die darauf abzielt, die Wärmeversorgung der Gemeinde effizienter, klimafreundlicher und zukunftssicherer zu gestalten.

Der erste Schritt in der kommunalen Wärmeplanung endet mit dem Beschluss des Wärmeplans in der Gemeindevertretung. Danach folgt die Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen. Alle fünf Jahre wird die Planung fortgeschrieben, um neue Entwicklungen zu berücksichtigen. Die Umsetzung der Maßnahmen erfordert weiteres Engagement von Verwaltung, Politik, Wirtschaft sowie den Bürger*innen, um die Klimaziele zu erreichen.

1.1 ZIELE DES WÄRMEPLANS UND EINORDNUNG IN DEN PLANERISCHEN KONTEXT

Der Wärmeplan dient in erster Linie als strategisches Planungsinstrument der Kommune. Er beschreibt die lokale Wärmewendestrategie und die notwendigen Schritte zur Umsetzung der Wärmewende und beinhaltet damit u.a. eine neue Energieverteilstrategie. Der kommunale Wärmeplan verfolgt dabei drei zentrale Ziele: die Treibhausgasneutralität und Wirtschaftlichkeit der Wärmeversorgung für alle Beteiligten bei gleichzeitiger Reduktion der Abhängigkeit von Energieimporten.

Um diese Ziele zu erreichen, sind Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz von Gebäuden und Heizungsanlagen vorgesehen, wie beispielsweise Gebäudesanierungen oder die Optimierung von Heizsystemen. Zudem werden Strategien beschrieben, die einen vollständigen

Wechsel der Energieträger weg von fossilen hin zu erneuerbaren Ressourcen ermöglichen, um die Wärmeversorgung der Kommune grundlegend zu transformieren.

Der Wärmeplan ist eng mit anderen planerischen Instrumenten verzahnt. Dies gewährleistet eine ganzheitliche Betrachtung der Energieversorgung. 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 Potenzialanalyse, dem Zielszenario, der Umsetzungsstrategie und dem Informations- und Beteiligungsprozess. 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 wird eine Strategie mit Hilfe von Maßnahmen 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. Er stellt die wichtigsten Ergebnisse für die Öffentlichkeit verständlich dar und erklärt, wie der Wärmeplan Schritt für Schritt erarbeitet wurde. Gleichzeitig dient er als Fachgutachten für die Gemeindeverwaltung.

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

1. Bestandsanalyse (siehe Kapitel 3):

Am Anfang steht die Beschreibung der aktuellen Energieversorgung und -nutzung in der Kommune. Die Bestandsanalyse bildet die Grundlage für die Identifizierung von Entwicklungsmöglichkeiten und Verbesserungspotenzialen.

2. Potenzialanalyse (siehe Kapitel 4):

Es werden die Möglichkeiten zur Integration erneuerbarer Energien und zur Steigerung der Energieeffizienz untersucht. Dabei werden die vorhandenen Potenziale und deren technische sowie wirtschaftliche Nutzungsmöglichkeiten bewertet.

3. Räumliche Analyse (siehe Kapitel 5):

Als Teil der Potenzialanalyse wird dargestellt, wie die Wärmeversorgung künftig räumlich organisiert werden kann. Dies beinhaltet die Identifizierung von Prüfgebieten für eine zentrale Wärmeversorgung sowie Fokusgebieten für energetische Sanierungsmaßnahmen.

4. **Zielszenario (siehe Kapitel 6):**

Für das Jahr 2040 – sowie für die Zwischenziele 2030 und 2035 – wird aufgezeigt, wie sich die Wärmeversorgung in Richtung Klimaneutralität entwickeln kann. Dabei wird auch eine Reduzierung des Wärmebedarfs der Gebäude prognostiziert.

5. **Maßnahmenprogramm (siehe Kapitel 7):**

Es werden konkrete Handlungsoptionen vorgestellt, mit denen die Kommune das Ziel einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung erreichen kann. Dieses Kapitel enthält konkrete Maßnahmen und Empfehlungen.

6. **Beteiligung der Öffentlichkeit (siehe Kapitel 8):**

Zum Ende wird ausgeführt wie verschiedene Akteure in den Bearbeitungsprozess der kommunalen Wärmeplan eingebunden wurden und welche Informationsformate für die Öffentlichkeit angeboten wurden.

Schließlich fasst ein Fazit die zentralen Befunde der kommunalen Wärmeplanung zusammen. Im Anhang finden sich zusätzlich Steckbriefe zu einzelnen Eignungsgebieten und Maßnahmen sowie Antworten auf häufige Fragen zu den Ergebnissen und zur Methodik.

2 BEGRIFFSDEFINITIONEN

2.1 KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG

Gemäß §10 Absatz 1 des Energiewende- und Klimaschutzgesetz Schleswig-Holstein (EWKG) sind Gemeinden als planungsverantwortliche Stelle „verpflichtet, einen Wärmeplan nach Maßgabe des Wärmeplanungsgesetzes [...] zu erstellen und fortzuschreiben“.

Die kommunale Wärmeplanung gemäß Wärmeplanungsgesetz (WPG) ist ein strategisches Instrument zur langfristigen und nachhaltigen Gestaltung der Wärmeversorgung in Städten und Gemeinden. Ziel ist es, eine effiziente, klimafreundliche und wirtschaftliche Wärmeversorgung sicherzustellen. Dabei werden bestehende und zukünftige Wärmebedarfe analysiert, Potenziale erneuerbarer Energien und Abwärmenutzung bewertet sowie geeignete Infrastrukturmaßnahmen identifiziert. Die Wärmeplanung soll Kommunen eine fundierte Entscheidungsgrundlage bieten, um fossile Brennstoffe schrittweise zu ersetzen und die Wärmewende im Einklang mit den Klimaschutzzielen vorantreiben.

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 auf der Ebene der Wärmeplanung 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.

Alternativ zu einem freiwilligen Anschluss kann die Kommune auch einen Anschluss- und Benutzungszwang (ABZ) für einzelne Gebiete aussprechen. Dies ist ein Instrument das Kommunen ermöglicht, die Nutzung von Fernwärme für Gebäude in bestimmten Gebieten verbindlich vorzuschreiben. Ziel dieses Zwangs ist es, eine flächendeckende und effiziente Wärmeversorgung zu gewährleisten, die auf erneuerbaren Energien und hocheffizienten Technologien basiert. Für den Anschlussnehmer bietet ein ABZ und somit eine hohe Anschlussquote den Vorteil geringerer Netzkosten und somit auch einer steigenden Wirtschaftlichkeit. Außerdem sinkt der relative Wärmeverlust der Leitungen bezogen auf die genutzte Wärme, je mehr Gebäude in einem Netzgebiet versorgt werden. Weitere Vor- und Nachteile sind in Kapitel 5 zu finden. Durch die Verpflichtung, an das Fernwärmenetz angeschlossen zu werden und dieses zu nutzen, sollen die Treibhausgasemissionen reduziert, die Energieeffizienz gesteigert und die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen verringert werden.

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 Gemeinde.

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 zeigt, dass eine große Anzahl von Gebäuden entweder bereits optimiert wurde oder sich im Sanierungsprozess befindet, um moderne Effizienzstandards zu erreichen oder sogar zu übertreffen. Dies führt nicht nur zu einem geringeren Energieverbrauch und reduzierten CO₂-Emissionen, sondern steigert auch den Wohnkomfort sowie die Lebensqualität in den sanierten Objekten.

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.

Tatsächlich liegen bisher wenig Zahlen zum tatsächlichen Sanierungsstand oder der Sanierungsquote im Untersuchungsgebiet vor, und somit müssen Annahmen auf Basis von

typischen Zahlen zu bisher umgesetzten Sanierungsmaßnahmen sowie der zukünftigen Entwicklung getroffen werden.

Im Projekt wird die Sanierungsrate mit 2 % angesetzt, um den dringend notwendigen Beitrag zur Wärmewende zu leisten und den Klimawandel effektiv zu bekämpfen. Obwohl die Wohnungswirtschaft diese Rate als ambitioniert betrachtet, ist sie notwendig, um die CO₂-Emissionen im Gebäudesektor signifikant zu reduzieren. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen Kommunen aktiv werden und Informationsveranstaltungen sowie gezielte Maßnahmen anbieten, die Eigentümer und Mieter motivieren und unterstützen. Die Motivation für die Sanierung ist hoch, doch es bedarf gemeinsamer Anstrengungen, um diese Rate zu erreichen und langfristig den Klimaschutz sicherzustellen.

2.5 DIGITALER ZWILLING

Der Begriff "digitaler Zwilling" bezeichnet in der kommunalen Wärmeplanung ein virtuelles Abbild einer Gemeinde oder Stadt. Dabei handelt es sich um eine digitale, kartographische Darstellung, die vielfältige Informationen über die Kommune erfasst, speichert und verarbeitet. Diese umfassen in diesem Fall Daten zu Energieverbräuchen, Energieerzeugungsstrukturen, Gebäuden, Netzen, zukünftigen Neubaugebieten und weiteren relevanten Aspekten. Ziel des digitalen Zwillings ist es, ein tiefergehendes Verständnis der Kommune zu ermöglichen, indem er als Grundlage für Datenanalysen, Prognosen und fundierte Entscheidungen dient.

Die Arbeit mit einem digitalen Zwilling 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.

2.6 BAUBLOCKEBENE

Die Baublockebene ist ein Begriff aus der Architektur und Stadtplanung, der sich auf die horizontale Fläche eines Gebäudeblocks bezieht. Die Aggregation von Gebäuden in der Baublockebene bezieht sich auf das Zusammenfassen mehrerer Gebäude innerhalb eines definierten städtischen Blocks. Diese Gebäude können unterschiedliche Nutzungen haben, wie Wohnen, Arbeiten oder Gewerbe, und sind durch gemeinsame Infrastruktur und Freiflächen miteinander verbunden. Diese Anordnung ermöglicht eine effiziente, datenschutzkonforme Erfassung des Raums.

2.7 PRIMÄRENERGIE

Primärenergie bezieht sich auf die Energie, die in ihrer natürlichen Form in Energieträgern wie Erdgas, Erdöl, Biomasse oder der Sonne enthalten ist. Diese Energie wird noch nicht weiterverarbeitet und dient als Ausgangspunkt für die Gewinnung von nutzbarer Energie, wie Wärme. In der Wärmeversorgung wird Primärenergie in Heizkraftwerken oder anderen Anlagen

in Wärme umgewandelt, die dann über Fern- oder Nahwärmenetze an die Endverbraucher*innen verteilt wird.

2.8 POTENZIAL

2.8.1 THEORETISCHES POTENZIAL

Das theoretische Potenzial bezeichnet die in einer Region physikalisch vorhandene, prinzipiell nutzbare Energie, etwa die gesamte solare Strahlungsenergie oder die potenzielle Windenergie auf einer definierten Fläche innerhalb eines bestimmten Zeitraums unter idealen Bedingungen.

2.8.2 TECHNISCHES POTENZIAL

Das theoretische Potenzial wird durch die Berücksichtigung der rechtlichen Rahmenbedingungen sowie der verfügbaren technologischen Möglichkeiten eingeschränkt. In diesem Zusammenhang ist das technische Potenzial als die maximal erreichbare Obergrenze zu verstehen. Es kann eine Differenzierung erfolgen in:

- *Geeignetes Potenzial* (Anwendung weicher und harter Restriktionen): Natur- und Artenschutz wird grundsätzlich ein „politischer Vorrang“ eingeräumt, weshalb sich die verfügbare Fläche zur Nutzung von erneuerbaren Energien verringert.
- *Bedingt geeignetes Potenzial* (nur Anwendung harter Restriktionen): Dem Gebietsschutz wird der gleiche oder ein geringerer Wert eingeräumt 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.

2.8.3 WIRTSCHAFTLICHES POTENZIAL

Das technische Potenzial wird durch die Berücksichtigung wirtschaftlicher Aspekte weiter eingeschränkt. In die Bewertung des wirtschaftlichen Potenzials fließen dabei insbesondere Investitions-, Erschließungs- und Betriebskosten sowie potenziell erzielbare Energiepreise ein.

2.8.4 ERSCHLIEßBARES POTENZIAL

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

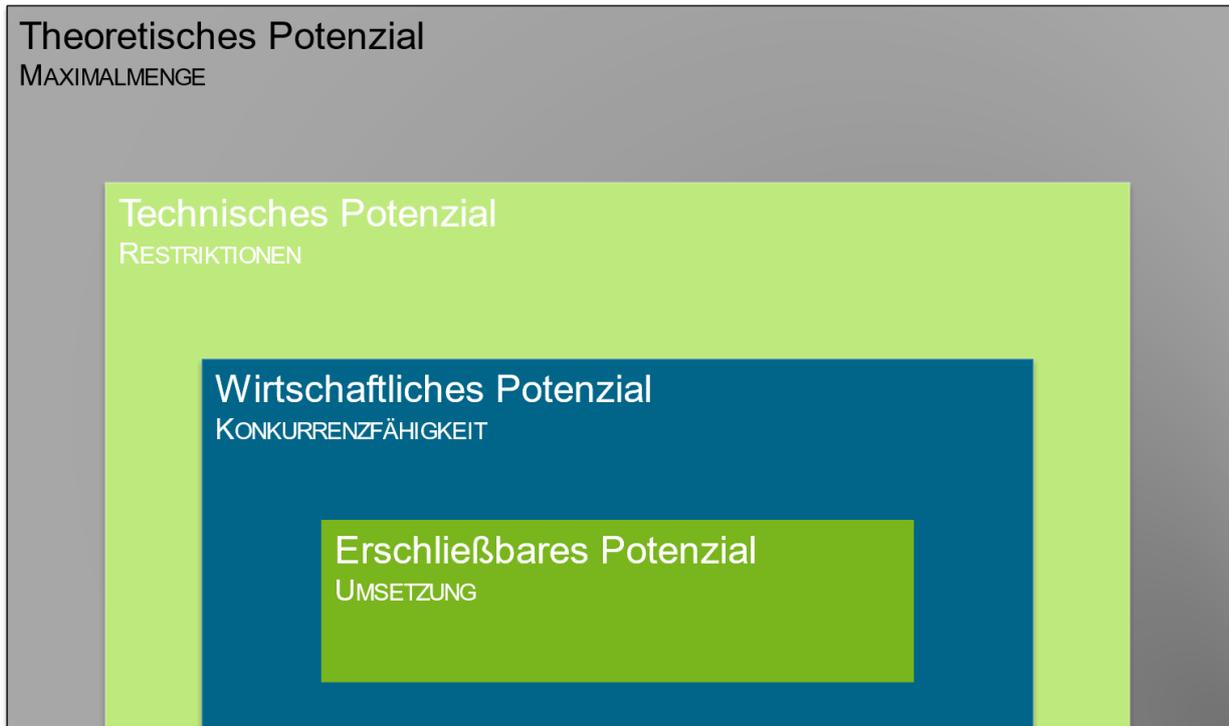


Abbildung 2-1: Potenzialpyramide

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.

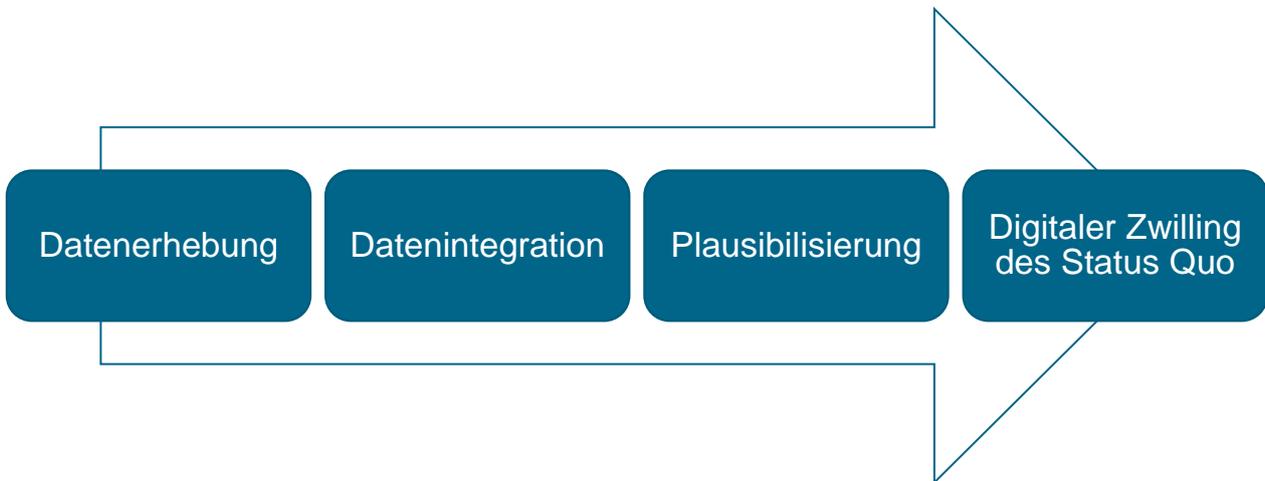


Abbildung 3-1: Vorgehen bei der Bestandsanalyse

3.1 ORTSBILD LECK

Die Gemeinde Leck liegt im äußersten Norden Schleswig-Holsteins, direkt an der dänischen Grenze, und erstreckt sich von der sandigen Lecker Geest in das südwestlich anschließende Marschland. Auf 2.979 Hektar entfaltet sich dieses Übergangsgebiet, das sowohl bewaldete Geestflächen als auch ertragreiche Marschböden umfasst. Im zentralörtlichen System des Landes Schleswig-Holstein ist Leck als Unterzentrum klassifiziert und fungiert als wirtschaftliches Herz der Karrharde im Amt Südtondern. Insgesamt leben in Leck, inklusive Klintum und Osterschnatebüll, 7.990 Einwohner (Stand 01.10.2023).

Wirtschaftlich ist Leck durch eine ausgewogene Mischung aus Handel, Handwerk und Landwirtschaft geprägt. Hinzu kommt die Präsenz der Bundeswehr in Stadum/Leck. Ein breites Versorgungs- und Dienstleistungsangebot deckt nicht nur den lokalen Bedarf, sondern versorgt auch umliegende Gemeinden. Zahlreiche mittelständische Gewerbe- und Dienstleistungsbetriebe bestimmen das Bild. Auf dem Gelände des stillgelegten Militärflugplatzes sind bereits Planungen für ein neues Wohngebiet, den Businesspark Südtondern sowie einen Datacenter angelaufen, die künftig zusätzliche Gewerbeflächen und Wohnraum schaffen sollen.

Verkehrlich profitiert Leck von seiner Lage an der Bundesstraße 199, die Niebüll und Flensburg verbindet. Die Nordsee ist nur 20 Kilometer entfernt, die Ostsee bei Flensburg etwa 30 Kilometer und die dänische Grenze ebenfalls circa 20 Kilometer. Ein Schnellbus zwischen Niebüll und Flensburg bedient mehrere Haltestellen im Ortsgebiet, während der Bürgerbus von Ladelund bis Klintum verkehrt. Ein dichtes Netz an ausgebauten Radwegen rundet die nachhaltige Anbindung ab.

Als staatlich anerkannter Luftkurort präsentiert sich Leck in einer reizvollen Landschaft. Bereits 1231 erstmals erwähnt, wirbt die Gemeinde als „grünes Herz Nordfrieslands“. Der 1.000 Hektar große Langenberger Forst – größter Landesforst im Landesteil Schleswig – zieht Erholungssuchende an. Für sportliche Aktivitäten stehen großzügige Anlagen, ein Erlebnisbad, Tennishallen, eine Reithalle und ein Stadion zur Verfügung. Kulturangebote wie Open-Air-Konzerte und das Lecker Bürgerfest beleben das Ortsleben. Die Nordsee Akademie als Bildungsstätte mit überregionalem und internationalem Fortbildungsangebot rundet das Profil ab und festigt Lecks Funktion als zentraler Bildungsstandort in der Region.

3.2 DATENERHEBUNG

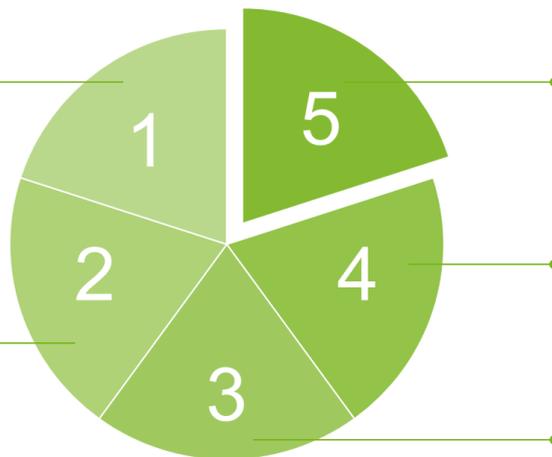
Zu Beginn der Bestandsanalyse erfolgte die systematische Erfassung von Verbrauchsdaten für Wärme, einschließlich Gas- und Stromverbrauch speziell für Heizzwecke. Anfragen zur Bereitstellung von Auszügen der elektronischen Kherbücher wurden an die zuständigen Bezirksschornsteinfeger gerichtet und im Rahmen 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:

Kommune

- Planungskarten
- Abwassernetze
- Flächennutzungspläne
- Neubaugebiete
- Infrastruktur und Realverbräuche aller öffentlicher Liegenschaften

IPP ESN

- Wärmekataster
- Baublockdatensatz des Zensus 2022
- ALKIS-Daten
- Energiepotenziale
- Lastprofile
- Schätzwerte



Schornsteinfeger

- Heizsysteme
- Brennstoffe
- Heizungsalter

Energieversorger

- Energieverbräuche
- Netzdaten
- Heizzentralen & BHKWs

Gewerbe

- Energieverbräuche
- Erzeugungsdaten
- Abwärmedaten

Abbildung 3-2: Daten für die Wärmeplanung

Die bereitgestellten Daten wurden durch energietechnische Modelle, Statistiken und Kennzahlen ergänzt. Im Anschluss hat eine Plausibilisierung der Daten im digitalen Zwilling mit den bereitgestellten Daten stattgefunden.

3.3 GEBÄUDEBESTAND

Durch die Zusammenführung von offenem Kartenmaterial sowie dem amtlichen Liegenschaftskataster ergeben sich 3.356 analysierte Gebäude im Projektgebiet.

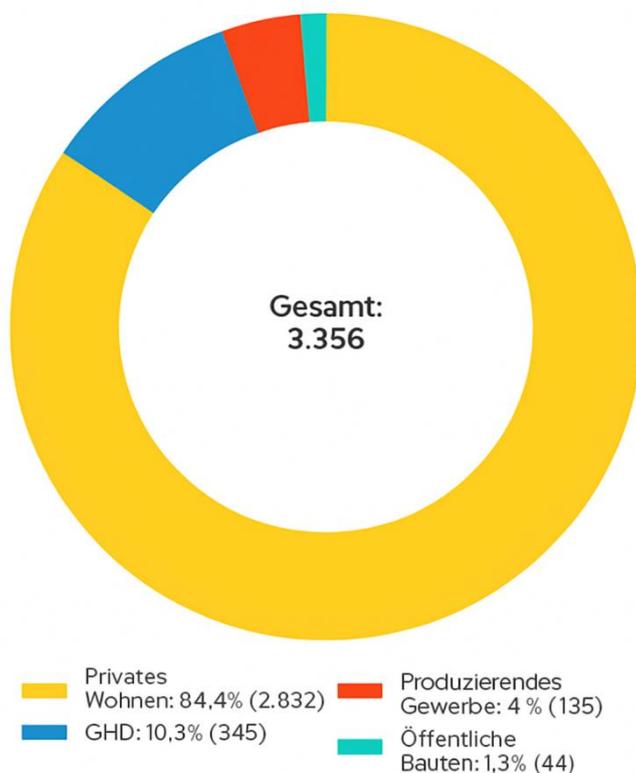


Abbildung 3-3: Gebäudeanzahl nach Sektor im Projektgebiet

Wie in Abbildung 3-3 zu sehen, besteht der überwiegende Anteil der Gebäude aus Wohngebäuden, gefolgt von Gewerbe/Handel/Dienstleistungen (GHD), produzierendem Gewerbe und öffentlichen Gebäuden. 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 66,8 % der Gebäude vor 1979 errichtet wurden und damit bevor die erste Wärmeschutzverordnung mit ihren Anforderungen an die Wärmedämmung in Kraft trat. Die Einteilung der Baualtersklassen beruht auf Zensus-Daten, die im Jahr 2022 erhoben wurden. Diese sind überwiegend nur für

Wohngebäude verfügbar, weshalb die Anzahl der Gebäude mit bekannter Baualtersklasse von der Gesamtzahl der Gebäude abweicht.

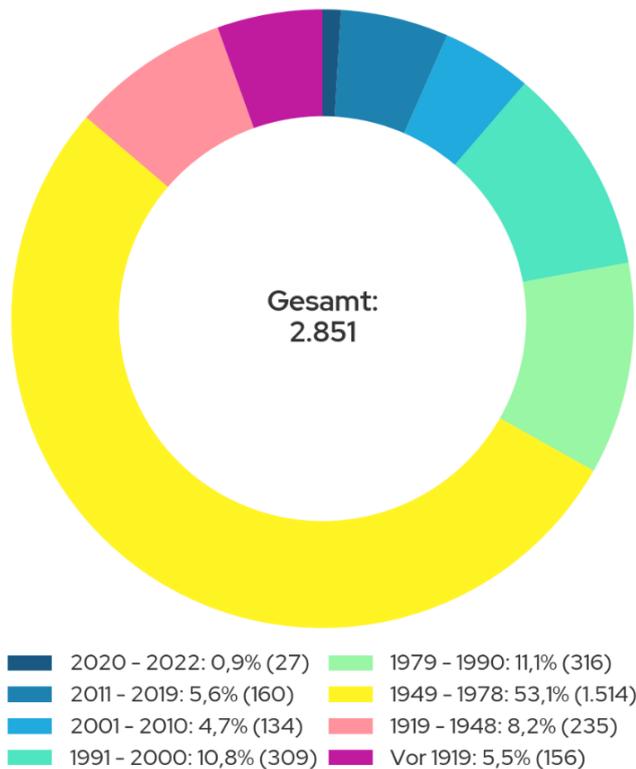


Abbildung 3-4: Gebäudeverteilung nach Baualtersklassen im Projektgebiet

Insbesondere Gebäude, die zwischen 1949 und 1978 erbaut wurden, stellen mit ca. 53 % den größten Anteil am Gebäudebestand mit bekanntem Baualter 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. Dabei ist jeder Baublock entsprechend der dominierenden Baualtersklasse im Baublock eingefärbt.

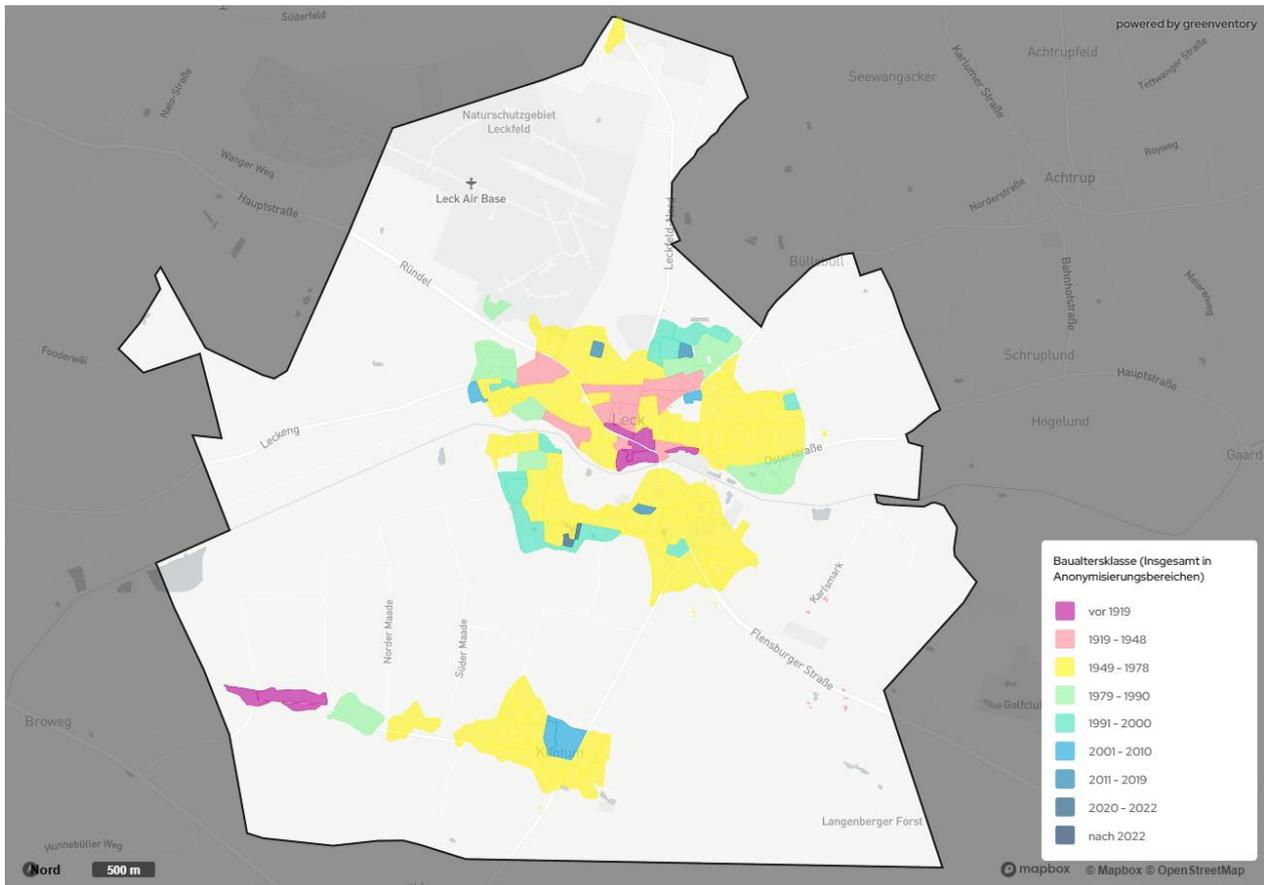


Abbildung 3-5: Verteilung der Baualtersklassen für Gebäude

Es wird deutlich, dass Gebäude, die vor 1948 erbaut wurden, hauptsächlich im Gemeindezentrum von Leck angesiedelt sind. Hingegen wurden jüngere Bauten eher in den Außenbereichen der Gemeinde errichtet. Die Identifizierung von Fokusgebieten Gebäudesanierung 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 (dezentrale) 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. Die Energieeffizienzklassen gemäß dem Gebäudeenergiegesetz (GEG) geben an, wie energieeffizient ein Gebäude ist und wie hoch der relative Energiebedarf bezogen auf die genutzte Fläche zur Beheizung, Kühlung, Lüftung und Warmwasserbereitung ist. Ein großer Teil der Gebäude befindet sich im unteren Mittelfeld (Klasse D-F) der Energieeffizienz (siehe Abbildung 3-6). Jedoch sind mehr als 26 % den Effizienzklassen G und H zuzuordnen, was unsanierten oder nur sehr wenig sanierten Altbauten entspricht. 35,5 % 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.

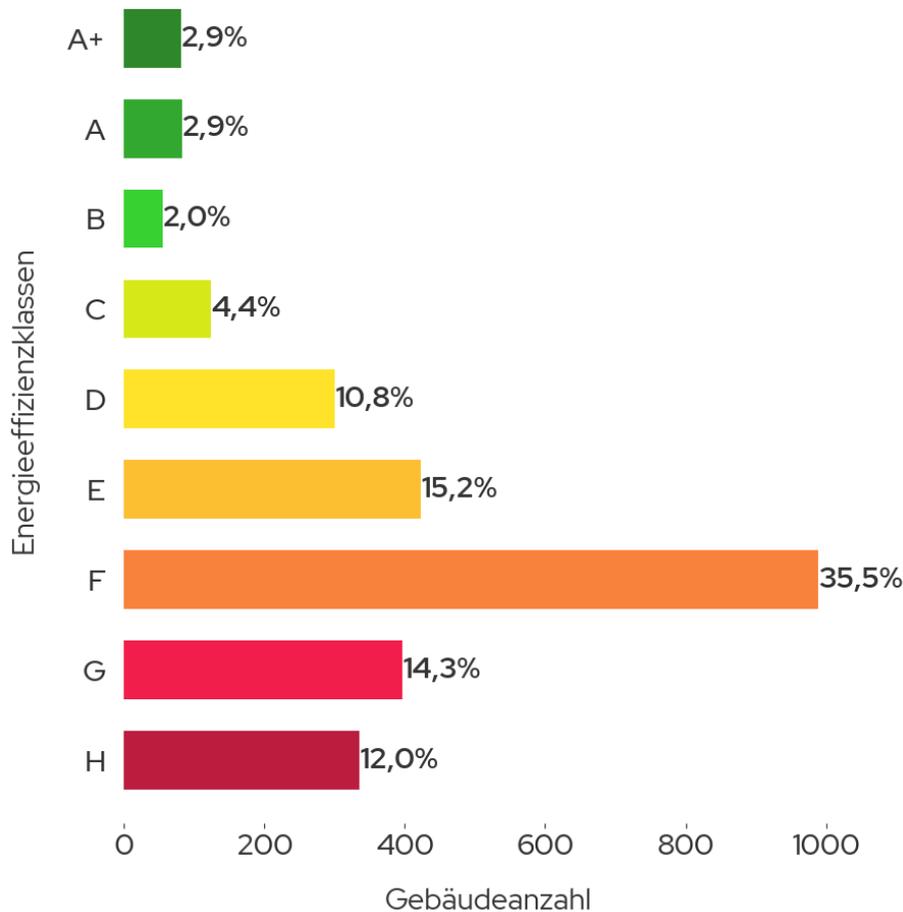


Abbildung 3-6: Gebäudeverteilung nach GEG-Effizienzklassen (Verbrauchswerte)

3.4 WÄRMEBEDARFE

Die Bestimmung des Wärmebedarfs erfolgte für die leitungsgebundenen Heizsysteme (Gas, Wärmenetz, Strom für Wärmepumpen und Nachtspeicherheizungen) über die aggregierten Verbrauchsdaten (Endenergieverbräuche). Mit den Wirkungsgraden der verschiedenen Heiztechnologien konnte so der Wärmebedarf (Nutzenergie) ermittelt werden. Bei nicht-leitungsgebundenen Heizsystemen (Öl, Holz, Kohle, Flüssiggas) 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. 28,4 % (vgl. Abbildung 3-10)

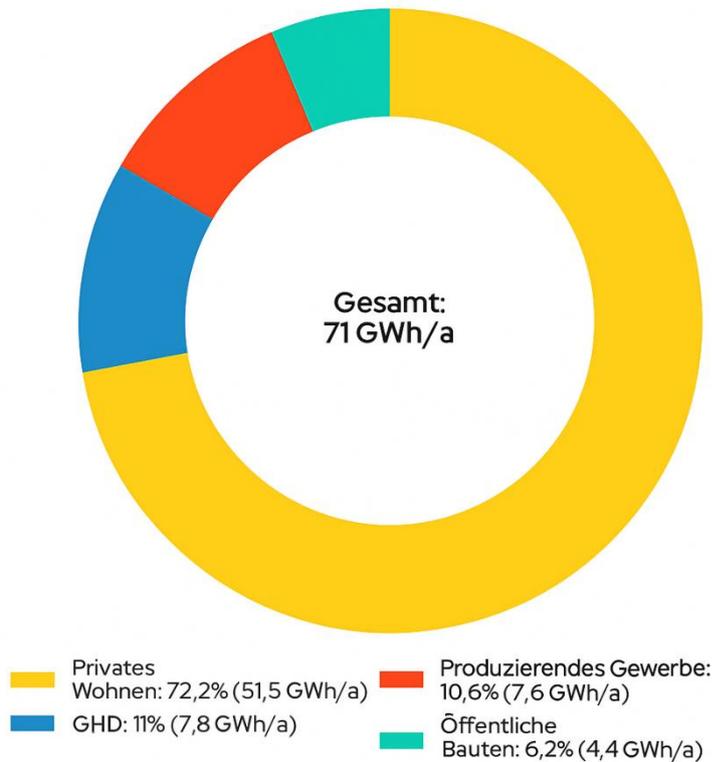


Abbildung 3-7: Wärmebedarf nach Sektor

Aktuell beträgt der Wärmebedarf in Leck 71 GWh jährlich (siehe Abbildung 3-7). Mit 72,2 % ist der Wohnsektor anteilig am stärksten vertreten, während auf den Sektor des produzierenden Gewerbes 10,6 % des Gesamtwärmebedarfs entfällt. Auf den Gewerbe-, Handel- und Dienstleistungssektor (GHD) entfällt ein Anteil von 11 % des Wärmebedarfs und auf die öffentlich genutzten Gebäude, die unter anderem kommunale Liegenschaften beinhalten, entfallen 6,2 %.

Vergleicht man Abbildung 3-3 und Abbildung 3-7 wird deutlich, dass, obwohl nur ein geringer Anteil der Gebäude den öffentlichen Gebäuden zugeordnet wird (1,3 % der Gebäude), diese Gebäude 6,2 % 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 absoluten Wärmebedarfe auf Baublockebene ist in Abbildung 3-8 dargestellt.

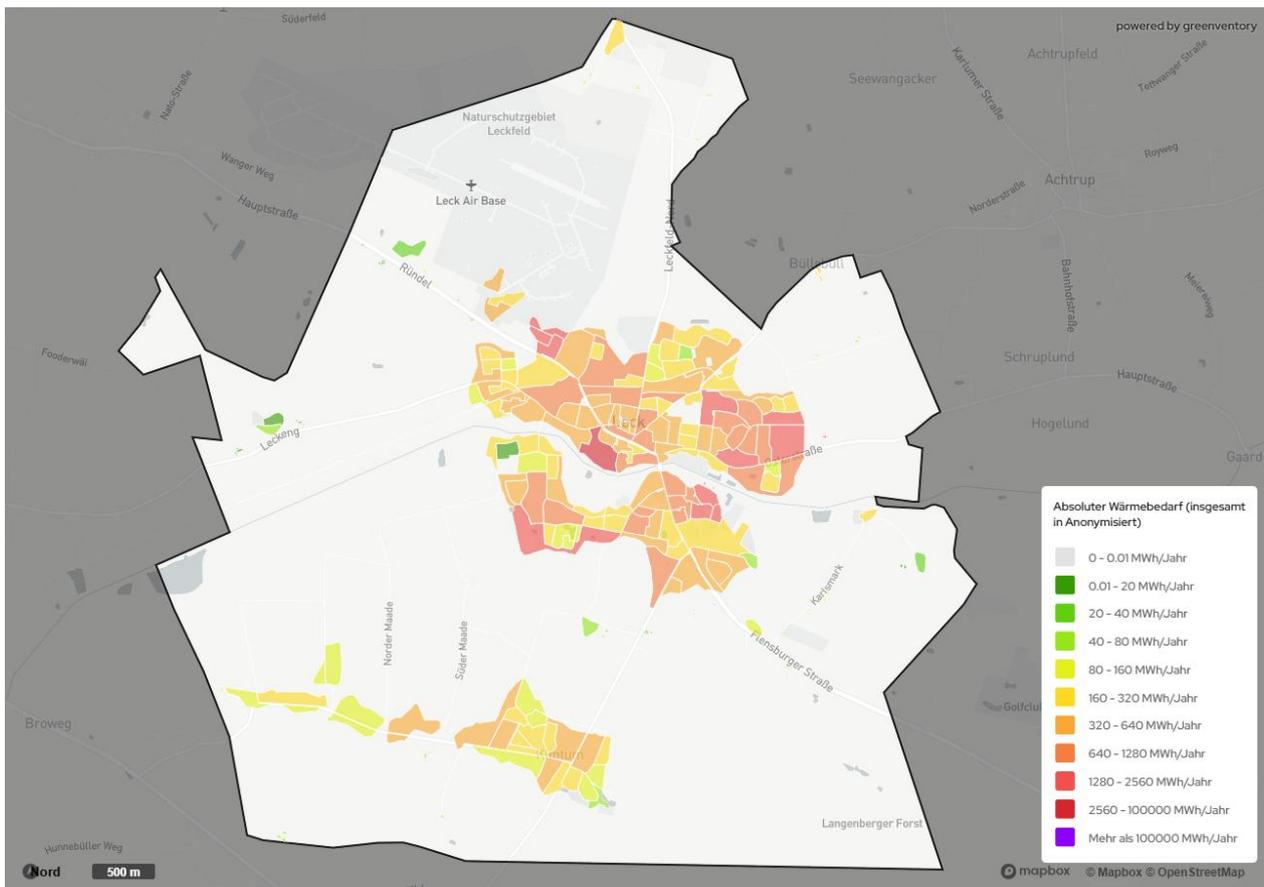


Abbildung 3-8: Verteilung der Wärmebedarfe je Baublock

3.5 ANALYSE DER DEZENTRALEN WÄRMEERZEUGER

Als Datengrundlage dienen die elektronischen Kkehrbücher der Bezirksschornsteinfeger, die Informationen zum verwendeten Brennstoff sowie zur Art und zum Alter der jeweiligen Feuerungsanlage enthalten. Insgesamt können aus den Kkehrbüchern Daten zu 3.357 Heizsystemen entnommen werden. Diese Zahl der Heizsysteme ist größer als die Anzahl der zentralen Heizsysteme (2.215), da einige Gebäude über mehrere Heizsysteme verfügen, wie z.B. über eine Gas-Zentralheizung und einen Kamin-Holzofen. Durch Wärmepumpen versorgte Objekte werden über Angaben zu Heizstromverbrauchswerten und Angaben in Zensus-Daten 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 Auswertung der elektronischen Kkehrbücher ergibt 2.170 fossil betriebene Zentralheizungen.

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:

- Ca. ein Drittel aller fossilen Heizsysteme überschreiten bereits die Altersgrenze von 20 Jahren.
- Bei etwa jeder zehnten Anlage ist sogar die 30-Jahre-Marke überschritten, was insbesondere vor dem Hintergrund des § 72 GEG relevant ist.

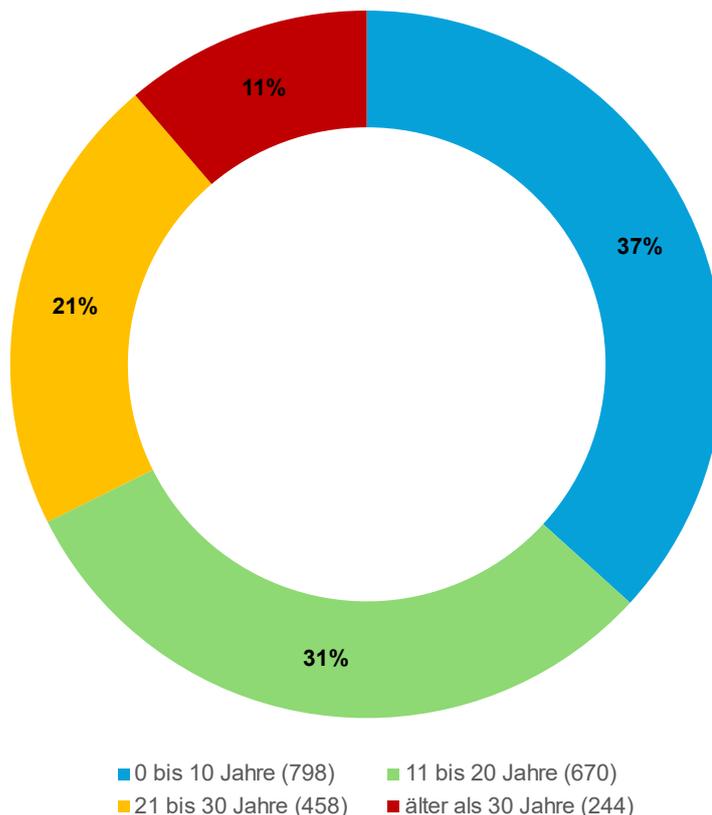


Abbildung 3-9: Anzahl der fossilen Heizsysteme (Erdgas, Flüssiggas und Erdöl) nach Alter

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 Flüssiggasbrennstoffeuerung 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*innen zukommt. Dies betrifft v. a. den Fall des 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.

3.6 EINGESETZTE ENERGIETRÄGER

Für die Bereitstellung der Wärme in den Gebäuden werden 82 GWh Endenergie pro Jahr benötigt. Die Zusammensetzung der Energiebereitstellung verdeutlicht die Dominanz fossiler Brennstoffe im aktuellen Energiemix (siehe Abbildung 3-10). Erdgas trägt mit ca. 39,7 GWh/a (ca. 49 %) maßgeblich zur Wärmeerzeugung bei, ein weiterer großer Anteil ist Heizöl mit 16,6 GWh/a (20,3 %). Es werden bereits ca. 21,7 % des Endenergiebedarfs durch Nah- oder Fernwärme gedeckt (17,7 GWh/a). Biomasse trägt mit 0,5 GWh/a (ca. 0,6 %) zum erneuerbaren Anteil der Wärmeversorgung bei. Unter Biomasse fallen Holz und Holzprodukte (Holzhackschnitzel, Pellets etc.), forst- und landwirtschaftliche Reststoffe (Stroh, Reste aus Holzverarbeitung etc.), Biogener Abfall (Biomüll, Gartenabfälle etc.), sowie Biogas und dessen aufbereitete Form Biomethan. Dabei machen Holz und Holzprodukte i.d.R. den wesentlichen Anteil der für die dezentrale Wärmegegewinnung genutzten Biomasse aus. Ein weiterer Anteil von 1 GWh/a (1,2 %) 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.

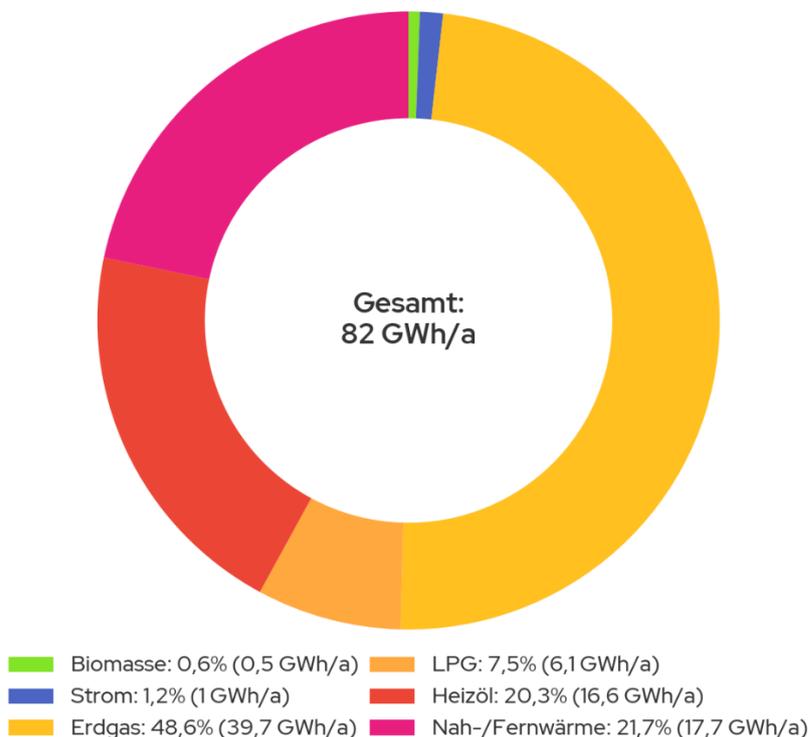


Abbildung 3-10: Energiebedarf nach Energieträger

Bei einem Vergleich der Zahlen in Abbildung 3-7 und Abbildung 3-10 fällt auf, dass es einen Unterschied zwischen Wärmebedarf und Endenergiebedarf gibt. Dies ist darauf zurückzuführen, dass in der Umrechnung von Energieträger auf Wärmebedarf ein Wirkungsgrad der Heizung berücksichtigt werden muss, d. h. es muss mehr Energie aufgewendet werden als tatsächlich zum Heizen verwendet wird, weil ein Teil als Verlust z.B. über den Schornstein an die Umgebung

abgeführt wird. Dieser Wirkungsgrad ist bei nahezu allen Energieträgern zu berücksichtigen. Bei der Fernwärme wird die gelieferte Wärme bilanziert, weshalb der Wirkungsgrad des Heizwerkes nicht zu berücksichtigen ist, 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 wird der eingesetzte Strom eins zu eins in Wärme umgewandelt.

3.7 GASINFRASTRUKTUR

Im Projektgebiet ist die Gasinfrastruktur flächendeckend etabliert (siehe Abbildung 3-11). Dies ist die Grundlage für die in Kapitel 3.6 beschriebene Dominanz von Erdgas als Energieträger.

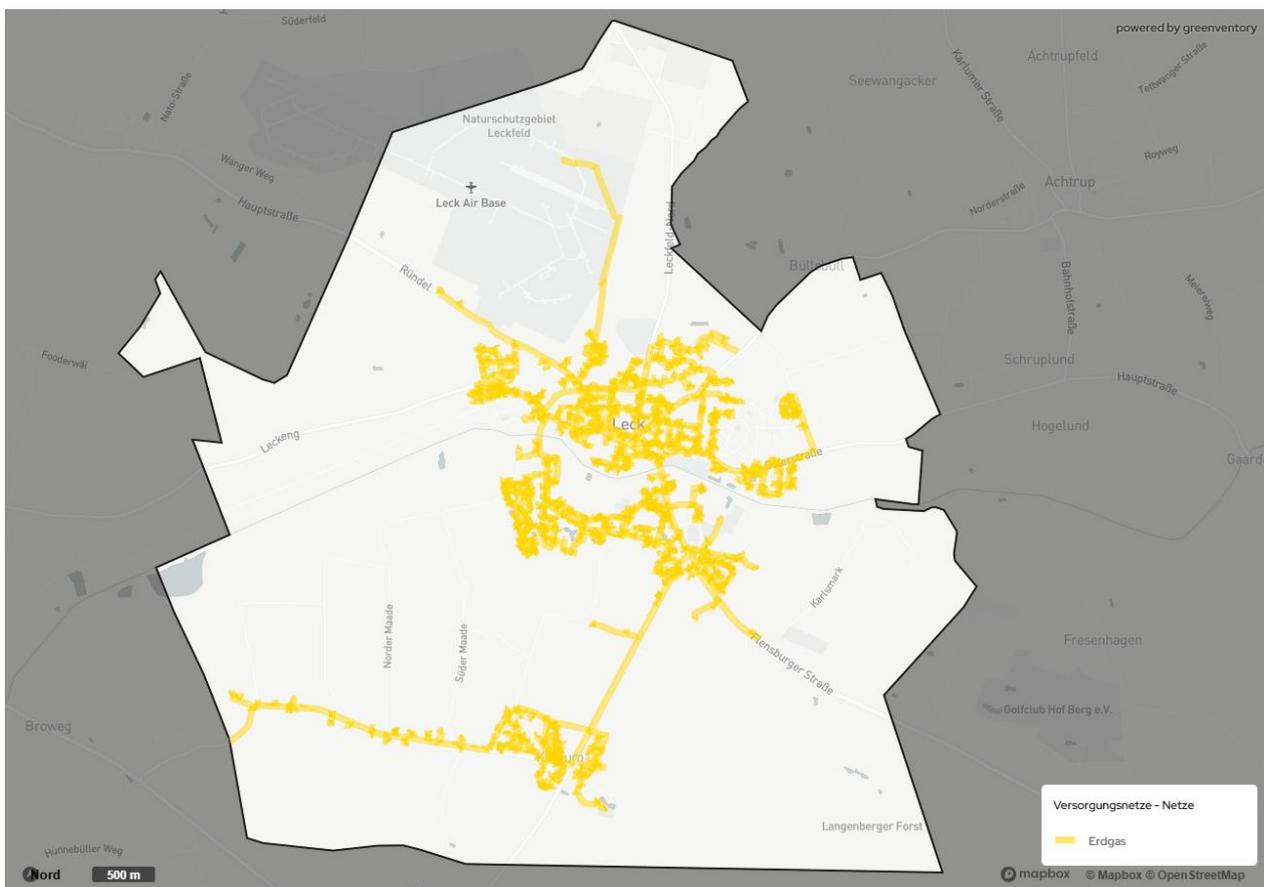


Abbildung 3-11: Gasnetzinfrastruktur im Projektgebiet

Das Erdgasverteilnetz auf Mittel- und Niederdruckebene wird seine Rolle als dominierendes Energieverteilnetz noch einige Jahre aufrechterhalten, jedoch langfristig an Bedeutung verlieren, da der Anteil erneuerbarer Energien in der Wärmeerzeugung steigt. Dies wird langfristig dazu führen, dass nach und nach Leitungsstränge stillgelegt werden.

Die Kund*innen müssen jedoch nicht um die Erdgasversorgung bangen – Energieversorgungsunternehmen müssen Endkund*innen in Gemeindegebieten in denen sie Energieversorgungsnetze betreiben nach §18 Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) mit Gas versorgen und können ordnungsgemäß zahlenden Kund*innen den Liefervertrag nicht einseitig kündigen. Diese Versorgungspflicht entfällt nur, wenn die Anschlussnutzung für den Betreiber aus wirtschaftlichen Gründen nicht zumutbar ist. Dies ist derzeit jedoch schwer darzulegen, da die Kosten für den Netzbetrieb über die Netzentgelte auf die Kund*innen umgelegt werden.

Vielmehr ist anzunehmen, dass die Kund*innen das Gasnetz nach und nach freiwillig verlassen, um die vorgeschriebenen erneuerbaren Anteile zu erfüllen. Die VDI 2067 gibt eine rechnerische Nutzungsdauer von 20 Jahren für Erdgasheizungen an. Die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) unterstützt den Austausch fossiler Heizungen, die älter als 20 Jahre alt sind, mit einem zusätzlich „Klimageschwindigkeitsbonus“. Daher ist zu erwarten, dass die meisten Heizungen ausgetauscht werden, wenn sie zwischen 20 und 25 Jahren alt sind.

3.8 WÄRMENETZ

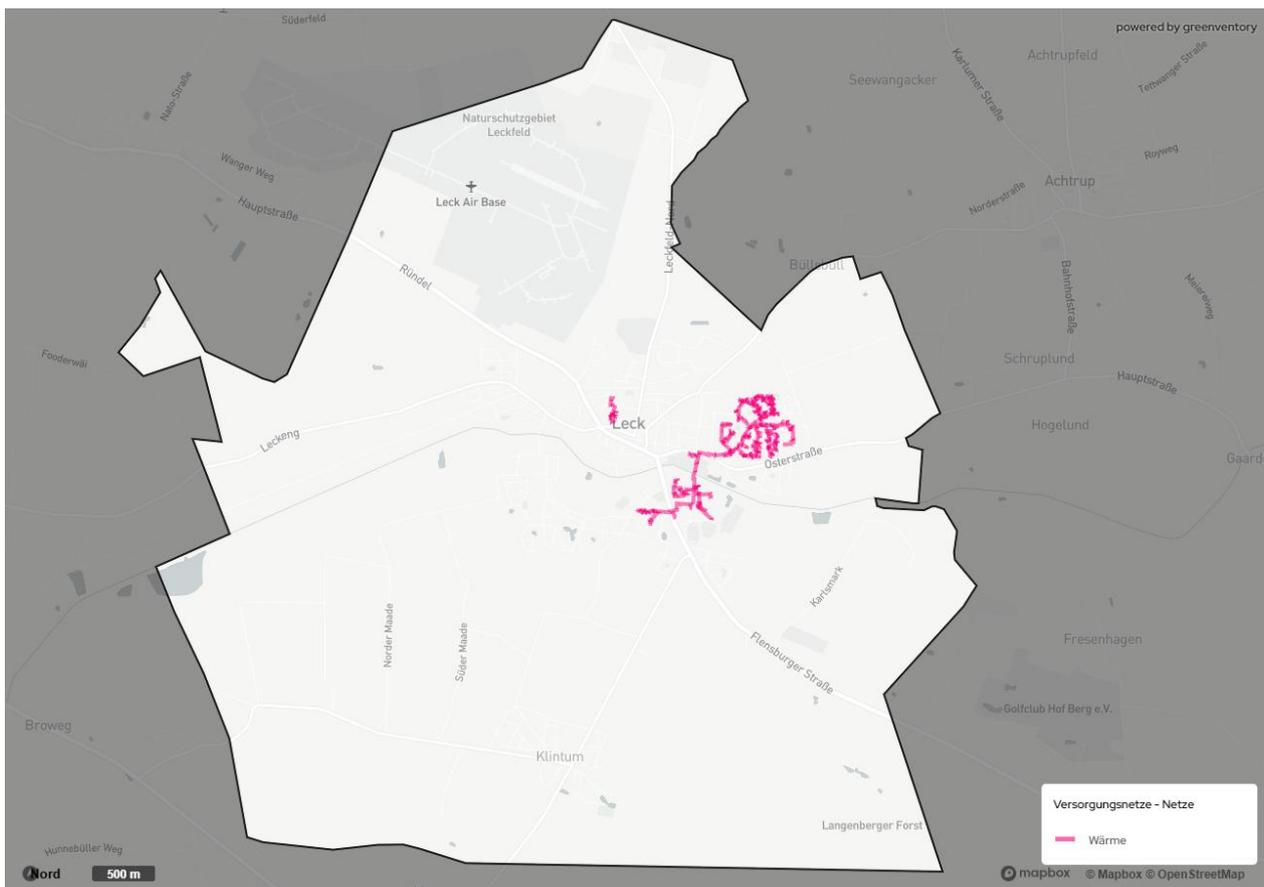


Abbildung 3-12: Wärmenetzinfrastruktur im Projektgebiet

Aktuell bestehen zwei Wärmenetze in Leck, welche bereits einen erheblichen Anteil der Gebäude der Gemeinde (266 Gebäude) versorgen. Dies entspricht etwa 8 % der Gebäude.

Die Netze werden durch die Stadtwerke Nordfriesland betrieben. Zur Wärmeherzeugung werden derzeit in beiden Netzen ein Biogas-BHKW in Kombination mit einem Erdgas-Kessel als Spitzenlastherzeuger genutzt.

3.9 KÄLTEBEDARF

In diesem Bericht wird primär die Wärmeversorgung behandelt, da der Kältebedarf, insbesondere im Wohngebäudesektor Norddeutschlands, von nachrangiger Bedeutung ist. In Bestandsgebäuden lässt sich eine Wohnraumkühlung ohne umfassende Anpassungen an Heizflächen und Belüftungstechnik technisch kaum realisieren. Im Industriebereich sowie in speziellen Gebäuden, wie Rechenzentren oder Kliniken, besteht jedoch teilweise ein signifikanter

Kühlbedarf. Dieser wird durch separate Anfragen an die jeweiligen Betriebe erfasst und gegebenenfalls als potenzielle Abwärmequelle berücksichtigt. Eine zentrale Bereitstellung von Kälte ist nicht vorgesehen. Gebäude, die dezentral über eine Wärmepumpe beheizt werden, können diese im Sommer zur Kühlung nutzen, sofern die Heizflächen dafür geeignet sind.

3.10 TREIBHAUSGASEMISSIONEN DER WÄRMEERZEUGUNG

In Leck betragen die gesamten Treibhausgasemissionen im Wärmebereich aktuell 18.449 Tonnen pro Jahr. Sie entfallen zu ca. 73 % auf den Wohnsektor, zu 11,2 % auf den Sektor produzierendes Gewerbe, zu 10,7 % auf den Gewerbe- Handels und Dienstleistungssektor (GHD), und zu 5,1 % 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.

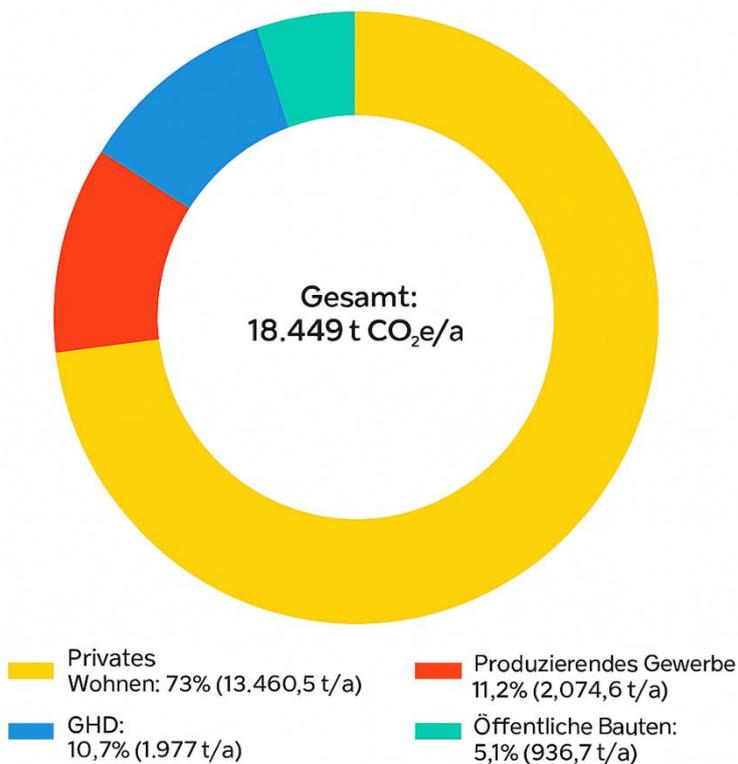


Abbildung 3-13: Treibhausgasemissionen nach Sektoren im Projektgebiet

Erdgas ist mit 46,5 % der Hauptverursacher der Treibhausgasemissionen, gefolgt von Heizöl mit 26,3 %. Unter Berücksichtigung der Treibhausgasemissionen aus Flüssiggas (8,2 %) stammen im Projektgebiet fast 73 % der Emissionen im Wärmesektor aus fossilen Energieressourcen. Der Anteil von Nah- und Fernwärme mit 16,3 % sowie von Strom ist mit 2,6 % deutlich geringer. Biomasse (<0,1 %) 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.

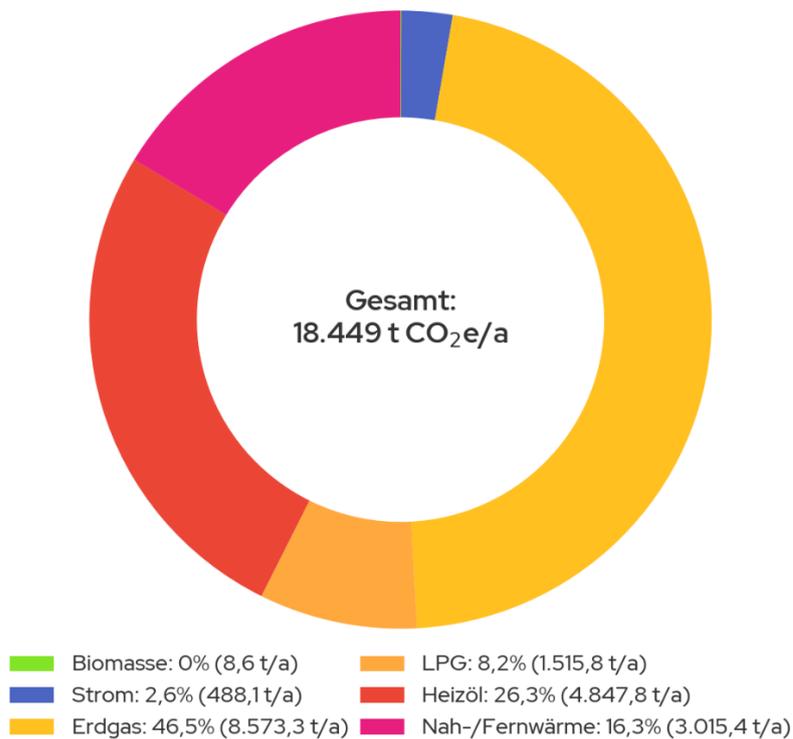


Abbildung 3-14: Treibhausgasemissionen nach Energieträger im Projektgebiet

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 CO₂ auch Luftschadstoffe 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 fester Biomasse werden die Treibhausgase nennenswert reduziert, die Luftschadstoffe jedoch nicht.

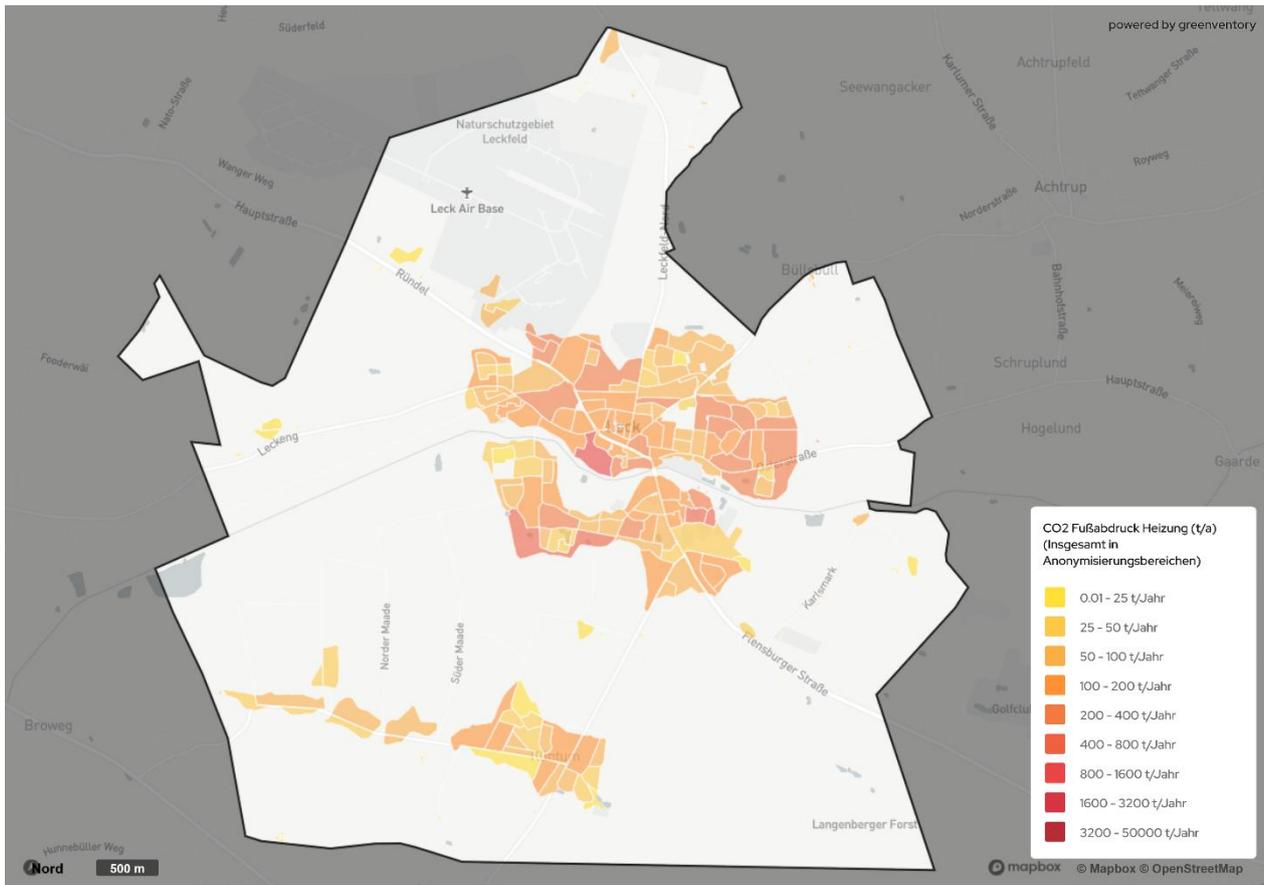


Abbildung 3-15: Verteilung der Treibhausgasemissionen im Projektgebiet

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 0,499 tCO₂/MWh auf zukünftig 0,015 tCO₂/MWh (Technikkatalog (Langreder et al. (Im Auftrag des BMWK), 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: Heizwertbezogene Emissionsfaktoren nach Energieträger (Technikkatalog (Langreder et al. (Im Auftrag des BMWK), 2024)

| ENERGIETRÄGER | EMISSIONSFAKTOREN (tCO ₂ /MWh) | | | |
|-------------------------|---|-------|-------|-------|
| | 2022 | 2030 | 2040 | 2045 |
| STROM | 0,499 | 0,110 | 0,025 | 0,015 |
| HEIZÖL | 0,310 | 0,310 | 0,310 | 0,310 |
| ERDGAS | 0,240 | 0,240 | 0,240 | 0,240 |
| STEINKOHLE | 0,400 | 0,400 | 0,400 | 0,400 |
| BIOGAS | 0,139 | 0,133 | 0,126 | 0,123 |
| BIOMASSE (HOLZ) | 0,020 | 0,020 | 0,020 | 0,020 |
| SOLARTHERMIE | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| ABWÄRME AUS VERBRENNUNG | 0,020 | 0,020 | 0,020 | 0,020 |
| PROZESSABWÄRME | 0,040 | 0,038 | 0,036 | 0,035 |

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. Der Gebäudebestand wird überwiegend von Wohngebäuden dominiert, wobei etwa zwei Drittel der Gebäude vor 1979 errichtet wurden. Vor allem die Altbauten bieten großes Potenzial für energetische Sanierungen, da sie häufig eine hohe Wärmedurchlässigkeit aufweisen und vor Einführung der ersten Wärmeschutzverordnung entstanden sind.

Leck verzeichnet derzeit einen jährlichen Wärmebedarf von rund 71 GWh, wobei 72,2 % dieses Bedarfs auf den Wohnsektor entfallen. Der Industriesektor (10,6 %), sowie der Gewerbe- und Dienstleistungssektor (11 %) tragen ebenfalls erheblich zum Wärmebedarf bei, während die öffentlichen Gebäude etwa 6 % des Bedarfs ausmachen. Die aktuelle Wärmeversorgung ist vor allem durch den fossilen Energieträger Erdgas geprägt, der mit ca. 50 % einen Großteil der benötigten Endenergie bereitstellt. Beachtlich ist, dass bereits 21,7 % des Energieverbrauchs durch Wärmenetze gedeckt werden. Heizöl spielt mit ca. 20,3 % ebenfalls noch eine Rolle, wohingegen erneuerbare Energien, wie Biomasse, nur einen geringen Anteil am Energiemix von etwa 0,6 % haben.

Die Treibhausgasemissionen im Wärmebereich belaufen sich derzeit auf etwa 18.500 Tonnen CO₂ pro Jahr. Hauptverursacher dieser Emissionen ist der Wohnsektor, der für rund 73 % der Emissionen verantwortlich ist. Erdgas trägt mit 46,5 % erheblich zur Emissionslast bei, gefolgt von Heizöl mit fast 26,3 %. Damit wird ein großer Teil der wärmebedingten Emissionen durch fossile Energieträger verursacht. Die Abkehr von Erdgas und Heizöl zugunsten erneuerbarer Energien und emissionsärmerer Technologien ist daher eine zentrale Herausforderung für die Klimaziele der Gemeinde.

Die wesentlichen Erkenntnisse sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst dargestellt.

Tabelle 3-2: Wesentliche Kennzahlen der Bestandsanalyse

| | |
|--|-----------------------------|
| GEBÄUDEBESTAND | 3.356 Gebäude |
| WÄRMEBEDARF | 71 GWh/a |
| ENDENERGIEBEDARF | 82 GWh/a |
| TREIBHAUSGASEMISSIONEN DER WÄRMEERZEUGUNG | 18.500 tCO ₂ e/a |

Ein ausgeprägtes Engagement und erste Erfahrungen mit der Implementierung von Fernwärmenetzen in Leck 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 auch konkrete Ansatzpunkte und Chancen für die zukünftige Gestaltung der Wärmeversorgung herausstellt. Die Umstellung auf erneuerbare Energieträger und die Sanierung bzw. der Austausch veralteter Heizsysteme sind dabei zentrale Maßnahmen, die unterstützt durch das Engagement der Kommune 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, wie die Stadtwerke Nordfriesland, gemeinsam mit weiteren lokalen Akteuren darstellen.

4 POTENZIALANALYSE

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 eventuell zusätzlich zu beachtenden spezifischen Restriktionen ab, welche Teil von weiterführenden Untersuchungen sind.

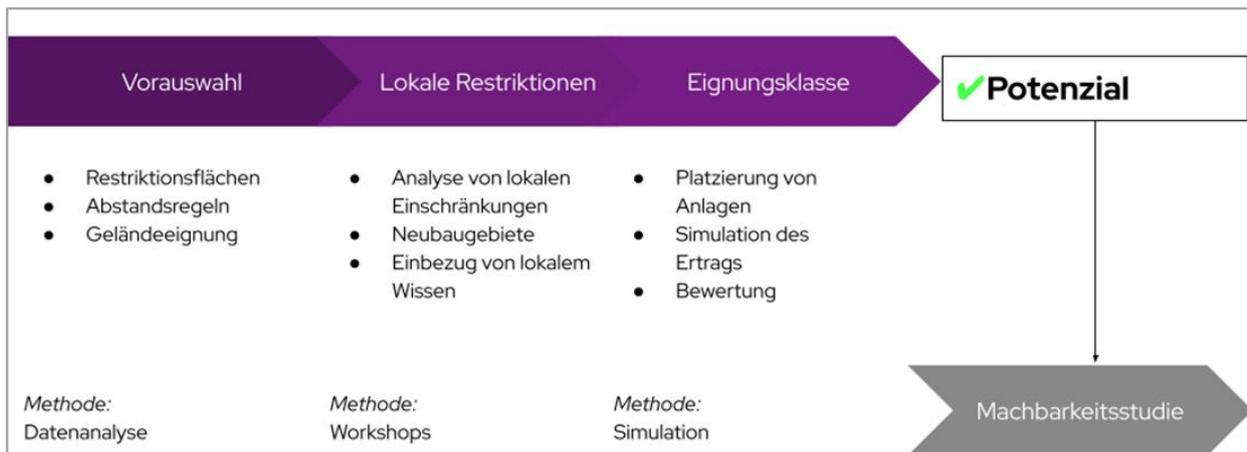


Abbildung 4-1: Vorgehen bei der Ermittlung von erneuerbaren Potenzialen

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wird ein technisches Potenzial zur Strom- und Wärmeerzeugung untersucht. Ob ein ausgewiesenes technisches Potenzial wirtschaftlich nutzbar gemacht werden kann und es sich tatsächlich realisieren lässt, muss im Anschluss an die kommunale Wärmeplanung tiefergehend untersucht werden.

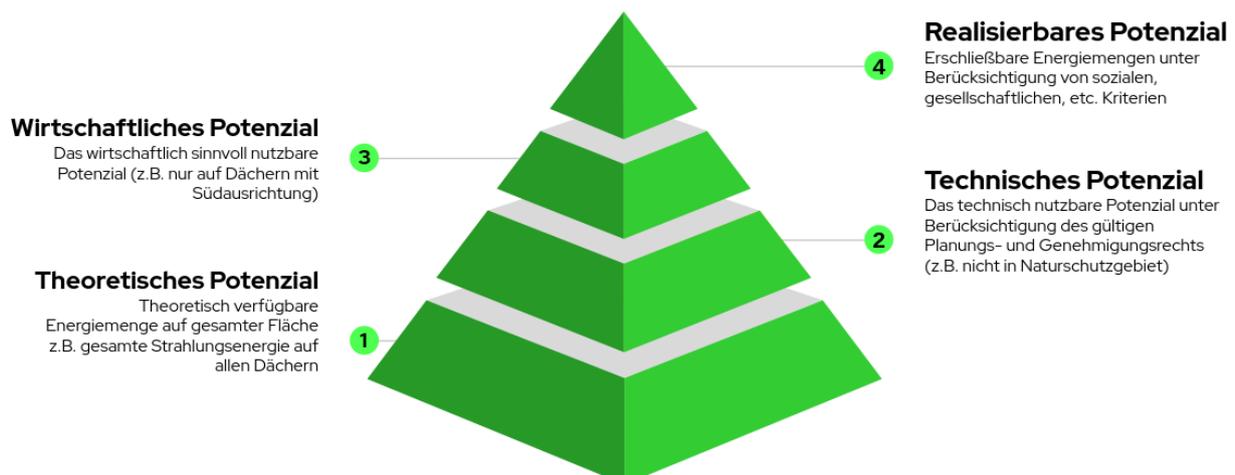


Abbildung 4-2: Potenzialpyramide

4.1 ERFASSTE POTENZIALE

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:
- Windkraft: Stromerzeugungspotenzial aus Windenergie. Neben vorhandenen Anlagen werden konkret geplante Projekte einbezogen
- Solarthermie (Freifläche & Aufdach): Nutzbare Wärmeenergie aus Sonnenstrahlung
- Photovoltaik (Freifläche & Aufdach): Stromerzeugung durch Sonneneinstrahlung, für die Freiflächenanlagen wurden Ergebnisse einer vorhandenen räumliche Planung berücksichtigt
- 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 Abwasserkanälen und Klärwerken: Nutzbare Restwärme aus Abwasserbehandlungsanlagen

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



Abbildung 4-3: Vorgehen und Datenquellen der Potenzialanalyse

4.2 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 4-1 ist eine Auswahl der wichtigsten für die Analyse herangezogenen Flächenkriterien aufgeführt.

Tabelle 4-1: Potenziale und Auswahl der wichtigsten berücksichtigten Kriterien

| POTENZIAL | WICHTIGSTE KRITERIEN (AUSWAHL) |
|--|---|
| ELEKTRISCHE POTENZIALE | |
| WINDKRAFT | Abstand zu Siedlungsflächen, Flächeneignung, Infrastruktur, Naturschutz, Flächengüte |
| PV FREIFLÄCHEN | Siedlungsflächen, Flächeneignung, Infrastruktur, Naturschutz, Flächengüte |
| PV DACHFLÄCHEN | Dachflächen, Mindestgrößen, Gebäudetyp, techno-ökonomische Anlagenparameter |
| THERMISCHE POTENZIALE | |
| ABWÄRME AUS KLÄRWERKEN | Kläwerk-Standorte, Anzahl versorgter Haushalte, techno-ökonomische Anlagenparameter |
| INDUSTRIELLE ABWÄRME | Wärmemengen, Temperaturniveau, zeitliche Verfügbarkeit |
| BIOMASSE | Landnutzung, Naturschutz, Hektarerträge von Energiepflanzen, Heizwerte, techno-ökonomische Anlagenparameter |
| SOLARTHERMIE FREIFLÄCHEN | Siedlungsflächen, Flächeneignung, Infrastruktur, Naturschutz, Flächengüte, Nähe zu Wärmeverbrauchern |
| SOLARTHERMIE DACHFLÄCHEN | Dachflächen, Mindestgrößen, Gebäudetyp, techno-ökonomische Anlagenparameter |
| OBERFLÄCHENNAHE GEOTHERMIE | Siedlungsflächen, Flächeneignung, Infrastruktur, Naturschutz, Wasserschutzgebiete, Nähe zu Wärmeverbrauchern |
| LUFTWÄRMEPUMPE | Gebäudeflächen, Gebäudealter, techno-ökonomische Anlagenparameter, gesetzliche Vorgaben zu Abständen |
| GROßWÄRMEPUMPEN FLÜSSE UND SEEN | 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 Potenziale werden in nachgelagerten kommunalen Prozessen ermittelt.

4.3 POTENZIALE ZUR STROMERZEUGUNG

Die Analyse der Potenziale im Projektgebiet zeigt verschiedene Optionen für die lokale Erzeugung von erneuerbarem Strom (siehe Abbildung 4-4). Dem gegenüber gestellt wird der Strombedarf, der erforderlich wäre, den Wärmebedarf der Gemeinde vollständig mittels Wärmepumpen zu decken. Dabei wurde eine mittlere Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe (COP) von 3 unterstellt.

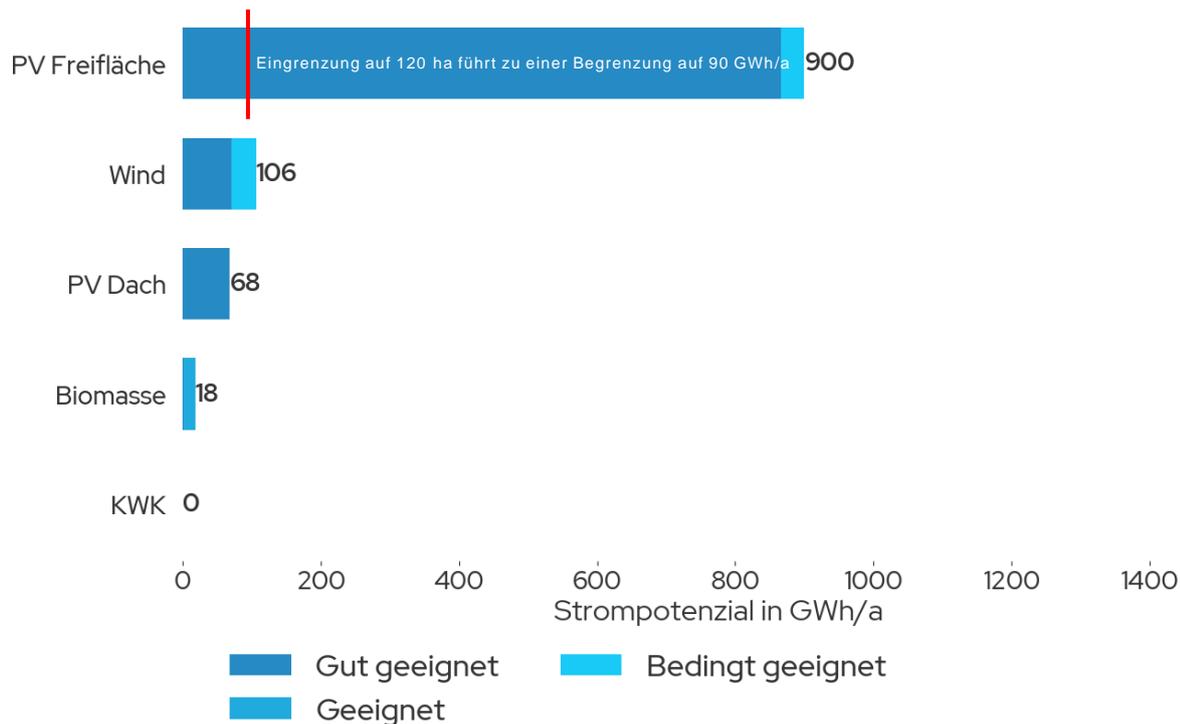


Abbildung 4-4: Erneuerbare Strompotenziale im Projektgebiet

BIOMASSE

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 mit 18 GWh/a nur einen geringen Beitrag zur Stromerzeugung leisten könnte.

WIND

Windkraftanlagen nutzen Wind zur Stromerzeugung und sind eine etablierte 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 Potenzialberechnung berücksichtigt lokale Windverhältnisse, Anlagentypen und erwartete Energieerträge, wobei Flächen unter 1.900 Volllaststunden ausgeschlossen werden. In Leck konnten vor allem im Westen der Gemeinde auf landwirtschaftlich genutzten Flächen geeignete Potenzialflächen für Windkraftanlagen identifiziert werden. Windenergieanlagen auf diesen Flächen hätten ein gesamtes Potenzial von 106 GWh/a.

PHOTOVOLTAIK

Photovoltaik auf Freiflächen stellt mit 900 GWh/a das größte erneuerbare Potenzial dar, wobei Flächen als grundsätzlich geeignet ausgewiesen werden, die keinen harten Restriktionen unterliegen und die technischen Anforderungen erfüllen; besonders beachtet werden dabei Naturschutz, Hangneigungen, Überschwemmungsgebiete und gesetzliche Abstandsregeln. Nicht berücksichtigt werden können u.a. Eigentumsverhältnisse, derzeitige Nutzung, geplante Nutzung oder das Vorkommen einzelner schützenswerter Tier- und Pflanzenarten. Die Potenzialanalyse zeigt damit lediglich auf, wo in Leck weitere Untersuchungen durchgeführt werden könnten, um ggf. erneuerbare Energieerzeugungsanlagen zu realisieren. In Abbildung 4-5 sind die Gebiete mit einem technischen PV-Freiflächenpotenzial in Leck und ihrer Eignung kartografisch dargestellt. Von den 900 GWh/a fallen sogar 862 GWh/a in die Kategorie "gut geeignet". Dabei handelt es sich um Potenzialflächen, für die keine Restriktion identifiziert werden konnten und für die eine Genehmigung zur Umsetzung daher voraussichtlich einfacher zu Erhalten sind. Die Gemeinde Leck hat in ihrem Beschluss vom 25.01.2024 die zur für Freiflächen-PV-Anlagen zur Verfügung stehende Fläche politisch auf 120 ha begrenzt. Damit hat die Gemeinde beschlossen nur ein Zehntel der Flächen und damit des technisch nutzbaren Potenzials für eine Realisierung zuzulassen. Die bilanzielle Eigenversorgung mit für die Wärmeerzeugung benötigter elektrischer Energie ist damit dennoch gesichert. Bei Umstellung aller Gebäude auf Beheizung mit Wärmepumpen resultiert ein zusätzlicher Strombedarf von ca. 23 GWh/a. Das politisch begrenzte Freiflächen-PV-Potenzial von 90 GWh/a übersteigt diesen Wert fast das Vierfache.

Bei der Potenzialberechnung werden Module optimal platziert und unter Berücksichtigung von Verschattung und Sonneneinstrahlung werden jährliche Volllaststunden und der Jahresenergieertrag pro Gebiet errechnet. Die 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.

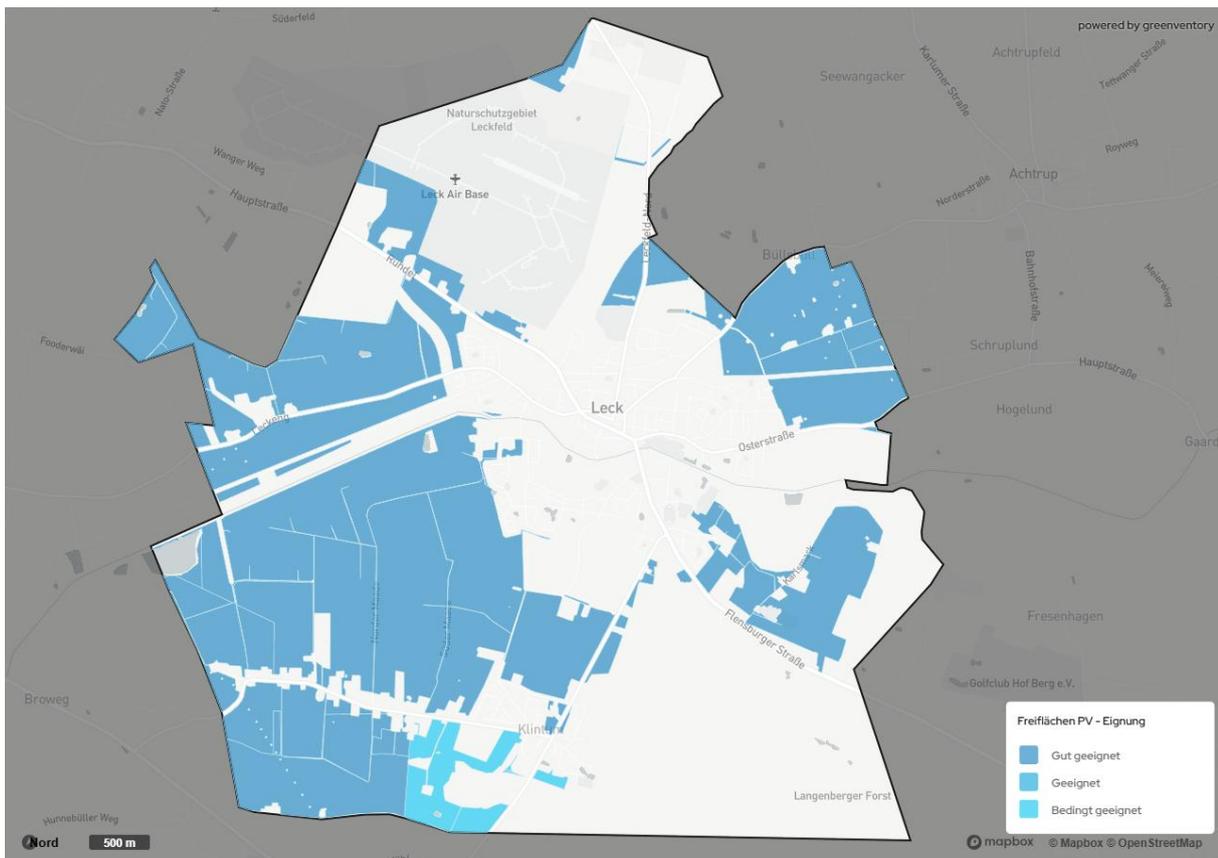


Abbildung 4-5: Kartografische Darstellung des technischen PV-Freiflächen Potenzials

Das Potenzial für Photovoltaikanlagen auf Dachflächen fällt mit 68 GWh/a deutlich geringer aus als in der Freifläche, bietet jedoch den Vorteil, dass es ohne zusätzlichen Flächenbedarf oder Flächenkonflikte ausgeschöpft werden kann. Insbesondere unter Berücksichtigung der politischen Begrenzung von Freiflächen-PV-Anlagen können Hauseigentümer*innen in Leck von günstig erzeugtem Eigenstrom profitieren und gleichzeitig daran mitwirken, dass Leck den Strombedarf aller drei Sektoren (Strom, Mobilität und Wärme) bilanziell auf eigenen Flächen und Dächern erzeugen 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 m² möglich ist. Die jährliche Stromproduktion wird durch flächenspezifische Leistung (160 kWh/m²a) 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 grundsätzlich vorzuziehen ist.

4.4 POTENZIALE ZUR WÄRMEERZEUGUNG

Die Untersuchung der thermischen Potenziale offenbart ein Spektrum an Möglichkeiten für die lokale Wärmeversorgung (siehe Abbildung 4-6).

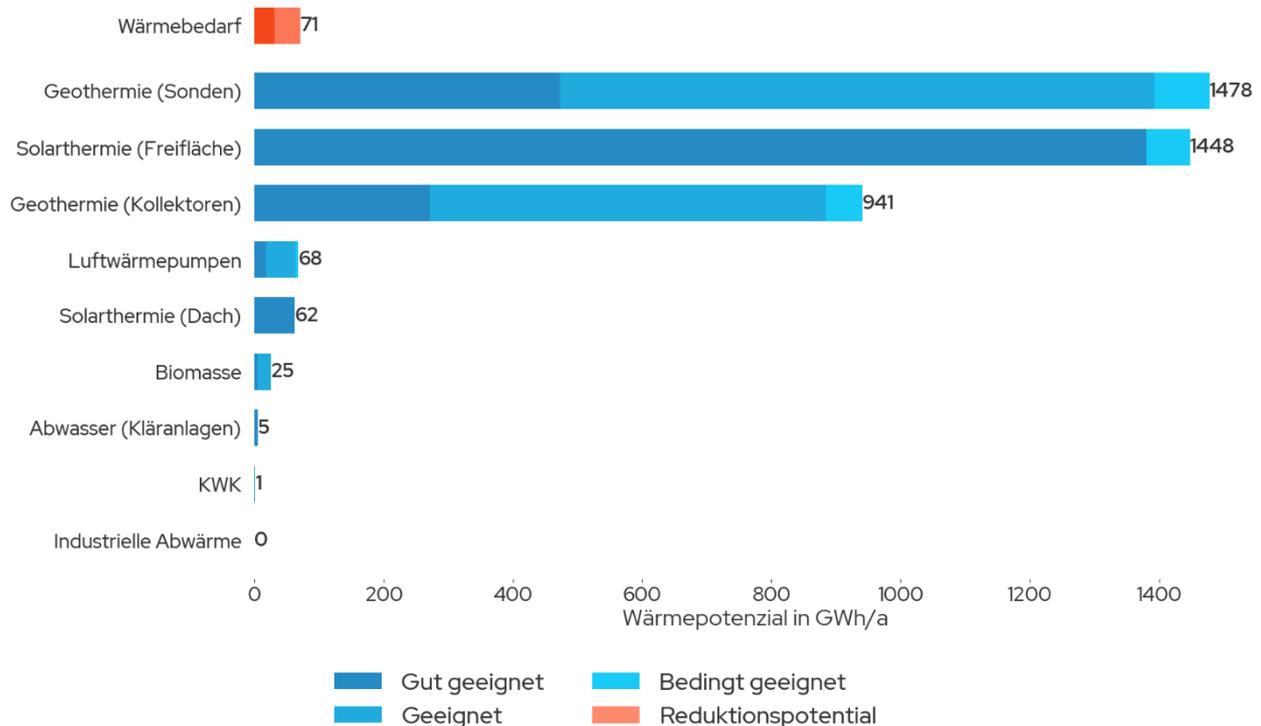


Abbildung 4-6: Erneuerbare Wärmepotenziale im Projektgebiet

SOLARTHERMIE

Solarthermie auf Freiflächen stellt mit einem Potenzial von 1.448 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 außerhalb von Restriktionen wie Naturschutz und baulicher Infrastruktur ausgewählt, wobei Flächen unter 500 m² ausgeschlossen werden. Außerdem werden Flächen, die mehr als 1.000 m von Siedlungsflächen entfernt sind, aus wirtschaftlichen Gründen nicht berücksichtigt. Die geeigneten Flächen entsprechen für Leck im Wesentlichen denen für PV-Freiflächenanlagen (vgl. Abbildung 4-5). 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 (eine 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 m² für die Wärmezeugung geschätzt. Die jährliche Produktion basiert auf 400 kWh/m² durch flächenspezifische Leistung und durchschnittliche Volllaststunden. Die Potenziale der Dachflächen für Solarthermie belaufen sich auf 62 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. Auf Grund des zeitlichen Versatzes zwischen Wärmegewinnung (vorwiegend im Sommer) und Wärmebedarf (vorwiegend im Winter) kann Solarthermie nur etwa zu einem Viertel (ohne saisonalem Speicher) bis zu der Hälfte (mit saisonalem Speicher) der Wärmebedarfsdeckung beitragen.

WÄRMEPUMPEN

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. Das ausgewiesene Potenzial der Luftwärmepumpe (68 GWh/a) ergibt 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 4). 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. Im Projektgebiet ergibt sich ein technisches Potenzial zur Nutzung von Erdwärmekollektoren von 941 GWh/a. Abbildung 4-7 zeigt die Eignung zur Nutzung von Erdwärmekollektoren im Projektgebiet.

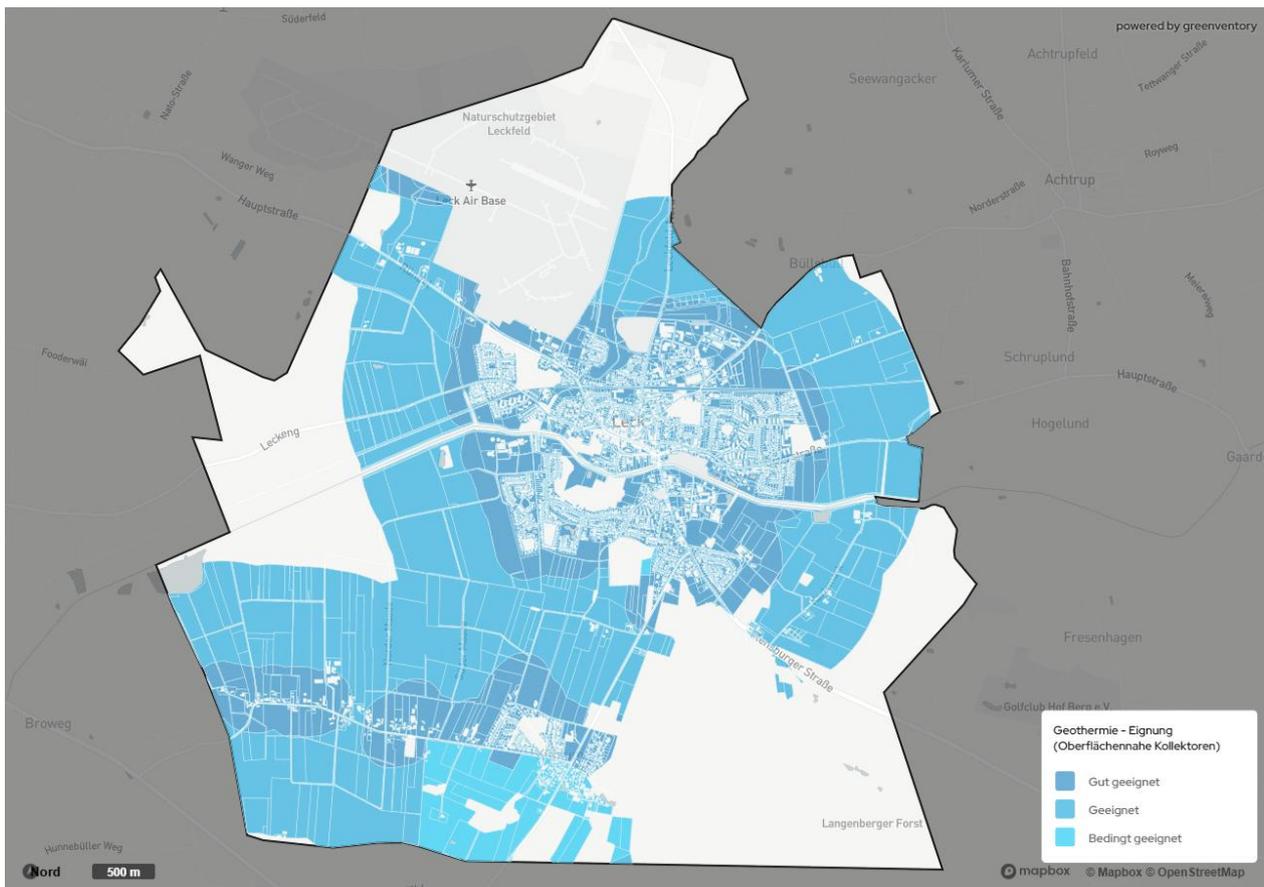


Abbildung 4-7: Standorteignung für Erdwärmekollektoren in Leck

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 ausreichend Abstände zu Nachbargebäuden eingehalten werden, um den Lärmschutz zu gewährleisten. 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. Die Wärmepumpe kann möglichst effizient, wenn der Temperaturhub zwischen Wärmequelle und Vorlauftemperatur des Heizsystems möglichst gering ist.

Oberflächennahe Geothermie (Sonden) hat ein Potenzial von 1.478 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. Das Potenzial wird unter Verwendung von Kennzahlen abgeschätzt.

TIEFENGEOTHERMIE

Leck liegt in einem Gebiet, in dem besonders untersuchungswürdige Horizonte für die Nutzung von Tiefengeothermie vermutet werden. Gleichzeitig ist für das Gebiet um Leck eine besonders geringe Datenbasis ausgewiesen.. Tiefengeothermie nutzt die Erdwärme zwischen 400 und 5.000 Metern Tiefe. Für eine Wärmeerzeugung mittels Tiefengeothermie müssen dabei geothermische Nutzhorizonte vorhanden sein. Charakteristische Eigenschaften eines hydrothermalen

Nutzhorizontes sind eine Porosität von mindestens 20 % und eine Permeabilität von über 500 mD, weshalb nur bestimmte Sandsteinformationen im Untergrund Schleswig-Holsteins infrage kommen. Darunter fallen die Sandsteine im Dogger, im Råth und im mittleren Buntsandstein, in Schleswig-Holstein bis zu einer Tiefe von ca. 2.500 m. In einer Untertiefe von etwa 2.000 m befindet sich im Gemeindegebiet eine Schicht des mittleren Buntsandsteins mit einem Temperaturbereich zwischen 60 und 70 °C. Die Datenqualität und damit die Zuverlässigkeit der Untergrundcharakterisierung ist jedoch besonders eingeschränkt, da die dichteste Bohrung über 10 km entfernt liegt. Um ein mögliches tiefengeothermisches Wärmepotenzial nutzen zu können, sind kostenintensive Voruntersuchungen notwendig. Die notwendigen Investitionen in die Erschließung eines hydrothermalen Nutzhorizontes lassen sich darüber hinaus nur rechtfertigen, wenn eine konstante, ganzjährige Abnahme im ein bis zweistelligen Megawattbereich gewährleistet werden kann. Alle Gebäude in Leck zusammen könnten eine einzelne Bohrung nicht vollständig auslasten. Da sich Leck auf Grund der Siedlungsstruktur offensichtlich nicht für eine vollständige Fernwärmeversorgung aller Ortsteile und Randgebiete eignet, wurde Tiefengeothermie im Rahmen dieser Wärmeplanung als Potenzial zur Wärmeerzeugung ausgeschlossen.

BIOMASSE

Das thermische Biomassepotenzial beträgt 25 GWh/a und setzt sich aus Hausmüll, Grünschnitt und dem möglichen Anbau von Energiepflanzen zusammen. Biomasse hat die Vorteile einer einfachen technischen Nutzbarkeit sowie hoher Temperaturen. Allerdings ist ersichtlich, dass diese nur in sehr begrenzter Menge zur Verfügung steht. Der Großteil des ermittelten Potenzials besteht aus der Nutzung von Acker- und Grasflächen. Hier ergibt sich ein Flächennutzungskonflikt mit der Landwirtschaft, da diese Bereiche für die Lebensmittelerzeugung verwendet werden könnten.

ABWÄRME

Zur Bewertung des Potenzials industrieller Abwärmenutzung wurden im Untersuchungsgebiet gezielt Abfragen bei potenziell relevanten Industrie- und Gewerbebetrieben durchgeführt. Derzeit sind im Bereich Leck keine nennenswerten Abwärmequellen vorhanden, die für eine Einspeisung in ein Fernwärmenetz geeignet wären. Im Businesspark Südtondern, auf dem Gelände des ehemaligen Militärflugplatzes, sind jedoch Ansiedlungen mehrerer Unternehmen geplant, die perspektivisch ein relevantes Abwärmepotenzial aufweisen könnten. Gespräche mit den potenziellen Betrieben deuten darauf hin, dass bis zu drei Unternehmen in der Lage wären, Abwärme in geeigneter Menge, Leistung und auf entsprechendem Temperaturniveau bereitzustellen. In diesem Zusammenhang fand ein erster Austausch mit den Stadtwerken Nordfriesland statt. Es ist jedoch zu beachten, dass die konkrete Ansiedlung der betreffenden Unternehmen im Gewerbegebiet derzeit noch nicht final beschlossen ist.

GEWÄSSERWÄRME

Die Untersuchung von Gewässerwärme hat ergeben, dass mit der Lecker Au zwar ein Fließgewässer vorhanden ist, dieses jedoch zu klein ist, um daraus Wärme zu gewinnen.

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.

4.5 POTENZIAL 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 fehlender Anlagen zur Wasserstoffproduktion in der vorliegenden Planung nicht weiter betrachtet. In einem Gutachten der Rechtsanwälte Günther aus Juni 2024 wird dargelegt, dass aufgrund fehlender regulatorischer Rahmenbedingungen und konkreter Finanzierungskonzepte derzeit von einer Einteilung in Wasserstoffnetzeignungsgebiete abgesehen werden sollte. Die Folgen im Falle einer gescheiterten Transformation des Gasnetzes für die Kund*innen seien zu gravierend, um eine Versorgung mit Wasserstoff als wahrscheinlich in Aussicht zu stellen. Daher sollte in der kommunalen Wärmeplanung auf eine Benennung von Wasserstoffnetzeignungsgebieten verzichtet werden, sofern kein verbindlicher Fahrplan für die Umstellung der Gasnetze auf Wasserstoff durch den örtlichen Gasnetzbetreiber vorliegt (Görlich & Dr. Legler, 2024). Bei sich ändernden Rahmenbedingungen kann eine mögliche zukünftige Nutzung jedoch in die Planungen aufgenommen werden. Dies sollte ggf. im Rahmen der Fortschreibung des kommunalen Wärmeplans erfolgen. Für die Beheizung von Wohngebäuden durch Nutzung in H₂-Ready-Heizungen wird Wasserstoff auf absehbare Zeit jedoch voraussichtlich zu teuer und energiestrategisch zu kostbar sein.

4.6 POTENZIALE FÜR ENERGETISCHE SANIERUNGEN

Die energetische Sanierung des Gebäudebestands stellt ein zentrales Element zur Erreichung der kommunalen Klimaziele dar. Die Untersuchung zeigt, dass durch umfassende Sanierungsmaßnahmen am Gebäudebestand Lecks eine Gesamtreduktion um bis zu 37 GWh bzw. 52,1 % des Gesamtwärmeverbrauchs im Projektgebiet realisiert werden könnte. Erwartungsgemäß liegt der größte Anteil des Sanierungspotenzials bei Gebäuden, die bis 1978 erbaut wurden (s. Abbildung 4-8). Hierzu zählen verschiedenste Gebäudetypen, die über eine vielfältige Eigentümerstruktur verfügen.

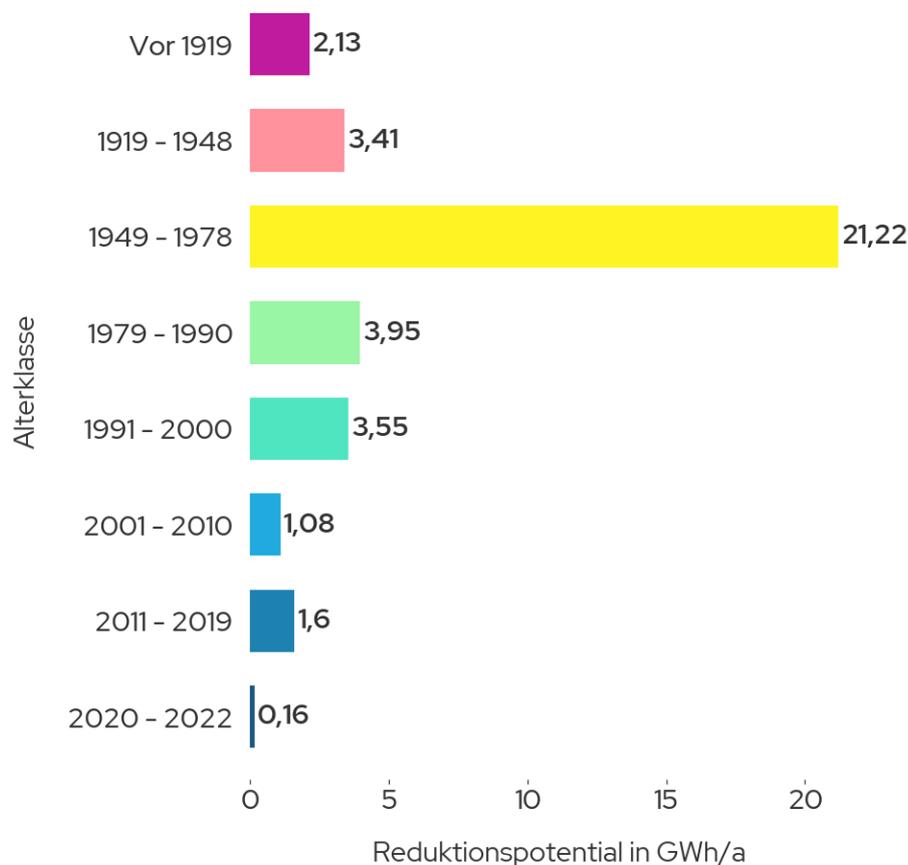


Abbildung 4-8: Reduktionspotenzial nach Baualtersklassen

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. 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 4-9 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.

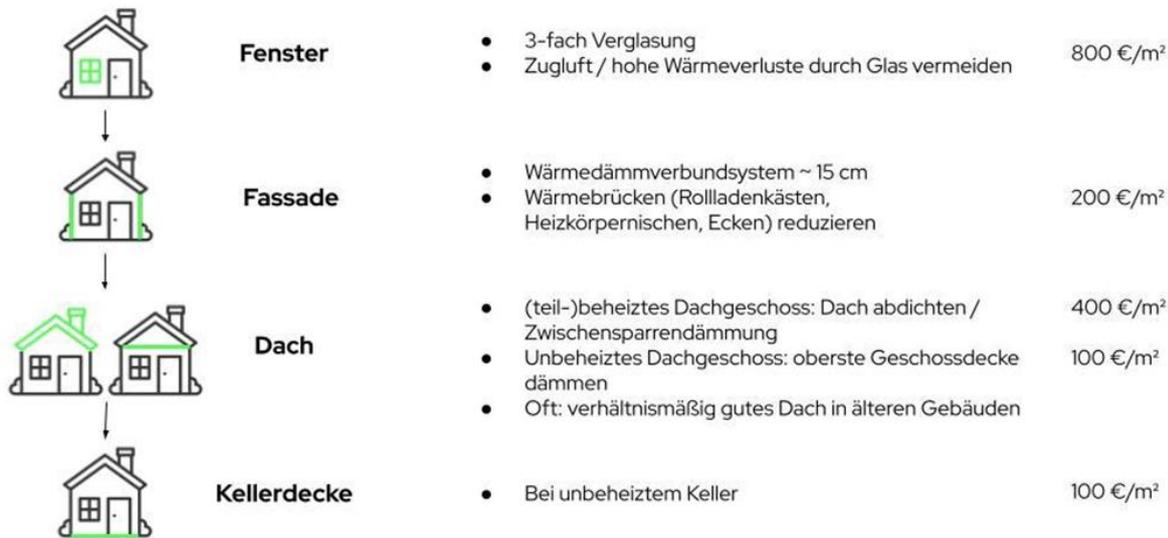


Abbildung 4-9: Energetische Gebäudesanierung - Maßnahmen und Kosten

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 Gemeinde 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.

Die Bereitschaft umfangreiche Sanierungen an den Gebäuden durchführen zu lassen und dafür hohe Investitionen zu tätigen ist sowohl unter Privatpersonen als auch unter Wohnungsgesellschaften divers. Bedingt durch hohe Immobilienpreise ist nach dem Kauf einer Immobilie teils wenig Kapital vorhanden, um zusätzlich eine umfangreiche Sanierung zu finanzieren. Im Kontext stark schwankender Preise für Energie auf der einen und Baumaterial und Handwerkskosten auf der anderen ist eine Abschätzung der Amortisationsdauer darüber hinaus erschwert, was die Investitionsbereitschaft hemmt.

Wohnungsunternehmen führen regelmäßig Modernisierungen an ihren Immobilien durch und verbessern in diesem Zuge die Gebäude auch energetisch. Eine vollumfängliche Sanierung auf einen hohen energetischen Standard wird dagegen nur in Ausnahmefällen angestrebt. Grund hierfür ist, dass die Gebäude während der Maßnahmen bewohnbar bleiben müssen. Zusätzlich können innerhalb von sechs Jahren nur einmal Modernisierungskosten in Höhe von maximal drei Euro je Quadratmeter auf die Mieter*innen umgelegt werden. Dies begrenzt die

Modernisierungssumme, die ein wirtschaftlich agierendes Unternehmen bereitwillig in seine Gebäude investiert.

Zur Förderung von energetischen Sanierungsmaßnahmen gibt es derzeit im Wesentlichen zwei Förderprogramme im Rahmen der Bundesförderung effiziente Gebäude: Durch die Bafa werden Einzelmaßnahmen an der Gebäudehülle mit 15 bis 20 % gefördert. Die KfW bietet alternativ für umfassende energetische Sanierungen auf einen Effizienzhausstandard einen Kredit (Nr. 261) mit attraktiven Zinskonditionen und einem Tilgungszuschuss abhängig vom erreichten energetischen Standard.

Abbildung 4-10 zeigt einen Überblick über die Sanierungsklassen nach Baublöcken. Diese sagt aus, ob in einem Bereich ein hohes (rot) oder ein niedriges (grün) Sanierungspotenzial vorliegt. Die Grundlage dieser Daten sind die Zensusdaten aus dem Jahr 2022 und die Verbrauchsdaten.

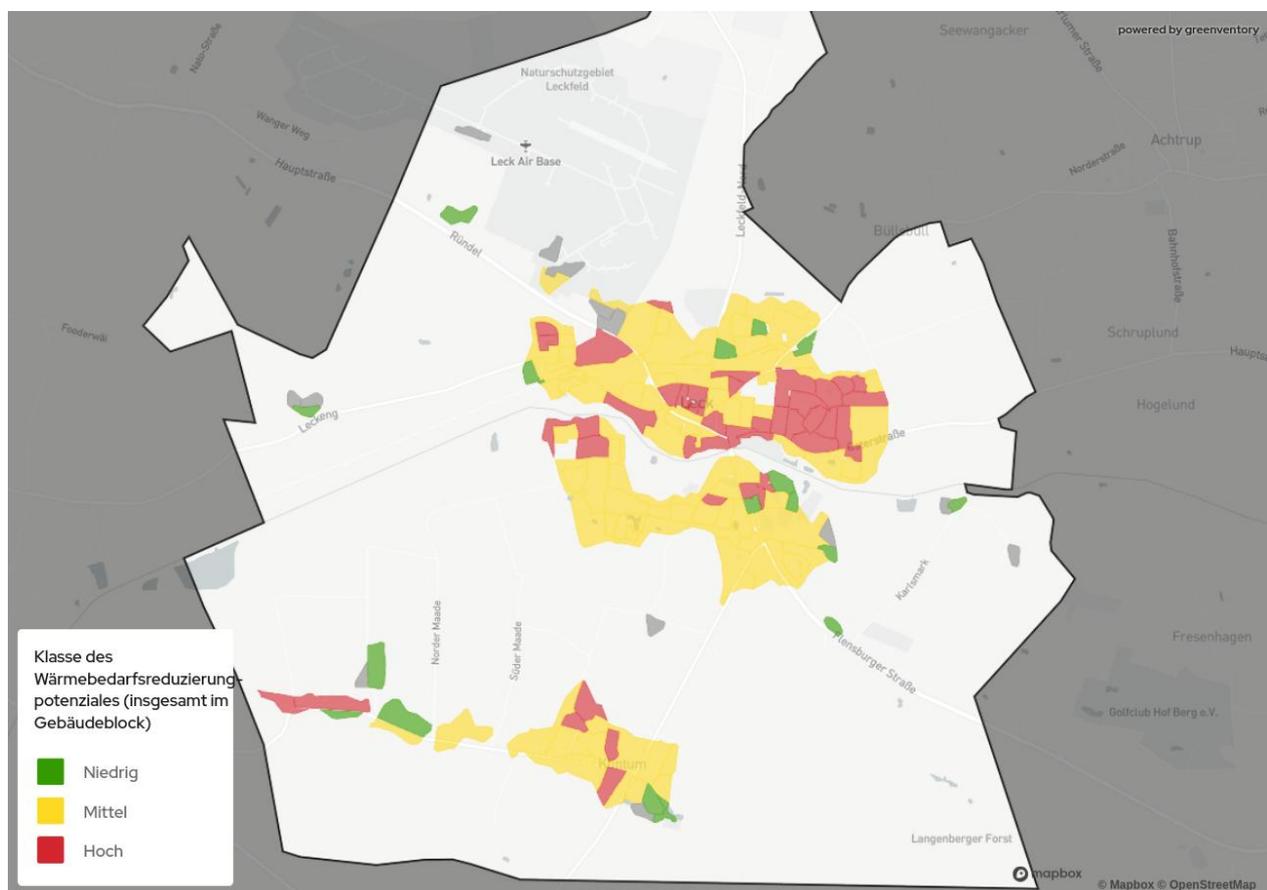


Abbildung 4-10: Sanierungsklassen nach Baublöcken

4.7 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 Zentrum dominieren die Potenziale der Solarthermie und Photovoltaik auf Dachflächen. Darüber hinaus existieren am Gemeinderand und auch zwischen einzelnen Wohngebieten unbesiedelte Flächen, die wahlweise mit Solarthermiekollektoren oder PV-Freiflächenanlagen und Erdsondenfeldern belegt werden könnten. Bei Flächenpotenzialen herrscht allerdings häufig eine Nutzungskonkurrenz. Es ist daher

Aufgabe der Kommunalpolitik abzuwägen, ob die Gemeinde der Schaffung von neuem Wohnraum und der Ansiedlung von Gewerbe sowie der landwirtschaftlichen Nutzung der Flächen 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 Leck 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 4.4). 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 Gemeindegebiet liegt das wesentlichste 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 das die Wärme zu Zeiten anfällt, in denen sie nicht benötigt wird.

Tabelle 4-2: Bewertungsmatrix der ermittelten Potenziale für regenerative Wärmeerzeugung und -einsparung

| POTENZIAL | GRÖÖE DES POTENZIALS | FLÄCHENKONKURRENZ | UMSETZBARKEIT |
|---------------------------|---|--|---|
| BIOMASSE |  bis  |  ¹ |  ² |
| ERDWÄRME-KOLLEKTOREN |  |  bis  |  |
| ERDWÄRME-SONDEN |  |  bis  |  |
| SOLARTHERMIE (DACH) |  |  ³ |  |
| SOLARTHERMIE (FREIFLÄCHE) |  |  |  |
| DEZENTRALE LUFTWÄRMEPUMPE |  |  |  bis  |
| SANIERUNG |  bis  |  |  |

Tabelle 4-3: Bewertungsmatrix der ermittelten Potenziale für regenerative Stromerzeugung

| POTENZIAL | GRÖÖE DES POTENZIALS | FLÄCHENKONKURRENZ | UMSETZBARKEIT |
|---------------|---|--|--|
| PV-FREIFLÄCHE |  |  |  |
| PV-DACH |  |  ⁴ |  |
| BIOMASSE |  |  ⁵ |  ⁶ |

Die umfassende Analyse legt nahe, dass es technisch möglich ist, den gesamten Wärmebedarf durch erneuerbare Energien auf der Basis lokaler Ressourcen zu decken. Zur einfacheren Erreichung dieses ambitionierten Zieles sollten besondere Anstrengungen im Bereich der energetischen Sanierung unternommen werden. Außerdem ist ein klares Bekenntnis zu lokaler Energiegewinnung ggf. zu Lasten einer weiteren Wohnraumentwicklung, Gewerbeflächenentwicklung und/ oder Grünflächenentwicklung erforderlich.

¹ Gilt für Hausmüll und Landschaftspflegereeste

² Gilt für Hausmüll, da keine Müllverbrennungsanlage errichtet werden kann/wird

³ Nur Flächenkonkurrenz zu Aufdach-PV

⁴ Nur Flächenkonkurrenz zu Aufdach-Solarthermie

⁵ Gilt für Hausmüll und Landschaftspflegereeste

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

5 RÄUMLICHE ANALYSE

Die vorliegende räumliche Analyse zielt auf die Ermittlung von Prüfgebieten für die potenzielle Errichtung zentraler Wärmenetze sowie von Fokusgebieten für energetische Sanierungsmaßnahmen – nachfolgend als „Fokusgebiete Gebäudesanierung“ bezeichnet. Die energetische Sanierung von Bestandsgebäuden stellt eine Säule auf dem Weg zur Treibhausgasneutralität der Wärmeversorgung dar. Die zweite Säule umfasst den Wechsel von fossilen Energieerzeugern hin zu erneuerbaren Energieerzeugern. Nach der Betrachtung der Strom- und Wärmeerzeugungspotenziale sowie dem gesamten Sanierungspotenzial für Leck im vorangegangenen Kapitel folgt nun eine tiefere räumliche Untersuchung.

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 5-1).



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 5-1: 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 CO₂-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 Bau und Betrieb eines Wärmenetzes mit beträchtlichen Investitionen und Aufwänden verbunden sind. Daher wird bei der Auswahl möglicher Prüfgebiete neben der Errichtung neuer Wärmenetze im Wesentlichen die Erweiterung bestehender Netzgebiete betrachtet.

Vor dem Hintergrund der aus Klimaschutzgründen gebotenen Senkung der CO₂-Emissionen sowie mit Blick auf die Versorgungssicherheit werden im folgenden Prüfgebiete 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 unterscheiden wir sechs Hauptkategorien von Gebieten:

- **Prüfgebiete:**
Gebiete, die auf Basis bestimmter Kriterien wie ausreichendem Wärmeabsatz, vorhandenen Ankergebäuden und vorhandenen sowie erschließbaren Wärmeerzeugungspotenzialen für ein Wärmenetz interessant sind.
- **Eignungsgebiete:**
In diesen Gebieten ist es aus technischer und wirtschaftlicher Sicht voraussichtlich sinnvoll ein Wärmenetz zu errichten. Der im WPG definierte Begriff „voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete“ ist synonym mit dem im Bericht verwendeten Begriff „Eignungsgebiete“ zu verstehen.
- **Wärmenetzneubau-/ausbau-/verdichtungsgebiete:**
Gebiete, in denen der (Aus-)Bau eines Wärmenetzes politisch 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.
- **Wärmenetzgebiete:**
Gebiete, in denen bereits ein Wärmenetz besteht oder geplant ist.
- **Einzelversorgungsgebiete:**
Hierbei handelt es sich um Gebiete ohne eine Wärmenetzeignung. Hier wird die Versorgung voraussichtlich auf Gebäudeebene erfolgen

Der Beschluss eines flächendeckenden 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, da ein Anschluss- und Benutzungszwang die Entscheidungsfreiheit der Gebäudeeigentümer*innen einschränkt selbst über die Art der Beheizung zu entscheiden. Es können jedoch nicht alle Eventualitäten vorausgesehen werden. Daher kann nicht ausgeschlossen werden, dass für einzelne Wärmenetzgebiete nicht dennoch

ein Anschluss- und Benutzungszwang erhoben werden muss, zum Wohle aller, die dem Solidarsystem Fernwärmeversorgung beitreten möchten.

Ein Anschluss- und Benutzungszwang in der Fernwärme kann also sowohl ökologische als auch ökonomische Vorteile bringen, steht jedoch auch vor Herausforderungen hinsichtlich Kosten, Akzeptanz und technischer Umsetzbarkeit. Bei der Überplanung von Neubaugebieten und ausgewählten Bestandsquartieren mit einem Bebauungsplan kann es unabhängig davon sinnvoll sein, einen reinen Anschlusszwang festzusetzen.

Auch wenn ein Anschluss- und Benutzungszwang (ABZ) besteht, kann ein Wärmenetz nicht sofort eine Anschlussquote von 100 % erreichen. Eigentümer von Gebäuden, die erst kürzlich eine neue Heizungsanlage installiert haben, können bis zum Erreichen eines festzuschreibenden Restwerts von z.B. 75 % von diesem Zwang befreit. Diese Regelung soll verhindern, dass ihre Investition sofort an Wert verliert.

Im ersten Schritt liegt der Fokus auf der Identifikation von Prüfgebieten, 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 Prüfgebiete erfolgt in vier Stufen:



Abbildung 5-2: Prozess zur Erarbeitung der Prüfgebiete

5.1 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). Er dient dazu, die Ziele der Wärmeplanung klar zu formulieren und konkrete Handlungsoptionen für die Kommune sowie beteiligte Akteure aufzuzeigen. Eigentümerinnen und Eigentümern wird damit eine Orientierungshilfe geboten, ob mittelfristig eine Anbindung ihres Gebäudes an ein Wärmenetz möglich ist oder ob eine eigenständige, regenerative Lösung erforderlich wird. Aus dem Wärmeplan lassen sich weder Garantien noch Ansprüche auf einen Wärmenetzanschluss ableiten, und er wirkt sich nicht auf die Fristen des Gebäudeenergiegesetzes aus.

Die Kommune kann mittels Satzungsrecht zusätzliche Rechtsverbindlichkeit schaffen, indem sie in einem nachgelagerten Beschluss Wärmenetzneubau- oder -ausbauggebiete festlegt. Dieser Schritt verschafft Eigentümer*innen und Versorgern Klarheit und Sicherheit. Wird die Satzungsanwendung auf Grundlage einer bestehenden Wärmeplanung durchgeführt, können sich daraus Fristwirkungen sowie einklagbare Rechte und Pflichten ergeben. Daher sollten solche Beschlüsse erst nach sorgfältiger Untersuchung und detaillierter Planung gefasst werden.

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 Wasserstoffnetzausbaugebiet 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 Gemeinde Leck beschließt, vor 2028 Neu- und Ausbauggebiete 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.

5.2 IDENTIFIZIERTE PRÜFGEBIETE

Im folgenden Abschnitt werden die erarbeiteten Prüfgebiete und die Herleitung zu dem vorliegenden Ergebnis dargestellt. Ein grundlegendes Kriterium hierfür ist die Wärmeliniedichte. Je höher der Wärmeabsatz pro Straßenmeter, desto eher eignet sich ein Gebiet für ein Wärmenetz. Abbildung 5-3 zeigt die Wärmeliniedichte für das gesamte Gemeindegebiet.



Abbildung 5-3: Wärmeliniedichte

Die folgende Grafik (Abbildung 5-4) zeigt die bestehenden Wärmenetze mit den Wärmebedarfsdichten im Zieljahr. Es lässt sich erkennen, dass es einige Gebiete mit erhöhten Wärmebedarfen gibt.

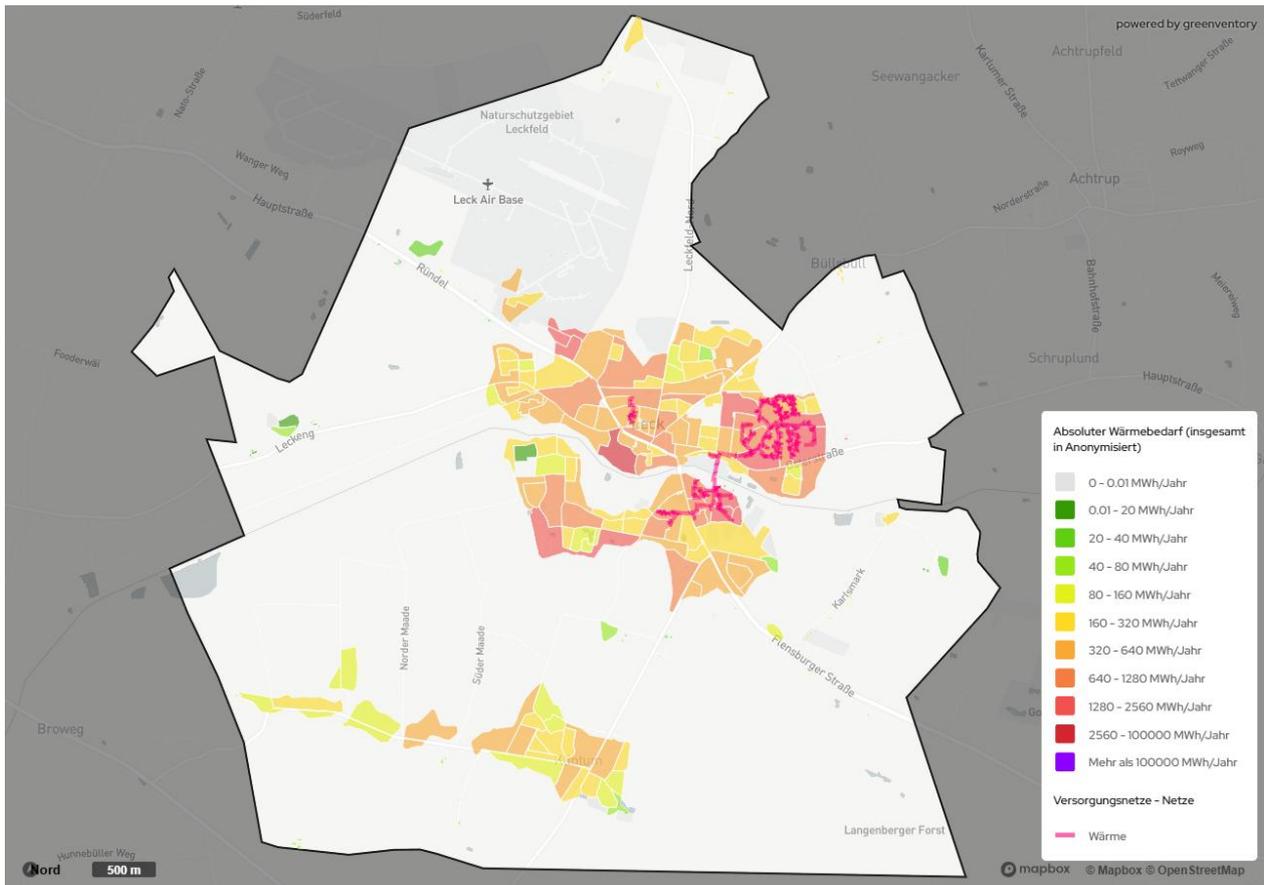


Abbildung 5-4: Wärmenetze und Bedarfe im Zieljahr

Wärmenetze müssen bedarfsgerecht, aber dennoch wirtschaftlich dimensioniert sein. In Gebieten mit hohem Sanierungspotenzial ist dies besonders herausfordernd. Sinkt der Wärmebedarf infolge energetischer Sanierungen der Gebäude signifikant, droht eine Unterauslastung des Netzes. Investitionen in Erzeugung und Infrastruktur müssten dennoch vorab erfolgen, mit dem Risiko einer sinkenden Wirtschaftlichkeit, aufgrund des abgenommenen Wärmebedarfs. In der Folge könnten die Wärmepreise für die Anschlussnehmer steigen und dezentrale Versorgungslösungen günstiger erscheinen.

Daher werden bei der Auswahl der Prüfgebiete solche Areale bevorzugt, deren Wärmelinien-dichte hoch, deren Gebäude jedoch ein mittleres oder niedriges Sanierungspotenzial aufweisen. In Abbildung 5-5 sind Sanierungspotenzialklassen der Gebäude anonymisiert dargestellt und die Straßen hervorgehoben, die eine ausreichend hohe Wärmelinien-dichte aufweisen, um für ein innerstädtisches Wärmenetz in Frage zu kommen.

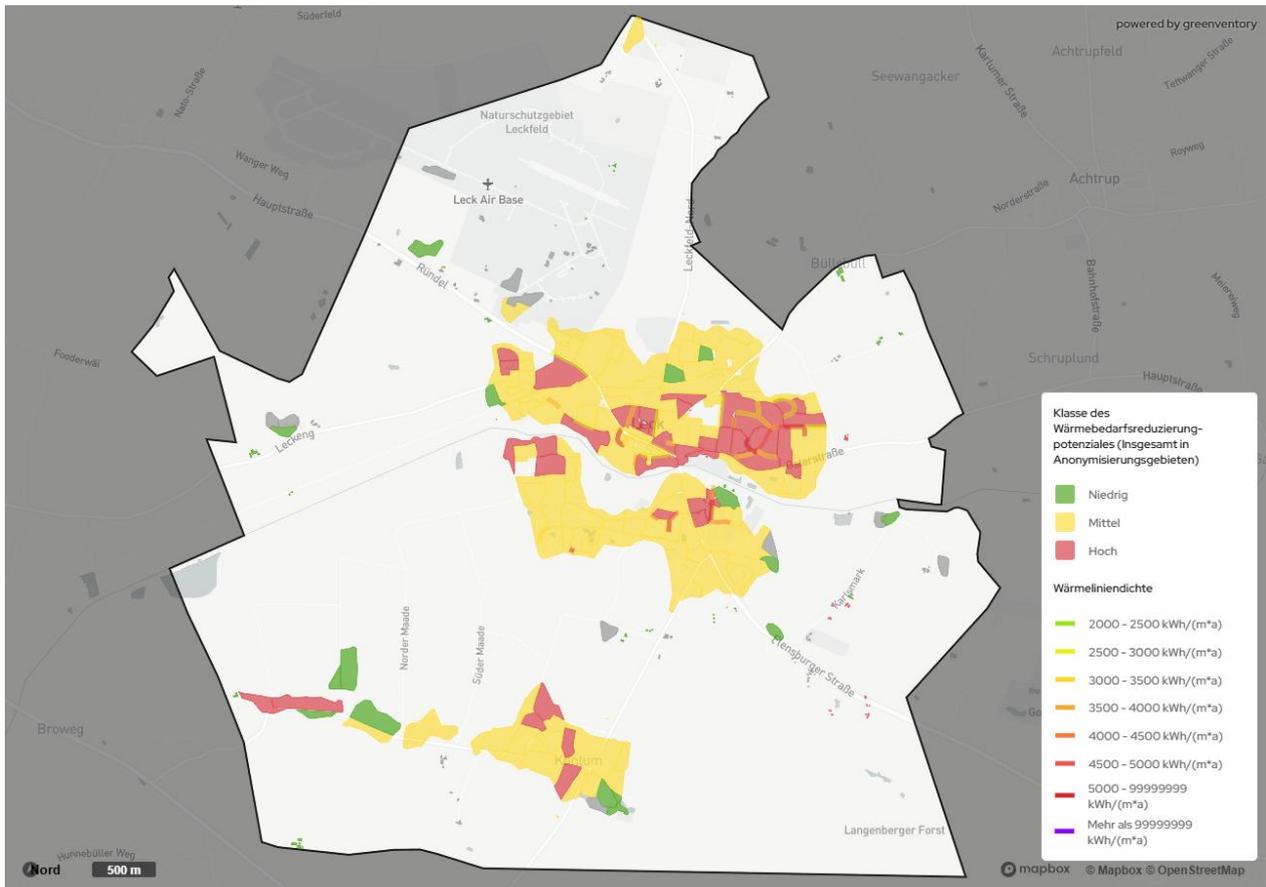


Abbildung 5-5: Wärmeliniendichte ab 2.500 kWh gegenübergestellt zum relativen Sanierungspotenzial

In Abbildung 5-6 ist das Wärmenetzprüfgebiet dargestellt, welches sich bei Anwendung des oben beschriebenen Vorgehens ergeben hat.

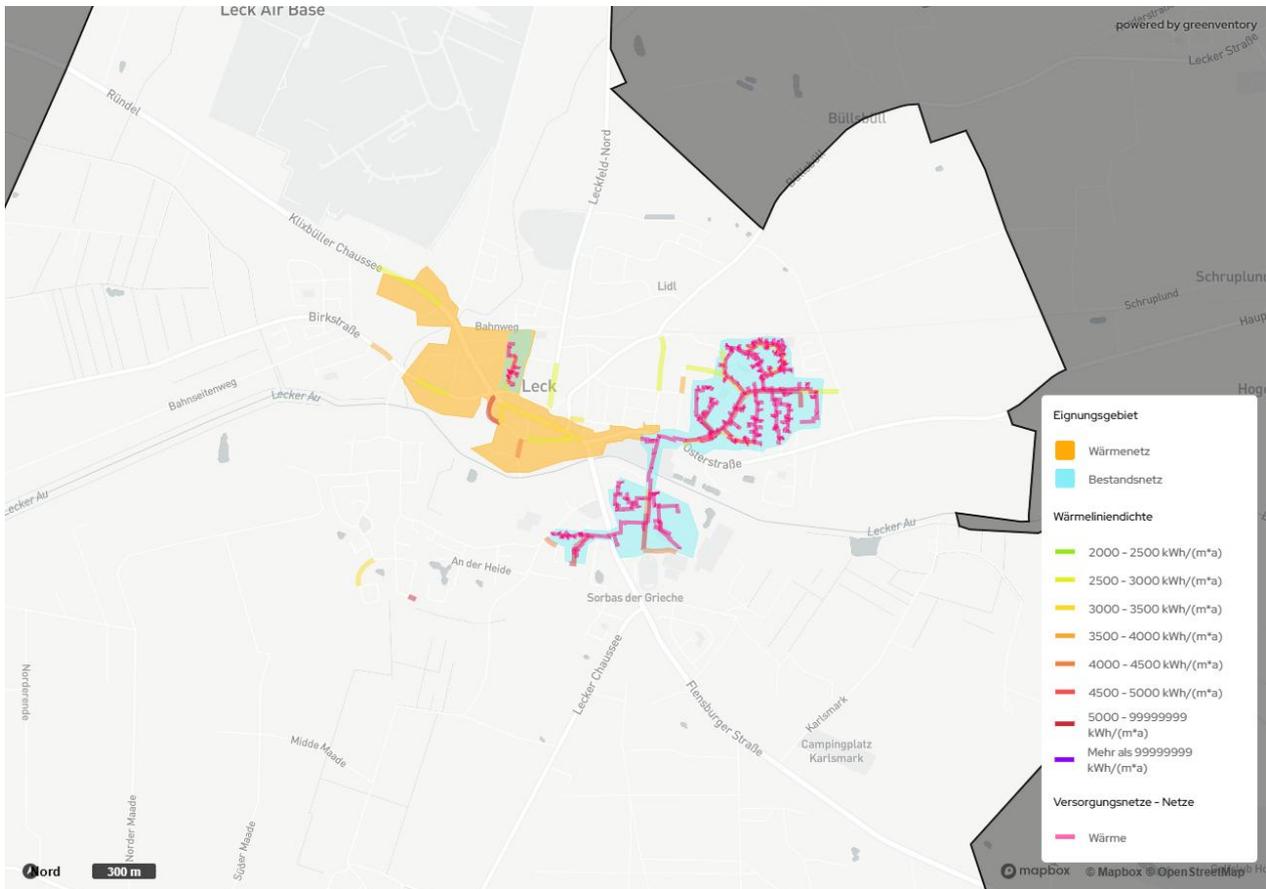


Abbildung 5-6: Prüfgebiet dargestellt über Wärmelinienichte ab 2.500 kWh/(m²a)

Für das Prüfgebiet ergeben sich die in Tabelle 5-1 aufgezeigten Kennzahlen.

Tabelle 5-1: Identifizierte Prüfgebiete – Ausbaustufe 1

| EIGNUNGSGEBIET | ANZAHL GEBÄUDE INKL. BESTANDSNETZ | WÄRMEBEDARF INKL. BESTANDSNETZ | LEITUNGSLÄNGE HAUPTTRASSE INKL. BESTANDSNETZ |
|---|-----------------------------------|--------------------------------|--|
| AUSBAU UND DEKARBONISIERUNG BESTANDSNETZE | 765 | 25,2 GWh/a | 8,9 km |

5.3 HERAUSFORDERUNG WÄRMEPUMPE

Die Nutzung von Luft-Wärmepumpen bietet eine vielversprechende Möglichkeit, Energieverbrauch und CO₂-Emissionen zu senken, denn sie entziehen der Umgebungsluft Wärme, um Gebäude zu beheizen. Allerdings sind einige Gebäude im Gemeindegebiet mit einer Herausforderung 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 13.7 Luftwärmepumpe).

Wichtig ist dabei eine Flächenprüfung für jedes einzelne Gebäude: Die Außeneinheit der Wärmepumpe sollte möglichst nicht weiter als acht Meter vom Gebäude entfernt stehen, um Wärmeverluste gering zu halten und die Effizienz sicherzustellen. Gleichzeitig müssen Mindestabstände zur Grundstücksgrenze eingehalten werden – vor allem wegen möglicher Lärmbelastung. Je nach Siedlungstyp gelten unterschiedliche Lärmschutzgrenzwerte, die entsprechende Abstände zu Nachbargrundstücken notwendig machen.

Die Berechnung des Potenzials basiert auf der verfügbaren Fläche für die Installation sowie der Leistung der Wärmepumpe pro Fläche. In einem nächsten Schritt werden diese Werte mit Verbrauchsdaten, den jährlichen Volllaststunden und weiteren Parametern verglichen. So lässt sich der durchschnittliche Strombedarf und die jährlich erzeugte Wärmemenge berechnen. Diese Analyse ist entscheidend, um die technische Machbarkeit für einzelne Gebäude zu bewerten und mögliche Hürden frühzeitig zu erkennen.

Abbildung 5-7 zeigt, wie sich eine solche Potenzialermittlung im digitalen Zwilling darstellt.

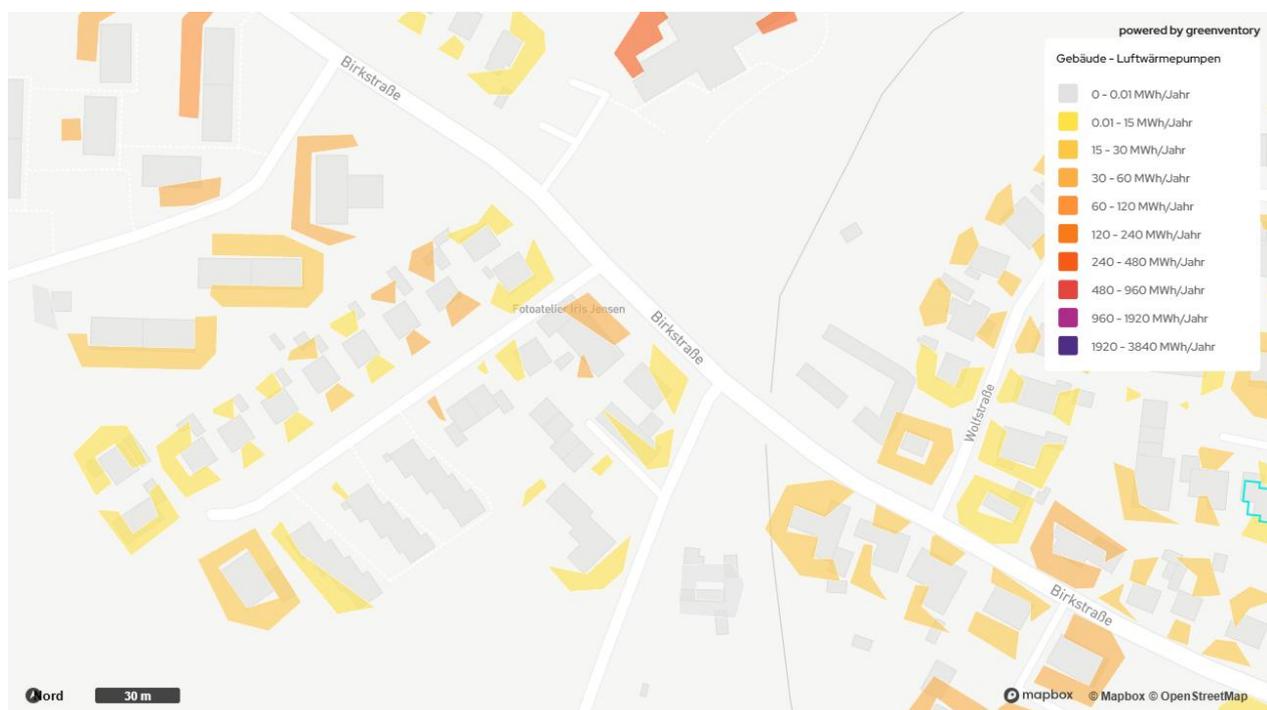


Abbildung 5-7: Gebäude mit und ohne Luft-Wärmepumpen-Potenzial

Für das gesamte Gemeindegebiet ergeben sich unter Anwendung von Abstandsregeln drei Gebiete mit einer Herausforderung hinsichtlich der Aufstellung einer Luft-Wärmepumpe. Diese Gebiete sind in Abbildung 5-8 dargestellt. In diesen drei Gebieten befinden sich knapp 39 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 nur ein sehr geringer Anteil der Gebäude in Gemeinde Leck von dieser Herausforderung betroffen.

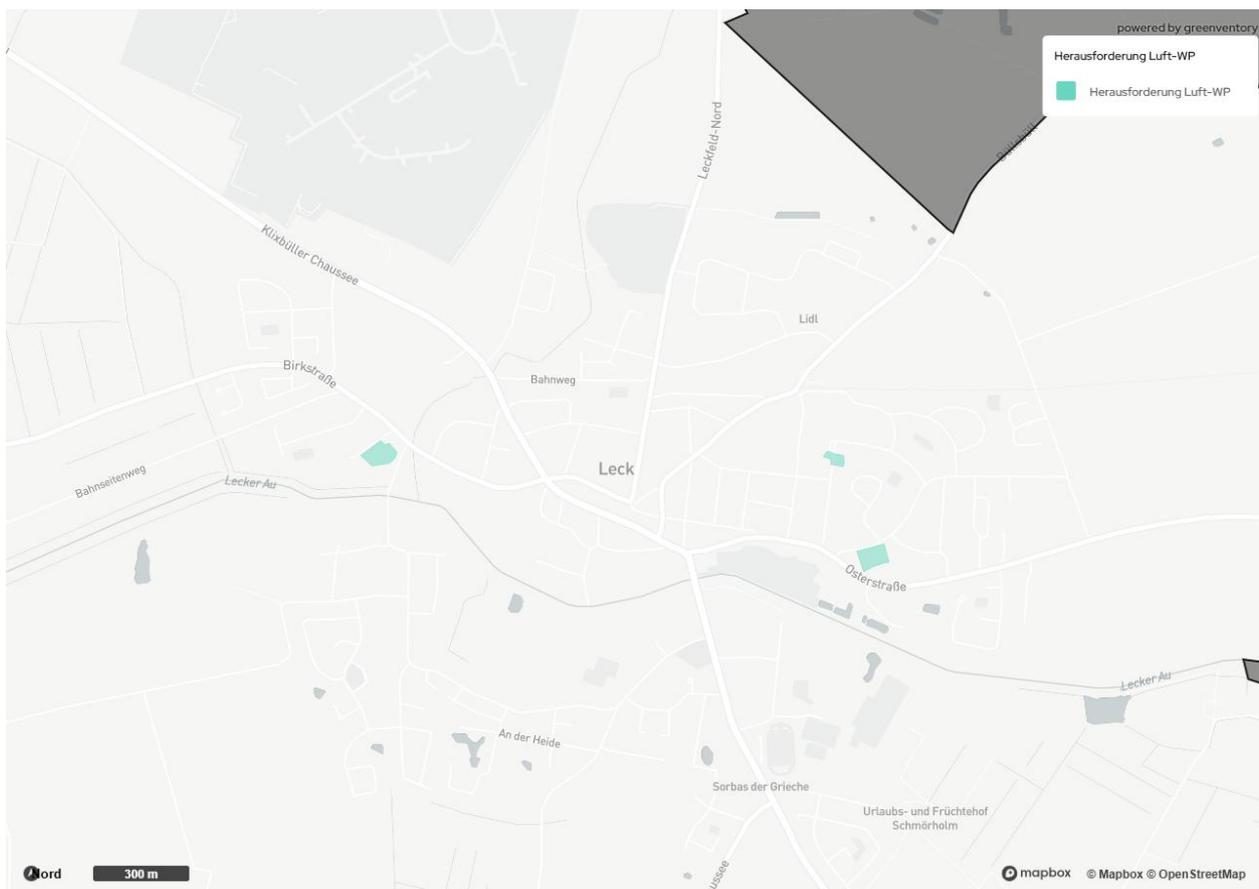


Abbildung 5-8: Gebiete mit der Herausforderung Luftwärmepumpe

Von den knapp 40 Gebäuden befinden sich zudem 22 innerhalb des Bestandsnetzes Wikingerstraße/Süderholz.

Für die Gebäude, die gemäß der geltenden Abstandsregeln voraussichtlich keine Luft-Wärmepumpen aufstellen können und die nicht in einem Prüfgebiet 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 bieten überregionale Versorger mittlerweile Gastarife mit Anteilen an Biomethan an. Mittelfristig steht in Aussicht, dass Tarife angeboten werden, 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.

Seit dem 05.07.2024 wurde die Landesbauordnung in Schleswig-Holstein dahingehend angepasst, dass der Mindestabstand von 3 m zur Grundstücksgrenze für (kleinere) Wärmepumpen entfällt. Eine Wärmepumpe mit maximal 2 m Höhe und 3 m Breite darf daher innerhalb der regulären Abstandsflächen eines Wohngebäudes errichtet werden. Aus Schallschutzgründen ist allerdings ein Mindestabstand zum Nachbargebäude einzuhalten, der je nach Gebietstyp (Wohngebiet, Mischgebiet, Gewerbegebiet etc.) und Schalleistung der Wärmepumpe variiert. Im Rahmen von Machbarkeitsstudien oder spätestens bei der nächsten

Aktualisierung der Wärmeplanung in fünf Jahren sollten angrenzende Gebäude von Prüf- und Eignungsgebieten dahingehend bewertet werden, ob sie den Einbau einer Wärmepumpe zulassen, oder ob eine Ausweitung der Prüf- bzw. Eignungsgebiete sinnvoll ist. Eigentümer*innen, die eine Wärmepumpe installieren möchten, sollten sich daher vorab von Fachpersonal bezüglich der Lärmemissionen und der erforderlichen Abstände zu Nachbargebäuden beraten lassen.

5.4 WIRTSCHAFTLICHKEIT DER PRÜFGEBIETE

Im Anschluss an die Identifizierung der Prüfgebiete folgt die Wirtschaftlichkeitsberechnung dieser Gebiete. Die Beschreibung der Vorgehensweise zur Wirtschaftlichkeitsberechnung findet in diesem Kapitel statt.

5.4.1 ENERGIEWIRTSCHAFTLICHE ANSÄTZE

Um die im vorangegangenen Schritt ermittelten Prüfgebiete wirtschaftlich bewerten zu können, wurden die energiewirtschaftlich relevanten Rahmenparameter definiert. Neben einem Kapitalzins wurden aktuelle Kosten für Energieeinkauf, Wartung und Instandhaltung angesetzt, sowie eine CO₂-Bepreisung, die vom an der EEX-Börse gehandelten Börsenpreis abgeleitet wurde. Die Ansätze für Wartungs- und Reparaturkosten wurden bei den Herstellern angefragt oder stammen aus vergleichbaren Projekten.

5.4.2 PRÜFGEBIETE – ANLAGENDIMENSIONIERUNG UND ENERGIEBILANZEN

Im ersten Schritt wurde berechnet, wie viel Wärme die Gebäude in den verschiedenen Netzgebieten zu unterschiedlichen Tageszeiten benötigen. Daraus entsteht ein stündlicher Lastgang, also eine Aufstellung, wie sich die Wärmenachfrage im Laufe eines Tages verändert. Diese Daten wurden in ein Simulationstool eingebettet.

Die Simulation beruht auf der Annahme, dass der Wärmebedarf einem typischen Tagesverlauf folgt, etwa mit Spitzen am Morgen und Abend. Da aber mehrere Gebäude beteiligt sind, treten diese Spitzen nicht genau zur selben Zeit auf. Dieser zeitliche Versatz drückt sich in einer Begrenzung der maximalen Leistung aus, dem Gleichzeitigkeitsfaktor. Je mehr Gebäude an ein Wärmenetz angeschlossen sind, desto niedriger fällt der Gleichzeitigkeitsfaktor aus und desto geringer ist die maximale Leistung, die gleichzeitig gebraucht wird. In großen Netzen werden dadurch im Schnitt nur etwa 50 % der rechnerisch möglichen Spitzenleistung tatsächlich benötigt.

In der Simulation wird der stündliche Wärmebedarf mit verschiedenen möglichen Wärmeerzeugern abgeglichen. 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 sowie Nutzen entsteht. Dabei werden auch gesetzliche Vorgaben und Förderbedingungen für neue Wärmenetze berücksichtigt.

Da künftig viele Gebäude energetisch saniert sein werden, wird der Wärmebedarf insgesamt sinken. Außerdem ist davon auszugehen, dass sich nicht alle Gebäudeeigentümer*innen sofort an das Wärmenetz anschließen. Für die Wirtschaftlichkeitsberechnung wird daher mit einer Anschlussquote von 60 % des heutigen Wärmebedarfs gerechnet. Die Erzeugungsanlagen selbst werden allerdings für eine Anschlussquote von 75 % ausgelegt. So bleibt genug Reserve, um kurzfristig weitere Gebäude mit anzuschließen zu können, ohne dass Überkapazitäten erzeugt werden.

Erneuerbare Energiequellen für Wärmeerzeugung sind je nach Gebiet unterschiedlich stark nutzbar. Deshalb lässt sich nicht pauschal sagen, wie der Erzeugermix in einem Wärmenetz genau aussehen sollte. Letztendlich liegt diese Entscheidung beim jeweiligen Betreiber. Ziel der Berechnungen ist es vielmehr zu prüfen, ob sich ein Wärmenetz im jeweiligen Gebiet grundsätzlich wirtschaftlich betreiben lässt.

Um verlässliche Grundlagen zu schaffen, wurden in Absprache mit dem lokalen Energieversorger eine Versorgungsvariante entwickelt, die derzeit als einzige Variante in Betracht kommt und dabei das lokale Abwärmepotenzial durch Neuansiedlung von Gewerbe- und Industriebetrieben berücksichtigt. Diese funktioniert unabhängig von äußeren Bedingungen – sie liefert also immer Wärme. Zudem erfüllt sie die Anforderungen der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) und gilt angesichts der aktuellen Zinssituation als wirtschaftlich. Diese Versorgungsansätze werden auch von regionalen Energieversorgern unterstützt.

Aus diesen Gründen wurde für das Prüfgebiet folgende Versorgungsoption betrachtet:

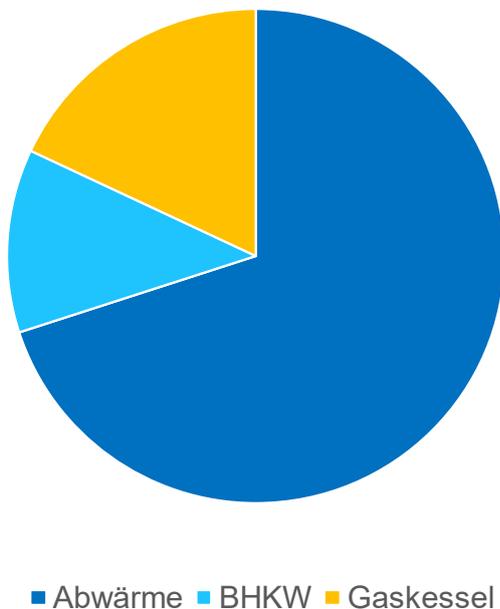


Abbildung 5-9: Betrachtete Versorgungsoption für das Prüfgebiet

5.4.3 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 dabei an der Nutzungsdauer der technischen Anlagen gemäß VDI-Richtlinie 2067 – Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen.

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 erneuerbarer 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 Solarthermieanlagen 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).

5.4.4 VORGEHEN WIRTSCHAFTLICHKEITSBERECHNUNG

Für die in Abbildung 5-9 aufgezeigte untersuchte Versorgungsvariante 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 6: Wirtschaftlichkeitsberechnungen (nicht öffentlicher Teil) eingesehen werden.

5.4.5 DEZENTRALE WIRTSCHAFTLICHKEITSBERECHNUNG

Als Kostenvergleich zu einer zentralen Wärmeversorgung sowie zu Bereichen, in denen wegen der geringen Wärmeabnahmedichte kein Wärmenetz in Frage kommt, werden für ein typisches Einfamilienhaus verschiedene dezentrale Wärmeversorgungsoptionen wirtschaftlich betrachtet. Die Berechnungen berücksichtigen dabei die seit Mitte August des Jahres 2022 geltenden Fördermöglichkeiten für den Heizanlageaustausch aus der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BAFA, 2021), die in Abbildung 5-10 dargestellt sind.



Abbildung 5-10: 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 5-11 zeigt die Jahreskosten mit Berücksichtigung eines CO₂-Preises von 87 € pro Tonne (netto) für fossile Emissionen aus der direkten Nutzung von Erdgas. Dieser CO₂-Preis wird aktuell bereits für Industrieunternehmen und Energieversorgungsunternehmen an der Börse abgerufen. Ab 2027 wird auch der CO₂-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.

In der Abbildung 5-11 ist ein Vergleich dreier dezentraler Lösungen zur Wärmeversorgung dargestellt. Alle drei Varianten können ihre CO₂-Emissionen und Energiekosten zusätzlich über eine eignen PV-Anlage auf dem Dach um jeweils ca. 20 % senken.

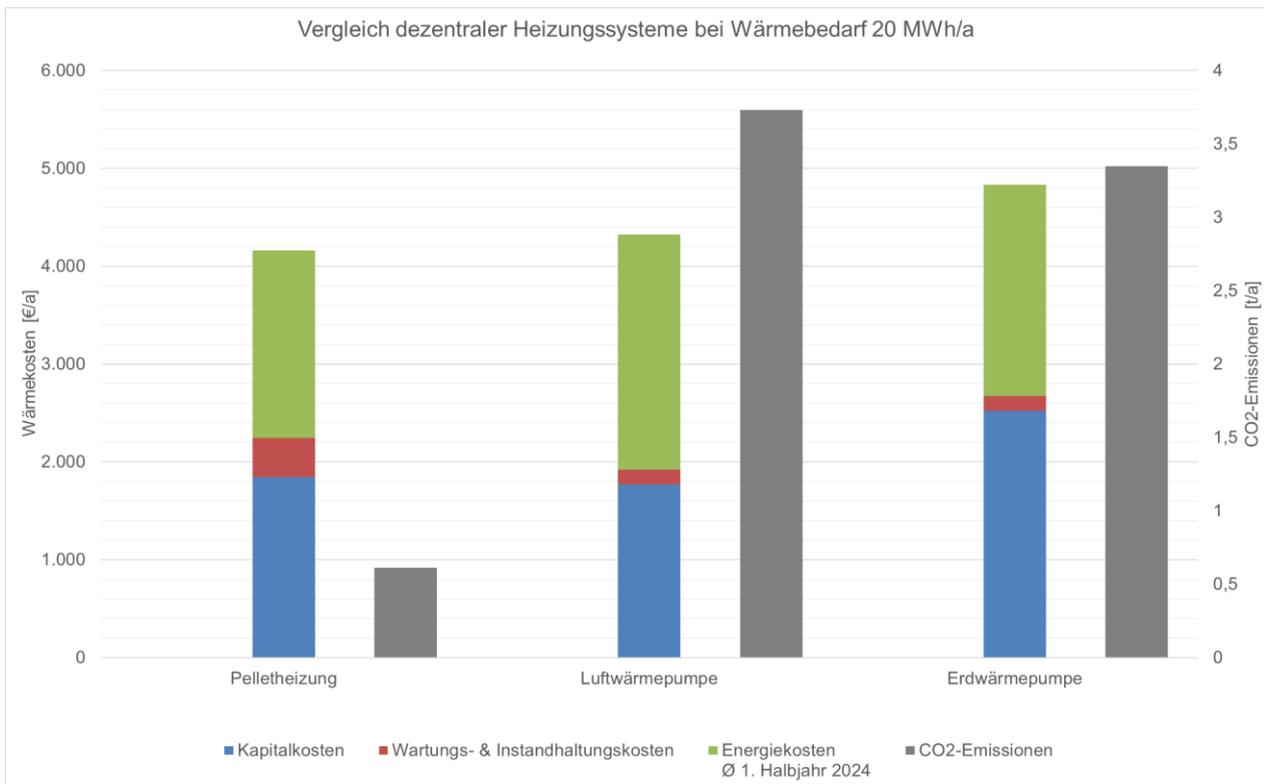


Abbildung 5-11: Vergleich dezentraler Heizungssysteme

5.4.6 ÜBERFÜHRUNG DER EIGNUNGSGEBIETE IN MAßNAHMEN

Für das Prüfgebiet wird eine umfassende wirtschaftliche Bewertung durchgeführt, basierend auf einer statischen Wirtschaftlichkeitsberechnung unter Berücksichtigung der Vollkosten (vgl. Kapitel 5.4). 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. Wärmegestehungskosten sind die Gesamtkosten, die für die Erzeugung der Wärmeenergie anfallen. Diese Kosten umfassen alle Ausgaben für Brennstoffe, Anlagen, Betrieb und Wartung und werden üblicherweise pro Einheit erzeugter Menge Wärmeenergie (z.B. in Cent pro Kilowattstunde) angegeben. Sie sind ein wichtiger Indikator für die Wirtschaftlichkeit von Energiesystemen und helfen dabei, verschiedene Wärmeerzeugungstechnologien zu bewerten und zu vergleichen.

Die detaillierten Ergebnisse dieser Wirtschaftlichkeitsberechnungen sind im Anhang 6: Wirtschaftlichkeitsberechnungen zu finden.

Um den Bürger*innen einen Überblick in die Wirtschaftlichkeit der Prüfgebiete zu geben, wird in der folgenden Tabelle eine Zusammenfassung präsentiert. Die Tabelle zeigt, ob ein Wärmenetz in einem bestimmten Prüfgebiet unter den aktuellen Rahmenbedingungen wirtschaftlich darstellbar ist.

- Ein roter Punkt gibt an, dass die Wärmegestehungskosten gleich oder höher sind als bei einer dezentralen Erzeugung.
- Ein gelber Punkt zeigt an, dass die Wärmegestehungskosten mindestens 5 % geringer sind als bei einer dezentralen Erzeugung.
- Ein grüner Punkt signalisiert, dass die Wärmegestehungskosten mindestens 20 % geringer sind als bei einer dezentralen Versorgung.

Diese farbkodierten Punkte dienen dazu, die Wirtschaftlichkeit der Wärmeversorgung im betrachteten Prüfgebiet schnell und übersichtlich zu bewerten.

Tabelle 5-2: Übersicht untersuchte Prüfgebiete und Wirtschaftlichkeit

| EIGNUNGSGEBIET | ANZAHL BEHEIZTER GEBÄUDE INKL. BESTANDSNETZ | HEUTIGER WÄRMEBEDARF INKL. BESTANDSNETZ | WÄRME- LINIENDICHTE INKL. BESTANDSNETZ | WIRTSCHAFT- LICHKEIT |
|---|--|--|---|---|
| AUSBAU UND DEKARBONISIERUNG DER BESTANDSNETZE | 765 | 25,2 GWh/a | 2.770 kWh/(m·a) |  |

Die Tabelle 5-2 zeigt das betrachtete Prüfgebiet und eine qualitative Übersicht über die Wirtschaftlichkeit in Relation zu einer dezentralen Wärmeversorgung. Daraus ergibt sich, dass sich das Prüfgebiet zum Ausbau und zur Dekarbonisierung der Bestandsnetze in ein Eignungsgebiet überführen lässt. Dieses Eignungsgebiet wird in Kapitel 7 in eine Maßnahme übertragen.

Es zeigt sich, dass neben der Wärmelinienendichte vor allem die Größe des Netzes und die Höhe des Gesamtwärmeabsatzes die Wirtschaftlichkeit positiv beeinflussen. In diesem Fall ist zudem eine kostengünstig verfügbar gemachte Abwärme aus industriellen Prozessen ein entscheidender Faktor. Allerdings sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung sich auf den statischen Zeitraum nach der (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 und erschlossen 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.

5.5 IDENTIFIZIERTE FOKUSGEBIETE GEBÄUDESANIERUNG

Im Rahmen der KWP werden Gebäudeblöcke mit hohem relativen Energieeinsparpotenzial und mutmaßlich homogener Gebäudestruktur und Gebäudealter als Fokusgebiet Gebäudesanierung zusammengefasst. Dieses Energieeinsparpotenzial könnte durch umfangreiche energetische Sanierungen realisiert werden. Aufgrund der verwendeten Datenquellen (aggregierte Energieverbräuche und Baualtersklassen) können nur Annahmen getroffen werden, welche nicht den tatsächlichen Sanierungsstand einzelner Gebäude im Fokusgebiet Gebäudesanierung wiedergeben. Aus der Identifizierung eines Fokusgebietes im Rahmen der KWP ergeben sich keine Vorgaben oder Verbindlichkeiten, weder für die Kommune noch für Eigentümer*innen. Es handelt sich lediglich um eine Empfehlung an die Kommune, die identifizierten Fokusgebiete tiefergehend zu analysieren, und ggf. mit zielgerichteten Angeboten und Anreizen Gebäudesanierungen zu unterstützen.

In den folgenden Abschnitten wird das Vorgehen zur Bestimmung der Fokusgebiete Gebäudesanierung beschrieben und die daraus erarbeiteten Ergebnisse dargestellt.

Ein wesentlicher Indikator zur Bestimmung von Fokusgebieten für energetische Sanierungsmaßnahmen ist das relative Sanierungspotenzial. Dieses wird in niedrig, mittel und hoch klassifiziert. Für die Bestimmung der Fokusgebiete wird die hohe Sanierungspotenzialklasse betrachtet. In Abbildung 5-12 sind die Sanierungspotenzialklassen je Baublock in Leck dargestellt.

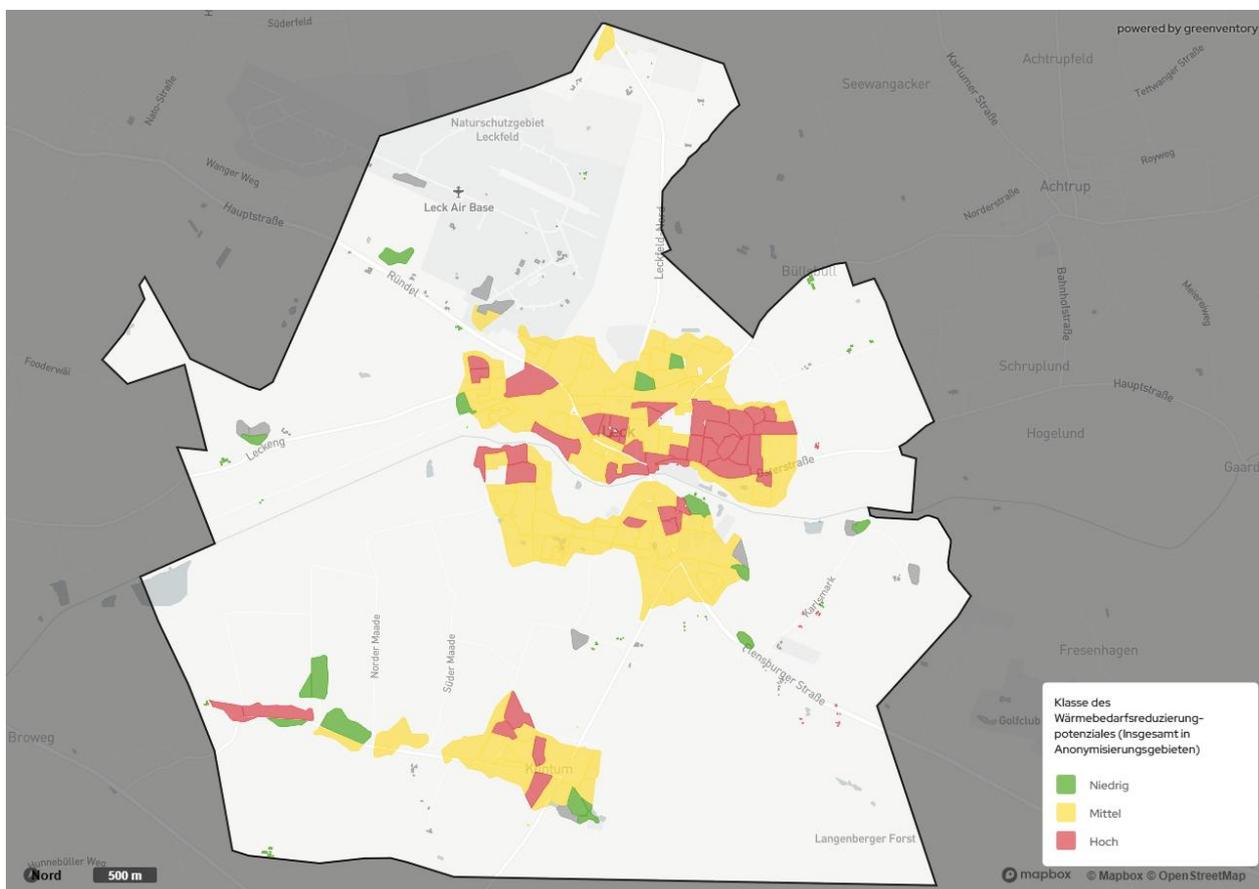


Abbildung 5-12: Klassifizierung nach Sanierungspotenzial in anonymisierter Darstellung

Im nächsten Schritt werden sich Gebäude mit einem hohen Gebäudealter angeschaut. Hierbei sind insbesondere jene Gebäude im Fokus, welche vor 1979 errichtet wurden. Dies lässt sich darüber begründen, dass diese Gebäude vor der ersten Wärmeschutzverordnung (WSVO) entstanden sind. Die WSVO wurde bis 2008 in drei Stufen weiter verschärft und danach durch die EnEV abgelöst. Seit 2020 gibt das GEG vor wie Neubauten energetisch zu dämmen sind. In Abbildung 5-13 sind die Baualtersklassen je Baublock für die Gemeinde Leck dargestellt.

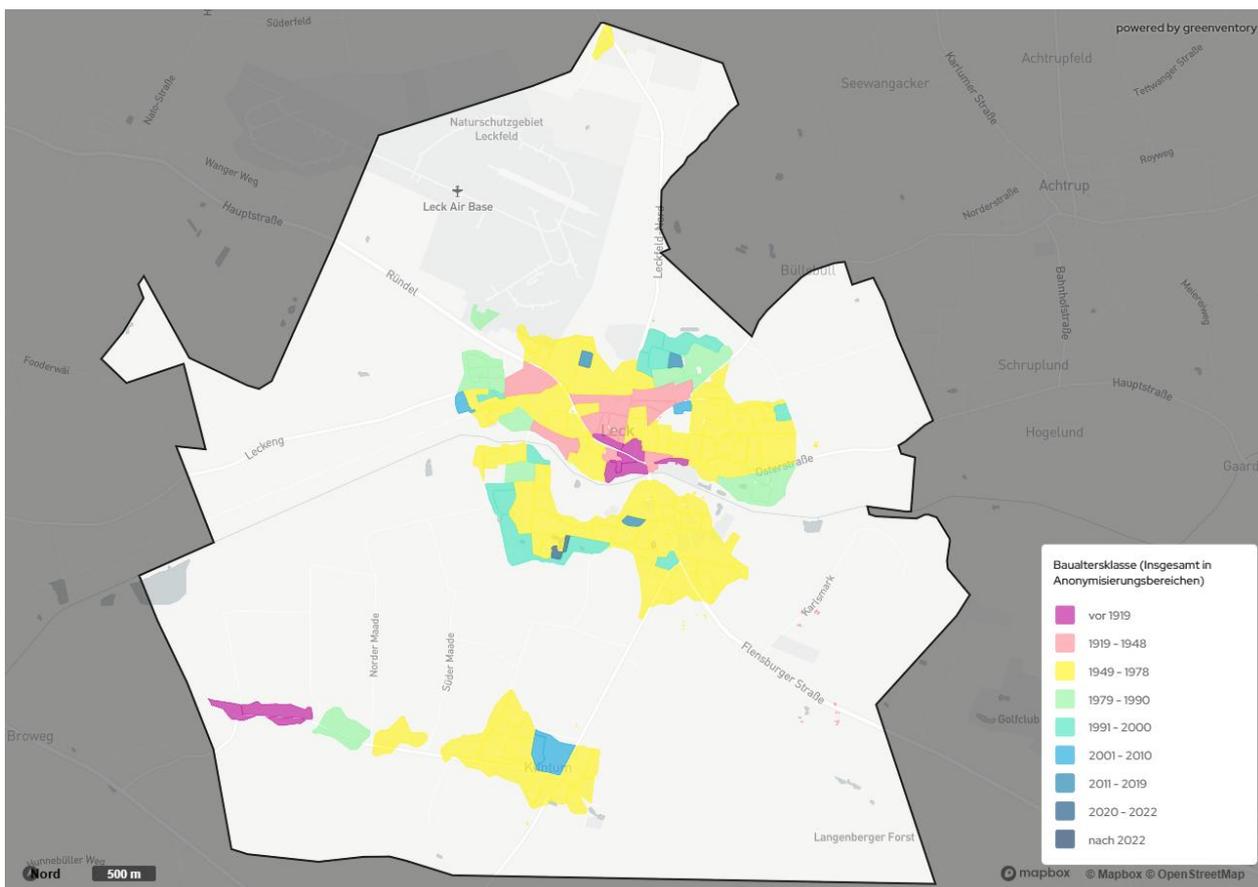


Abbildung 5-13: Kartografische Darstellung der Baualtersklassen in anonymisierter Form

Die Erkenntnisse aus beiden Karten werden nun übereinandergelegt, so dass ausschließlich Bereiche betrachtet werden, in denen ein hohes Sanierungspotenzial und eine Baualtersklasse von vor 1979 vorherrscht. Um möglichst viel Übertragbarkeit in einem Gebiet zu ermöglichen, ist es vorteilhaft, wenn sich die Gebäude in Gebäudeart und Bauweise 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 Baualtersklassen decken ca. 60 % des Gebäudebestandes.

Insgesamt wurden anhand dieser Analyse acht Fokusgebiete und ein optionales Fokusgebiet Gebäudesanierung im Gemeindegebiet von Leck identifiziert. Diese sind in Abbildung 5-14 dargestellt.

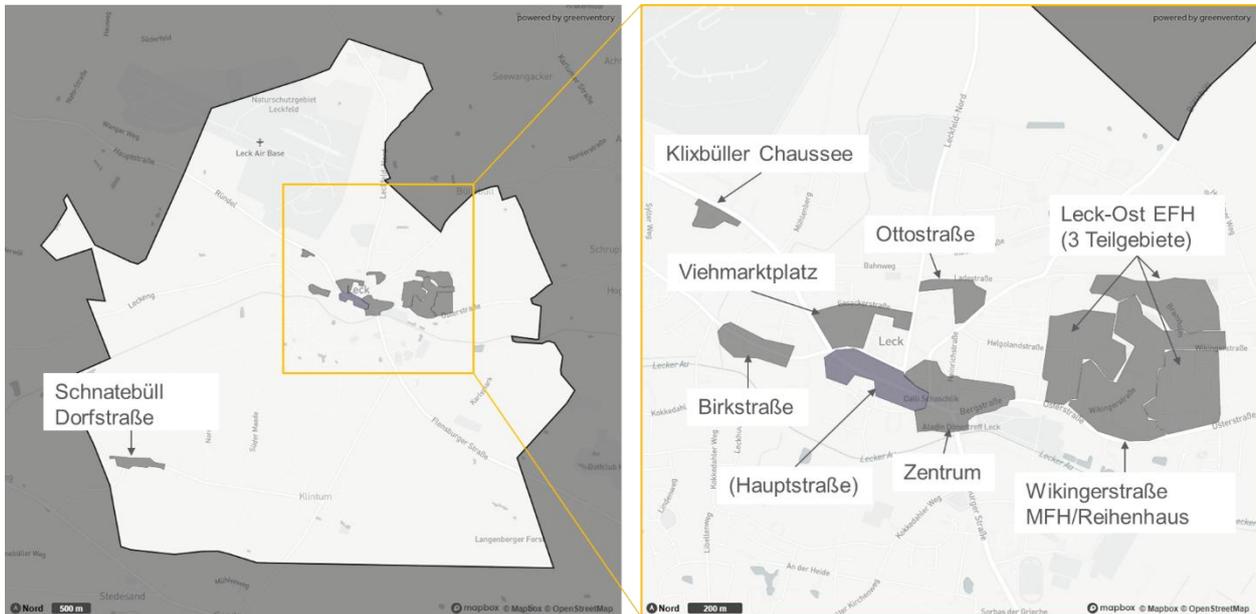


Abbildung 5-14: Räumliche Verteilung der Fokusgebiete Gebäudesanierung

Es lässt sich erkennen, dass die Fokusgebiete alle in räumlicher Nähe zueinander im Ortskern liegen sowie ein Gebiet am Südöstlichen Gemeinderand. In Anhang 3: Maßnahmen werden die einzelnen Gebiete näher beschrieben und in eine Maßnahme überführt.

6 ZIELSZENARIO

Das Zielszenario zeigt die mögliche Wärmeversorgung im Zieljahr 2040, basierend auf den Eignungsgebieten und nutzbaren Potenzialen. Dieses Kapitel beschreibt die Methodik sowie die Ergebnisse einer Simulation des ausgearbeiteten Zielszenarios.



Abbildung 6-1: 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 5 auf. Das Zielszenario beantwortet 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 3 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.

6.1 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 ca. ein Fünftel der Gebäude über Wärmenetze versorgt (s. Abbildung 6-2).

Gebäude außerhalb der Eignungsgebiete und der Bestandswärmenetze 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.

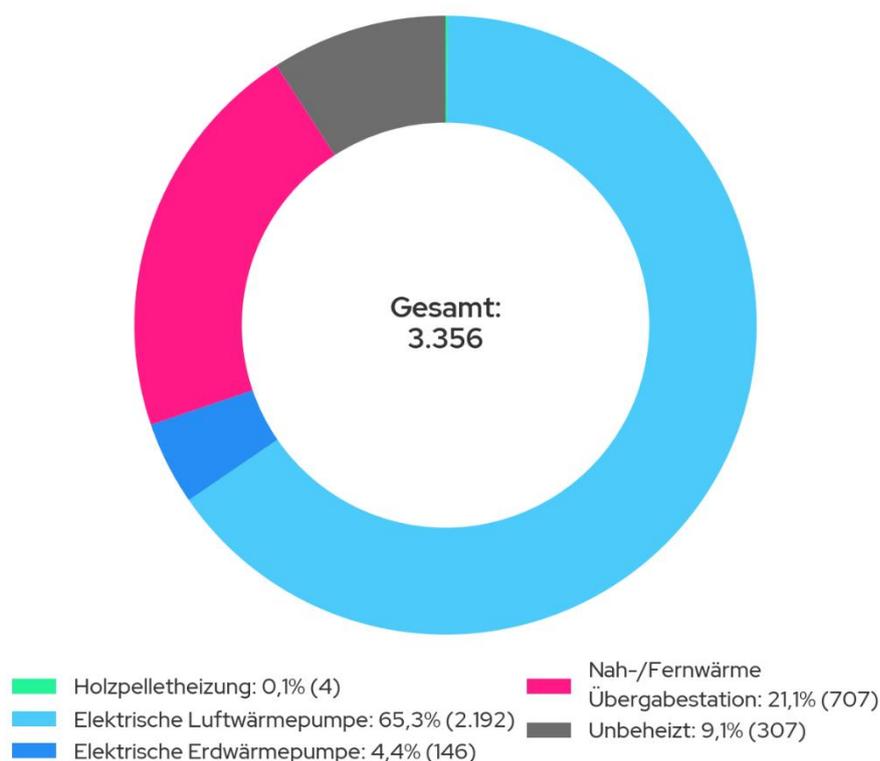


Abbildung 6-2: Gebäudeanzahl nach Wärmeerzeugern im Jahr 2040

Die Ergebnisse der Simulation sind in Abbildung 6-2 für das Jahr 2040 dargestellt. Eine Analyse der eingesetzten Wärmeerzeugungstechnologien macht deutlich, dass ca. zwei Drittel der Haushalte zukünftig mit Luftwärmepumpen beheizt werden könnten. Erdwärmepumpen sind in diesem Szenario in 4,4 % der Gebäude verbaut. Um diesen Ausbaugrad an Wärmepumpen zu erreichen, müssten jährlich ca. 150 Luft- und ca. 10 Erdwärmepumpen installiert werden. Einzelheizungen mit Biomasse (gasförmig oder fest) könnten nach diesen Berechnungen zukünftig in ca. 0,1 % zum Einsatz kommen. Daraus erkennt man, dass für fast alle Gebäude in Einzelversorgungsgebieten ein Wärmepumpen-Potenzial vorhanden ist. Abbildung 6-3 stellt das modellierte zukünftige Versorgungsszenario im Projektgebiet dar. Darin sind die Eignungsgebiete für Wärmenetze (blau hinterlegt) sowie die Einzelversorgungsgebiete (grün hinterlegt) dargestellt, welche durch ein Heizsystem, betrieben durch Strom und Biomasse, versorgt werden.

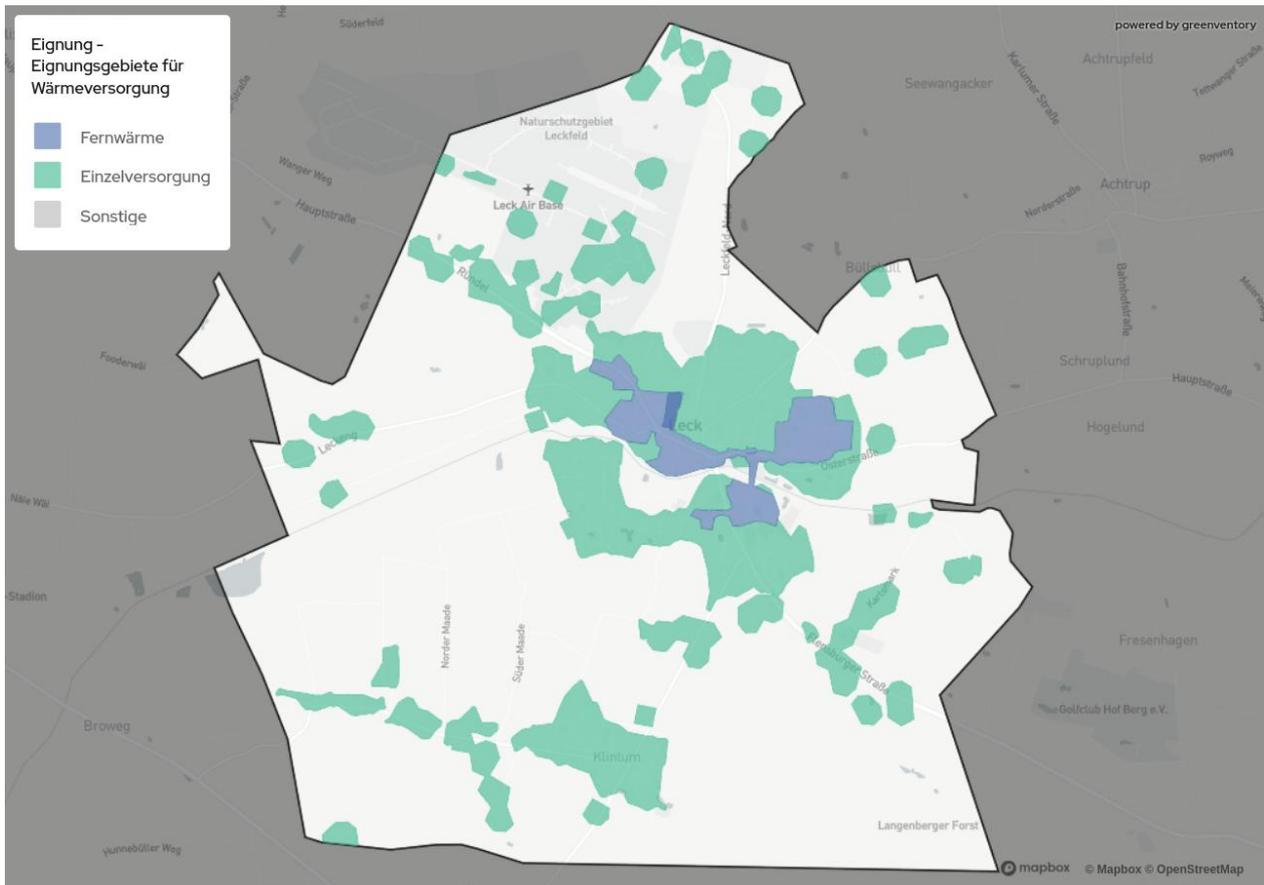


Abbildung 6-3: Versorgungsszenario im Zieljahr 2040 (blau: Fernwärme, grün: Einzelversorgung)

6.2 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 6-4 dargestellt.

Im Zieljahr 2040 könnten die Wärmenetze zu 12 % durch Biogas-KWK und Biogas-Kessel versorgt werden. Abwärme aus Industriebetrieben könnten 70 % der Wärme erzeugen und 18 % würden durch Gas (Spitzenlast) versorgt. Dabei wird angenommen, dass die derzeitigen Erzeuger der Wärmenetze erstmal so weitergenutzt werden. Bei der Spitzenlastherzeugung muss jedoch bis 2045 von Erdgas auf Biogas oder -methan umgestiegen werden.

Jeder dieser Energieträger wurde aufgrund seiner technischen Eignung, Umweltverträglichkeit und Effizienz im Kontext der Fernwärmeerzeugung ausgewählt. Es ist zu betonen, dass dieses Ergebnis nur durch Ansiedlung von Unternehmen mit geeignetem Abwärmepotenzial im Businesspark Südtondern und die Nutzbarmachung dieses Potenzials realisiert werden kann. Die hier errechneten initialen Werte sollten in nachgelagerten Machbarkeitsstudien weiter verfeinert und validiert werden.

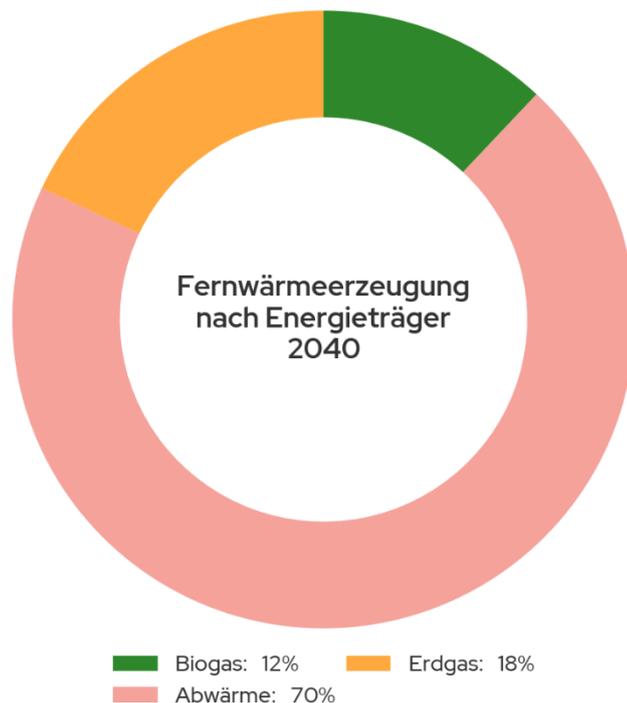


Abbildung 6-4: Fernwärmeerzeugung nach Energieträger im Zieljahr 2040

6.3 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 ist für die Zwischenjahre 2030, 2035 sowie für das Zieljahr 2040 in Abbildung 6-5 dargestellt.

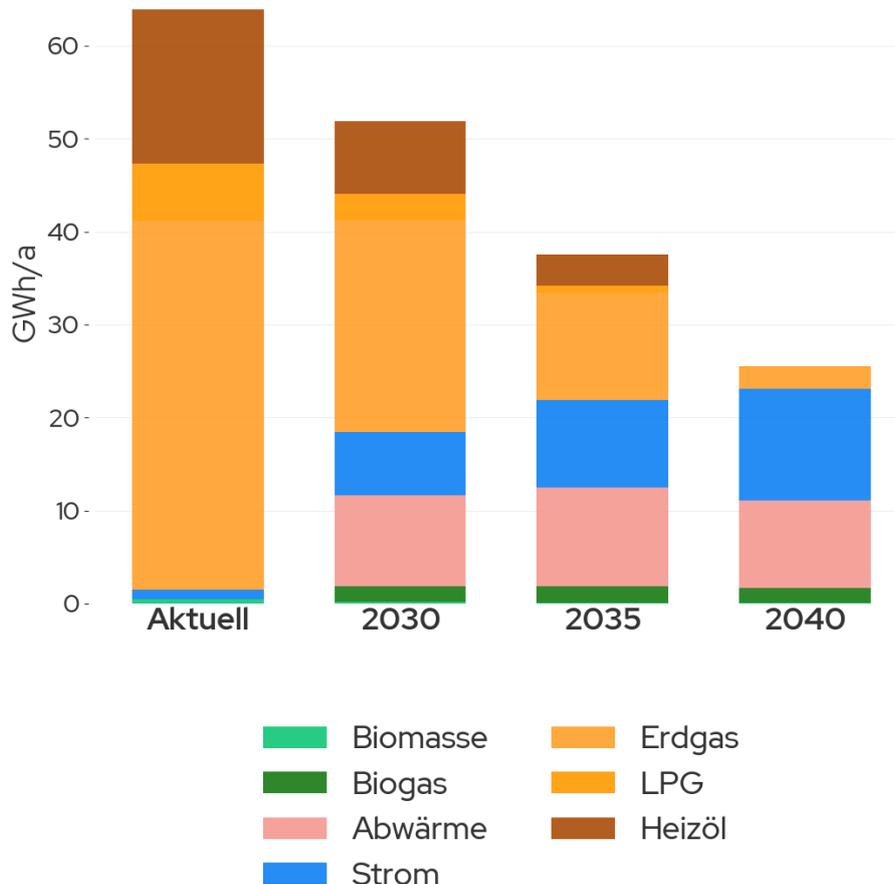


Abbildung 6-5: Verteilung des Endenergiebedarfs nach Energieträger im zeitlichen Verlauf

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 und den Einsatz von Wärmepumpen, die einen Großteil der benötigten Energie der Umwelt entnehmen. Aufgrund der angenommenen Jahresarbeitszahl von über drei kann ein Anteil Strom zwischen drei und vier Anteile an fossilen Energieträgern ersetzen.

Der Anteil von Gas und Öl am Endenergiebedarf 2040 wird über die betrachteten Zwischenjahre deutlich sinken. In diesem Szenario wird angenommen, dass das im Rahmen der KWP erarbeitete Wärmenetz-Eignungsgebiet vollständig erschlossen sein wird. Grundlage hierfür ist die Ansiedlung der Gewerbebetriebe im Businesspark Südtondern.

6.4 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 6-6). Es zeigt sich, dass im angenommenen Szenario im Zieljahr 2040 eine Reduktion um ca. 91 % verglichen mit dem Basisjahr erzielt werden kann. Dies bedeutet, dass ein CO₂-Restbudget im Wärmesektor von ca. 1.673 tCO₂ 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.

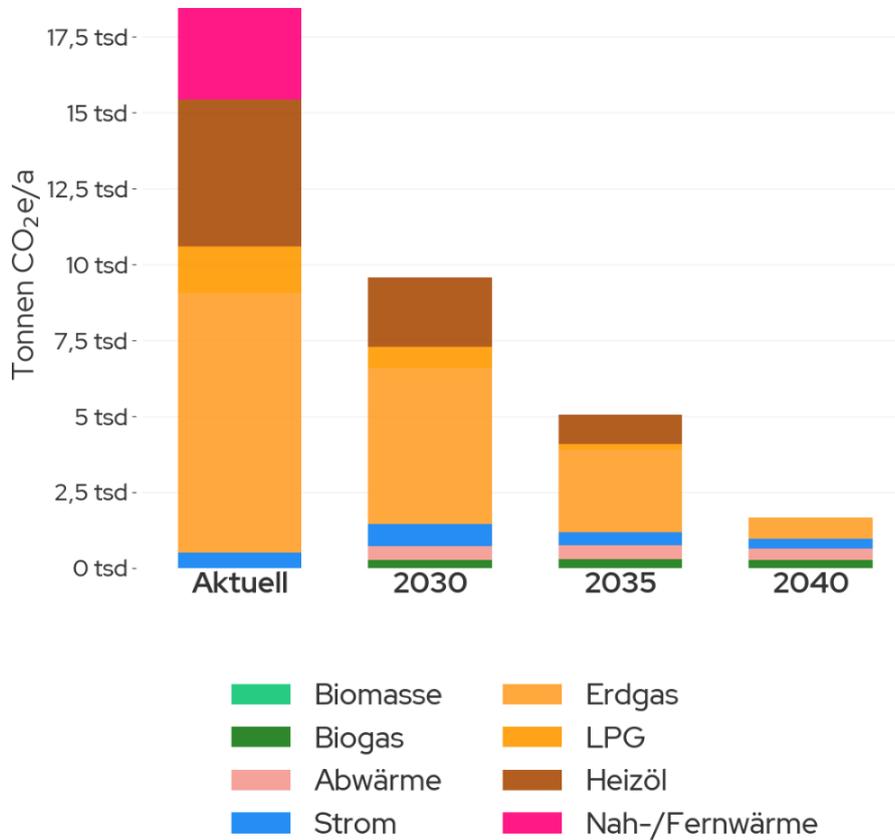


Abbildung 6-6: Verteilung der THG-Emissionen nach Energieträger im zeitlichen Verlauf

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 CO₂-Emissionen ausgegangen, was sich positiv auf die CO₂-Emissionen von Wärmepumpenheizungen auswirkt.

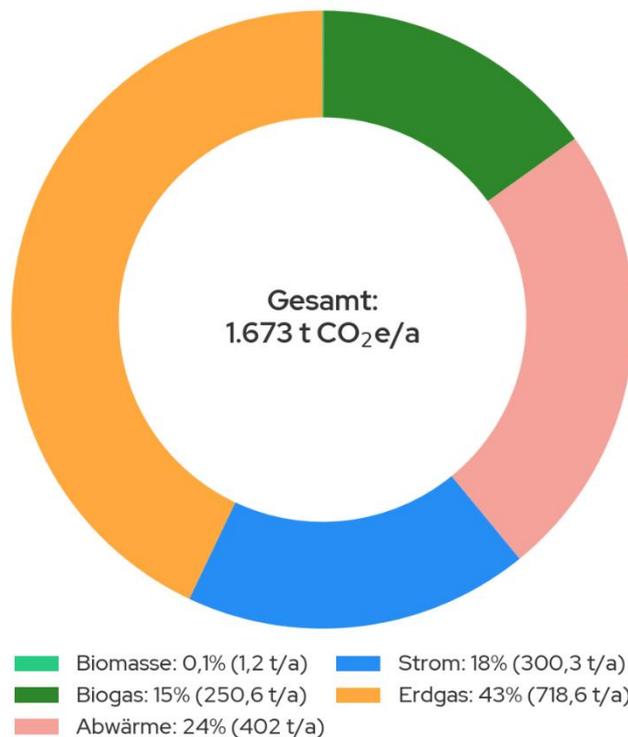


Abbildung 6-7: Treibhausgasemissionen nach Energieträger im Jahr 2040

Wie in Abbildung 6-7 zu sehen ist, wird im Jahr 2040 die Verwendung von Erdgas zu Spitzenlastzeiten einen großen Teil der verbleibenden Emissionen ausmachen. Um eine vollständige Treibhausgasneutralität erreichen zu können, muss bis 2045 auf Biogas oder -methan zu Spitzenlastzeiten umgestiegen werden.

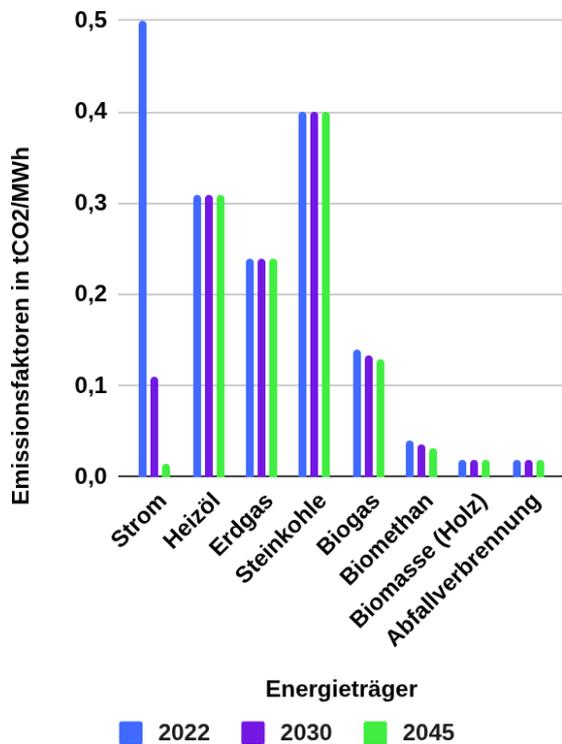


Abbildung 6-8: Emissionsfaktoren in tCO₂/MWh (Technikkatalog (Langreder et al. (Im Auftrag des BMWK), 2024)

6.5 ZUSAMMENFASSUNG DES ZIELSZENARIO

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 sowie die damit verbundenen notwendigen Anstrengungen, um die Wärmewende erfolgreich zu gestalten.

Im betrachteten Szenario werden etwa 70 % 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. Es zeigt sich, dass im angenommenen Szenario im Zieljahr 2040 eine Reduktion um ca. 91 % verglichen mit dem Basisjahr erzielt werden kann. Im Rahmen der Fortschreibungen des Wärmeplans müssen hierzu weitere Maßnahmen und Strategien entwickelt werden, um eine vollständige Treibhausgasneutralität des Wärmesektors erreichen zu können.

7 MAßNAHMENKATALOG

In diesem Abschnitt werden konkrete Maßnahmen vorgestellt, die zur Erreichung der Ziele der Wärmewende empfohlen werden. Die Maßnahmenauswahl basiert auf den Ergebnissen der Bestands- und Potenzialanalyse sowie der räumlichen Analyse. Alle Maßnahmen sollen den Weg in Richtung des angestrebten Zielszenarios ebnen.

Es wurden zwei Kategorien an Maßnahmen abgeleitet. Zum einen übergeordnete Maßnahmen und zum anderen gebietsspezifische Maßnahmen.

Die übergeordneten Maßnahmen sind allgemeiner formuliert, erstrecken sich über das ganze Gemeindegebiet und lassen sich ggf. auch auf das Amtsgebiet ausweiten. Es handelt sich hier eher um „weiche Maßnahmen“ und unterstützender Instrumente zur Zielerreichung.

Die gebietsspezifischen Maßnahmen betreffen dagegen nur einzelne Quartiere in der Gemeinde Leck. Sie basieren vor allem auf den Ergebnissen der räumlichen Analyse und können auch bauliche Maßnahmen umfassen. Aus dem Grund sind diese Maßnahmen bereits etwas konkreter in der Formulierung.

Um das Ziel der treibhausgasneutralen Wärmeversorgung zu verfolgen, braucht es Schlüsselkomponenten, die sich positiv auf die Zielerreichung auswirken. Diese Schlüsselkomponenten umfassen:

- 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 nachhaltigen Heiztechnologien, insbesondere Luft-Wärmepumpen
- Die Nutzung lokaler Energiequellen wie Erdwärme, Solarthermie und Biogas und unvermeidbarer Abwärme

Bei der Ausarbeitung des Maßnahmenkatalogs wurde mindestens einer dieser Schlüsselkomponenten je Maßnahme einbezogen. Jede Maßnahme wurde daraufhin detailliert anhand eines Maßnahmensteckbriefes beschrieben. Die Maßnahmensteckbriefe beinhalten folgende Aspekte:

- Maßnahmen Typ
- Positive Auswirkung auf die Ziele
- Verantwortliche Akteure
- Geschätzte Kosten
- Mögliche Förderungen
- Nutzen
- Nächste Schritte
- Umsetzungszeitraum der Einzelschritte
- Hinweise
- Maßnahmenbeschreibung

Die einzelnen Maßnahmensteckbriefe sind im Anhang 3: Maßnahmen einzusehen.

Schlussendlich sollen die empfohlenen Maßnahmen in umsetzbare Projekte überführt werden können und mit einer hohen Priorität bewertet werden. Die Umsetzung erfordert dabei das gemeinsame Engagement aller Beteiligten.

Während der Umsetzung der Maßnahmen ist ein kontinuierliches Monitoring und eine regelmäßige Überprüfung der Fortschritte erforderlich und wird deshalb als eigene Maßnahme empfohlen. Auf Basis des Monitorings können die Maßnahmen bei Bedarf angepasst und optimiert werden, um sicherzustellen, dass die gesetzten Ziele erreicht werden können.

7.1 ÜBERGEORDNETE MAßNAHMEN

Die folgenden übergeordneten Maßnahmen dienen der Förderung der Wärmewende auf kommunaler Ebene:

Tabelle 7-1: Übergeordnete Maßnahmen

| NAME DER MAßNAHME | VERANTWORTLICHE AKTEURE | UMSETZUNGSBEGINN |
|---|-------------------------------|--------------------|
| BEW TRANSFORMATIONSPLÄNE | Stadtwerke Nordfriesland | bis zum 31.12.2026 |
| KOORDINATIONSSTELLE SANIERUNG | Gemeinde Leck, Amt Südtondern | 2026 |
| KOMMUNALES BERATUNGSANGEBOT HEIZUNGS-AUSTAUSCH | Koordinationsstelle Sanierung | Mitte 2026 |
| ENERGETISCHE SANIERUNGSSTRATEGIE ÖFFENTLICHER GEBÄUDE | Koordinationsstelle Sanierung | Mitte 2026 |
| MONITORING | Koordinationsstelle Sanierung | 2026 |

Insgesamt wurden für die Gemeinde Leck fünf übergeordnete Maßnahmen entwickelt. In Anhang 3: Maßnahmen unter Übergeordnete Maßnahmen werden diese näher ausgeführt.

7.2 GEBIETSSPEZIFISCHE MAßNAHMEN

Im Zuge der räumlichen Analyse wurden Gebiete identifiziert für die zusätzliche Maßnahmen abgeleitet wurden.

Die Festlegung des Umsetzungsbeginns der folgenden Maßnahmen basiert auf technischen Überlegungen, wie beispielsweise der Etappierung von Wärmenetzerweiterungen sowie den Erkenntnissen aus der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung.

Tabelle 7-2: Gebietsspezifische Maßnahmen

| NAME DER MAßNAHME | VERANTWORTLICHE AKTEURE | UMSETZUNGSBEGINN |
|---|--|------------------|
| FOKUSGEBIETE GEBÄUDESANIERUNG | Koordinationsstelle Sanierung, (Gemeindeverwaltung) | 2026 |
| AUSBAU UND DEKARBONISIERUNG BESTANDSNETZE | Gemeinde Leck, Wärmenetzbetreiber (Stadtwerke Nordfriesland) | 2029 |

Für die Gemeinde Leck konnten zwei gebietsspezifische Maßnahmen identifiziert werden. In Anhang 3: Maßnahmen unter Gebietsspezifische Maßnahmen werden diese näher ausgeführt.

7.3 ZEITLICHE EINORDNUNG

Die erfolgreiche Umsetzung der Maßnahmen 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. Im Folgenden wird die zeitliche Dimension der geplanten Maßnahmen dargestellt und gibt einen Überblick darüber, wie sie in den kommenden Jahren umgesetzt werden sollten.

Die zeitliche Einordnung der Maßnahmen gestaltet sich wie folgt:

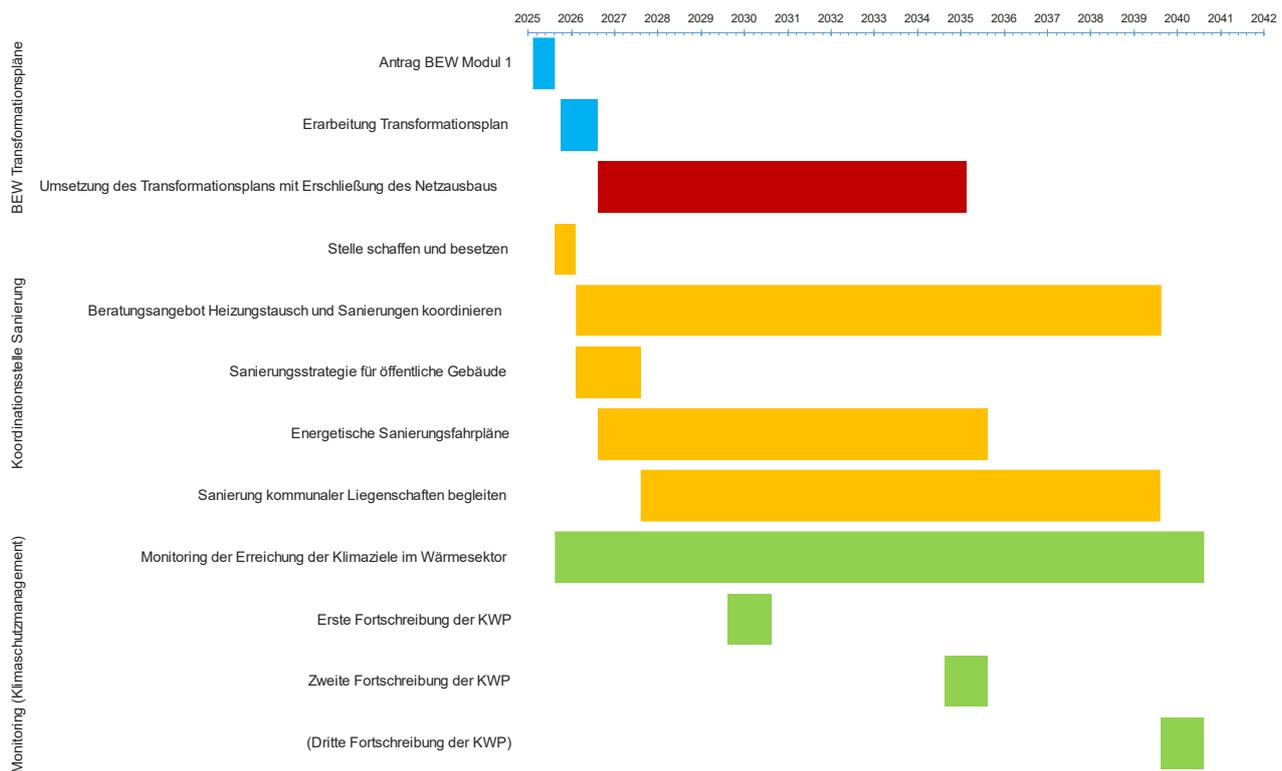


Abbildung 7-1: Zeitliche Einordnung der identifizierten Maßnahmen

7.4 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 dem Bereich Energiebedarf senken lassen sich die Einführung eines zentralen energetischen Sanierungsmanagements, Beratungsangebote für private Gebäude sowie die Entwicklung einer energetischen Sanierungsstrategie für die öffentlichen Gebäude einordnen.

Der Bereich Energie-Infrastruktur errichten bzw. ausbauen besteht im Wesentlichen aus der Empfehlung zum Ausbau der bestehenden Wärmenetze und einer damit verbundenen Dekarbonisierung. 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 ersetzen, fallen zum einen die Transformationspläne für die bestehenden Wärmenetze, als auch die Beratungsangebote zum Heizungsaustausch für Bürger*innen.

Die zeitliche Einordnung 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.

8 BETEILIGUNG DER ÖFFENTLICHKEIT

Die Einbindung relevanter Akteure sowie der Öffentlichkeit ist ein wichtiger Bestandteil der kommunalen Wärmeplanung – nicht nur im Hinblick auf gesetzliche Anforderungen, sondern vor allem zur Sicherung der Akzeptanz und Realisierbarkeit der geplanten Maßnahmen. Ein offener Austausch mit lokalen Partnern, wie etwa Energieversorgern oder gewerblichen Betrieben, ermöglicht es, frühzeitig Informationen zu bündeln, Potenziale zu identifizieren und Umsetzungshürden realistisch einzuschätzen.

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung wurde daher von Beginn an der Dialog mit zentralen Akteursgruppen gesucht. Neben der regelmäßigen Abstimmung mit der Verwaltung wurden Gespräche mit ortsansässigen Energieversorgern und potenziellen Abwärmelieferanten geführt. Auch die Öffentlichkeit wurde durch transparente Informationen über den Projektstand und eine geplante Informationsveranstaltung einbezogen.

Ziel dieser Aktivitäten war es frühzeitig Erwartungen zu klären und die kommunalen Gegebenheiten und Interessen in die Planungsprozesse einzubeziehen – als Grundlage für eine umsetzbare, lokal abgestimmte Wärmewendestrategie.

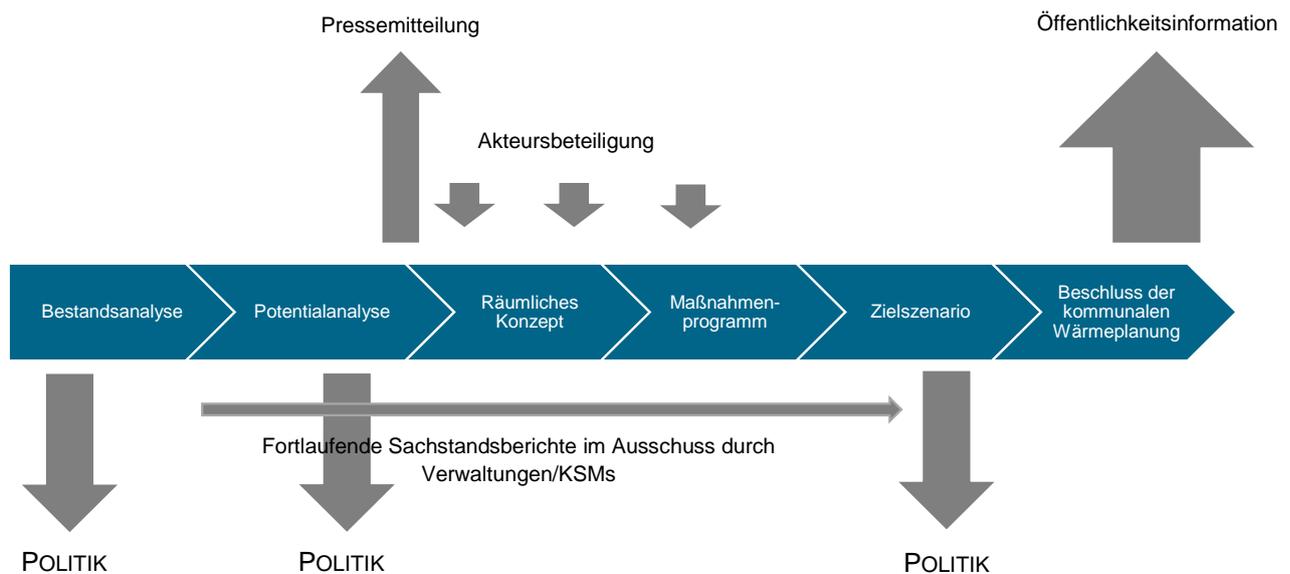


Abbildung 8-1: Öffentlichkeitsbeteiligung

8.1 AKTEURSBETEILIGUNG ZU PROJEKTBEGINN

Zu Beginn des Projekts zur kommunalen Wärmeplanung wurde das Vorhaben im zuständigen Ausschuss für Infrastruktur und Umwelt vorgestellt. Ziel war es, die kommunalpolitischen Gremien sowie die interessierte Öffentlichkeit frühzeitig über die Ziele, den Ablauf und die Bedeutung der kommunalen Wärmeplanung zu informieren. Nach Abschluss der Bestands- und Potenzialanalyse fand ein erneuter Ausschusstermin mit Teilnahme der IPP ESN statt um die Ergebnisse dieses ersten Meilensteins in der Politik vorzustellen.

Im Rahmen der vorbereitenden Datenerhebung wurden Gewerbe- und Industrieunternehmen die sich zukünftig im Gemeindegebiet ansiedeln wollen kontaktiert. Ziel dieser Ansprache war es, potenzielle Abwärmequellen zu identifizieren. Die Kontaktaufnahme erfolgte sowohl schriftlich per

E-Mail als auch telefonisch durch das beauftragte Planungsteam von IPP ESN, unterstützt durch die Gemeindeverwaltung.

8.2 BETEILIGUNG IM RAHMEN VON AKTEURSGESPRÄCHEN

Im Zuge der Analyse möglicher Wärmenetzeignungsgebiete wurden gezielte Gespräche mit relevanten Schlüsselakteuren geführt. Ein zentraler Ansprechpartner waren die Stadtwerke Nordfriesland als Betreiber der bestehenden Wärmenetze im Gemeindegebiet. In den Gesprächen wurden die Überlegungen und Planungen des Unternehmens zur Dekarbonisierung sowie zu potenziellen Erweiterungen der bestehenden Wärmenetze thematisiert. Im Gegenzug stellte IPP ESN das wirtschaftlich als realistisch bewerteten Prüfgebiet für einen Netzausbau vor, sodass diese künftig in die Überlegungen des Unternehmens einbezogen werden können.

8.3 ÖFFENTLICHKEITSINFORMATION UND -BETEILIGUNG

Nach Abschluss der Bestands- und Potenzialanalyse wurde die Öffentlichkeit im Rahmen einer Pressemitteilung über die Seite der Gemeinde zum Zwischenstand des Projekts sowie die wesentlichen Ergebnissen informiert.

Der finale Wärmeplan wird nach Abschluss der Bearbeitung zunächst in einer öffentlichen Sitzung des Infrastruktur- und Umweltausschusses beraten und zur Beschlussfassung empfohlen. Die endgültige Verabschiedung erfolgt durch die Gemeindevertretung ebenfalls in öffentlicher Sitzung. Im Anschluss wird der beschlossene Wärmeplan über die Website der Gemeinde veröffentlicht und damit allgemein zugänglich gemacht.

Darüber hinaus ist nach Fertigstellung des Wärmeplans eine öffentliche Informationsveranstaltung geplant, auf der die zentralen Ergebnisse vorgestellt und erläutert werden. Ziel ist es, Transparenz zu schaffen, die Öffentlichkeit einzubinden und Akzeptanz für die weiteren Schritte im Umsetzungsprozess zu fördern.

9 WÄRMEWENDESTRATEGIE LECK

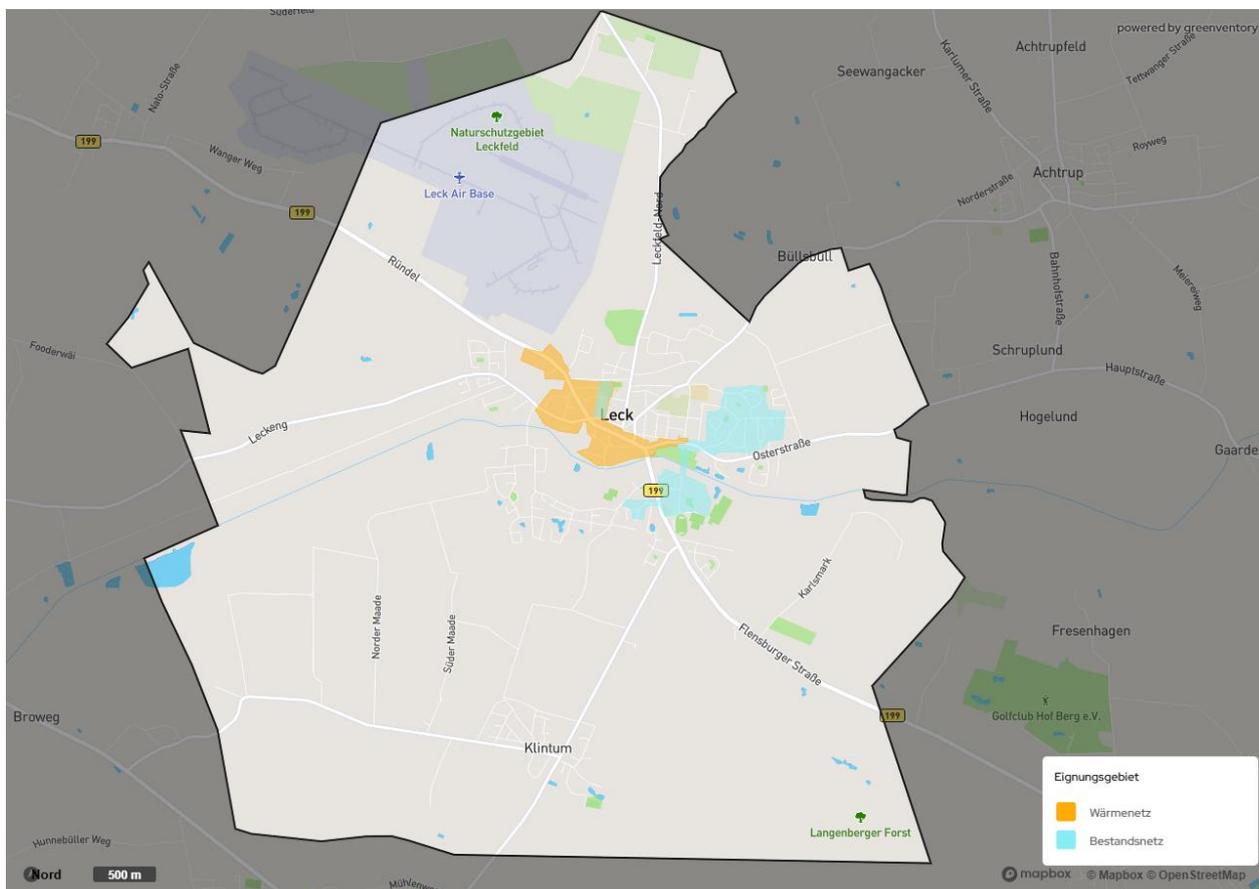


Abbildung 9-1: Versorgungsszenario im Zieljahr 2040

Die Fertigstellung der kommunalen Wärmeplanung erhöht die Planungssicherheit für Bürgerinnen und Bürger – insbesondere für diejenigen, die außerhalb des ausgewiesenen Eignungsgebietes leben. Für die Gemeinde und die lokalen Akteure der Wärmewende schafft sie zudem eine klare Priorisierung und Zieldefinition, indem festgelegt wird, auf welche Gebiete sich Folgeaktivitäten und Detailuntersuchungen im Bereich der Wärmenetze sowie der Gebäudesanierung konzentrieren.

Die umfassende Datengrundlage liefert wichtige Informationen, die eine Beschleunigung der Energiewende ermöglichen, während der Einsatz digitaler Werkzeuge wie dem Digitalen Zwilling den Transformationsprozess zusätzlich unterstützt.

Die Bestandsanalyse verdeutlicht den dringenden Handlungsbedarf, da der Großteil der Energieversorgung bislang über fossile Energieträger wie Erdgas und Heizöl erfolgt und insbesondere der Wohnsektor, der einen erheblichen Anteil an den Treibhausgasemissionen aufweist und eine Schlüsselrolle bei der Dekarbonisierung spielt. Maßnahmen wie Sanierungen, fundierte Energieberatungen und der gezielte Ausbau der Wärmenetze sind hierbei entscheidend.

In Leck bieten zwei bereits etablierte Wärmenetze, die von den Stadtwerken Nordfriesland betrieben werden, gute Voraussetzungen für einen weiteren Ausbau, da das Konzept der Fernwärme in der Kommune bewährt und gut angenommen ist. Allerdings basieren die bestehenden Netze bislang auf Biogas-BHKWs in Kombination mit Erdgas-Kesseln, weshalb es notwendig ist, zusätzliche Wärmequellen aus erneuerbaren Energien zu erschließen und die

Netze zu dekarbonisieren. Die Potenzialanalyse zeigt, dass vielfältige Ansätze zur treibhausgasneutralen Wärmebereitstellung in der Kommune vorhanden sind, insbesondere industrielle Abwärme hat sich als vielversprechend herausgestellt.

Im Rahmen der KWP wurde ein spezifisches Eignungsgebiet für den Wärmenetzausbau identifiziert, wobei dieses als Erweiterung der bestehenden Netze anhand von Wärmeabsatz und Bebauungsstruktur ermittelt wurde. Das Eignungsgebiet wurde als „Ausbau und Dekarbonisierung Bestandsnetze“ benannt. In dem definierten Eignungsgebiete kann die Wärmewende nun zentral vorangetrieben werden, um so im Rahmen weiterer Planungsschritte den Wärmenetzausbau tatsächlich in die Umsetzung zu bringen. Da die weiteren Planungsschritte Zeit brauchen, wird es mindestens drei Jahre dauern, bis sich die ersten Gebäude an ein ausgebautes Wärmenetz anschließen können. Hierfür sind die in den Maßnahmen aufgeführten Machbarkeitsstudien von hoher Bedeutung.

Befindet sich ein Gebäude innerhalb des Eignungsgebietes bedeutet dies nicht, dass unmittelbar ein Anschluss an ein Wärmenetz erfolgen kann oder gar muss. Zunächst muss geklärt werden, wann und durch wen ein Wärmenetz errichtet wird. Idealerweise ist dieses dann ein Angebot, das auf einem freiwilligen Wärmenetzanschluss beruht. Bei Gebäuden, die an ein Wärmenetzeignungsgebiet angrenzen ist dabei nicht ausgeschlossen, dass sich diese ebenfalls anschließen können. Erst in der nachgelagerten Planung werden die genauen Gebietsgrenzen der Wärmenetze festgelegt und können somit von denen des in dieser Wärmeplanung dargestellten Eignungsgebietes abweichen.

Für Gebäude außerhalb dieser Gebiete ist ein Wärmenetzanschluss prinzipiell nicht ausgeschlossen, jedoch aufgrund fehlender spezifischer Eignungskriterien als sehr unwahrscheinlich einzustufen. Übergeordnet gilt für alle Gebäudeeigentümer*innen, dass sich keine Verpflichtungen aus der Identifikation der Eignungsgebiete ergeben. Im Rahmen der Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung sollte dennoch geprüft werden, ob sich auf Grund veränderter Rahmenbedingungen weitere Prüfgebiete in Leck ergeben.

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*innen Unterstützung durch eine Gebäudeenergieberatung.

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 zum Aufbau von potenziellen Wärmenetzen vorgesehen. Ein besonderer Schwerpunkt liegt zudem auf der Integration des Nicht-Wohnsektors, vor allem öffentlicher Gebäude, um auch diesen Bereich in die Wärmewende einzubeziehen.

Die Transformation der Wärmeversorgung ist mit erheblichen Investitionen verbunden, sodass der Start mit ökonomisch sinnvollen Projekten als zentraler Ansatzpunkt für das Gelingen der Wärmewende gilt. Förderprogramme, insbesondere im Bereich der Transformation und des Neubaus von Wärmenetzen, können dabei unterstützend wirken, während gleichzeitig die zunehmenden Preis- und Versorgungsrisiken fossiler Energieträger – verstärkt durch die Bepreisung von CO₂-Emissionen – die Dringlichkeit der Umstellung unterstreichen. Abschließend ist festzuhalten, dass der Erfolg der Wärmewende maßgeblich von einer intensiven Zusammenarbeit zahlreicher lokaler Akteure abhängt, wobei eine Stärkung des



Gemeinschaftsgefühls und eine Erhöhung der lokalen Wertschöpfung als zentrale Hebel zur nachhaltigen Umsetzung betrachtet werden.

10 ANHANG 1: PLANUNGSRECHTLICHE INSTRUMENTE ZUR UMSETZUNG DER KOMMUNALEN WÄRMEPLANUNG

Die kommunale Wärmeplanung zielt auf den Ausbau und die Neuerrichtung von Wärmenetzen sowie auf die energetische Sanierung bestehender Gebäude durch die Eigentümer*innen ab. Für beide Handlungsfelder stehen unterschiedliche planungsrechtliche Instrumente zur Verfügung.

Neu- und Ausbau von Wärmenetzen:

Das wichtigste kommunale planungsrechtliche Instrument im Handlungsfeld Wärmenetze ist die Ausweisung nach § 26 Abs 1 Wärmeplanungsgesetz (WPG) als Wärmenetzneu- bzw. -ausbaubereich durch eine kommunale Satzung. Im Rahmen dieser Satzung erhält der Netzbetreiber das Recht, ein Wärmenetz zu errichten, ist jedoch auch zur zuverlässigen Wärmeversorgung verpflichtet. In der Satzung kann zudem festgelegt werden, dass ein Mindestanteil erneuerbarer Energien im Wärmenetz erreicht werden muss, sofern dies über die gesetzlichen Anforderungen hinausgeht.

Außerdem kann die Satzung einen Anschluss- und Benutzungszwang für die im Gebiet befindlichen Gebäude vorsehen, sodass diese verpflichtet sind, Fernwärme zu nutzen. In der Satzung sind auch die Bedingungen für Befreiungen vom Anschluss- und Benutzungszwang geregelt (dies können z.B. zu hohe Restwerte von bestehenden Heizungen sein). Darüber hinaus können energetische Anforderungen für den Anschluss an das Wärmenetz festgelegt werden, etwa dass die Gebäude bestimmte energetische Standards erfüllen müssen, bevor sie an das Netz angeschlossen werden.

Alternativ zum Anschluss- und Benutzungszwang können andere Instrumente verwendet werden, um eine hohe Anschlussquote durch Verpflichtung sicherzustellen. Beispielsweise können gemäß § 9 Abs. 1 Nr. 23 Variante a Baugesetzbuch im Bebauungsplan bestimmte Energieträger ausgeschlossen werden (z. B. Erdgas, Heizöl). Ebenso kann der Anschluss an ein Fernwärmenetz nach § 9 Abs. 1 Nr. 23 Variante b BauGB im Bebauungsplan vorgeschrieben werden. Für dieses Fernwärmenetz kann auch definiert werden, dass die Wärme beispielsweise zu mehr als 65 % aus erneuerbaren Energien oder unvermeidbarer Abwärme erzeugt wird.

Eine weitere Methode besteht darin, die Nutzung der Fernwärme oder alternativ die klimaneutrale Wärmeversorgung auf anderem Wege über städtebauliche Verträge zu regeln und notariell im Grundbuch (Grunddienstbarkeit) eintragen zu lassen. Diese Instrumente sind jedoch typischerweise nicht in Bestandsgebieten anwendbar.

Zusätzlich spielen Bebauungsplanung und Flächennutzungsplanung eine zentrale Rolle, um Flächen für die Gewinnung von Energie bzw. die Erzeugung und Bereitstellung von Wärme städtebaulich festzulegen bzw. zur Verfügung zu stellen.

Sanierung:

Im Handlungsfeld der energetischen Sanierung stehen der Kommune ebenfalls mehrere planungsrechtliche Instrumente zur Verfügung.

Neben Fokusgebieten für energetische Sanierungen, die Eigentümer ohne Verpflichtungen bei Sanierungsmaßnahmen unterstützen, können auch förmliche Sanierungsgebiete gemäß § 142 Abs. 1 BauGB ausgewiesen werden. Hierdurch können Eigentümer*innen zu Sanierungsmaßnahmen verpflichtet werden, während sie i.d.R. gleichzeitig von städtebaulichen

Fördermitteln und steuerlichen Vorteilen profitieren. Belange des Klimaschutzes sind laut § 136 Abs. 2 Satz 1 BauGB explizit Beweggründe, die eine Sanierungsmaßnahme (mit)begründen können.

Darüber hinaus kann die Kommune in städtebaulichen Verträgen gemäß § 11 BauGB, wie sie beispielsweise bei der Konversion ehemaliger Kasernen oder Industrie- und Gewerbeflächen zur Anwendung kommen, energetische Maßnahmen und Mindeststandards für Modernisierungen und Sanierungen festlegen.

11 ANHANG 2: PRÜF- UND EIGNUNGSGEBIETE

11.1 AUSBAU UND DEKARBONISIERUNG BESTANDSNETZE

Name: Ausbau und Dekarbonisierung Bestandsnetze



| | |
|---|-----------------|
| Anzahl der Gebäude im Gebiet | 765 |
| Heutiger Wärmebedarf | 25.226 MWh |
| Zukünftiger Wärmebedarf | 13.480 MWh |
| Bestehendes Wärmenetz | |
| Anzahl Gebäude | 385 |
| Heutiger Wärmebedarf | 17.340 MWh |
| Netzlänge | 4358 |
| Wärmenetz im gesamten Eignungsgebiet | |
| Anschlussquote | 75% |
| Anzahl versorgter Gebäude | 670 |
| Netzwärmebedarf | 25.730 MWh |
| Netzleistungsbedarf | 8.920 kW |
| Netzlänge (Trasse) | 8816 m |
| Netzlänge (Hausanschlüsse) | 10050 m |
| Netzverluste | 10% |
| Wärmelinien-dichte (bei Anschlussquote) | 2.920 kWh/(m·a) |

Das Eignungsgebiet „Ausbau und Dekarbonisierung Bestandsnetze“ wurde auf Grundlage von Abwärmepotenzialen im geplanten Gewerbegebiet „Businesspark Südtondern“ entwickelt. Es erstreckt sich entlang der Klixbüller Chaussee und der Hauptstraße bis zur Bergstraße, mit Ausläufern zu den Seiten. Ziel war es, das Abwärmepotenzial zu nutzen und im gleichen Zug die bestehenden Wärmenetze zu dekarbonisieren. Das Eignungsgebiet „Ausbau und

Dekarbonisierung Bestandsnetze“ erschließt das gewerblich erschlossene Zentrum mit hohen Wärmebedarfen, schafft eine Verbindung zwischen Abwärmequelle und Bestandsnetzen und versorgt zudem angrenzende Wohngebiete. Die Verbindung zu den vorhandenen Wärmenetzen „Grundschule an der Linde“ und „Wikingerstraße/Süderholz“ schafft die Grundlage dafür, dass bestehende Infrastrukturen optimal weiter genutzt werden. Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung zeigt, dass trotz eines vergleichsweise geringen Wärmeabsatzes im Untersuchungsgebiet, durch die Bereitstellung von kostengünstiger Abwärme, eine zentrale Wärmeversorgung über das vorgeschlagene Wärmenetz „Ausbau und Dekarbonisierung Bestandsnetze“ möglich und wirtschaftlich ist. Durch die Bereitstellung kostengünstiger Fernwärme, übersteigen die Kosten einer dezentralen Versorgung den Anschluss an ein mögliches Wärmenetz. Die detaillierten Ergebnisse dieser Analyse sind im Anhang 6: Wirtschaftlichkeitsberechnungen (nicht öffentlicher Teil) dokumentiert. Aufgrund dieses positiven Resultats wird das Eignungsgebiet „Ausbau und Dekarbonisierung Bestandsnetze“ als geeignete Maßnahme für eine zentrale Wärmeversorgung empfohlen. Die konkrete Umsetzung ist im Anhang 3: Maßnahmen näher erläutert.

12 ANHANG 3: MAßNAHMEN

LEGENDE

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

12.1 ÜBERGEORDNETE MAßNAHMEN

12.1.1 TRANSFORMATIONSPLÄNE

| | | | |
|-----------------------------------|---|--|--|
| MAßNAHME TYP | <input checked="" type="checkbox"/>  <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"/>  |
| POSITIVE AUSWIRKUNG AUF DIE ZIELE | Ausbau bestehender Wärmenetze Nutzung lokaler Energiequellen | | |
| VERANTWORTLICHE AKTEURE | Stadtwerke Nordfriesland, (Gemeinde Leck) | | |
| GESCHÄTZTE KOSTEN | Für die Kommune selbst entstehen keine Kosten, die Kosten für den Wärmenetzbetreiber lassen sich aktuell nicht abschätzen | | |
| MÖGLICHE FÖRDERUNGEN | Bundessförderung effiziente Wärmenetze (BEW) für den Wärmenetzbetreiber | | |
| NUTZEN | 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. | | |
| NÄCHSTE SCHRITTE | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Antrag BEW Modul 1 stellen ▪ Erarbeitung des Transformationsplans ▪ Umsetzung des Transformationsplans | | |
| HINWEISE | Die Transformationspläne sind förderfähig für den Wärmenetzbetreiber. Es können die Hälfte der Kosten als Fördermittel beantragt werden. | | |

MAßNAHMENBESCHREIBUNG

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.

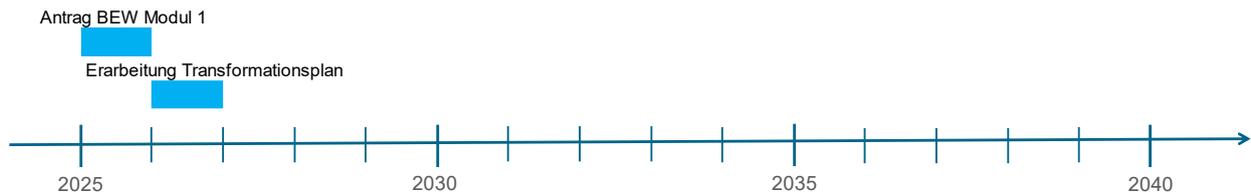
In Leck werden bereits zwei Wärmenetze durch die Stadtwerke Nordfriesland betrieben, was einen wichtigen Schritt in Richtung Nachhaltigkeit darstellt.

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 Gemeindeverwaltung 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.

UMSETZUNGSZEITRAUM



12.1.2 EINFÜHRUNG KOORDINIERUNGSSTELLE SANIERUNG

| | |
|-----------------------------------|--|
| 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"/>  |
| POSITIVE AUSWIRKUNG AUF DIE ZIELE | <p>Übergreifendes Management von Maßnahmen und Umsetzungsprozessen</p> <p>Energetische Sanierung mit dem Ziel einer Sanierungsquote von mindestens 2 %</p> <p>Verstärkte Integration von nachhaltigen Heiztechnologien</p> |
| VERANTWORTLICHE AKTEURE | Gemeinde Leck, Amt Südtondern |
| GESCHÄTZTE KOSTEN | Personalkosten |
| MÖGLICHE FÖRDERUNGEN | Aktuell keine Förderungen |
| NUTZEN | Die Installation dieser Stelle und deren enge Betreuung des Prozesses kann das Vertrauen der Bürger*innen in die Wärmewende erhöhen. Die Verwaltung des Amtes Südtondern kann von der Unterstützung profitieren und synergetisch Angebote voranbringen. |
| NÄCHSTE SCHRITTE | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Stelle schaffen und besetzen |
| HINWEISE | |

MAßNAHMENBESCHREIBUNG

Die energetische Sanierung spielt eine entscheidende Rolle bei der Reduzierung des Wärmebedarfs und den 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*innen als auch Energieberater*innen und Handwerker*innen vor großen Herausforderungen bei der Planung, Finanzierung und Koordination von Sanierungsmaßnahmen, was die Umsetzung erschwert.

Die Einrichtung einer zentralen Koordinierungsstelle zur energetischen Gebäudesanierung im Gemeindegebiet könnte viele dieser Hindernisse beseitigen und die Sanierungsaktivitäten beschleunigen und effizienter gestalten. Diese sollte langfristig als eine feste Stelle eingerichtet und etabliert werden, für die vielseitige Aufgaben vorgesehen sind. Die Koordinationsstelle zur energetischen Sanierung kann sowohl ausschließlich für die Gemeinde Leck geplant werden, es ist jedoch auch möglich diese Stelle auf Amtsebene für alle Gemeinden im Amt Südtondern zu schaffen. Eine Koordinationsstelle ausschließlich in der Gemeinde bietet möglicherweise keine Auslastung für eine Vollzeitstelle. Deshalb kann es sinnvoll sein diese Stelle amtsweit auszulegen und dadurch Synergieeffekte über alle Gemeinden hinweg nutzen zu können.

Zu den Aufgaben einer solchen zentralen Koordinierungsstelle könnten unter anderem gehören:

- Beratung zu energetischen Sanierungsfragen und konkreten Maßnahmen für Bürger*innen, Vereine und Wohnungsbau
- Unterstützung bei Fragen rund um den Heizungstausch
- 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
- Koordinierung des Austausches zwischen Wärmeakteuren

Ein zentral organisiertes Sanierungsmanagement kann als Anlaufstelle für Bürger*innen und Verwaltung 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 mit wichtigen Akteure*innen wie der Handwerkskammer, der Verbraucherschutzzentrale sowie den lokalen Energieversorgern notwendig. Das Amt Südtondern sollte als Koordinator für den Aufbau und die Etablierung dieses zentralen energetischen Sanierungsmanagements fungieren.

UMSETZUNGSZEITRAUM



12.1.3 KOMMUNALES BERATUNGSANGEBOT HEIZUNGSAUSTAUSCH

| | |
|-----------------------------------|---|
| 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"/>  |
| POSITIVE AUSWIRKUNG AUF DIE ZIELE | <p>Übergreifendes Management von Maßnahmen und Umsetzungsprozessen</p> <p>Verstärkte Integration von nachhaltigen Heiztechnologien</p> <p>Nutzung lokaler Energiequellen</p> |
| VERANTWORTLICHE AKTEURE | Koordinierungsstelle Sanierung |
| GESCHÄTZTE KOSTEN | Die Kosten lassen sich aktuell nicht abschätzen |
| MÖGLICHE FÖRDERUNGEN | Aktuell keine Förderungen |
| 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. |
| NÄCHSTE SCHRITTE | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Beratungsangebot für den Heizungs austausch schaffen |
| HINWEISE | |

MAßNAHMENBESCHREIBUNG

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 Wärmenetzversorgungs- und Eignungsgebieten wird ihre weitreichende Anwendung erwartet. Viele Hausbesitzer*innen stehen vor der Herausforderung, angesichts gesetzlicher Anforderungen zu entscheiden, ob Wärmepumpen eine geeignete Alternative zu ihren aktuellen Heizsystemen darstellen.

Ein umfassendes kommunales Beratungsangebot zum Thema Wärmepumpen und weiteren möglichen umweltfreundlichen Alternativen kann dazu beitragen, diese Fragen anzugehen und eine zielgerichtete Beratung für Bürger*innen und Unternehmen anzubieten.

Zu den Aufgaben eines solchen Beratungsangebots gehören:

- Bereitstellung von Informationen zum Thema Heizungs austausch
- Erstberatung zu technischen Aspekten
- Unterstützung bei der Beantragung von Fördermitteln
- Austausch mit und Unterstützung von Energieberatern und Heizungsbauern
- Vernetzung mit den kommunalen Ansprechpartnern bei den Stadtwerken Nordfriesland zum Thema Wärmenetzausbau und -neubau

Als Maßnahme sollte sichergestellt werden, dass ein kommunales Beratungsangebot zum Heizungsaustausch aufgebaut und etabliert wird. Dabei ist es anzustreben, dass dieses Beratungsangebot in den Zuständigkeitsbereich der zentralen Sanierungskoordination integriert wird.

UMSETZUNGSZEITRAUM



12.1.4 ENERGETISCHE SANIERUNGSSTRATEGIE FÜR ÖFFENTLICHE GEBÄUDE

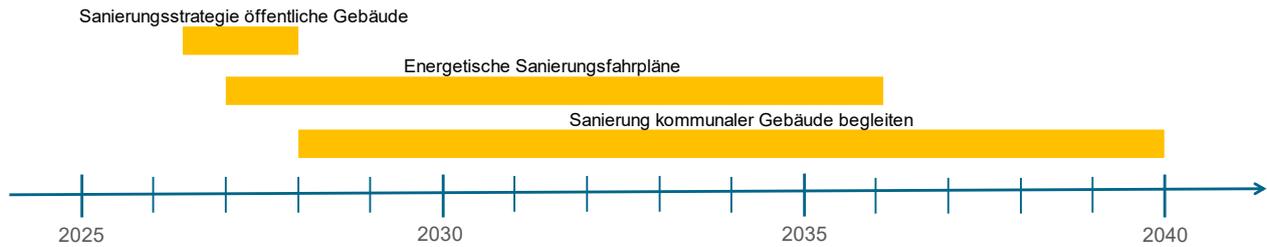
| | |
|-----------------------------------|--|
| MAßNAHME TYP | <input checked="" type="checkbox"/>  <input checked="" type="checkbox"/>  <input type="checkbox"/>  <input type="checkbox"/>  <input type="checkbox"/>  <input type="checkbox"/>  <input type="checkbox"/>  <input type="checkbox"/>  <input type="checkbox"/>  |
| POSITIVE AUSWIRKUNG AUF DIE ZIELE | <p>Übergreifendes Management von Maßnahmen und Umsetzungsprozessen</p> <p>Energetische Sanierung mit dem Ziel einer Sanierungsquote von mindestens 2 %</p> <p>Verstärkte Integration von nachhaltigen Heiztechnologien</p> <p>Nutzung lokaler Energiequellen</p> |
| VERANTWORTLICHE AKTEURE | Koordinierungsstelle Sanierung |
| GESCHÄTZTE KOSTEN | Die Kosten lassen sich aktuell nicht abschätzen |
| MÖGLICHE FÖRDERUNGEN | Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) |
| NUTZEN | Die Kommune sollte als Vorreiter bei der Umstellung der Wärmeversorgung und der energetischen Sanierung vorangehen. Zudem handelt es sich bei kommunalen Liegenschaften häufig um ältere Gebäude mit einem erhöhten Wärmebedarf. Somit liegt hier ein großer Hebel bei der Erreichung der Klimaziele in der Wärmeversorgung. |
| NÄCHSTE SCHRITTE | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Sanierungsstrategie für öffentliche Gebäude entwickeln ▪ Energetische Sanierungsfahrpläne der jeweiligen Gebäude ausarbeiten ▪ Sanierung der kommunalen Gebäude begleiten |
| HINWEISE | Unter öffentlichen Gebäuden werden alle Gebäude gefasst, die sich im Eigentum der Gemeinde befinden. |

MAßNAHMENBESCHREIBUNG

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 öffentlichen Liegenschaften gebäudescharf inkl. des energetischen Ausgangszustandes, erfasst, bewertet und priorisiert. Die Maßnahme zur energetischen Sanierungsstrategie für öffentliche Gebäude umfasst damit zum einen eine Sanierungsstrategie, in der alle öffentlichen Gebäude betrachtet werden, als auch ein darauf abgestimmter Sanierungsfahrplan für die einzelnen Gebäude. Hierbei werden die Gebäude mit den höchsten Handlungsbedarfen identifiziert. Der Sanierungsfahrplan ist sukzessive zu überprüfen und umzusetzen. Das Ziel ist eine Reduzierung des Energieverbrauchs und der Treibhausgas-Emissionen in kommunalen Gebäuden.

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 Wärmeversorgung unter Würdigung der individuellen Bausubstanz zu leisten.

UMSETZUNGSZEITRAUM



12.1.5 MONITORING

| | |
|-----------------------------------|--|
| MAßNAHME TYP | <input checked="" type="checkbox"/>  <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"/>  |
| POSITIVE AUSWIRKUNG AUF DIE ZIELE | Übergreifendes Management von Maßnahmen und Umsetzungsprozessen |
| VERANTWORTLICHE AKTEURE | Koordinierungsstelle Sanierung |
| GESCHÄTZTE KOSTEN | Personalkosten |
| MÖGLICHE FÖRDERUNGEN | Aktuell keine Förderungen |
| NUTZEN | Kontinuierliche Nachverfolgung, ob der Weg zur Treibhausgasneutralität in der Wärmeversorgung bis 2040 erfolgreich bestritten wird. |
| NÄCHSTE SCHRITTE | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Monitoring der Erreichung der Klimaziele im Wärmesektor ▪ Erste Fortschreibung der KWP ▪ Zweite Fortschreibung der KWP ▪ (Dritte Fortschreibung der KWP) |
| HINWEISE | |

MAßNAHMENBESCHREIBUNG

Zur Unterstützung der Verwaltung bei der Umsetzung und Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung wird ein Monitoring-Konzept empfohlen. Ziel ist es, die Entwicklung der Wärmeversorgung strukturiert zu begleiten, Fortschritte messbar zu machen und die Wirkung von Maßnahmen regelmäßig zu bewerten. Der Fokus liegt auf der Erreichung der Treibhausgasneutralität in der Wärmeversorgung der Gemeinde Leck bis 2040. Das Monitoring und Controlling bietet sich zudem in Hinblick der seit dem 01.01.2024 durch das Wärmeplanungsgesetz festgelegten Fortschreibung an.

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.

Im Zusammenhang mit der Transformation der Wärmeversorgung zählen folgende Elemente zum Monitoring-Konzept:

- Jährliche Erhebung von Kennzahlen für die Erfolgsmessbarkeit,
- Energie- und CO₂-Bilanz im Rahmen der Fortschreibung,

- durchgehende Dokumentation.

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

Die wesentlichen Bestandteile des Monitoring-Konzepts werden nachfolgend beschrieben.

JÄHRLICHE ERHEBUNG VON KENNZAHLEN FÜR DIE ERFOLGSMESSBARKEIT

Kennzahlen geben die Möglichkeit, einen Sachverhalt messbar zu machen. Ausschlaggebend für eine erfolgreiche Bewertung ist eine einfache Erfassbarkeit und gute Verfügbarkeit dieser Daten.

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

In Tabelle 12-1 werden die Kennzahlen differenziert vorgestellt.

Tabelle 12-1: Kennzahlen zum Controlling der Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung

| BESCHREIBUNG | IST-SITUATION | EINHEIT | DATENQUELLE |
|---|----------------------|---------|----------------------|
| ZAHL DER ANSCHLUSSNEHMER AM WÄRMENETZ | | | |
| Die Zahl der Anschlussnehmer am Wärmenetz gibt Auskunft darüber, wie viele Gebäude bereits angeschlossen sind. Eine steigende Zahl sagt aus, dass Gebäude von einem fossilen Energieträger zu einem Fernwärmeanschluss gewechselt sind. | 204 | Stück | Wärmenetzbetreiber |
| ZAHL DER AKTIVEN ANSCHLUSSNEHMER AM GASNETZ MIT ERDGASBEZUG | | | |
| Die Zahl der aktiven Anschlussnehmer am Erdgasnetz gibt Auskunft darüber, wie viele Gebäude Erdgas zum Beheizen ihres Gebäudes beziehen. Dabei sind nur die Anschlussnehmer von Interesse die einen gemessenen Gasverbrauch haben. Eine sinkende Zahl sagt aus, dass weniger Gebäude fossil beheizt werden und auf eine treibhausgasneutrale Beheizungsart gewechselt sind. | 1.365 | Stück | Gasnetzbetreiber |
| ZAHL DER DURCHGEFÜHRTEN BERATUNGEN ZU SANIERUNGSMÄßNAHMEN UND HEIZUNGSAUSTAUSCH | | | |
| Hierüber wird der Erfolg der angebotenen Beratungsleistungen gemessen. Eine hohe Zahl spricht dafür, dass sich viele Gebäudeeigentümer*innen erste Überlegungen über eine nachhaltige Beheizung oder energetische Sanierung Gedanken machen. | erstmalig zu erheben | Stück | Sanierungsmanagement |

ANTEIL DER SANIERTEN KOMMUNALEN LIEGENSCHAFTEN

| | | | |
|--|----------------------|---------|----------------------|
| Ein zunehmender Anteil an energetisch sanierten Liegenschaften der Kommune und ggf. auch des Amtes spricht für eine erfolgreiche Umsetzung der Sanierungsstrategie für eben diese Gebäude. | erstmalig zu erheben | Prozent | Sanierungsmanagement |
|--|----------------------|---------|----------------------|

ANTEIL DER KOMMUNALEN LIEGENSCHAFTEN MIT 100% TREIBHAUSGASNEUTRALER WÄRMEVERSORGUNG

| | | | |
|--|----------------------|---------|----------------------|
| Der Anteil der kommunalen Liegenschaften und ggf. auch des Amtes mit einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung sagt etwas darüber aus, wie weit die Transformation der Wärmeversorgung dieser Liegenschaften fortgeschritten ist. Ein zunehmender Anteil ist hierbei als eine positive Entwicklung zu sehen. | erstmalig zu erheben | Prozent | Sanierungsmanagement |
|--|----------------------|---------|----------------------|

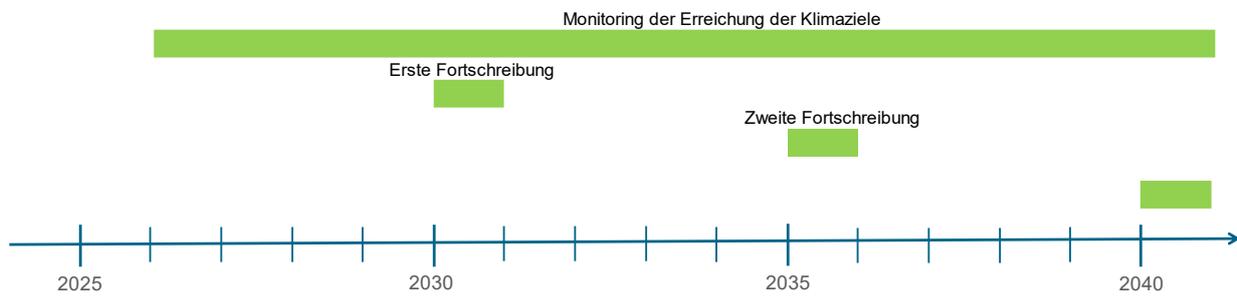
ENERGIE- UND CO₂-BILANZIERUNG IM RAHMEN DER FORTSCHREIBUNG

Die Energie- und CO₂-Bilanzierung ist in der Überprüfung der Erfolge einer energetischen kommunalen Wärmeplanung der zentrale Baustein. Die Erfassung von Verbrauchs- und Emissionswerten auf kommunaler Ebene 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.

DOKUMENTATION

Ein elementarer Teil der Erfolgskontrolle aller genannten Faktoren ist die fortlaufende Dokumentation der erfassten 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 Maßnahmen der Wärmeplanung abzuleiten und umzusetzen. Im Hinblick auf den Aufwand eines vollständigen Monitorings und der Zeit, bis Maßnahmen verwirklicht sind, sollte eine Wirkungskontrolle frühestens nach einem Jahr erfolgen.

UMSETZUNGSZEITRAUM



12.2 GEBIETSSPEZIFISCHE MAßNAHMEN

12.2.1 FOKUSGEBIETE FÜR ENERGETISCHE SANIERUNG

| | |
|-----------------------------------|---|
| 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"/>  |
| POSITIVE AUSWIRKUNG AUF DIE ZIELE | Energetische Sanierung mit dem Ziel einer Sanierungsquote von mindestens 2 % |
| VERANTWORTLICHE AKTEURE | Gemeinde Leck, Koordinierungsstelle Sanierung |
| GESCHÄTZTE KOSTEN | Nicht ermittelt |
| MÖGLICHE FÖRDERUNGEN | Nicht ermittelt |
| NUTZEN | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Gezielter, gebietsspezifischer Informationsaustausch ▪ Möglichkeit für serielles Sanieren oder übertragbare Mustersanierungskonzepte ▪ Reduzierung der Kosten durch gebündelte Maßnahmen und Ausschreibungen ▪ Effizienter Einsatz von Personal und Ressourcen ▪ Nachbarschaftlicher Austausch und Vorbildwirkung |
| NÄCHSTE SCHRITTE | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Schaffung der Koordinierungsstelle Sanierungen ▪ Beratungsangebot schaffen und bewerben ▪ Thematische Veranstaltungen initiieren |
| HINWEISE | Fokusgebiete sind nicht mit rechtlichen Pflichten der Gebäudeeigentümer*innen verbunden, sondern stellen ein Angebot seitens der Gemeinde zu koordinierter Information und Unterstützung dar, dessen Nutzung auf Freiwilligkeit beruht. Die Gemeinde 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 einer zentralen Koordinierungsstelle Sanierungen“ beschrieben, kommt der energetischen Sanierung von Gebäuden eine besondere Rolle zu, um den Bedarf zu senken und damit auch die Abhängigkeit von Energieimporten nach Leck.

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, wie z.B. beim seriellen Sanieren,
- 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 Baualtersklassen decken ca. 60 % des Gebäudebestandes und den Großteil der Gebäude mit hohem Sanierungspotenzial ab.

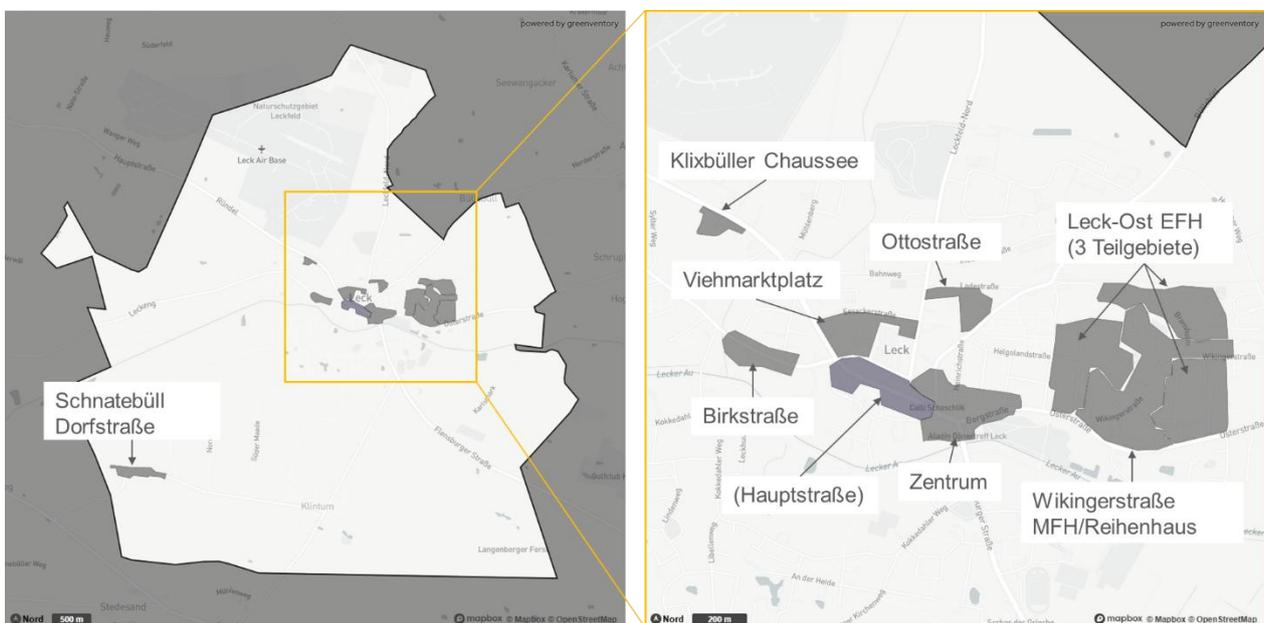


Abbildung 12-1: Übersicht über die identifizierten Fokusgebiete Gebäudesanierung

Im Untersuchungsgebiet wurden 8 Fokusgebiete und ein optionales Fokusgebiet identifiziert (Abbildung 12-1). Diese werden im Folgenden im Detail dargestellt und beschrieben.

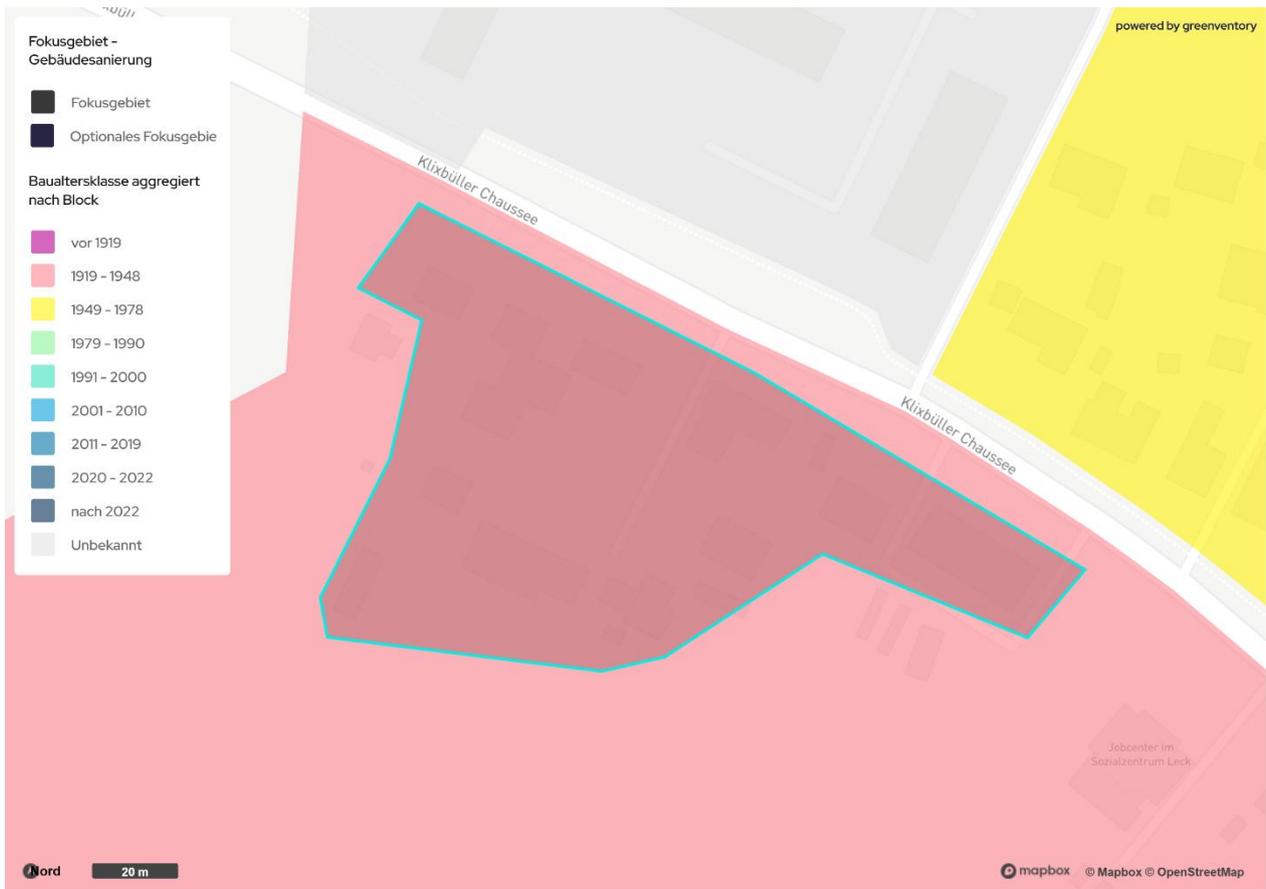


Abbildung 12-2: Empfehlung Fokusgebiet Gebäudesanierung „Klixbüller Chaussee“ dargestellt im Kontext der dominierenden Gebäudebaujahre

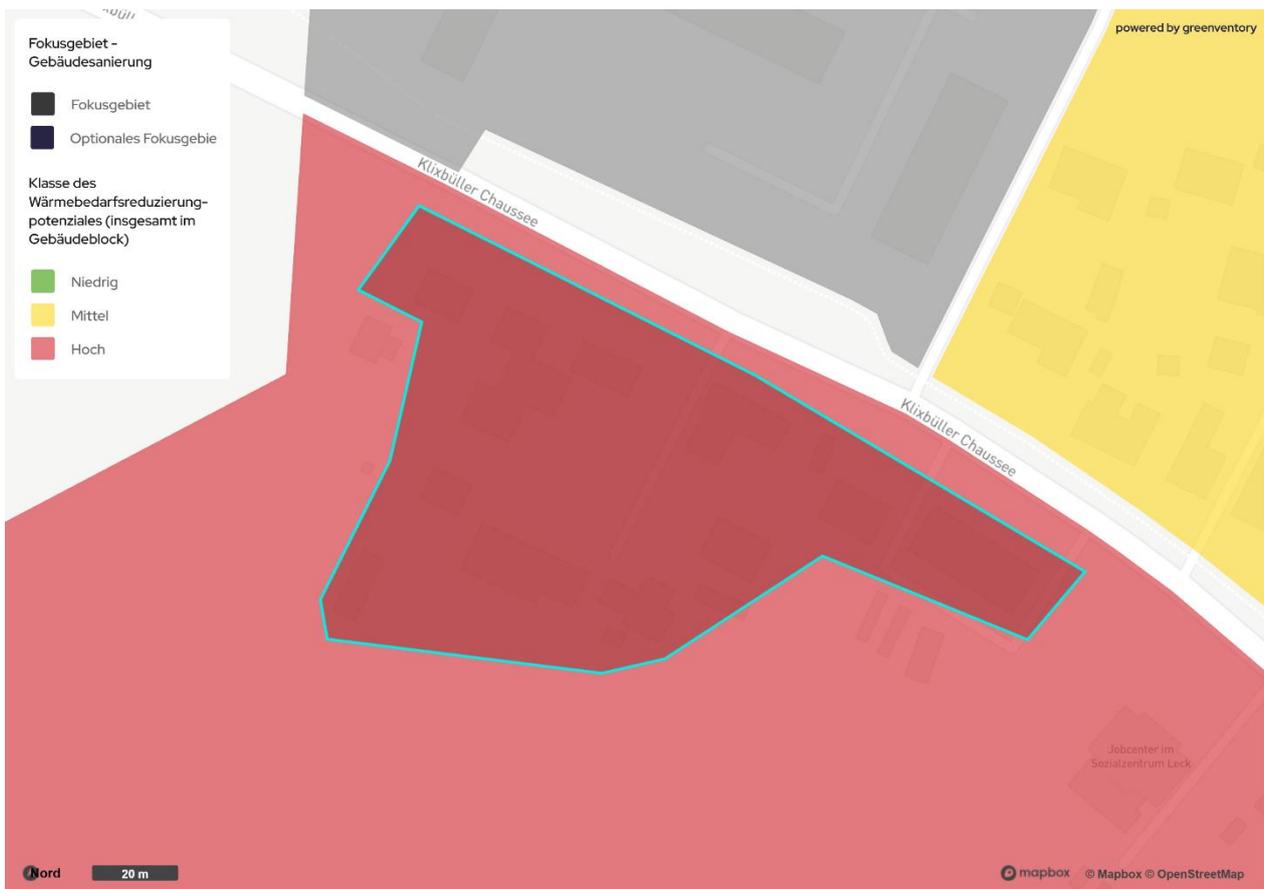


Abbildung 12-3: Empfehlung Fokusgebiet Gebäudesanierung „Klixbüller Chaussee“ dargestellt im Kontext des Sanierungspotenzials.

Das in Abbildung 12-2 und Abbildung 12-3 dargestellte Fokusgebiet Klixbüller Chaussee umfasst 12 Wohngebäude, die der Baualtersklasse 1919 – 1948 zuzuordnen sind. Die Ein- und Mehrfamilienhäuser liegen südlich der Klixbüller Chaussee in räumlicher Nähe zum geplanten Businesspark Südtondern im Nord-Westen von Leck. Das Gebiet zeichnet sich durch ein hohes Sanierungspotenzial aus.

Das Fokusgebiet liegt im Eignungsgebiet „Ausbau und Dekarbonisierung Bestandsnetze“. 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, weswegen bei Anschluss an ein Wärmenetz zunächst saniert werden sollte.

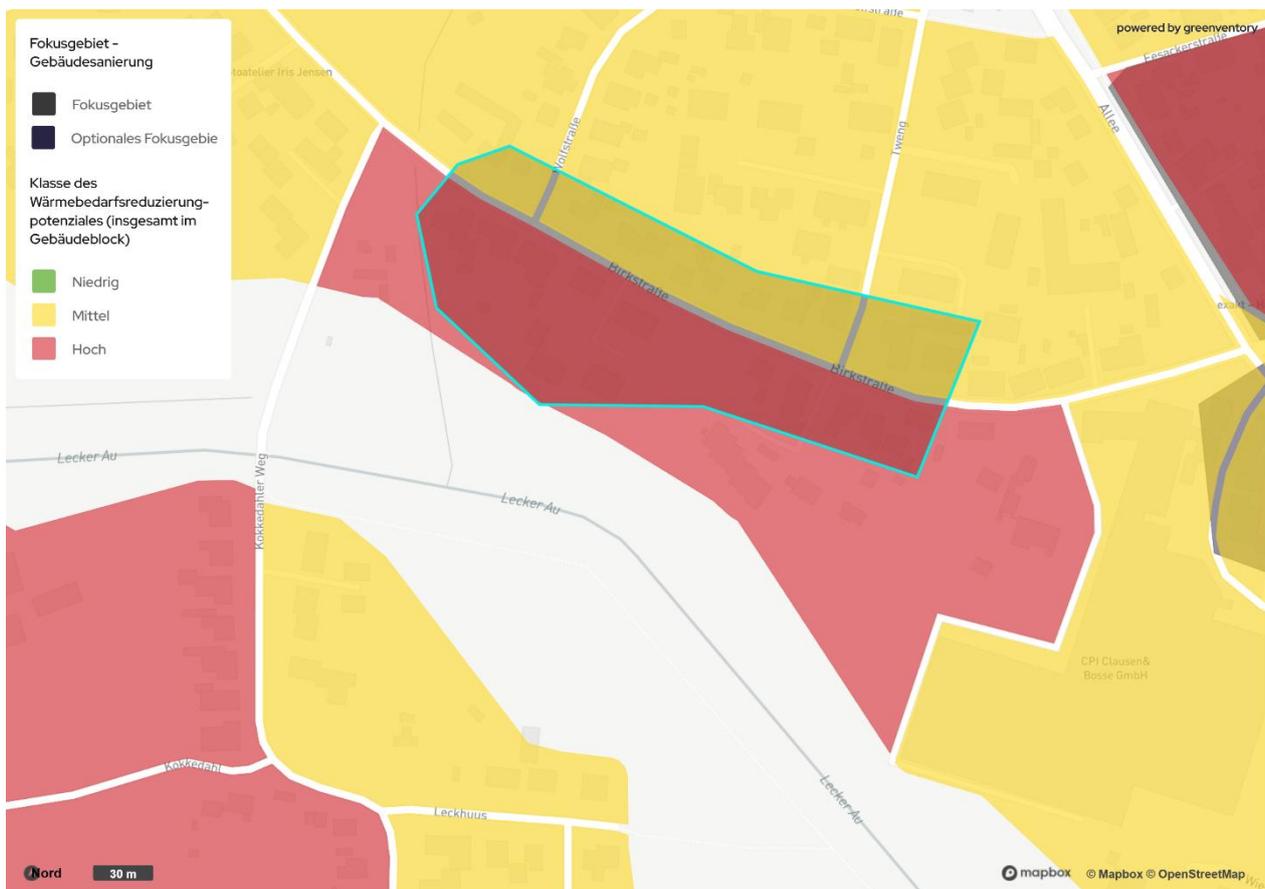


Abbildung 12-5: Empfehlung Fokusgebiet Gebäudesanierung „Birkstraße“ dargestellt im Kontext des Sanierungspotenzials

Das Fokusgebiet Birkstraße (Abbildung 12-4 und Abbildung 12-5) besteht ebenfalls ausschließlich aus Wohnhäusern. Es dominieren Ein- und Zweifamilienhäuser der Baualtersklasse 1919 – 1948. Das Fokusgebiet liegt ebenfalls im Eignungsgebiet „Ausbau und Dekarbonisierung Bestandsnetze“. Dementsprechend wird empfohlen die Gebäude vor Anschluss an das Wärmenetz zu sanieren. Dadurch können überdimensionierte Investitionskosten vermieden werden. Das Fokusgebiet Birkstraße liegt entlang der Birkstraße zwischen Kokkedahler Weg und der CPI Clausen & Bosse GmbH.

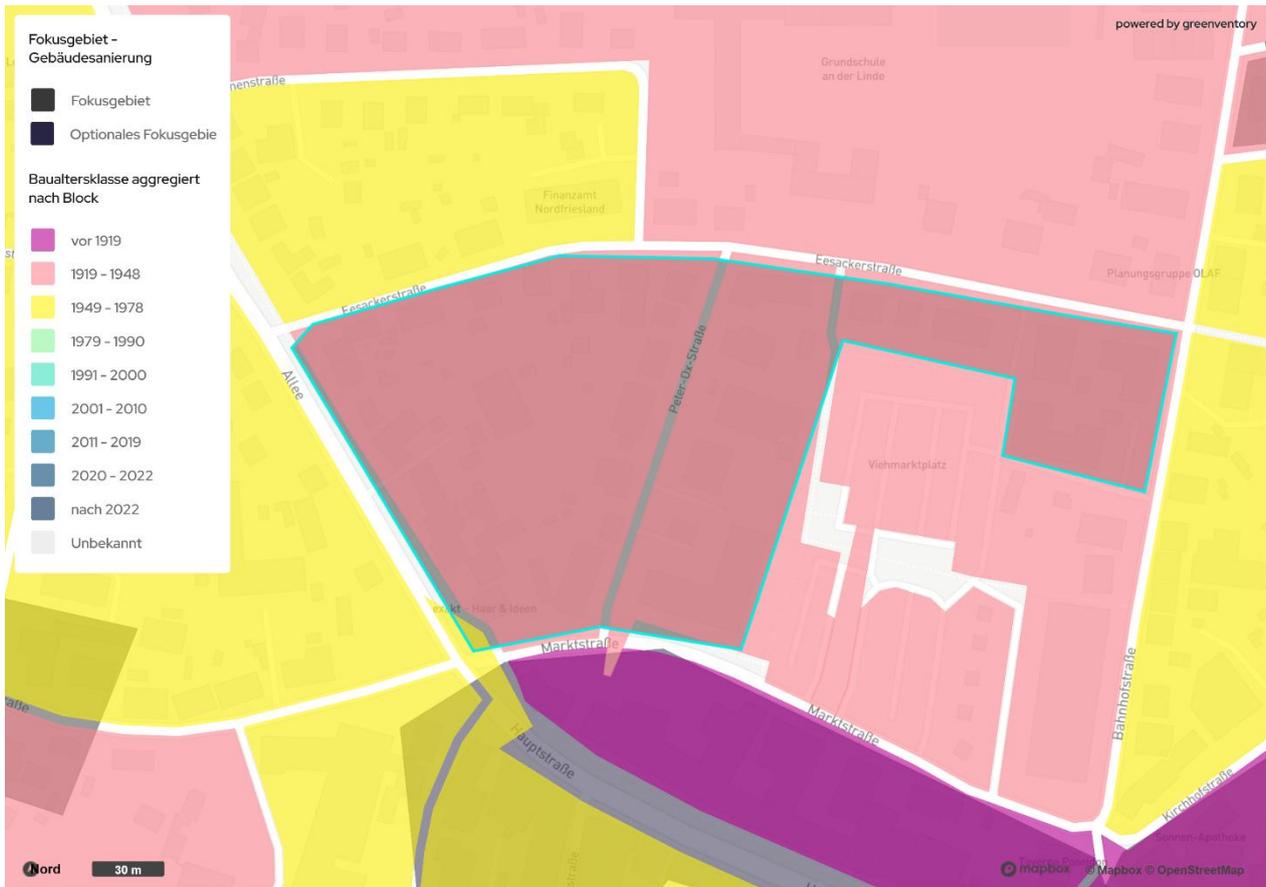


Abbildung 12-6: Empfehlung Fokusgebiet „Viehmarktplatz“ dargestellt im Kontext der dominierenden Gebäudebaujahre

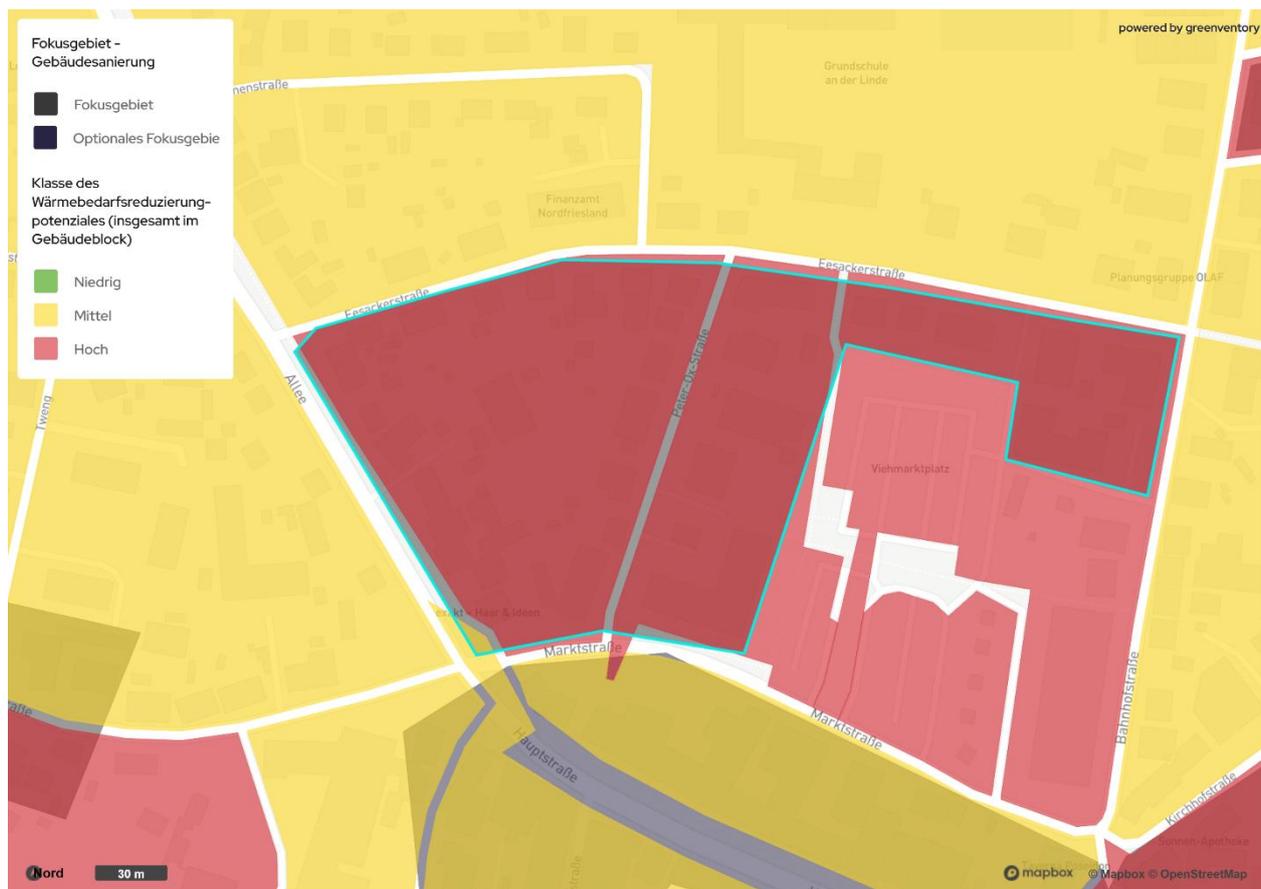


Abbildung 12-7: Empfehlung Fokusgebiet „Viehmarktplatz“ dargestellt im Kontext des Sanierungspotenzials

Ein weiteres Fokusgebiet kann im Bereich „Viehmarktplatz“ (vgl. Abbildung 12-6 und Abbildung 12-7) ausgewiesen werden. Dieses Gebiet besteht überwiegend aus Wohnhäusern, die im Wesentlichen zwischen 1919 und 1948 errichtet wurden. Unter den Wohnhäusern befinden sich vorrangig Einfamilienhäuser und einzelne Mehrfamilienhäuser und Reihenhäuser. Das Fokusgebiet liegt zentral am Viehmarktplatz und umfasst zusätzlich den westlich angrenzenden Wohnblock.

Auch dieses Fokusgebiet liegt zum überwiegenden Teil im Wärmenetz-Eignungsgebiet „Ausbau und Dekarbonisierung Bestandsnetze“. Beim Anschluss an das Wärmenetz sollten die Gebäude im Fokusgebiet möglichst bereits saniert worden sein. So können die notwendigen Investitionen in Hausübergabestation, Hausanschlussleitung und insgesamt in die Wärmenetzinfrastruktur etwas geringer ausfallen und die Vorlauftemperatur möglichst niedrig gewählt werden. Damit wird eine Überdimensionierung vermieden und Kosten eingespart.

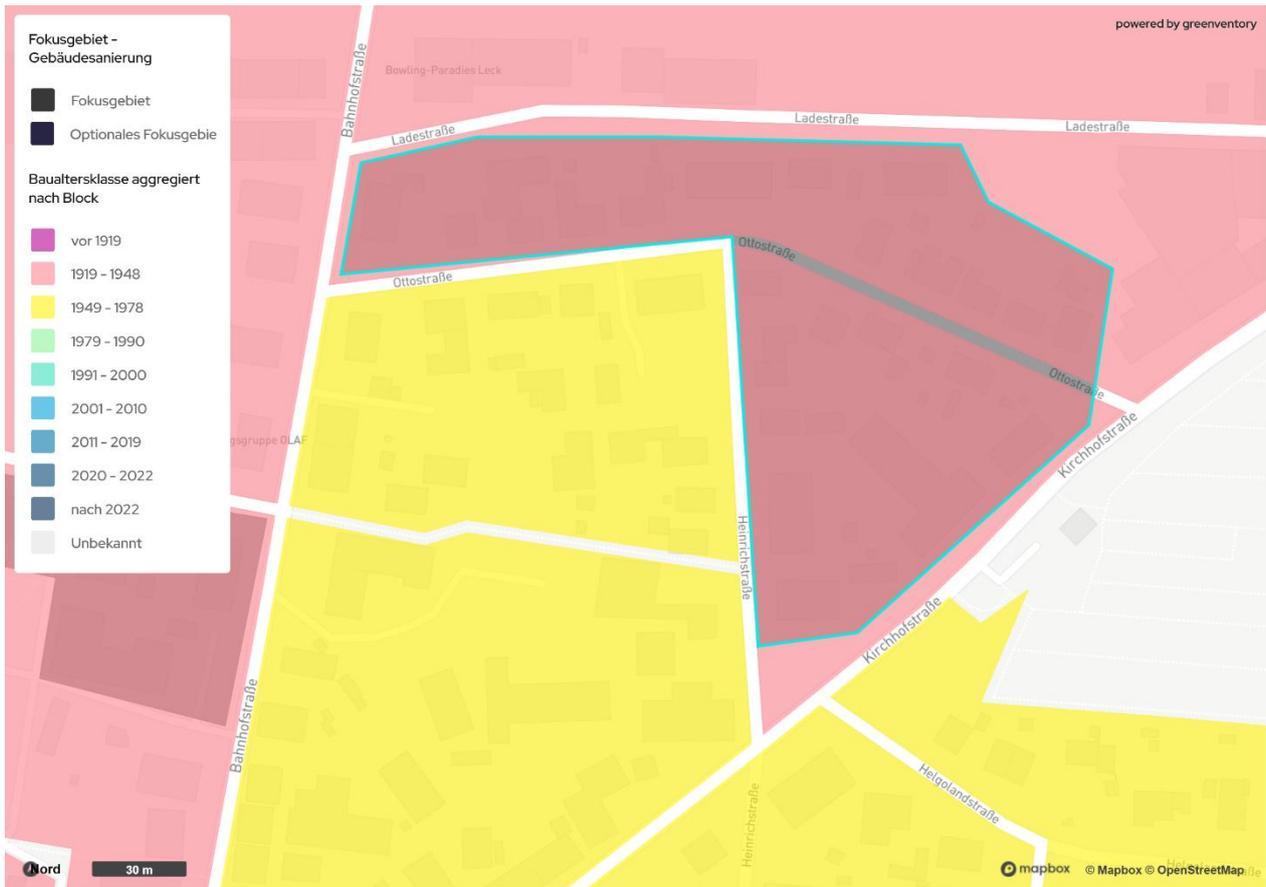


Abbildung 12-8: Empfehlung Fokusgebiet „Ottostraße“ dargestellt im Kontext der dominierenden Gebäudebaujahre

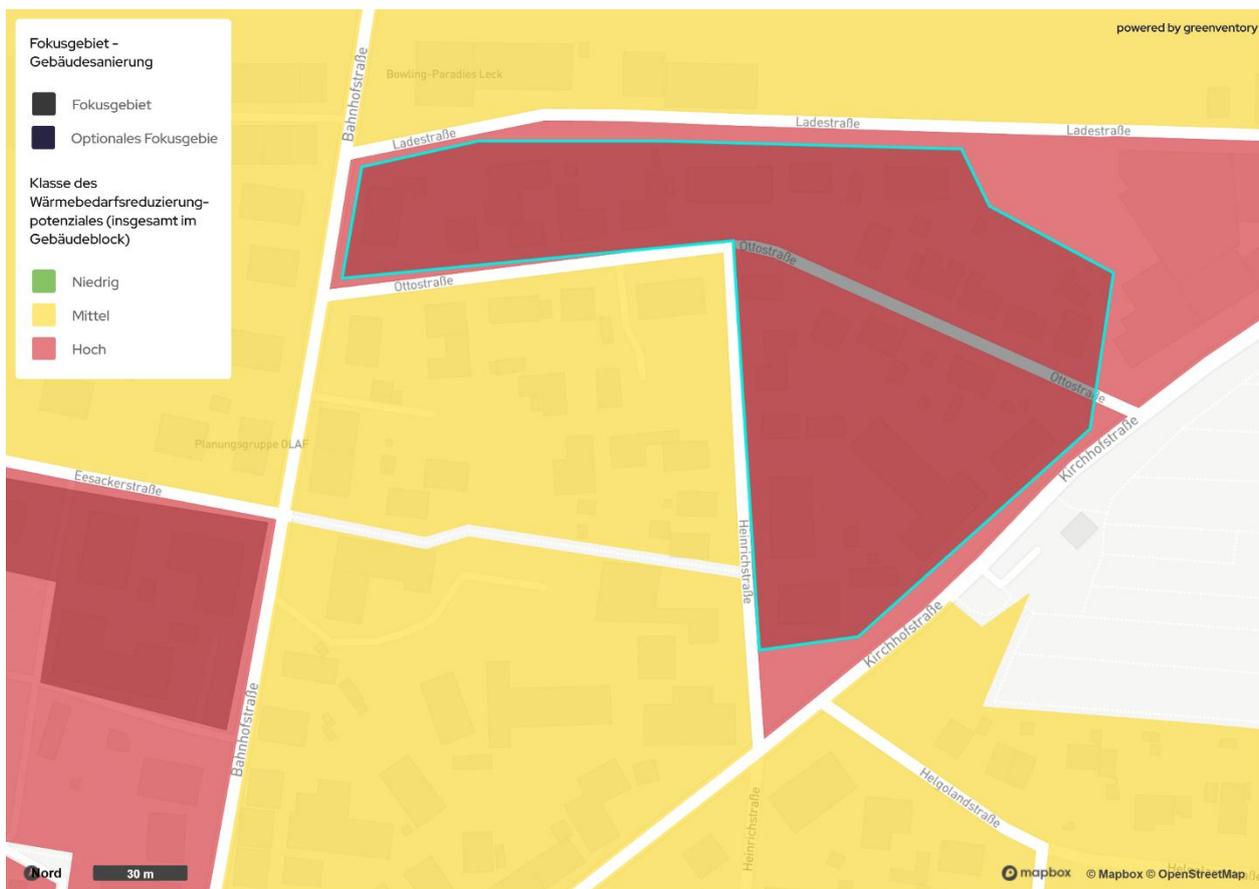


Abbildung 12-9: Empfehlung Fokusgebiet „Ottostraße“ dargestellt im Kontext des Sanierungspotenzials

In Abbildung 12-8 und Abbildung 12-9 ist das Fokusgebiet „Ottostraße“ dargestellt. Dieses Gebiet besteht überwiegend aus Wohngebäuden, die vor 1949 erbaut wurden. Es besteht aus 30 Wohnhäusern, unter denen sich zum Großteil Ein- und Zweifamilienhäuser befinden. Das Fokusgebiet liegt nördlich vom Zentrum zwischen Ladestraße und Kirchhofstraße und besitzt ein hohes Sanierungspotenzial.

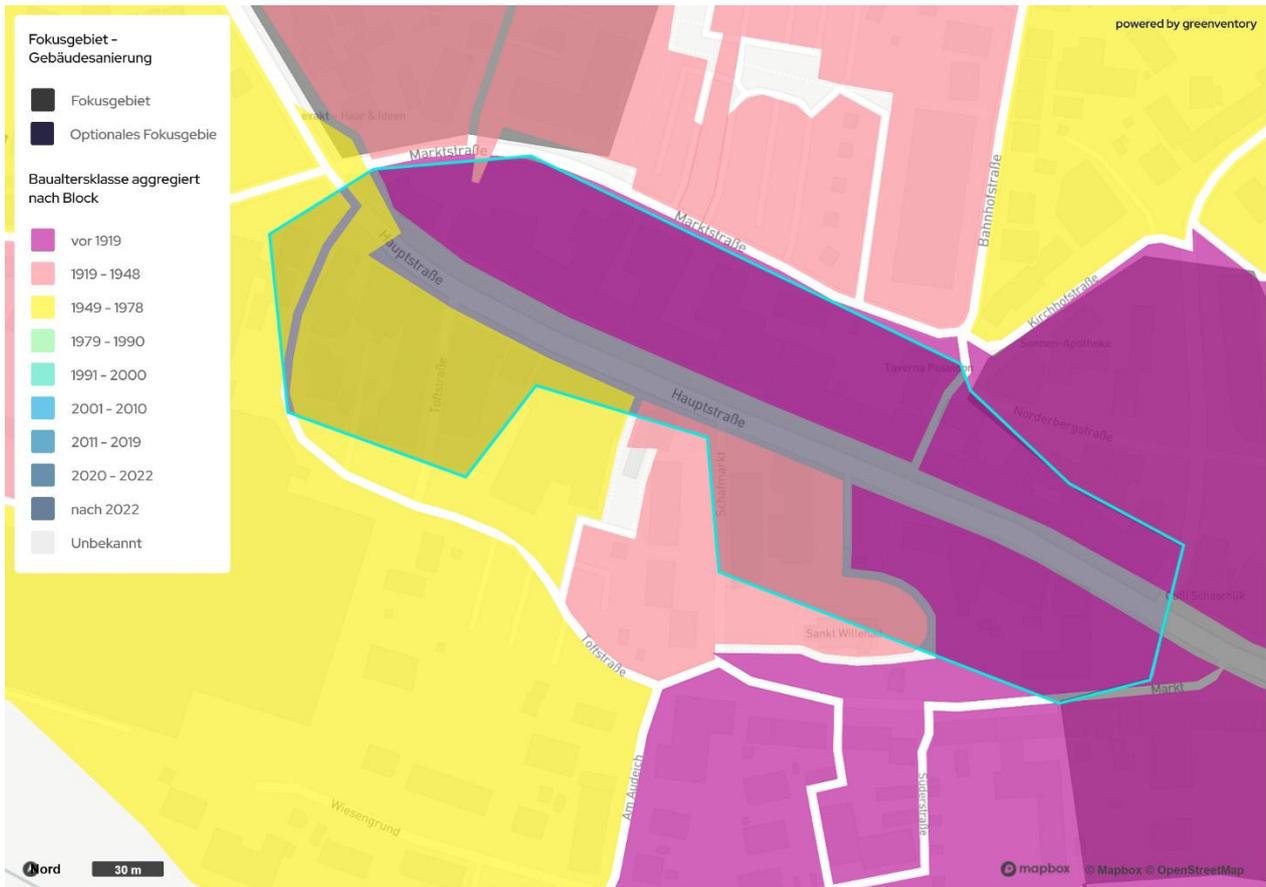


Abbildung 12-10: Empfehlung optionales Fokusgebiet „Hauptstraße“ dargestellt im Kontext der dominierenden Gebäudebaujahre

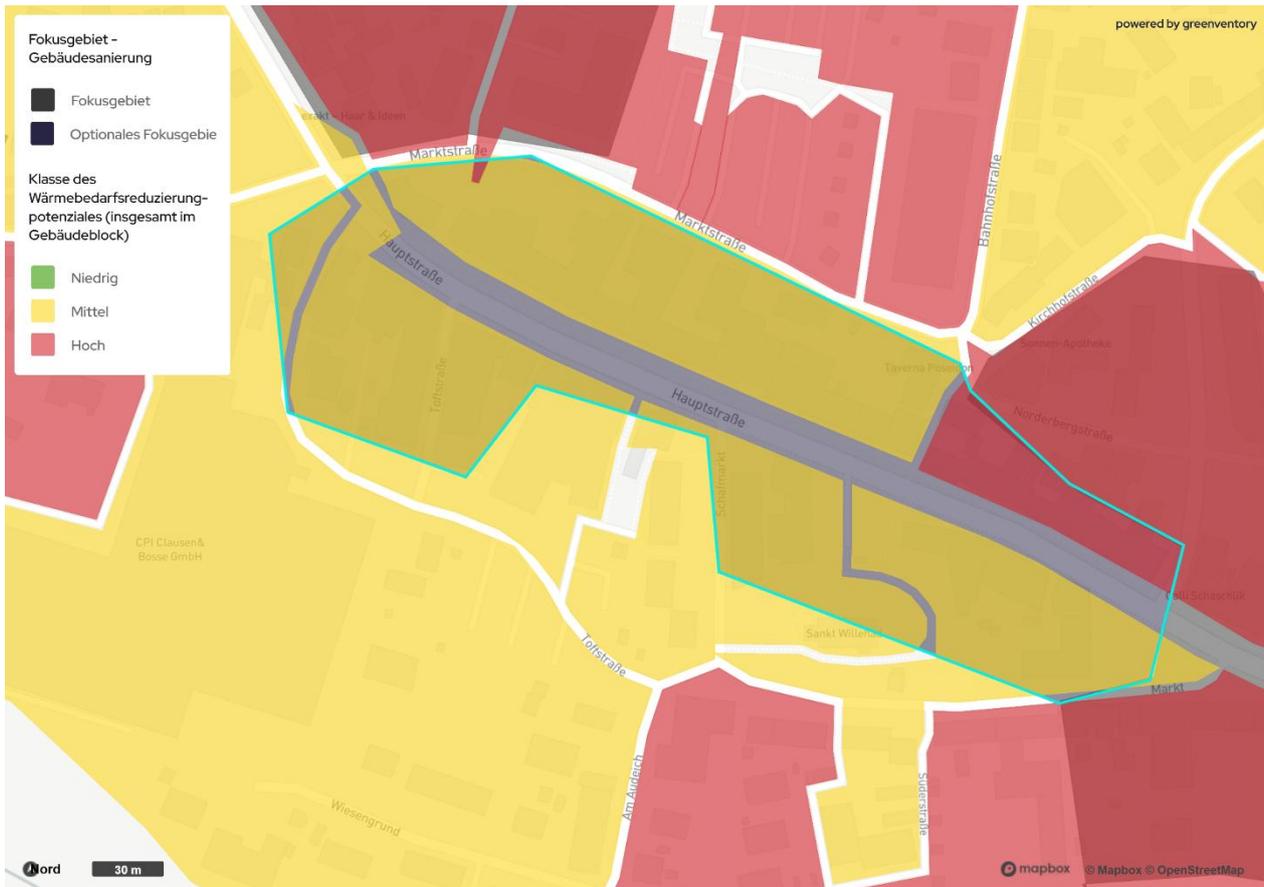


Abbildung 12-11: Empfehlung optionales Fokusgebiet „Hauptstraße“ dargestellt im Kontext des Sanierungspotenzials

In Abbildung 12-10 und Abbildung 12-11 ist das optionale Fokusgebiet „Hauptstraße“ dargestellt. Dieses Gebiet besteht mehrheitlich aus Gebäuden mit Mehrfachnutzung durch Gewerbe, Handel und Dienstleistungen in Kombination mit einer Wohnnutzung. Die Gebäude wurden vor 1979 erbaut und weisen ein mittleres Sanierungspotenzial auf. Das Gebiet wurde in Kombination mit dem im folgenden beschriebenen Fokusgebiet Zentrum als optionales Fokusgebiet aufgenommen, da sich Parallelen in Nutzungsart und Baualtersklasse abzeichnen, die im Rahmen von Sanierungskonzepten zu Synergieeffekten führen können. Auch wenn sich das Sanierungspotenzial in diesem optionalen Fokusgebiet nur im mittleren Bereich abzeichnet, wird eine Mitbetrachtung empfohlen.

Das Gebiet erstreckt sich entlang der Hauptstraße und zeichnet sich durch eine zentrale Lage und enge Bebauung aus. Es ist vollständig im Eignungsgebiet für den Wärmenetzausbau gelegen. Eine Sanierung der 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.

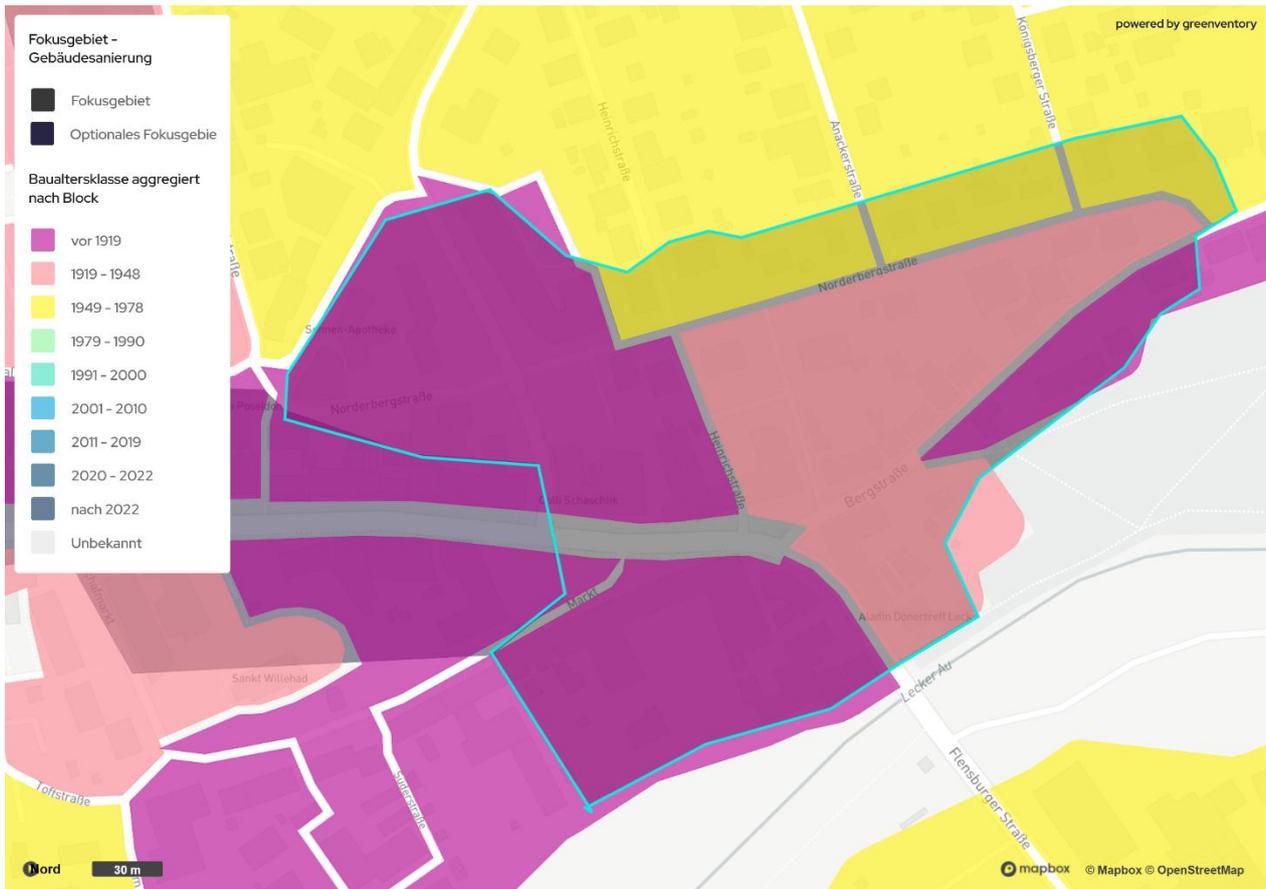


Abbildung 12-12: Empfehlung Fokusgebiet „Zentrum“ dargestellt im Kontext der dominierenden Gebäudebaujahre

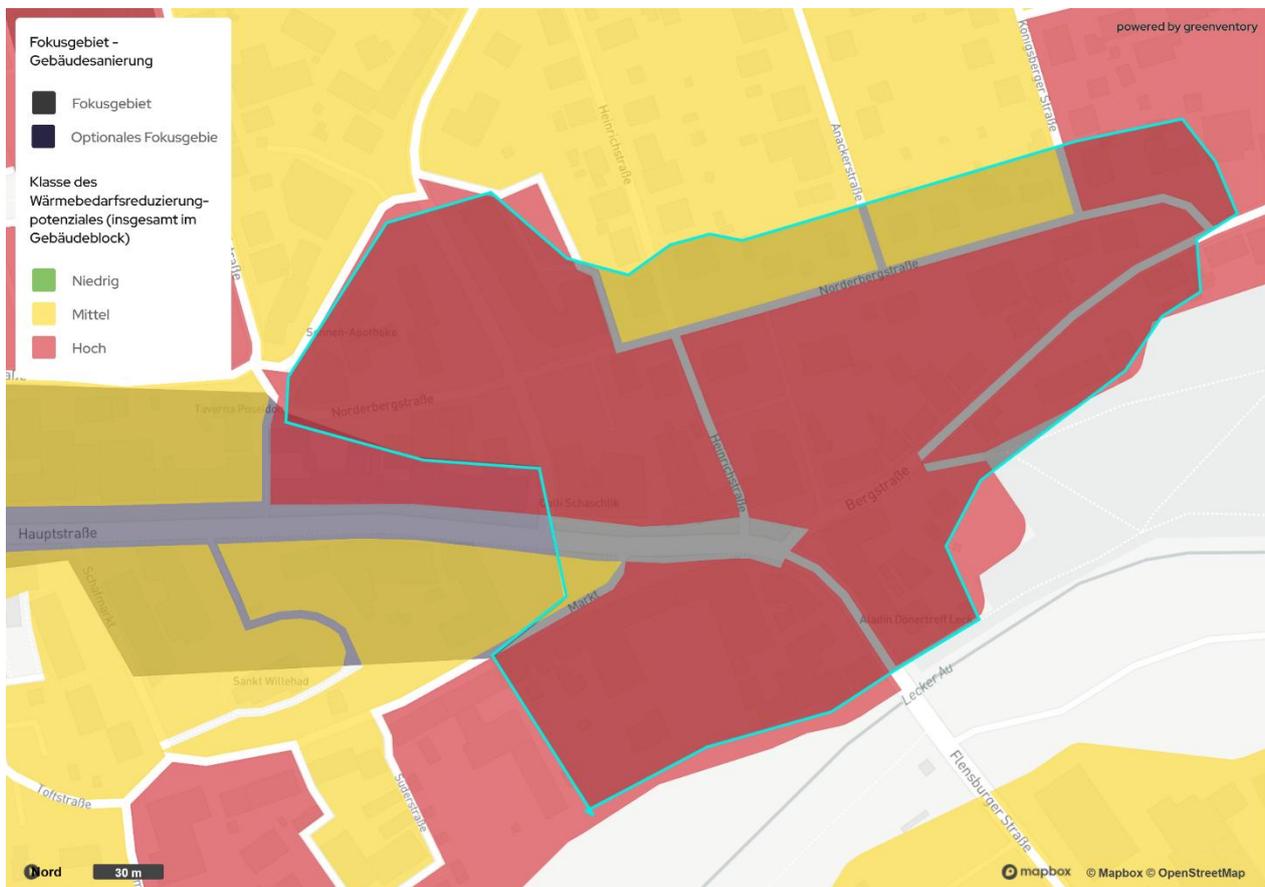


Abbildung 12-13 Empfehlung Fokusgebiet „Zentrum“ dargestellt im Kontext des Sanierungspotenzials

Das in Abbildung 12-12 und Abbildung 12-13 dargestellte Fokusgebiet „Zentrum“ besteht zum Großteil aus Ein- und Zweifamilienhäusern. Teilweise liegt eine Mehrfachnutzung vor. An der Hauptstraße sind Gewerbe, Handel und Dienstleistungsunternehmen angesiedelt. Die Wohnbebauung in der Bergstraße und der Norderbergstraße wird durch Ein- und Zweifamilienhäuser mit Baujahren vor 1949 geprägt, sowie durch einzelne Mehrfamilienhäuser und Reihenhäuser. Aufgrund des sehr hohen Gebäudealters einzelner Gebäude, sollten Belange des Denkmalschutzes bei der Konzeptionierung von Gebäudesanierungen mitgedacht werden. Das Gebiet besitzt ein hohes Potenzial zur Reduktion des Wärmebedarfs.

Der überwiegende Teil des Fokusgebietes liegt innerhalb des Eignungsgebietes „Ausbau und Dekarbonisierung Bestandsnetze“, sodass auch in diesem Gebiet eine mögliche Gebäudesanierung einem Anschluss an das Wärmenetz vorangestellt sein sollte. Eine Sanierung nach Anschluss an das Wärmenetz führt dazu, dass Investitionen getätigt wurden, die durch den Wärmeabsatz und damit einhergehenden Erlös jedoch nicht in ausreichender Menge refinanziert werden.

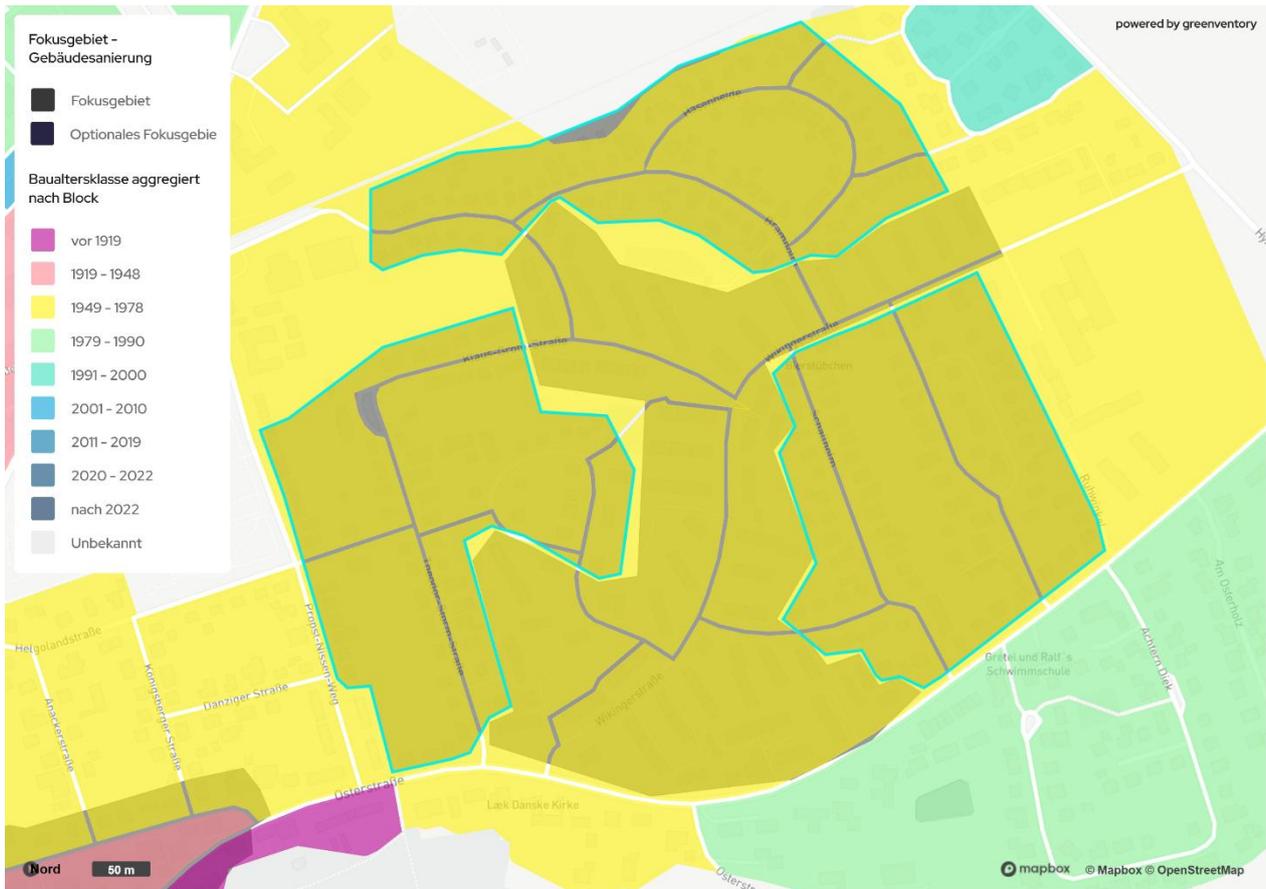


Abbildung 12-14: Empfehlung Fokusgebiet „Leck-Ost EFH“ dargestellt im Kontext der dominierenden Gebäudebaujahre

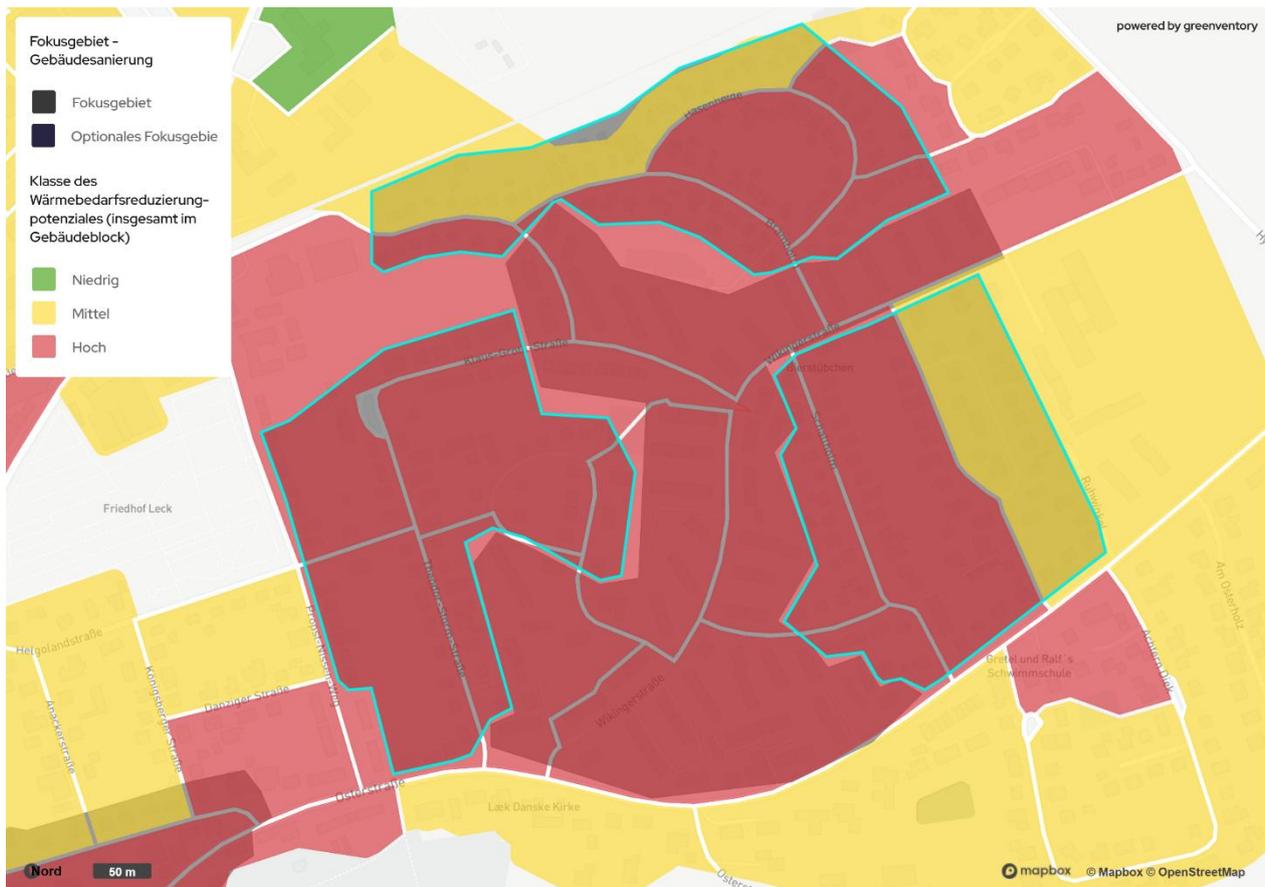


Abbildung 12-15: Empfehlung Fokusgebiet „Leck-Ost EFH“ dargestellt im Kontext des Sanierungspotenzials

In Abbildung 12-14 und Abbildung 12-15 ist das Fokusgebiet „Leck-Ost EFH“ dargestellt. Das Gebiet setzt sich aus drei Teilgebieten zusammen, die sich strukturell hinsichtlich des Sanierungspotenzials und Baualters ähneln. Die drei Teilgebiete umfassen zusammengenommen 264 Wohngebäude. Überwiegend handelt es sich um Ein- und Zweifamilienhäuser, die zwischen 1949 und 1978 erbaut wurden.

Das Fokusgebiet befindet sich, wie der Name andeutet, im Osten Lecks, nördlich der Osterstraße. Nach Westen wird das Gebiet vom Probst-Nissen-Weg begrenzt. Die Mehrfamilienhäuser und Reihenhäuser, die zentral zwischen den drei Teilgebieten positioniert sind, werden in einem separaten Fokusgebiet betrachtet. Das Fokusgebiet „Leck-Ost EFH“ besitzt insgesamt ein hohes Sanierungspotenzial.

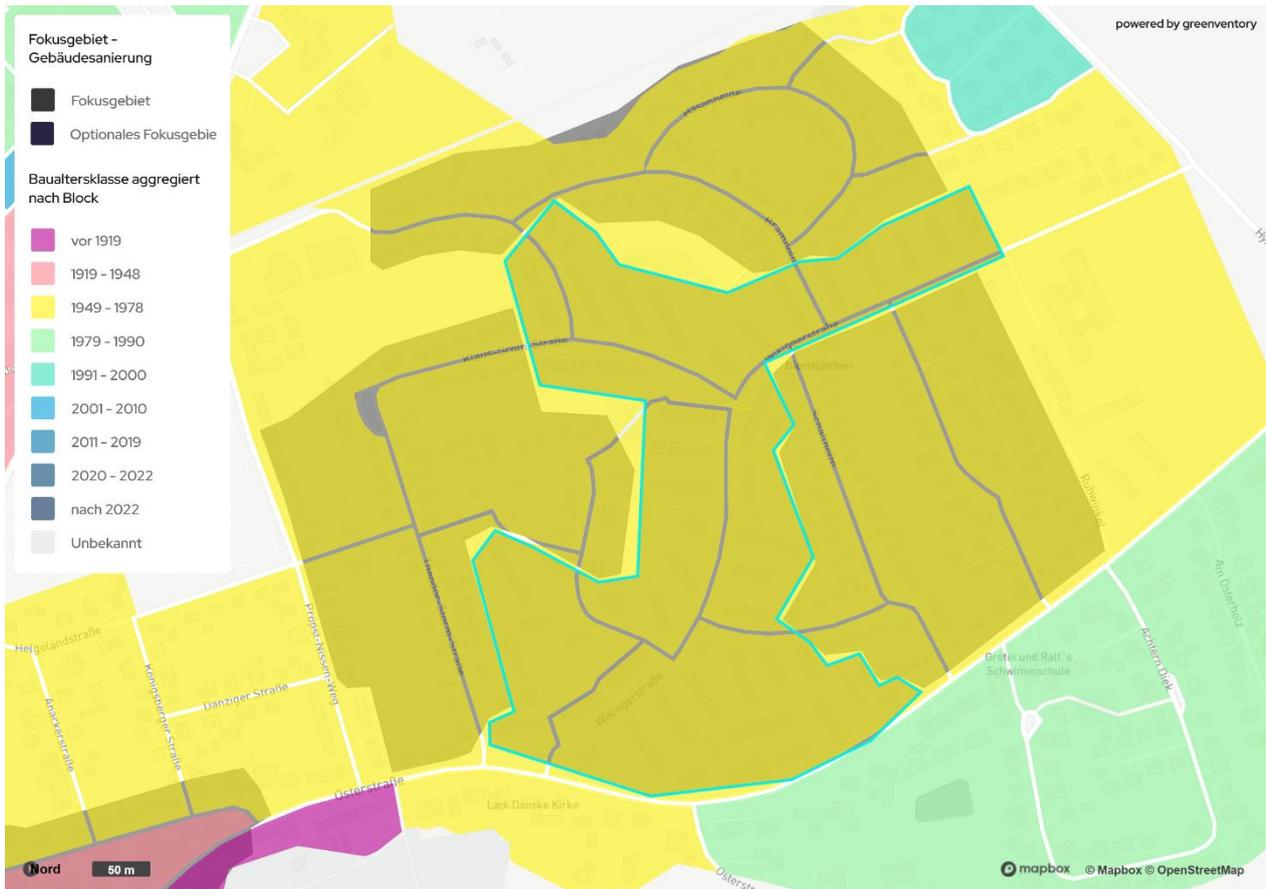


Abbildung 12-16: Empfehlung Fokusgebiet „Wikingergade MFH/Reihenhaus“ dargestellt im Kontext der dominierenden Gebäudebaujahre

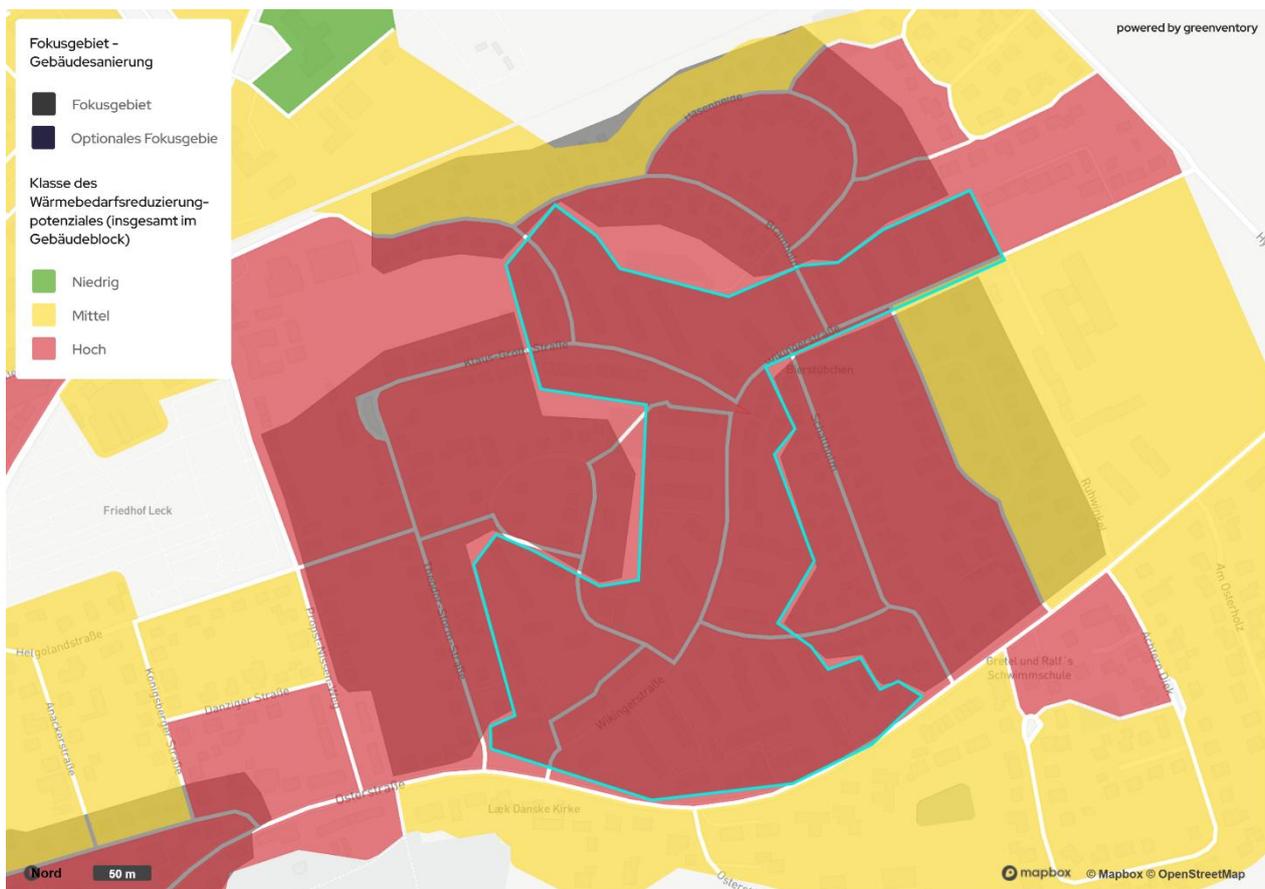


Abbildung 12-17: Empfehlung Fokusgebiet „Wikingerstraße MFH/Reihenhaus“ dargestellt im Kontext des Sanierungspotenzials

In Abbildung 12-16 und Abbildung 12-17 ist das Fokusgebiet „Wikingerstraße MFH/Reihenhaus“ dargestellt. Das Gebiet befindet sich zwischen den drei Teilgebieten des zuvor beschriebenen Fokusgebiet „Leck-Ost EFH“ und umfasst gut 100 Wohngebäude. Dabei handelt es sich überwiegend um Reihenhäuser und Mehrfamilienhäuser der Baualterklasse 1949 – 1978. Auch dieses Fokusgebiet weist ein hohes Sanierungspotenzial auf.



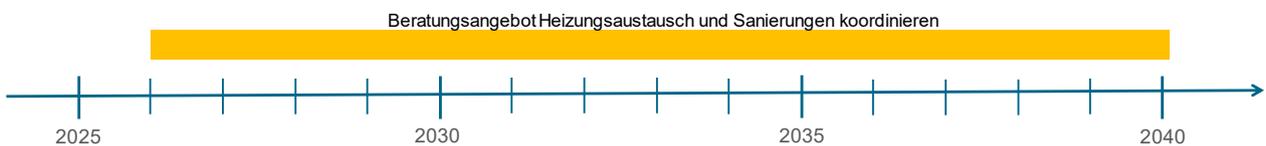
Abbildung 12-18: Empfehlung Fokusgebiet „Schnatebüll Dorfstraße“ dargestellt im Kontext der dominierenden Gebäudebaujahre



Abbildung 12-19: Empfehlung Fokusgebiet „Schnatebüll Dorfstraße“ dargestellt im Kontext des Sanierungspotenzials

In Abbildung 12-18 und Abbildung 12-19 ist das Fokusgebiet „Schnatebüll Dorfstraße“ dargestellt. Dieses Gebiet besteht aus 26 Wohngebäuden mit Baujahren vor 1919, die ein hohes Sanierungspotenzial aufweisen. Auch in diesem Fokusgebiet muss ggf. der Denkmalschutz bei Sanierungsmaßnahmen Berücksichtigung finden, was die energetische Gebäudeertüchtigung vor Herausforderungen stellen kann.

UMSETZUNGSZEITRAUM



12.2.2 AUSBAU UND DEKARBONISIERUNG BESTANDSNETZE

| | |
|-----------------------------------|--|
| MAßNAHME TYP | <input type="checkbox"/>  <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 checked="" type="checkbox"/> BHKW <input checked="" type="checkbox"/> Spitzenlast |
| POSITIVE AUSWIRKUNG AUF DIE ZIELE | Den Ausbau bestehender Wärmenetze sowie die Schaffung neuer Wärmenetze Die Nutzung lokaler Energiequellen |
| VERANTWORTLICHE AKTEURE | Gemeinde Leck, Wärmenetzbetreiber (möglicherweise Stadtwerke Nordfriesland) |
| GESCHÄTZTE KOSTEN | ca. 20,2 – 24,1 Mio. € Investitionen in Wärmenetz und Erzeuger |
| MÖGLICHE FÖRDERUNGEN | ca. 8 – 10,1 Mio. € |
| 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. |
| NÄCHSTE SCHRITTE | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Gespräche mit Gemeinde ▪ Gespräche mit potenziellen Abwärmelieferanten ▪ Einwerbung Fördermittel (BEW) ▪ Akquise Kunden Netzerweiterung ▪ Technische Planung und Umsetzung |
| HINWEISE | |

MAßNAHMENBESCHREIBUNG



Abbildung 12-20: Eignungsgebiet "Ausbau und Dekarbonisierung Bestandsnetze"

Die Erweiterung der beiden Wärmenetze mit derer gleichzeitigen Dekarbonisierung soll eine effiziente, nachhaltige und CO₂-neutrale Wärmeversorgung für weitere Gebäude in diesem Gebiet gewährleisten. Mit dieser Erweiterung würden 670 zusätzliche Gebäude die Möglichkeit erhalten, sich an ein Wärmenetz anschließen zu können. Das Gebiet zeichnet sich durch die direkte Nähe zur bestehenden Infrastruktur aus und einer Anbindung an mögliche Abwärmelieferanten im Nordwesten der Gemeinde, die sich auf dem Gebiet des Flughafens ansiedeln möchten.

Das Eignungsgebiet führt entlang des vorderen Teils der Klixbüller Chaussee über die Allee sowie vollständig über Hauptstraße von Westen nach Osten. Zusätzlich umfasst das Eignungsgebiet die Birkenstraße bis zur Kreuzung mit dem Kokkedahler Weg, den Tweng und die Wolfstraße unterhalb der Allee. Auch die Süderstraße, die Toftstraße, der Wiesengrund, der Schafmarkt sowie Am Audeich südlich der Hauptstraße werden vollständig vom Eignungsgebiet umschlossen. Im Nordosten liegen zudem noch die Dünenstraße und die Eesackerstraße bis einschließlich dem Bestandsnetz an der Grundschule an der Linde im Eignungsgebiet.

Mit einer angenommenen Sanierungsrate von 2 % würde der Wärmebedarf im Zieljahr nur noch die Hälfte im Vergleich zum aktuellen Wärmebedarf betragen. Aus dem Grund wird empfohlen, dass die Gebäude erst energetisch saniert werden, bevor es zur Erschließung mit dem Wärmenetz kommt. Auf diesem Wege können Überkapazitäten in der Erzeugung und der Leitungen vermieden werden.

Als primäre Energiequellen kommen industrielle Abwärme, ein Biogas-Blockheizkraftwerk (BHKW) sowie ein Erdgas-Spitzenlastkessel in Frage. Der hohe Anteil des Erdgas-Spitzenlastkessels ist dabei noch nicht CO₂-neutral und muss langfristig einer regenerativen Lösung weichen. Diese Technologien ermöglichen trotz allem eine flexible, nachhaltige und CO₂-a Versorgung.

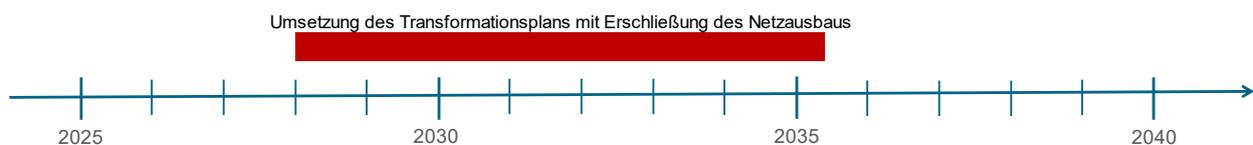
Die Wirtschaftlichkeitsanalysen haben klar gezeigt, dass die zentrale Wärmeversorgung aufgrund der großen Menge an Abwärme, die sich durch die Neuansiedlung von Gewerbebetrieben auf dem Flughafengelände ergibt und einer kostengünstigen Anbindung, wirtschaftlich betrieben werden kann. Dennoch sollte das Risiko eines abnehmenden Wärmebedarfs auf Grund von energetischen Sanierungen beobachtet werden, da dadurch das Netz möglicherweise unwirtschaftlich werden könnte. In dem Fall muss die Anschlussquote weiter erhöht werden, um die Wärmebedarfssenkung abzufangen. Zusätzlich besteht bei der Nutzung von industrieller und gewerblicher Abwärme als größtem Energieträger im Wärmenetz das Risiko, dass der Industrie- oder Gewerbebetrieb seinen Standort schließt und die Abwärme somit wegfällt. Aus diesem Grund ist es wichtig einen möglichst langfristigen Liefervertrag für die Abwärme anzustreben.

Die nächsten Schritte wären:

- Vertiefendes Gespräch mit der Gemeinde: Zur Sicherstellung der Realisierbarkeit und um politische Unterstützung zu gewinnen, sollte zeitnah ein vertiefendes Gespräch mit den zuständigen kommunalen Behörden geführt werden.
- Vertiefende Gespräche mit möglichen Gewerbebetrieben: Es sollten frühzeitig die Gespräche mit den möglichen Gewerbebetrieben über die Abwärmenutzung und zum Zeitpunkt der Erschließung geführt werden.
- Einwerbung Fördermittel (BEW)
- Akquise Kunden Netzerweiterung
- Technische Planung und Umsetzung

Die Umsetzung des Eignungsgebietes „Ausbau und Dekarbonisierung Bestandsnetze“ ist ein Schritt zur Dekarbonisierung der örtlichen Wärmeversorgung und zur Reduzierung von fossilen Brennstoffen. Es bietet erhebliche ökologische Vorteile und bietet großes Potenzial, die Energieeffizienz und Versorgungssicherheit zu steigern. Durch die enge Zusammenarbeit mit der Gemeinde und relevanten Stakeholdern, sowie durch die Prüfung passender Förderprogramme könnte die Maßnahme nachhaltig umgesetzt werden.

UMSETZUNGSZEITRAUM



13 ANHANG 4: METHODIK ZUR BESTIMMUNG DER ERFASSTEN POTENZIALE 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.

13.1 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.

13.2 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
- 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 angenommen
- Mais: nur 10 % verwendet (nachhaltige Fruchtfolgenbegrenzung)

13.3 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 m² 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.

13.4 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 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° 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° beträgt, bzw. zwischen 5° und 30° , solange der Azimutwinkel des Moduls 20° nicht überschreitet.

13.5 DACHFLÄCHENPOTENZIALE

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

13.5.1 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 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/m²

13.5.2 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 m² 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/m²

13.6 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.

13.7 LUFTWÄRMEPUMPE

Die Installation von Luft-Wärmepumpen hat das Potenzial, Energieverbrauch und CO₂-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.

13.8 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.

13.9 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.

13.10 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.

14 ANHANG 5: 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 Leck bieten. Wir haben die wichtigsten Fragen gesammelt und beantwortet, um einen ersten Überblick zu geben und eventuelle Unklarheiten zu klären.

Was ist ein Wärmeplan?

Die kommunale Wärmeplanung ist ein Fahrplan für die Zukunft der Wärmeversorgung in einer Stadt oder Gemeinde, so auch in der Gemeinde Leck. Ziel ist es, dafür zu sorgen, dass alle Haushalte und Gebäude in Zukunft zuverlässig, bezahlbar und klimafreundlich mit Wärme versorgt werden – also mit Energie zum Heizen, für warmes Wasser und in manchen Fällen für Industrieprozesse.

Dafür wurde sich für Leck angeschaut, wie heute geheizt wird, wo besonders viel Energie verbraucht wird und wo es Chancen gibt, in Zukunft umweltfreundlicher und sparsamer zu heizen. Zum Beispiel mit Solarenergie, Wärmepumpen, Biogas oder einem Wärmenetz. Auch Möglichkeiten zur Energieeinsparung, etwa durch bessere Gebäudedämmung, werden berücksichtigt.

Die kommunale Wärmeplanung wird gesetzlich durch das Wärmeplanungsgesetz geregelt und ist ein wichtiges Instrument auf dem Weg zur Klimaneutralität. Die fertige Wärmeplanung zeigt, wie sich die Wärmeversorgung in Leck Schritt für Schritt umstellen lässt, immer mit Blick auf die lokalen Gegebenheiten und Bedürfnisse der Menschen vor Ort.

Gibt es verpflichtende Ergebnisse?

Nein, die kommunale Wärmeplanung legt keine verpflichtenden Maßnahmen fest. Sie ist ein strategischer Fahrplan, der zeigt, wie die Wärmeversorgung in Zukunft klimafreundlich, effizient und bezahlbar gestaltet werden kann.

Der Wärmeplan liefert dabei wichtige Empfehlungen und Orientierung für die Gemeinde, aber auch für Energieversorger, Netzbetreiber, Gebäudeeigentümer und alle anderen Beteiligten. Er beschreibt, wo Potenziale für den Ausbau erneuerbarer Energien liegen, wie die Infrastruktur angepasst werden könnte und welche Schritte dabei sinnvoll wären.

Für Leck wurden in diesem Rahmen konkrete Maßnahmenvorschläge entwickelt und ausgestaltet. Diese dienen der Gemeindevertretung als Grundlage für künftige Entscheidungen in der Stadt- und Energieplanung.

Wichtig: Die Wärmeplanung ist kein Gesetz oder ein verbindlicher Maßnahmenkatalog. Es ist ein strategisches Instrument, das regelmäßig überarbeitet und an neue Entwicklungen angepasst werden muss. Nur so bleibt die Planung flexibel und kann an ändernde Gegebenheiten und Möglichkeiten vor Ort angepasst werden.

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

Diese vier Bausteine arbeiten Hand in Hand, um die Wärmeversorgung in Deutschland klimafreundlich, effizient und zukunftssicher zu gestalten.

- Das Gebäudeenergiegesetz (GEG) legt die energetischen Standards für einzelne Gebäude fest. Es bestimmt zum Beispiel, wie gut Häuser gedämmt sein müssen und welche

Heizsysteme erlaubt sind. Seit 2024 dürfen in Neubaugebieten nur noch Heizungen eingebaut werden, die zu mindestens 65 % erneuerbare Energien nutzen.

- Die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) unterstützt Eigentümerinnen und Eigentümer finanziell bei der Sanierung oder beim Einbau klimafreundlicher Heizungen – etwa Wärmepumpen oder Solarthermie. Damit hilft die BEG, die Anforderungen des GEG leichter zu erfüllen oder sogar zu übertreffen.
- Die kommunale Wärmeplanung betrachtet die Wärmeversorgung auf Ebene einer ganzen Stadt oder Gemeinde. Sie zeigt auf, wie Gebäude künftig effizient und umweltfreundlich mit Wärme versorgt werden können, z. B. über Wärmenetze, lokale Energiequellen oder Energieeinsparung. Die Wärmeplanung hilft also bei der Entwicklung einer langfristigen Strategie für die Wärmeversorgung vor Ort.
- Das Wärmeplanungsgesetz (WPG) ist das neue Bundesgesetz, das die kommunale Wärmeplanung verbindlich regelt. Es verpflichtet Städte und Gemeinden, bis spätestens 2026 (für große Städte mit über 100.000 Einwohnern) bzw. 2028 (für kleinere Kommunen) einen Wärmeplan zu erstellen. Damit wird die Wärmeplanung bundesweit einheitlich vorgeschrieben. Seit Ende März 2025 sind die Vorgaben des WPG auch im Energiewende- und Klimaschutzgesetz (EWKG) vom Land Schleswig-Holstein integriert. Bisher war in Schleswig-Holstein u.a. nur ein Teil der Kommunen zur Aufstellung einer kommunalen Wärmeplanung verpflichtet.

Warum ist das Zusammenspiel wichtig?

Die kommunale Wärmeplanung gibt Orientierung, wie eine klimafreundliche Wärmeversorgung konkret vor Ort aussehen kann. Auf dieser Grundlage können gezielt Maßnahmen umgesetzt und Förderungen (BEG) in Anspruch genommen werden. Wenn z. B. ein Wärmenetz geplant ist und die Kommune es offiziell festlegt, können in diesem Gebiet bestimmte Heizvorgaben aus dem GEG verpflichtend werden – vor allem der Anteil von 65 % erneuerbarer Energien bei neuen Heizsystemen.

Zusammengefasst:

- Das GEG legt die Regeln für einzelne Gebäude fest.
- Die BEG hilft finanziell bei der Umsetzung.
- Die kommunale Wärmeplanung sorgt für den strategischen Überblick vor Ort.
- Das WPG macht die Wärmeplanung zur Pflicht für alle Kommunen.

Gemeinsam schaffen sie den Rahmen für eine sichere, bezahlbare und klimafreundliche Wärmeversorgung in ganz Deutschland.

Welche Gebiete sind prinzipiell für den Ausbau von Wärmenetzen geeignet?

In Leck wurde im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung ein sogenanntes Prüfgebiet für ein Wärmenetz festgelegt. Das ist ein Bereich, in dem es besonders sinnvoll sein könnte, in Zukunft ein Wärmenetz aufzubauen, also ein zentrales Heizsystem das viele Gebäude mit umweltfreundlicher Wärme versorgt.

Ein entscheidender Faktor bei der Auswahl von Prüfgebieten ist die sogenannte Wärmelinienichte. Diese Kennzahl zeigt, wie viel Wärme pro Meter Haupttrasse gebraucht wird – je höher dieser Wert, desto wirtschaftlicher und sinnvoller ist der Ausbau eines Wärmenetzes.

Typischerweise eignen sich also vor allem:

- Gebiete mit vielen Gebäuden auf engem Raum, z. B. Ortskerne oder größere Wohngebiete,
- Gebäude mit hohem Wärmebedarf, z. B. durch Mehrfamilienhäuser, öffentliche Gebäude oder Gewerbe,

Prüfgebiete die nach einer ersten Wirtschaftlichkeitsbetrachtung immer noch geeignet erscheinen werden zu Eignungsgebieten. In diesen Eignungsgebieten wird dann weiter untersucht, ob sich ein Wärmenetz tatsächlich wirtschaftlich und technisch umsetzen lässt. Erst danach wird entschieden, ob der Ausbau konkret geplant wird.

In welchen Gebieten werden Wärmenetze ausgebaut werden?

Ob ein Wärmenetz wirklich gebaut wird, entscheidet sich nicht allein durch die Wärmeplanung, sondern in einem weiteren Schritt: Auf Basis der Eignungsgebiete werden genaue Machbarkeitsstudien und Ausbaupläne erstellt.

Diese Pläne zeigen, in welchen Bereichen der Bau eines Wärmenetzes technisch möglich, wirtschaftlich sinnvoll und praktisch umsetzbar ist. Dabei spielen neben der Wärmebedarfsdichte auch andere Faktoren wie die wirtschaftliche und ressourcenbedingte Umsetzbarkeit durch den jeweiligen Betreiber eine Rolle.

Diese Prüfungen und Planungen übernehmen Projektentwickler und Wärmenetzbetreiber. Der Ausbau der Netze soll dann schrittweise bis 2040 erfolgen, also in mehreren Phasen über die nächsten Jahre hinweg.

Sobald konkrete Ausbaupläne vorliegen, wird die Gemeinde diese öffentlich machen, damit alle Bürgerinnen und Bürger wissen, was wann und wo geplant ist.

Schaffen wir die Treibhausgasneutralität?

Ja, die Treibhausgasneutralität im Wärmesektor bis 2040 ist möglich, wenn die im Wärmeplan beschriebenen Maßnahmen konsequent umgesetzt werden. Die Wärmeplanung zeigt, wie Leck Schritt für Schritt klimafreundlicher heizen kann, z. B. durch den Einsatz erneuerbarer Energien, mehr Energieeffizienz in Gebäuden und den Ausbau von Wärmenetzen.

Allerdings: Leck kann das Ziel nicht allein erreichen. Auch der Strom, den wir z. B. für Wärmepumpen benötigen, muss treibhausgasfrei produziert werden – also aus Wind, Sonne oder anderen erneuerbaren Quellen stammen. Außerdem bleiben trotz aller Bemühungen immer kleine Mengen an Emissionen übrig, etwa aus Lieferketten. Diese sogenannten Restemissionen müssen später ausgeglichen werden, z. B. durch Klimaschutzprojekte.

Wichtig ist auch: Der Wärmeplan ist kein starres Dokument. Er wird alle fünf Jahre fortgeschrieben, damit neue Technologien, gesetzliche Vorgaben und lokale Entwicklungen berücksichtigt werden können. So bleibt Leck flexibel und auf Kurs Richtung Klimaneutralität. Wenn alle Beteiligten, Politik, Wirtschaft und Bürgerinnen und Bürger, mitziehen, kann das Ziel erreicht werden.

Was ist der Nutzen einer Wärmeplanung?

Die kommunale Wärmeplanung hat viele Vorteile – für die Gemeinde, für Hauseigentümerinnen und -eigentümer und für das Klima.

Hier sind die wichtigsten Nutzen im Überblick:

- Klarer Fahrplan für die Wärmewende: Der Wärmeplan zeigt auf, wie Leck in Zukunft klimafreundlich und effizient mit Wärme versorgt werden kann – gut abgestimmt zwischen Gemeinde, Quartieren und privaten Vorhaben.
- Bessere Planung und weniger Fehlinvestitionen: Wenn klar ist, wo z. B. ein Wärmenetz entstehen soll, müssen Hausbesitzer nicht unnötig in Heizsysteme investieren, die bald nicht mehr passen. Das spart Geld und Aufwand.
- Energie sparen und Kosten senken: Durch mehr Energieeffizienz können langfristig Heizkosten gesenkt werden – ein Vorteil für alle, die in Leck wohnen oder arbeiten.
- Klimaschutz vor Ort: Der Einsatz von erneuerbaren Energien wie Solarthermie, Biogas oder Wärmepumpen hilft, CO₂-Emissionen zu reduzieren – und bringt die lokale Energiewende voran.
- Mehr Versorgungssicherheit: Eine lokale, gut geplante Wärmeversorgung macht unabhängiger von Öl- oder Gasimporten und sorgt für mehr Stabilität – gerade in Krisenzeiten.
- Gute Grundlage für zukünftige Entscheidungen: Auch wenn der Wärmeplan keine direkten Pflichten mit sich bringt, dient er als strategisches Werkzeug, mit dem die Gemeinde die Wärmewende gezielt und schrittweise umsetzen kann.

Was bedeutet das für mich?

Der kommunale Wärmeplan ist kein Gesetz, sondern ein strategischer Leitfaden, der aufzeigt, wie Leck in Zukunft klimafreundlich mit Wärme versorgt werden kann. Er gibt eine Richtung vor für die Gemeinde, für Energieversorger und auch für Eigentümerinnen, Eigentümer und Mieterinnen und Mieter.

Die im Plan vorgeschlagenen Gebiete für Wärmenetze oder einzelne Heizlösungen sind Empfehlungen, keine Verpflichtungen. Dennoch kann es hilfreich sein, sich frühzeitig zu informieren. Denn wenn alle Beteiligten gut Bescheid wissen, lassen sich Investitionen besser abstimmen und Kosten sparen.

Ich bin Mieterin/Mieter:

Informieren Sie sich, ob Ihre Wohngegend im Wärmeplan genannt wird. Fragen Sie bei Ihrer Vermieterin oder Ihrem Vermieter nach, ob Modernisierungen oder ein Anschluss an ein Wärmenetz geplant sind. So können Sie frühzeitig abschätzen, ob sich z. B. Heizkosten oder bauliche Veränderungen ergeben könnten.

Ich bin Vermieterin/Vermieter:

Nutzen Sie den Wärmeplan als Orientierung für Ihre Investitionsentscheidungen. Prüfen Sie bei Sanierungen oder Neubauten, ob ein Anschluss an ein Wärmenetz sinnvoll ist oder ob sich z. B. eine Wärmepumpe oder Biomasseheizung lohnt. 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. Denken Sie dabei auch an Fördermittel und daran, Sanierungsmaßnahmen transparent mit Ihren Mieterinnen und Mietern zu kommunizieren.

Ich bin Gebäudeeigentümerin/Gebäudeeigentümer:

Schauen Sie nach, ob Ihr Gebäude in einem Gebiet liegt, das im Wärmeplan für ein Wärmenetz vorgesehen ist. Falls ja, wenden Sie sich an Ihren Energieversorger (z. B. Stadtwerke Nordfriesland), um zu erfahren, ob und wann ein Anschluss geplant ist.

Sollten Sie außerhalb eines Wärmenetzeignungsgebietes liegen, ist ein zeitnaher Anschluss an ein Wärmenetz eher unwahrscheinlich. Sie können dennoch viel zur Verbesserung der Energieeffizienz und zur Reduzierung Ihrer CO₂-Emissionen tun. Verschiedene Technologien können dabei helfen, etwa

- Wärmepumpen (Luft, Erdreich, Wasser),
- Biomasseheizungen (z. B. mit Pellets),
- Photovoltaik-Anlagen zur eigenen Stromproduktion.

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.

15 ANHANG 6: WIRTSCHAFTLICHKEITSBERECHNUNGEN (NICHT ÖFFENTLICHER TEIL)

Tabelle 15-1 gewährt einen Überblick über die energiewirtschaftlichen Ansätze, die der Wirtschaftlichkeitsberechnung zu Grunde gelegt wurden.

Tabelle 15-1: Energiewirtschaftliche Ansätze

| | | netto | brutto | Bezug |
|-----------------------------------|--------|-------------------|--------|----------------------|
| MwSt. | | 19,00% | | |
| Kapitalzins | | 5,00% | | p. a. |
| Wartung und Instandhaltung | | | | |
| Biomassekessel | | 6,00% | | p. a./Invest |
| Erdgaskessel | | 3,00% | | p. a./Invest |
| BHKW | | Leistungsabhängig | | Pro Betriebsstunde |
| Wärmepumpen | | 2,50% | | 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 | | 0,25% | | p. a./Invest |
| technische Betriebsführung | | 0,25% | | p. a./Invest |
| kaufmännische Betriebsführung | | 130 € | 155 € | je Anschluss p. a. |
| Energiekosten | | | | |
| Mischpreis Erdgas | Ø 2024 | 5,45 | 6,48 | ct/kWh _{Hi} |
| Mischpreis Biomethan | Ø 2024 | 8,17 | 9,72 | ct/kWh _{Hi} |
| Hackschnitzel – WGH20 | Ø 2024 | 3,39 | 3,63 | ct/kWh _{Hi} |
| Mischpreis Strom | Ø 2024 | 20,86 | 24,82 | ct/kWh _{el} |
| CO ₂ -Bepreisung | Ø 2024 | 65,52 | 77,97 | €/t CO ₂ |

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

15.1 AUSBAU UND DEKARBONISIERUNG BESTANDSNETZE

| Wirtschaftlichkeit | | Abwärme, Biogas BHKW + Spitzenlasterzeuger |
|--|------------|--|
| Brennstoffzufuhr Erdgas | ca. | 5.511.009 |
| Brennstoffzufuhr Biomethan | ca. | 0 |
| davon Gasbezug BHKWs | ca. | 0 |
| Brennstoffzufuhr Biogas | ca. | 7.051.620 |
| Brennstoffzufuhr Wasserstoff | ca. | 0 |
| Brennstoffzufuhr Hackschnitzel | ca. | 0 |
| Brennstoffzufuhr Holzpellets | ca. | 0 |
| Wärmezufuhr Biogaswärme | ca. | 17.424.141 |
| Strombezug öfftl. Netz | ca. | 398.471 |
| Strombezug Quartiersstrom | ca. | 0 |
| Jahresarbeit Wärmeentzug Quelle | ca. | 0 |
| erzeugte Wärmemenge | ca. | 23.254.230 |
| Betriebstunden BHKWs | ca. | 4.220 |
| CO ₂ -Emissionen (fossil) | ca. | 1.323 |
| Investitionen | | |
| Abwärme | ca. | 339.900 |
| Biomassekessel | ca. | 0 |
| Solarthermie | ca. | 0 |
| BHKWs | ca. | 735.663 |
| Spitzenlasterzeuger | ca. | 1.114.300 |
| Großwärmepumpe | ca. | 0 |
| Erdsonden / Gewässerentnahme | ca. | 0 |
| Elektro- und Anlagentechnik | ca. | 6.751.800 |
| Wärmenetz | ca. | 22.038.870 |
| Grundstück & Gebäude | ca. | 915.200 |
| Kosten für BEW Modul 1 (Machbarkeitsstudie/T ransformationsplan) | ca. | 0 |
| Investitionssumme | ca. | 31.895.733 |
| Kapitalkosten | | |
| Abwärme | 20 Jahre | 23.916 |
| Biomassekessel | 15 Jahre | 0 |
| Solarthermie | 20 Jahre | 0 |
| BHKW | 10 Jahre | 88.457 |
| Spitzenlasterzeuger | 20 Jahre | 78.403 |
| Luft-Wasser-Wärmepumpe | 18 Jahre | 0 |
| Wasser-Wasser-Wärmepumpe | 20 Jahre | 0 |
| Sole-Wasser-Wärmepumpe | 20 Jahre | 0 |
| Erdsonden / Gewässerentnahme | 50 Jahre | 0 |
| Elektro- und Anlagentechnik | 15 Jahre | 586.226 |
| Wärmenetz | 40 Jahre | 1.032.020 |
| Grundstück & Gebäude | 50 Jahre | 39.018 |
| Kosten für BEW Modul 1 (Machbarkeitsstudie/T ransformationsplan) | 20 Jahre | 0 |
| jährliche Kapitalkosten | ca. | 1.848.040 |

| Förderung | | |
|--|----------------|------------------|
| Unvermeidbare Abwärme | 20 Jahre | 7.709 |
| Biomassekessel | 15 Jahre | 0 |
| Solarthermie | 20 Jahre | 0 |
| Luft-Wasser-Wärmepumpe | 18 Jahre | 0 |
| Wasser-Wasser-Wärmepumpe | 20 Jahre | 0 |
| Sole-Wasser-Wärmepumpe | 20 Jahre | 0 |
| Erdsonden / Gewässerentnahme | 50 Jahre | 0 |
| Elektro- und Anlagentechnik | 15 Jahre | 232.132 |
| Wärmenetz | 40 Jahre | 412.007 |
| Grundstücke & Gebäude | 50 Jahre | 14.069 |
| Gutachten | 20 Jahre | 3.514 |
| Planungsleistungen inkl. BEW Modul 1 (Machbarkeitsstudie/Ttransformationsplan) | 20 Jahre | 50.350 |
| jährliche Förderung | ca. | 719.782 |
| Betrieb und Wartung | | |
| Biomassekessel | ca. | 0 |
| Solarthermie | ca. | 0 |
| BHKWs | ca. | 41.748 |
| Spitzenlastzeuger | ca. | 28.215 |
| Großwärmepumpe | ca. | 0 |
| Elektro- und Anlagentechnik | ca. | 240.196 |
| Wärmenetz | ca. | 105.706 |
| Grundstücke & Gebäude | ca. | 2.063 |
| Versicherung/Sonstiges | ca. | 74.492 |
| technische Betriebsführung | ca. | 74.492 |
| kaufmännische Betriebsführung | ca. | 87.100 |
| jährliche Betriebs- und Wartungskosten | ca. | 654.011 |
| Energiekosten Ø 2024 | | |
| Mischpreis Biogaswärme / Abwärme | 5,00 ct/kWh | 871.207 |
| Mischpreis Erdgas | 5,45 ct/kWh | 332.506 |
| Mischpreis Biomethan | 8,17 ct/kWh | 0 |
| Mischpreis Biogas | 8,00 ct/kWh | 625.056 |
| Mischpreis Wasserstoff | 0,00 ct/kWh | 0 |
| Hackschnitzel - WGH20 | 3,39 ct/kWh | 0 |
| Pellets - 20 Tonnen | 5,36 ct/kWh | 0 |
| Mischpreis Strom | 20,86 ct/kWh | 83.110 |
| Direktstrom (EE) | 8,00 ct/kWh | 0 |
| Harnstoff | 95,00 ct/Liter | 0 |
| Erdgassteuer-Rückerstattung | 0,44 ct/kWh | 0 |
| jährliche Stromerlöse | ca. | -441.317 |
| CO ₂ -Bepreisung | 20,5 €/t | 27.141 |
| jährliche Energiebezugskosten | ca. | 1.497.701 |
| Betriebskostenförderung | | |
| Förderung Betrieb Wärmepumpe öfftl. Strom (10 Jahre) | ca. | |
| Förderung Betrieb Wärmepumpe öfftl. Strom (10 Jahre) | ca. | |
| Förderung Betrieb Wärmepumpe öfftl. Strom - verteilt auf Nutzungsdauer | ca. | |

| | | |
|--|------------|-----------|
| Förderung Betrieb Solarthermie (10 Jahre) | ca. | |
| Förderung Betrieb Solarthermie (10 Jahre) - verteilt auf Nutzungsdauer | ca. | |
| jährliche Betriebskostenförderung | ca. | 0 |
| Wirtschaftlichkeit Ø 2024 | | |
| Wärmegestehungskosten pro Jahr | ca. | 3.279.972 |
| spezifische Wärmegestehungskosten (netto) | | 14 |
| spezifische Wärmegestehungskosten (brutto) | | 17 |
| Energiekosten Ø 2024 | | |
| Kapitalkosten | ca. | 1.155 |
| Betrieb und Wartungskosten | ca. | 669 |

16 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_Wohngebaeude/sanierung_wohngebaeude_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
- BMWK), L. e. (August 2024). *Kompetenzzentrum Kommunale Wärmewende (KWW) Technikatalog*. Von https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fapi.kww-halle.de%2Ffileadmin%2Fuser_upload%2FTechnikatalog_W%25C3%25A4rmeplanung_Version_1.1_August24_CC-BY.xlsx&wdOrigin=BROWSELINK 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/W_eitere_Steuertemen/Betriebspruefung/AfA-Tabellen/Ergaenzende-AfA-Tabellen/AfA-Tabelle_AV.html
- Bundesministerium der Justiz (Hrsg.). (16. Oktober 2023). *Gebäudeenergiegesetz vom 8. August 2020 (BGBl. I S. 1728), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 16. Oktober 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 280) geändert worden ist. Teil 1 Nr. 280*. Bonn, Deutschland.
- Bundesministerium der Justiz (Hrsg.). (20. Dezember 2023). *Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze. Bundesgesetzblatt 2023 Nr. 394*. Bonn.
- Bundesministerium der Justiz (Hrsg.). (21. 02 2025). *Erneuerbare-Energien-Gesetz vom 21. Juli 2014 (BGBl. I S. 1066), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom. Bonn, Deutschland*. Abgerufen am 09. 04 2025 von https://www.gesetze-im-internet.de/eeg_2014/EEG_2023.pdf

- 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 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-Gebaeudereport.pdf abgerufen
- EEX. (1. Januar 2023). *EEX.com*. Von <https://www.eex.com/de/marktdaten/umweltprodukte/eex-eua-primary-auction-spot-download> abgerufen
- EWKG Novelle. (02. 10 2024). *Entwurf eines Gesetzes zur Änderung des Energiewende- und Klimaschutzgesetzes Schleswig-Holstein und zur Aufhebung und Anpassung weiterer Rechtsvorschriften*. Von <https://www.landtag.ltsh.de/infothek/wahl20/drucks/02500/drucksache-20-02553.pdf> abgerufen
- Flussgebietsgemeinschaft (FGG) Elbe. (kein Datum). Fachinformationssystem - Datenportal. Magdeburg. Abgerufen am 24. November 2023 von https://www.elbe-datenportal.de/FisFggElbe/content/auswertung/UntersuchungsbereichPhyschem_export_grafik.action
- GEG. (25. April 2024). *Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer*. Von <https://www.gesetze-im-internet.de/geg/GEG.pdf> abgerufen
- Görlich, V., & Dr. Legler, D. (07. 06 2024). Von https://umweltinstitut.org/wp-content/uploads/2024/06/Rechtsgutachten_Wasserstoffnetzgebiete.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.
- Institut für ökologische Wirtschaftsforschung gGmbH & ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung gGmbH. (Oktober 2019). Kampagnen erfolgreich gestalten - Für eine Wärmewende im Heizungskeller. (F. Rubik, J. Weiß, Hrsg., & C. Nickschat, Redakteur) Berlin. Abgerufen am 03. November 2024 von https://www.ioew.de/fileadmin/user_upload/BILDER_und_Downloaddateien/Publikationen/2019/Change_Broschuere_Digital.pdf
- 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 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
- Technikkatalog (Langreder et al. (Im Auftrag des BMWK). (August 2024). *Kompetenzzentrum Kommunale Wärmewende (KWW)*. Von <https://www.kww-halle.de/praxis-kommunale-waermewende/bundesgesetz-zur-waermeplanung> 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