

BERICHT ÜBER INGENIEUR- UND BERATUNGSLEISTUNGEN

Berichtsumfang

KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG TÖNNING

Auftraggeber

STADT TÖNNING

Am Markt 1
25832 Tönning

Auftragnehmer

IPP ESN POWER ENGINEERING GMBH

Rendsburger Landstraße 196 – 198
D-24113 Kiel

GREENVENTORY GMBH

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



Auftraggeber: Stadt Tönning
Am Markt 1
25832 Tönning

Ansprechpartner: Torben Würden; Fachbereich Bauen:
Tel: 04861-614-38; wuerden@toenning.de

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

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

Bearbeitung: Bearbeitung:
Elena Einnatz M.Eng., Philipp Jahneke M.Sc, Charmion Harlander 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, 29. November 2024

INHALTSVERZEICHNIS

1	Kommunale Wärmeplanung.....	1
1.1	Ziele des Wärmeplans und Einordnung in den planerischen Kontext.....	1
1.2	Schritte des Wärmeplans.....	2
1.3	Aufbau des Berichts.....	2
2	Begriffsdefinitionen.....	4
2.1	Kommunale Wärme- und Kälteplanung.....	4
2.2	Wärmeliniendichte.....	4
2.3	Anschlussquote.....	4
2.4	Sanierungsrate.....	5
2.5	digitaler Zwilling.....	5
2.6	Primärenergie.....	6
2.7	Wärmebedarf.....	6
2.8	Wärmegestehungskosten.....	6
2.9	Potential.....	6
2.9.1	Theoretisches Potential.....	6
2.9.2	Technisches Potential.....	6
2.9.3	Wirtschaftliches Potential.....	7
2.9.4	realisierbares Potential.....	7
3	Bestandsanalyse.....	8
3.1	Stadtbild Tönning.....	8
3.2	Datenerhebung.....	9
3.3	digitaler Zwilling als Arbeitswerkzeug.....	9
3.4	Gebäudebestand.....	11
3.5	Wärmebedarfe.....	14
3.6	Analyse der dezentralen Wärmeerzeuger.....	16
3.7	Eingesetzte Energieträger.....	17
3.8	Gasinfrastruktur.....	18
3.9	Wärmenetz.....	20
3.10	Treibhausgasemissionen der Wärmeerzeugung.....	20
3.11	Zusammenfassung Bestandsanalyse.....	24
4	Prognose - Entwicklung des Zukünftiges Wärmebedarfs.....	25
5	Potentialanalyse.....	27
5.1	Erfasste Potentiale.....	27
5.2	Methode: Indikatorenmodell.....	28

5.3	Potentiale zur Stromerzeugung.....	29
5.4	Potentiale zur Wärmeerzeugung.....	31
5.5	Potential für eine lokale Wasserstofferzeugung.....	34
5.6	Potentiale für Sanierungen.....	34
5.7	Zusammenfassung und Fazit.....	37
6	Räumliche Analyse – Eignungsgebiete.....	40
6.1	rechtliche Verbindlichkeit.....	42
6.2	Eignungsgebiete.....	44
6.3	Herausforderung Wärmepumpe.....	47
6.4	Wirtschaftlichkeit der Eignungsgebiete.....	51
6.4.1	Energiewirtschaftliche Ansätze.....	51
6.4.2	Eignungsgebiete – Anlagendimensionierung und Energiebilanzen.....	52
6.4.3	Vorgehen Investitionsschätzung.....	53
6.4.4	Vorgehen Wirtschaftlichkeitsberechnung.....	54
6.4.5	Dezentrale Wirtschaftlichkeitsberechnung.....	54
6.4.6	Überführung der Eignungsgebiete in Maßnahmen.....	56
7	Zielszenario.....	58
7.1	Ermittlung der zukünftigen Wärmeversorgung.....	58
7.2	Zusammensetzung der Fernwärmeerzeugung.....	60
7.3	Entwicklung der eingesetzten Energieträger.....	61
7.4	Bestimmung der Treibhausgasemissionen.....	62
7.5	Zusammenfassung des Zielszenarios.....	65
8	Maßnahmenprogramm.....	66
8.1	Übergeordnete Maßnahmen.....	66
8.2	Identifizierte Maßnahmen.....	67
8.3	Zeitliche Einordnung.....	68
8.4	Fazit.....	69
9	Monitoring-Konzept.....	70
9.1	Energie- und CO ₂ -Bilanz.....	70
9.2	Bewertungsindikatoren.....	70
9.3	Dokumentation.....	71
10	Beteiligung der Öffentlichkeit.....	72
10.1	Akteursbeteiligung zu Projektbeginn.....	72
10.2	Beteiligung zur Entwicklung der Szenarien.....	73
10.3	Öffentlichkeitsinformation und -Beteiligung.....	73

11	Wärmewendestrategie Tönning	74
1	Anhang 1: Untersuchungs- und Eignungsgebiete	76
1.1	Tönning Zentrum.....	76
1.2	Tönning Zentrum inkl. WP-Herausforderung	78
1.3	Tönning Toftinger Straße	80
2	Anhang 2: Maßnahmen.....	82
2.1	Übergeordnete Maßnahmen	83
2.1.1	Transformationspläne	83
2.1.2	Einführung Koordinationsstelle Sanierung	85
2.1.3	kommunales Beratungsangebot Heizungs austausch.....	87
2.1.4	Aufbau einer energetischen Sanierungsstrategie für kommunale Gebäude	89
2.2	Identifizierte Maßnahmen.....	90
2.2.1	Fokusgebiete für energetische Sanierung	90
2.2.2	Tönning Zentrum inkl. WP-Herausforderung	99
3	Anhang 3: Methodik zur Bestimmung der erfassten Potentiale zur Energiegewinnung	102
3.1	Windkraft.....	102
3.2	Biomasse	103
3.3	Solarthermie (Freifläche).....	103
3.4	Photovoltaik (Freifläche)	104
3.5	Dachflächenpotenziale.....	105
3.5.1	Solarthermie (Dachflächen)	105
3.5.2	Photovoltaik (Dachflächen)	106
3.6	Oberflächennahe Geothermie	106
3.7	Luftwärmepumpe	106
3.8	Flusswasserwärmepumpen	107
3.9	Abwärme aus Klärwerken	108
3.10	Industrielle Abwärme	108
4	Anhang 4: FAQ	109
5	Anhang 5: Wirtschaftlichkeitsberechnungen.....	113
5.1	Tönning Zentrum.....	113
5.2	Tönning Zentrum inkl. WP-Herausforderung	115
5.3	Tönning Toftinger Straße	117
6	Literaturverzeichnis	119

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

ALKIS	Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem
BEG	Bundesförderung für effiziente Gebäude
EFH	Einfamilienhaus
EWKG	Energiewende- und Klimaschutzgesetz Schleswig-Holstein
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GHD	Gewerbe-Handel-Dienstleistungen
KWP	Kommunale Wärmeplanung
LWP	Luftwärmepumpe
WPG	Wärmeplanungsgesetz

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1-1: Ablauf der kommunalen Wärmeplanung.....	2
Abbildung 2-1: Potentialpyramide.....	7
Abbildung 3-1: Vorgehen bei der Bestandsanalyse.....	8
Abbildung 3-2: Beispiel aus dem digitalen Zwilling.....	10
Abbildung 3-3: Gebäudeanzahl nach Sektor im Projektgebiet.....	11
Abbildung 3-4: Gebäudeverteilung nach Baualtersklassen im Projektgebiet.....	12
Abbildung 3-5: Verteilung der Baualtersklassen für Gebäude.....	13
Abbildung 3-6: Gebäudeverteilung nach GEG-Effizienzklassen (Verbrauchswerte).....	14
Abbildung 3-7: Wärmebedarf nach Sektor.....	15
Abbildung 3-8: Verteilung der Wärmebedarfe je Baublock.....	16
Abbildung 3-9: Verteilung der fossilen Heizsysteme nach Alter.....	17
Abbildung 3-10: Energiebedarf nach Energieträger.....	18
Abbildung 3-11: Gasnetzinfrastruktur im Projektgebiet.....	19
Abbildung 3-12: Wärmenetzinfrastruktur im Projektgebiet.....	20
Abbildung 3-13: Treibhausgasemissionen nach Sektoren im Projektgebiet.....	21
Abbildung 3-14: Treibhausgasemissionen nach Energieträger im Projektgebiet.....	22
Abbildung 3-15: Verteilung der Treibhausgasemissionen im Projektgebiet.....	23
Abbildung 4-1: Wärmebedarf und Wärmebedarfsreduktion im Ziel- und Zwischenjahr.....	26
Abbildung 5-1: Vorgehen bei der Ermittlung von erneuerbaren Potentialen.....	27
Abbildung 5-2: Vorgehen und Datenquellen der Potentialanalyse.....	28
Abbildung 5-3: Erneuerbare Strompotentiale im Projektgebiet.....	30
Abbildung 5-4: Erneuerbare Wärmepotentiale im Projektgebiet.....	32
Abbildung 5-5: Reduktionspotential nach Baualtersklassen.....	35
Abbildung 5-6: Energetische Gebäudesanierung - Maßnahmen und Kosten.....	36
Abbildung 5-7: Sanierungsklassen nach Baublöcken.....	37
Abbildung 6-1: dezentrale vs. zentrale Wärmeversorgung.....	40
Abbildung 6-2: Wärmelinienindichte.....	44
Abbildung 6-3: Wärmenetze und Bedarfe im Zieljahr.....	45
Abbildung 6-4: Wärmelinienindichte ab 2600 kWh gegenübergestellt zum relativen Sanierungspotenzial.....	46
Abbildung 6-5: Eignungsgebiete dargestellt über Sanierungspotenzialklasse und Wärmelinienindichte ab 2600 kWh/(m-a).....	47
Abbildung 6-6: Gebäude mit und ohne Luft-Wärmepumpen-Potential.....	48
Abbildung 6-7: Gebiete mit der Herausforderung Luftwärmepumpe.....	49
Abbildung 6-8: Eignungsgebiete Ausbaustufe 2 inkl. Herausforderung Wärmepumpe.....	50
Abbildung 6-9: Bundesförderung für effiziente Gebäude – Heizungsanlagen (BEG EM).....	55
Abbildung 6-10: Vergleich dezentraler Heizungssysteme mit Nahwärme.....	56
Abbildung 7-1: Simulation des Zielszenarios für 2040.....	58
Abbildung 7-2: Gebäudeanzahl nach Wärmeerzeugern im Jahr 2040.....	59
Abbildung 7-3: Versorgungsszenario im Zieljahr 2040 (blau: Fernwärme, grün: Einzelversorgung).....	60
Abbildung 7-4: Fernwärmeerzeugung nach Energieträger im Zieljahr 2040.....	61
Abbildung 7-5: Verteilung des Endenergiebedarfs nach Energieträger im zeitlichen Verlauf.....	62
Abbildung 7-6: Verteilung der THG-Emissionen nach Energieträger im zeitlichen Verlauf.....	63
Abbildung 7-7: Treibhausgasemissionen nach Energieträger im Jahr 2040.....	64

Abbildung 7-8: Emissionsfaktoren in tCO ₂ /MWh (KEA-BW, 2024).....	65
Abbildung 10-1: Öffentlichkeitsbeteiligung.....	72
Abbildung 11-1: Versorgungsszenario in Zieljahr 2040	74
Abbildung 2-1: Empfehlung Fokusgebiet Gebäudesanierung „Toftinger Straße“ dargestellt im Kontext der dominierenden Gebäudebaujahre in 100x100 m Segmenten.....	91
Abbildung 2-2: Empfehlung Fokusgebiet Gebäudesanierung „Toftinger Straße“ dargestellt im Kontext des Sanierungspotenzials.	92
Abbildung 2-3: Empfehlung Fokusgebiet Gebäudesanierung „Brarenstraße“ dargestellt im Kontext der dominierenden Gebäudebaujahre in 100 x 100 m Segmenten.....	93
Abbildung 2-4: Empfehlung Fokusgebiet Gebäudesanierung „Brarenstraße“ dargestellt im Kontext des Sanierungspotenzials	94
Abbildung 2-5: Empfehlung Fokusgebiet „Klingenberger Straße“ dargestellt im Kontext der dominierenden Gebäudebaujahre in 100 x 100 m Segmenten.....	95
Abbildung 2-6: Empfehlung Fokusgebiet „Klingenberger Straße“ dargestellt im Kontext von Sanierungspotenzial (anonymisiert, flächig eingefärbt) und Gebäudebaujahr	96
Abbildung 2-7: Empfehlung Fokusgebiet „An der Hörn“ dargestellt im Kontext der dominierenden Gebäudebaujahre in 100 x 100 m Segmenten	97
Abbildung 2-8: Empfehlung Fokusgebiet „An der Hörn“ dargestellt im Kontext des Sanierungspotenzials.....	98

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 3-1: Emissionsfaktoren nach Energieträger (KEA-BW, 2024)	24
Tabelle 5-1: Potentiale und Auswahl der wichtigsten berücksichtigten Kriterien	29
Tabelle 5-2: Bewertungsmatrix der ermittelten Potenziale für regenerative Wärmeerzeugung und -einsparung	38
Tabelle 5-3: Bewertungsmatrix der ermittelten Potenziale für regenerative Stromerzeugung	39
Tabelle 6-1: Untersuchte Eignungsgebiete	47
Tabelle 6-2: Übersicht Eignungsgebiete inkl. Wärmepumpen Herausforderung	50
Tabelle 6-3: Energiewirtschaftliche Ansätze	52
Tabelle 6-4: Versorgungsoptionen Eignungsgebiete	53
Tabelle 6-5: Übersicht Eignungsgebiete und Wirtschaftlichkeit	57
Tabelle 8-1: Übergeordnete Maßnahmen	67
Tabelle 8-2: Identifizierte Maßnahmen	68
Tabelle 9-1: Mögliche Indikatoren zum Controlling der Umsetzung der Kommunalen Wärmeplanung	71

1 KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG

Die vorliegende Kommunale Wärmeplanung bildet einen entscheidenden Schritt in der nachhaltigen Entwicklung und Energieversorgung der Stadt Tönning in Schleswig-Holstein. Angesichts der zunehmenden Herausforderungen im Bereich der Energieeffizienz, der Reduktion von CO₂-Emissionen und der Sicherstellung einer zuverlässigen Wärmeversorgung ist eine ganzheitliche Planung unabdingbar.

Die kommunale Wärmeplanung (KWP) spielt eine entscheidende Rolle bei der Erreichung der Klimaziele im Wärmesektor, indem sie eine nachhaltige Wärmeversorgung durch die Integration erneuerbarer Energien und die Reduzierung fossiler Brennstoffe ermöglicht. Angesichts der existenziellen Bedrohung durch die Klimakrise hat Deutschland im Bundes-Klimaschutzgesetz die Treibhausgasneutralität bis 2045 festgeschrieben. Die Landesregierung Schleswig-Holstein hat sogar das ambitionierte Ziel einer Treibhausgasneutralität bis 2040 definiert (vgl. CDU und BÜNDNIS 90 / DIE GRÜNEN, 2022). Der Wärmesektor steht dabei im Fokus, da er für gut die Hälfte des bundesweiten Energieverbrauchs verantwortlich ist. Während bereits 51,8 % der Energie im Stromsektor erneuerbar erzeugt wird, beträgt dieser Anteil im Wärmesektor nur 18,8 % (Stand 2023, (Umweltbundesamt, 2024). Angesichts dessen ist die kommunale Wärmeplanung von entscheidender Bedeutung, da sie eine systematische Erhebung von Daten zum Wärmebedarf und den vorhandenen Energiequellen ermöglicht. Diese Daten bilden die Grundlage für die Formulierung von Strategien zur Erreichung der Treibhausgasneutralität.

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

Die vorliegende Kommunale Wärmeplanung ist das Ergebnis einer Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Akteuren aus Verwaltung und den Büros IPP ESN Power Engineering GmbH aus Kiel, sowie der greenventory GmbH aus Freiburg. Der Prozess der kommunalen Wärmeplanung endet mit dem Beschluss des Wärmeplans in der Stadtvertretung und der anschließenden Umsetzung der Maßnahmen. Um die formulierten Ziele zu erreichen ist eine gemeinsame Anstrengung aller lokalen Akteure notwendig.

1.1 ZIELE DES WÄRMEPLANS UND EINORDNUNG IN DEN PLANERISCHEN KONTEXT

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

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

1.2 SCHRITTE DES WÄRMEPLANS

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



Abbildung 1-1: Ablauf der kommunalen Wärmeplanung

1.3 AUFBAU DES BERICHTS

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

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

1. **Bestandsanalyse:**

Zunächst wird die aktuelle Energieversorgung und -nutzung beschrieben. Diese Erfassung bildet die Grundlage für die Identifizierung von Entwicklungsmöglichkeiten und Verbesserungspotenzialen.

2. **Prognose:**

In diesem Abschnitt wird ein Zukunftsszenario für den Wärmebedarf bis zum Zieljahr entwickelt, basierend auf den Ergebnissen der Bestandsanalyse und unter Berücksichtigung zukünftiger Entwicklungen, wie Sanierungen.

3. **Potenzialanalyse:**

Es werden die Möglichkeiten zur Integration erneuerbarer Energien und zur Steigerung der Energieeffizienz untersucht. Dies umfasst eine detaillierte Bewertung der verfügbaren Ressourcen und ihrer technischen sowie wirtschaftlichen Potenziale.

4. **Räumliches Konzept:**

Es wird beschrieben, wie die zukünftige Wärmeversorgung räumlich strukturiert sein kann. Dies beinhaltet die Identifizierung von Eignungsgebieten für verschiedene Wärmeversorgungssysteme.

5. **Maßnahmenprogramm:**

Es werden mögliche Handlungsoptionen der Kommune aufgezeigt, um eine treibhausgasneutrale Wärmeversorgung bis zum Zieljahr zu erreichen. Dieses Kapitel enthält konkrete Maßnahmen, Empfehlungen und Prioritäten.

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

2 BEGRIFFSDEFINITIONEN

2.1 KOMMUNALE WÄRME- UND KÄLTEPLANUNG

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

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

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

2.2 WÄRMELINIENDICHTE

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

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

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

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

2.3 ANSCHLUSSQUOTE

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

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

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

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

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

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

2.4 SANIERUNGSRATE

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

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

Eine hohe Sanierungsrate deutet darauf hin, dass eine signifikante Anzahl von Gebäuden verbessert, wurde bzw. werden wird, um energetische Effizienzstandards zu erfüllen oder zu übertreffen. Dies kann zu einer Reduzierung des Energieverbrauchs, zur Senkung der CO₂-Emissionen und zur Verbesserung des Komforts und der Wohnqualität in den sanierten Gebäuden führen.

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

2.5 DIGITALER ZWILLING

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

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

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

2.6 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.

2.7 WÄRMEBEDARF

Unter den Begriff Wärmebedarf können sowohl der Endenergiebedarf als auch der Nutzenergiebedarf gefasst werden. Der Endenergiebedarf beschreibt dabei die Energiemenge, die von außen zugeführt werden muss, um die gewünschte Energieleistung zu erbringen. Sie umfasst dabei auch Wärmeverluste aus dem Transport der Wärme. Die Nutzenergie umfasst hingegen die Energie, die tatsächlich für die Endnutzung zur Verfügung steht. Also die Wärme, die nach allen Umwandlungs- bzw. Transportverlusten bei den Verbraucher*innen ankommt. Der Nutzenergiebedarf entspricht dabei dem Wärmebedarf, der für die jeweiligen Gebäude tatsächlich besteht.

2.8 WÄRMEGESTEHUNGSKOSTEN

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 und Nachhaltigkeit von Energiesystemen und helfen dabei, verschiedene Wärmeerzeugungstechnologien zu bewerten und zu vergleichen.

2.9 POTENTIAL

2.9.1 THEORETISCHES POTENTIAL

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

2.9.2 TECHNISCHES POTENTIAL

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

- *Geeignetes Potenzial* (weiche und harte Restriktionen): unter Anwendung harter und weicher Kriterien. Natur- und Artenschutz wird grundsätzlich ein „politischer Vorrang“

eingerräumt, weshalb sich die verfügbare Fläche zur Nutzung von erneuerbaren Energien verringert.

- *Bedingt geeignetes Potenzial* (nur harte Restriktionen): Natur- und Artenschutz wird der gleiche oder ein geringerer Wert einräumt als dem Klimaschutz (z. B. durch Errichtung von Wind-, PV- und Solarthermieanlagen in Landschaftsschutzgebieten).

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

2.9.3 WIRTSCHAFTLICHES POTENTIAL

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

2.9.4 REALISIERBARES POTENTIAL

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

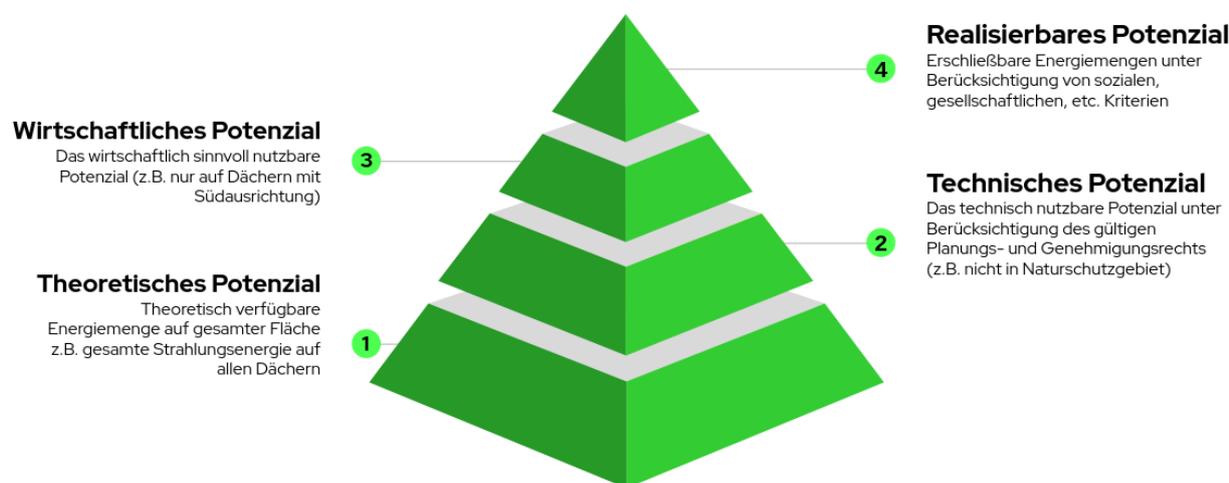


Abbildung 2-1: Potentialpyramide

3 BESTANDSANALYSE

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

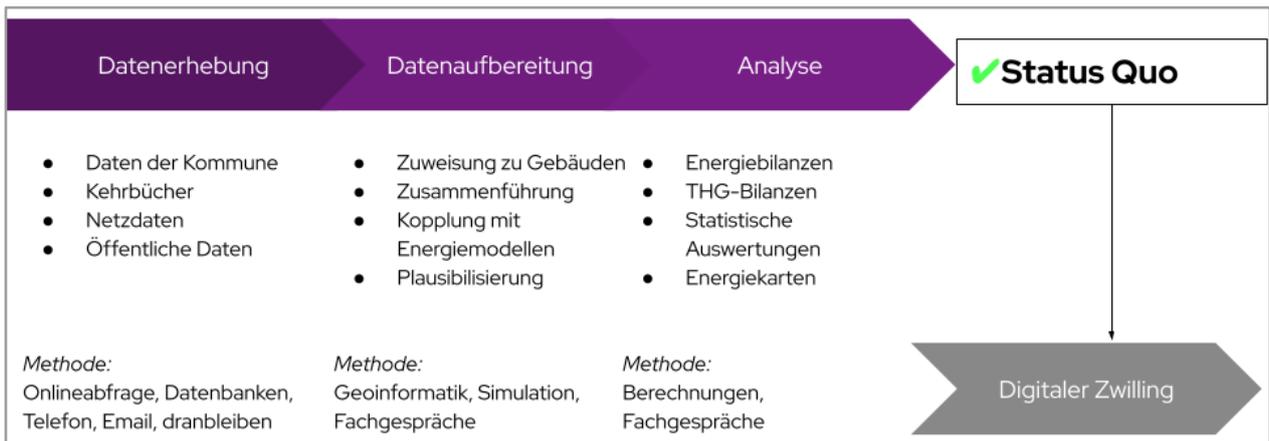


Abbildung 3-1: Vorgehen bei der Bestandsanalyse

3.1 STADTBILD TÖNNING

Tönning, eine charmante Stadt an der Eider, vereint historische Architektur mit einer malerischen Landschaft und einer lebendigen maritimen Tradition.

Die geografische Lage Tönning an der Mündung der Eider in die Nordsee macht es zu einem bedeutenden Hafen- und Fischereistandort. Die Bundesstraße 5 und die nahegelegene Autobahn A23 bieten eine gute Verkehrsanbindung und erleichtern den Zugang zu den umliegenden Städten wie Heide.

Die Siedlungsstruktur von Tönning ist vielfältig und umfasst verschiedene Teilbereiche, die jeweils ihre eigenen Funktionen und Charakteristika aufweisen. Die Gemeinde erstreckt sich über eine Fläche von etwa 44,5 Quadratkilometern und bietet eine Mischung aus städtischen und ländlichen Elementen. Neben Tönning zählen die Ortsteile Kating, Olversum und Groß Olversum zur Gemeinde.

Die Gemeinde ist in mehrere räumliche Teilbereiche untergliedert, die jeweils ihre eigenen Merkmale aufweisen:

- Historische Altstadt: Dieser Teilbereich ist geprägt von historischen Gebäuden und engen Gassen.
- Hafbereich: Der Hafen von Tönning ist das Herzstück der Gemeinde und ein wichtiger Wirtschaftsfaktor.
- Wohngebiete: Diese umfassen sowohl traditionelle Einfamilienhäuser als auch moderne Wohnanlagen. Besonders hervorzuheben sind die Neubaugebiete am Stadtrand, die durch ihre ruhige Lage und gute Infrastruktur bestehen.

- Gewerbegebiete: Diese befinden sich hauptsächlich am Stadtrand und bieten Platz für verschiedene Unternehmen und Handwerksbetriebe.
- Naturschutzgebiete: Tönning ist umgeben von einer beeindruckenden Naturkulisse, darunter das Katinger Watt und das Naturschutzgebiet „Eider-Treene-Sorge“. Diese Gebiete bieten zahlreiche Freizeitmöglichkeiten und sind ein Paradies für Naturliebhaber.

Die vielfältige Siedlungsstruktur ermöglicht es Tönning, unterschiedliche Bedürfnisse abzudecken und eine lebendige und gut versorgte Gemeinde zu sein. Die Gemeinde beherbergt auch eine Vielzahl von Unternehmen, die das Stadtbild prägen.

Ein zentraler Bestandteil des Stadtbildes ist zweifellos der Hafen, der gemeinsam mit den historischen Gebäuden und den Naturschutzgebieten ein beliebtes Ausflugsziel ist.

3.2 DATENERHEBUNG

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

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

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

3.3 DIGITALER ZWILLING ALS ARBEITSWERKZEUG

Der digitale Zwilling dient in der kommunalen Wärmeplanung als zentrales Arbeitswerkzeug und erleichtert die Durchführung komplexer Planungs- und Entscheidungsprozesse. Dabei handelt es sich um ein spezialisiertes digitales Kartentool der Firma greenventory GmbH. Auf dieser Karte ist ein virtuelles, gebäudegenaues Abbild Tönning dargestellt - ein digitaler Zwilling der Stadt. Dieser zeigt zunächst den Ist-Zustand der Stadt auf und bildet die Grundlagen für die Analysen. Alle erhobenen Daten, einschließlich der Informationen zum Wärmeverbrauch, den Heizsystemtypen und der Energieinfrastruktur sind in dem digitalen Zwilling integriert. Die Arbeit mit dem Tool bietet mehrere signifikante Vorteile: Erstens garantiert es eine homogene

Datenqualität, die für fundierte Analysen und Entscheidungen unabdingbar ist. Zweitens ermöglicht es ein gemeinschaftliches Arbeiten an den Datensätzen und somit eine effizientere Prozessgestaltung. Drittens sind energetische Analysen direkt im Tool durchführbar, wodurch die Identifikation und Bewertung von Energieeffizienzmaßnahmen erleichtert wird. Des Weiteren können die Daten gefiltert und interaktiv angepasst werden, um spezifische Eignungsgebiete für die Wärmeversorgung auszuweisen. Dies alles trägt zu einer schnelleren und präziseren Planung bei und erleichtert die Umsetzung der Energiewende auf kommunaler Ebene.

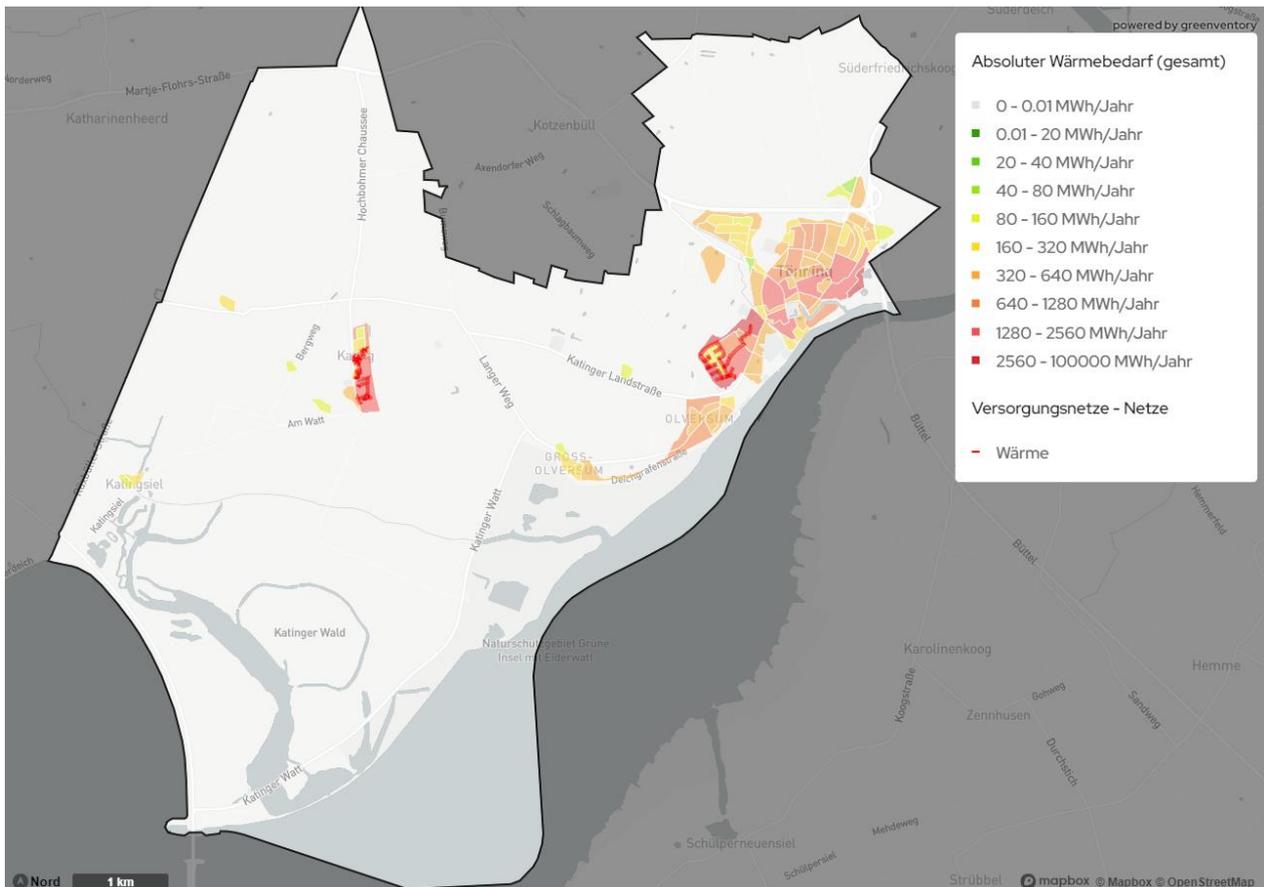


Abbildung 3-2: Beispiel aus dem digitalen Zwilling

3.4 GEBÄUDEBESTAND

Durch die Zusammenführung von offenem Kartenmaterial sowie dem amtlichen Liegenschaftskataster ergeben sich 2.525 analysierte Gebäude im Projektgebiet. Von diesen Gebäuden sind ca. 12 % derzeit unbeheizt, da sie z.B. als Garagen oder Lager genutzt werden.

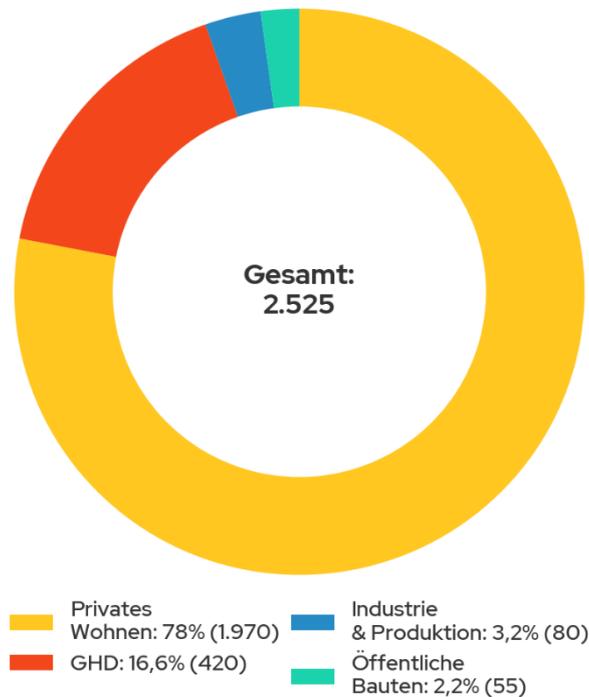
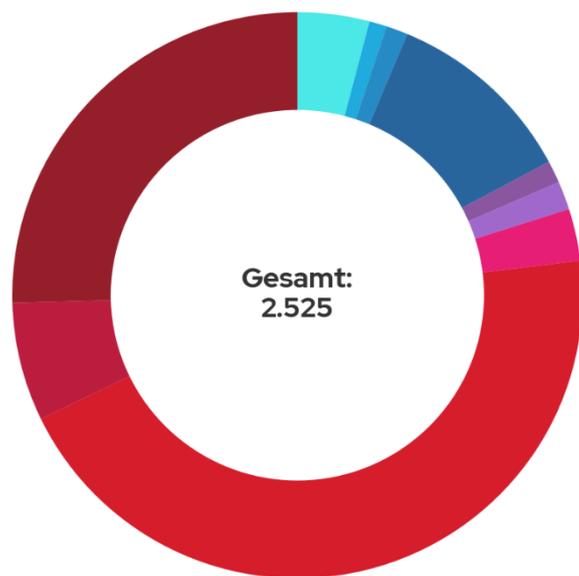


Abbildung 3-3: Gebäudeanzahl nach Sektor im Projektgebiet

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

Die Analyse der Baualtersklassen (siehe Abbildung 3-4) enthüllt, dass 77 % der Gebäude vor 1979 errichtet wurden und damit bevor die erste Wärmeschutzverordnung mit ihren Anforderungen an die Wärmedämmung in Kraft trat.



2012 - heute: 4,1% (103)	1987 - 1990: 1,6% (41)
2005 - 2008: 1% (25)	1979 - 1986: 3% (75)
2001 - 2004: 1,2% (31)	1949 - 1978: 44,8% (1.130)
1996 - 2000: 10,9% (275)	1919 - 1948: 6,8% (171)
1991 - 1995: 1,3% (32)	Vor 1919: 25,4% (642)

Abbildung 3-4: Gebäudeverteilung nach Baualtersklassen im Projektgebiet

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

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

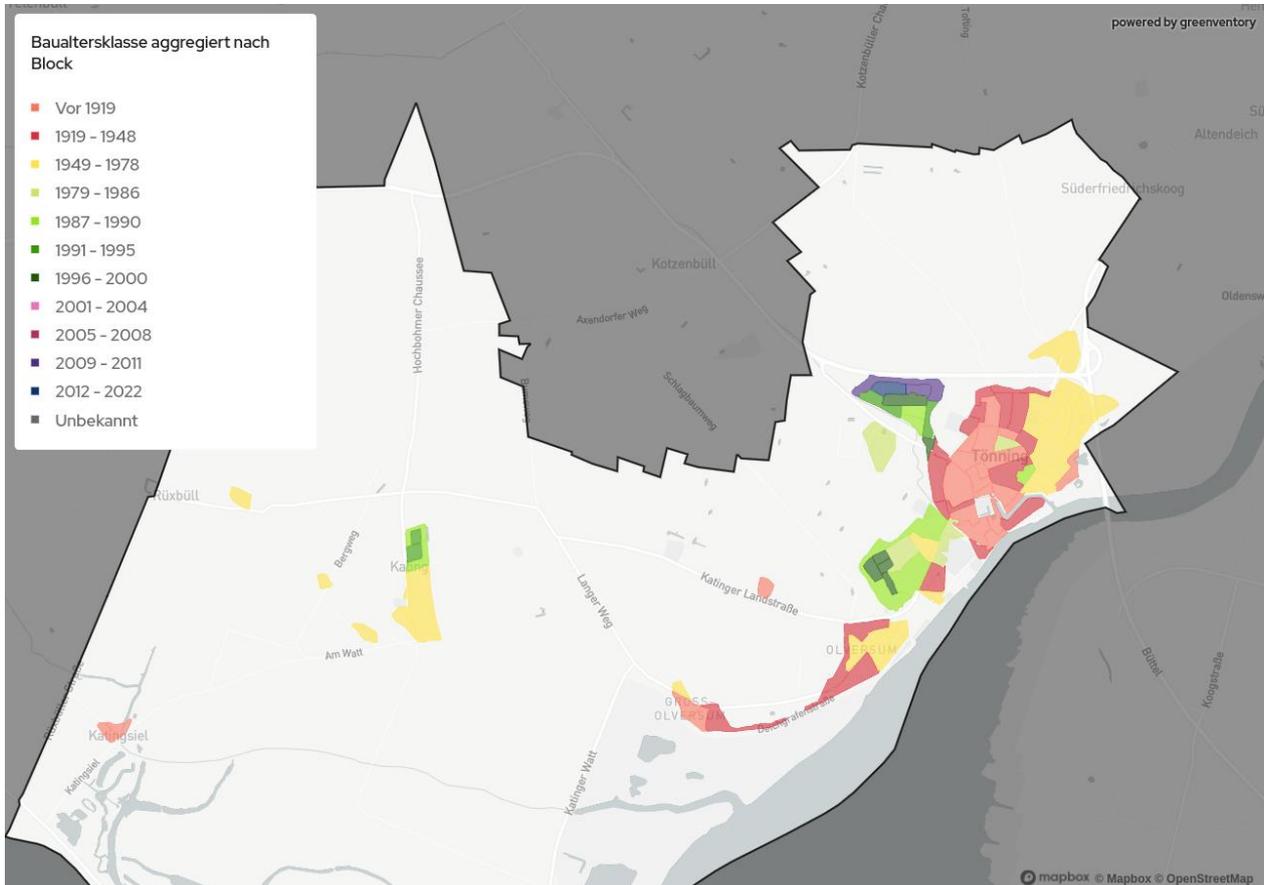


Abbildung 3-5: Verteilung der Baualtersklassen für Gebäude

Es wird deutlich, dass Gebäude, die vor 1949 erbaut wurden, hauptsächlich im Zentrum von Tönning, sowie in Groß Olversum angesiedelt sind, während jüngere Bauten eher an den Außengrenzen der Stadt sowie an den angrenzenden Gebieten der Ortsteile errichtet wurden. Die Identifizierung von Sanierungsgebieten erweist sich insbesondere in Bereichen mit älteren Gebäuden als besonders relevant. Zudem spielt die Verteilung der Gebäudealtersklassen eine entscheidende Rolle bei der Planung von Wärmenetzen. Dies ist vor allem in den dicht bebauten Ortskernen von Bedeutung, wo sowohl die Aufstellflächen für Wärmepumpen begrenzt sind als auch die Möglichkeiten für energetische Sanierungen durch strukturelle Gegebenheiten eingeschränkt sein können.

Anhand des Baujahres, des Verbrauchs und der Grundfläche wird eine überschlägige Einteilung der Gebäude in die GEG-Energieeffizienzklassen vorgenommen, um den Sanierungsstand abzuschätzen. Ein großer Teil der Gebäude (37,1 %) befindet sich im Mittelfeld der Energieeffizienz (Klassen C-E) (siehe Abbildung 3-6). Jedoch sind mehr als 20 % der Gebäude den Effizienzklassen G und H zuzuordnen, was unsanierten oder nur sehr wenig sanierten Altbauten entspricht. 26,9 % der Gebäude sind Effizienzklasse F zuzuordnen und entsprechen überwiegend Altbauten, die nach den Richtlinien der Energieeinsparverordnung (EnEV) modernisiert wurden. Durch weitere energetische Sanierungen kann der Anteil der Gebäude in den unteren Effizienzklassen zugunsten der mittleren Effizienzklassen reduziert werden.

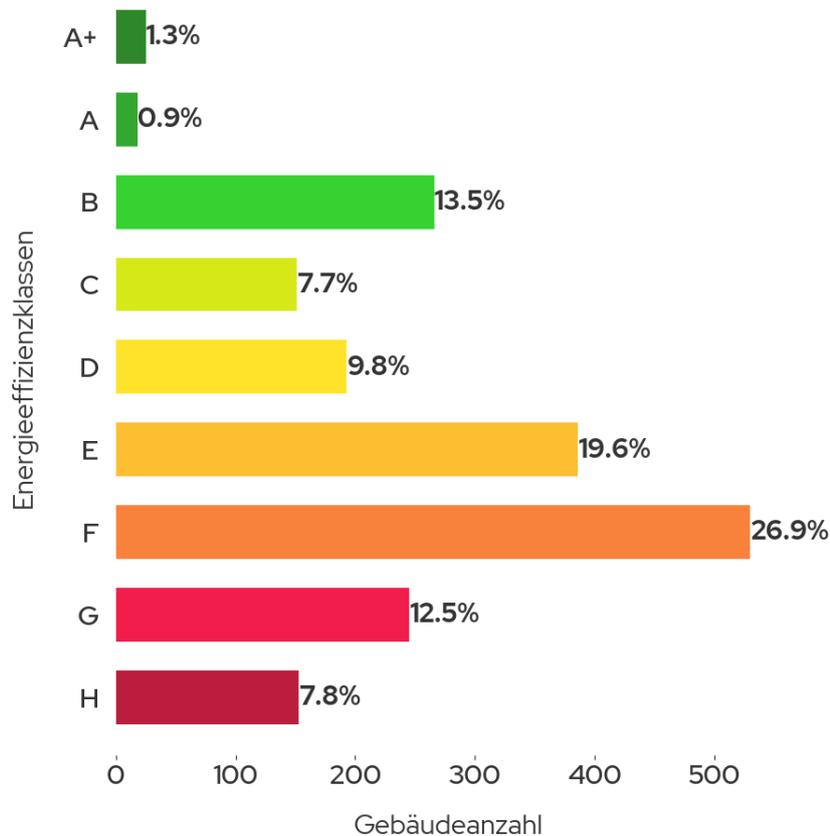


Abbildung 3-6: Gebäudeverteilung nach GEG-Effizienzklassen (Verbrauchswerte)

3.5 WÄRMEBEDARFE

Die Bestimmung des Wärmebedarfs erfolgte für die leitungsgebundenen Heizsysteme (Gas, Wärmenetz, Strom für Wärmepumpen und Nachtspeicherheizungen) über die aggregierten Verbrauchsdaten (Endenergieverbräuche). Mit den Wirkungsgraden der verschiedenen Heiztechnologien konnte so der Wärmebedarf (Nutzenergie) ermittelt werden. Bei nicht-leitungsgebundenen Heizsystemen (Öl, Holz, Kohle) und bei beheizten Gebäuden mit fehlenden Informationen zum verwendeten Heizsystem wurde der Wärmebedarf auf Basis der beheizten Fläche, des Gebäudetyps und weiteren gebäudespezifischen Daten berechnet. Für die Gebäude mit nicht-leitungsgebundenen Heizsystemen konnte unter Verwendung der entsprechenden Wirkungsgrade auf die Endenergieverbräuche geschlossen werden, der Anteil dieser Gebäude liegt bei ca. 30 % (vgl. Abbildung 3-10).

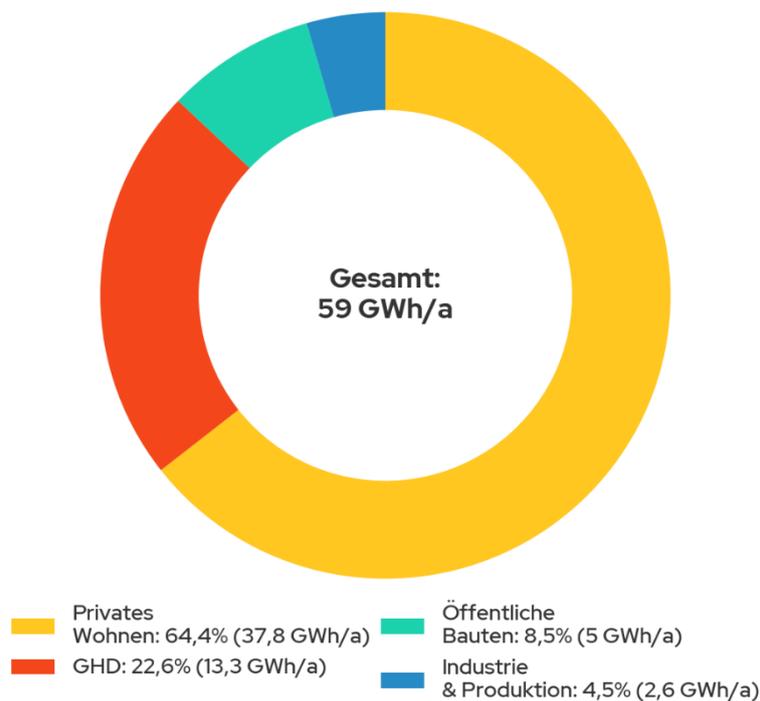


Abbildung 3-7: Wärmebedarf nach Sektor

Aktuell beträgt der Wärmebedarf in Tönning 59 GWh jährlich (siehe Abbildung 3-7). Mit ca. 64 % ist der Wohnsektor anteilig am stärksten vertreten, während auf den Sektor Industrie & Produktion 4,5 % des Gesamtwärmebedarfs entfällt. Auf den Gewerbe-, Handel- und Dienstleistungssektor (GHD) entfällt ein Anteil von 22,6 % des Wärmebedarfs und auf die öffentlich genutzten Gebäude, die ebenfalls kommunale Liegenschaften beinhalten, entfallen 8,5%.

Vergleicht man Abbildung 3-3 und Abbildung 3-7 wird deutlich, dass, obwohl nur ein geringer Anteil der Gebäude den öffentlichen Gebäuden zugeordnet wird (2,2 % der Gebäude), diese Gebäude zu 8,5 % des Nutzenergiebedarfes ausmachen. Dies verdeutlicht, dass gerade auch die Beheizung öffentlicher Gebäude eine wichtige Stellschraube zur Realisierung der Wärmewende im Projektgebiet sind.

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

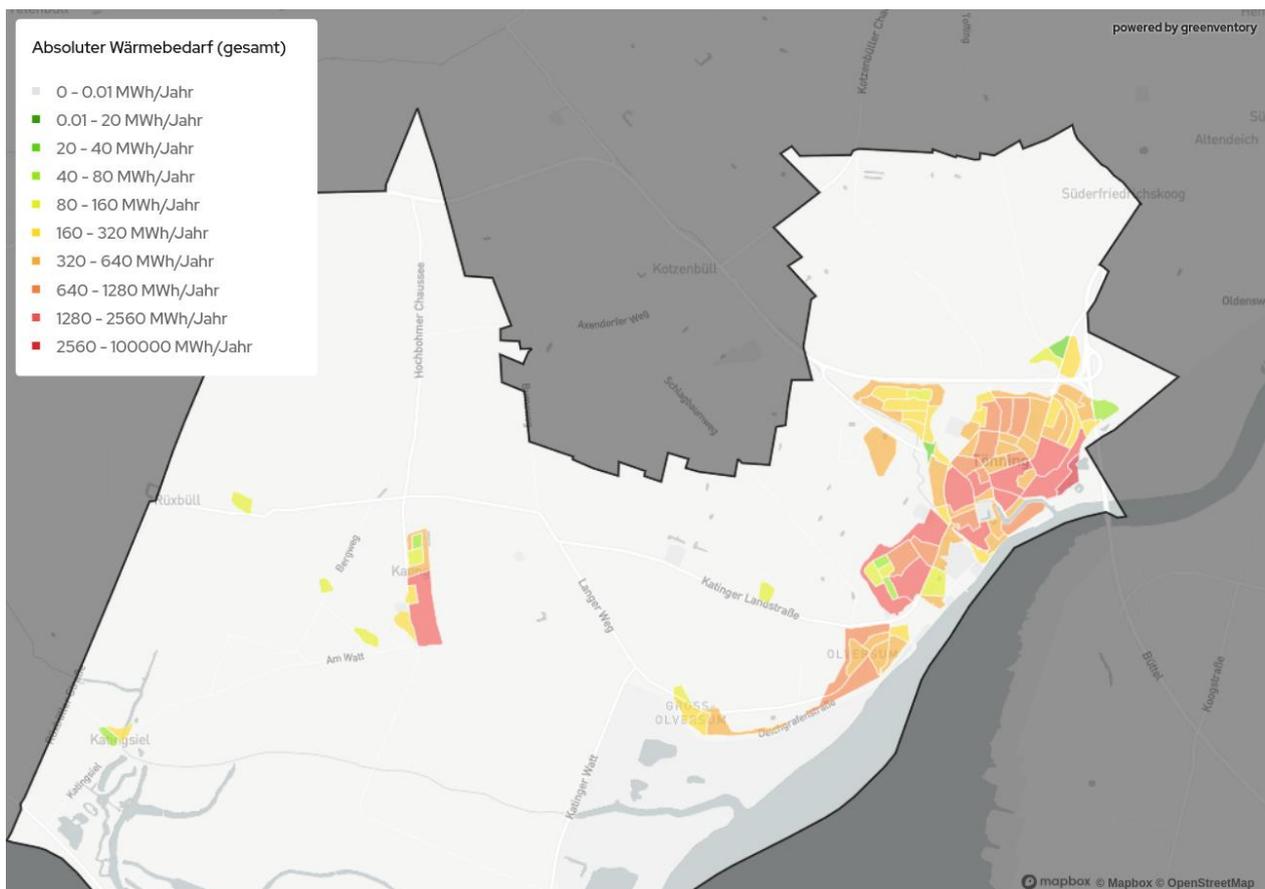


Abbildung 3-8: Verteilung der Wärmebedarfe je Baublock

3.6 ANALYSE DER DEZENTRALEN WÄRMEERZEUGER

Als Datengrundlage dienen die elektronischen Kkehrbücher der Bezirksschornsteinfeger, die Informationen zum verwendeten Brennstoff sowie zur Art und zum Alter der jeweiligen Feuerungsanlage enthielten. Insgesamt können aus den Kkehrbüchern Daten zu 2.899 Heizsystemen entnommen werden. Diese Zahl der Heizsysteme ist höher als die Anzahl der Gebäude, da einige Gebäude über mehrere Heizsysteme verfügen, wie z.B. über eine Gas-Zentralheizung und einen Kamin-Holzofen. Die Informationen aus den Kkehrbüchern sind durch Verbrauchs- und Netzdaten ergänzt worden. Durch Wärmepumpen versorgte Objekte werden über Angaben zu Heizstromverbrauchswerten erfasst. Wärmenetzanschlüsse und -verbrauchswerte einzelner Gebäude wurden über die jeweiligen Netzbetreiber abgefragt.

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

Die Untersuchung des Alters der derzeit eingebauten Heizsysteme liefert wichtige Anhaltspunkte für eine gezielte Priorisierung beim Austausch dieser Systeme. Eine Auswertung der Altersstruktur (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. 39 % aller fossilen Heizsysteme überschreiten bereits die Altersgrenze von 20 Jahren.

- Bei ca. 16 % der fossilen Anlagen ist sogar die 30 Jahre-Marke überschritten, was insbesondere vor dem Hintergrund des § 72 GEG relevant ist.

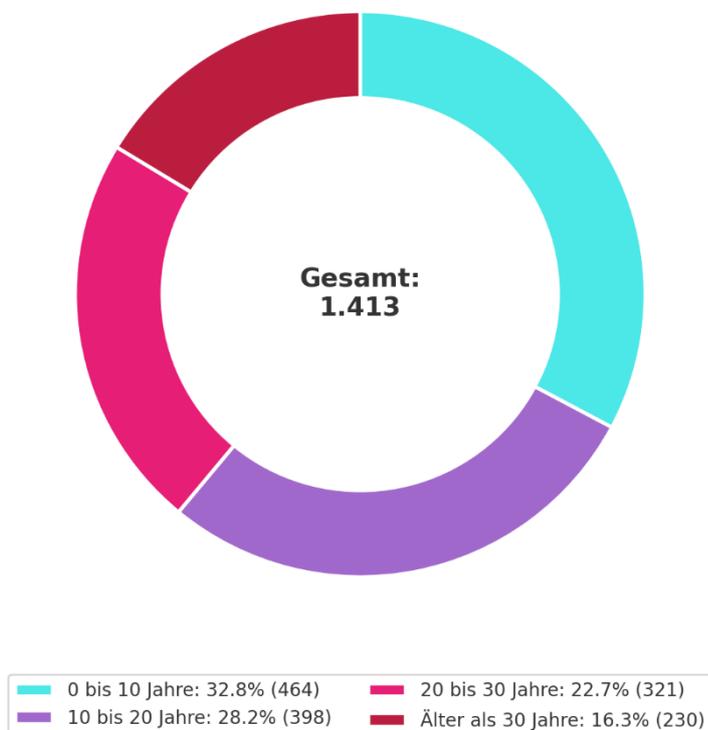


Abbildung 3-9: Verteilung der fossilen Heizsysteme nach Alter

Gemäß § 72 GEG sollten Heizkessel, die flüssigen oder gasförmigen Brennstoff verbrauchen und vor dem 1. Januar 1991 aufgestellt wurden, nicht mehr betrieben werden. Das Gleiche gilt für später in Betrieb genommene Heizkessel, sobald diese 30 Jahre in Betrieb waren. Ausnahmen gelten für Niedertemperatur-Heizkessel und Brennwertkessel, Heizungen mit einer Leistung unter 4 Kilowatt oder über 400 Kilowatt sowie heizungstechnische Anlagen mit Gas-, Biomasse- oder Flüssigbrennstofffeuerung 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. die Punkte eines Systemaustauschs gemäß § 72 GEG. Für die Heizsysteme, die eine Betriebsdauer von mehr als 30 Jahren aufweisen, muss demnach geprüft werden, ob eine Verpflichtung zum Austausch des Heizsystems besteht. Zudem sollte eine technische Modernisierung der Heizsysteme mit einer Betriebsdauer zwischen 20 und 30 Jahren erfolgen oder es wird zumindest eine technische Überprüfung empfohlen. Diese sollte um die Komponente einer ganzheitlichen Energieberatung ergänzt werden.

3.7 EINGESETZTE ENERGIETRÄGER

Für die Bereitstellung der Wärme in den Gebäuden werden 69 GWh Endenergie pro Jahr benötigt. Die Zusammensetzung der Energiebereitstellung verdeutlicht die Dominanz fossiler Brennstoffe im aktuellen Energiemix (siehe Abbildung 3-10). Erdgas trägt mit 44,3 GWh/a (64,4 %)

maßgeblich zur Wärmeerzeugung bei, gefolgt von Heizöl mit 17,9 GWh/a (25,9 %). Zusätzlich werden bereits ca. 5,7 % des Endenergiebedarfs durch Nah- oder Fernwärme gedeckt. Biomasse trägt mit 2,3 GWh/a (ca. 3,4 %) zum erneuerbaren Anteil der Wärmeversorgung bei. Ein weiterer Anteil von 0,4 GWh/a (0,5 %) 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.

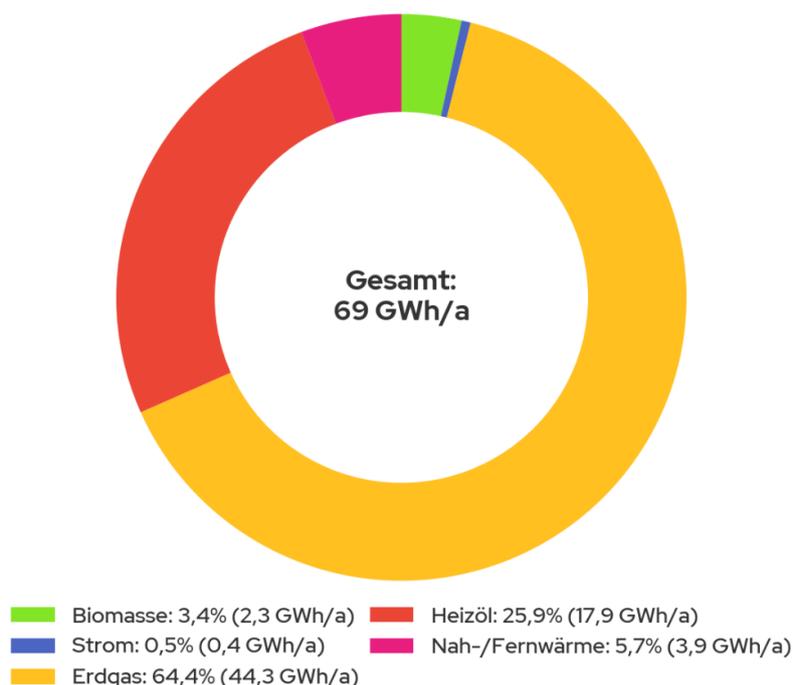


Abbildung 3-10: Energiebedarf nach Energieträger

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 (i.d.R.) 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.

3.8 GASINFRASTRUKTUR

Im Projektgebiet ist die Gasinfrastruktur im Projektgebiet größtenteils etabliert (siehe Abbildung 3-11). Gemeindegebiete ohne Anschluss sind z.B. Kating und Katingsiel.

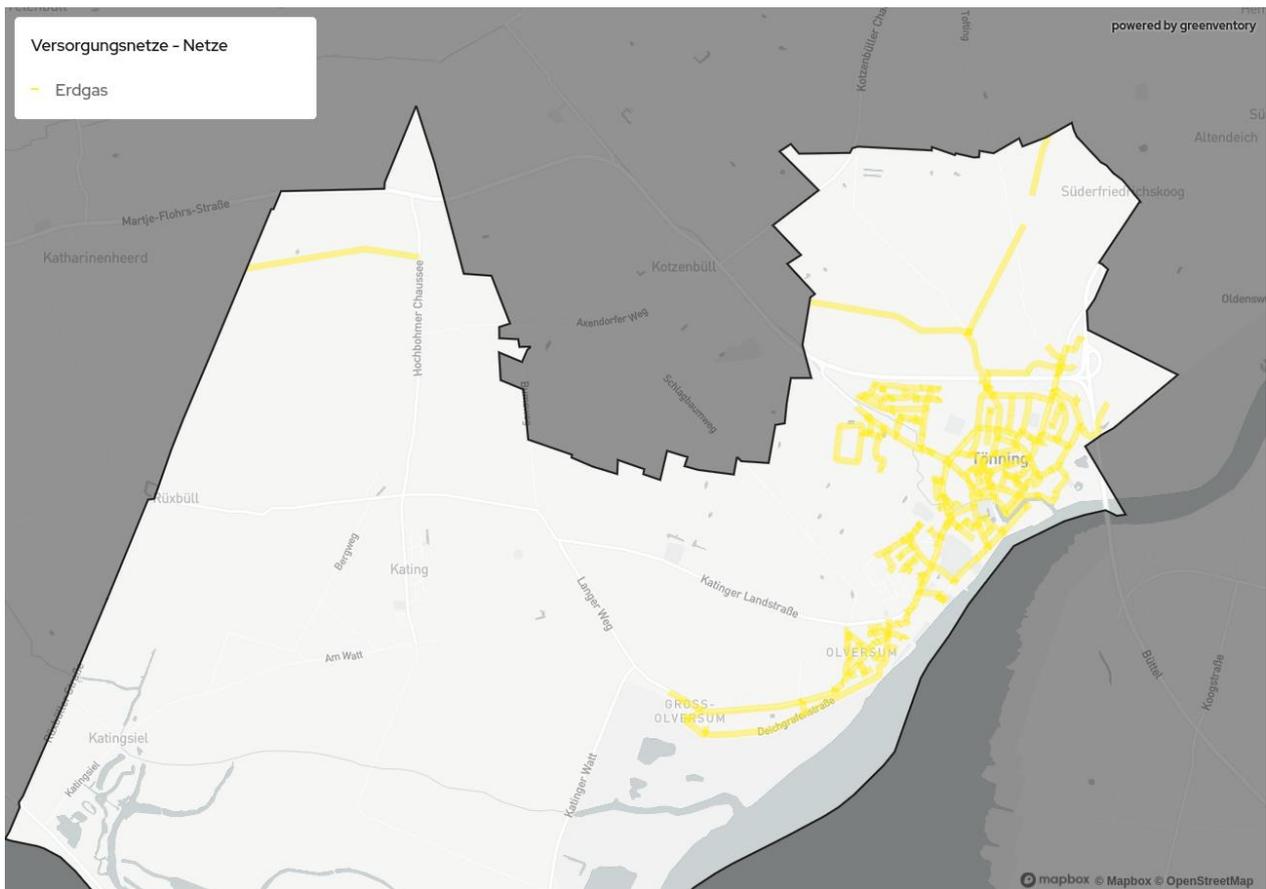


Abbildung 3-11: Gasnetzinfrastruktur im Projektgebiet

3.9 WÄRMENETZ

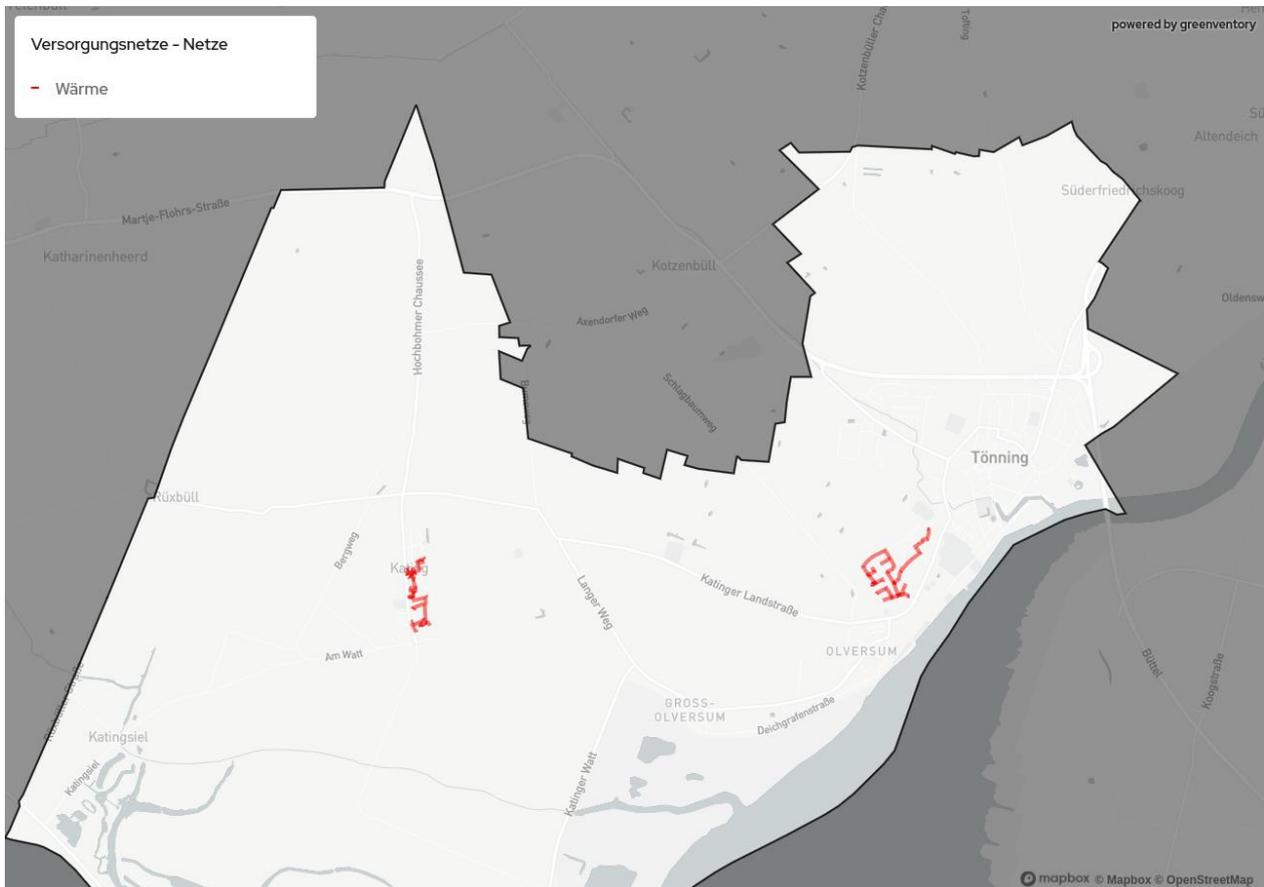


Abbildung 3-12: Wärmenetzinfrastruktur im Projektgebiet

Aktuell bestehen zwei Wärmenetze in Tönning, welche bereits einen erheblichen Anteil der Gebäude in Kating (24 Gebäude), und im Süd-Westen von Tönning (124 Gebäude) versorgen. Dies entspricht etwa 5,9 % der Gebäude. In Kating wird das Wärmenetz aus der Abwärme der örtlichen Biogasanlage gespeist. Das Netz im Stadtgebiet Tönning wird von der HanseWerk Natur betrieben und nutzt Erdgas als Energieträger.

3.10 TREIBHAUSGASEMISSIONEN DER WÄRMEERZEUGUNG

In Tönning betragen die gesamten Treibhausgasemissionen im Wärmebereich aktuell 16.766 Tonnen pro Jahr. Sie entfallen zu ca. 64 % auf den Wohnsektor, zu 23,6 % auf den Gewerbe- Handels und Dienstleistungssektor (GHD), zu 4,5 % auf den Sektor Industrie & Produktion und zu 8,4 % 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.

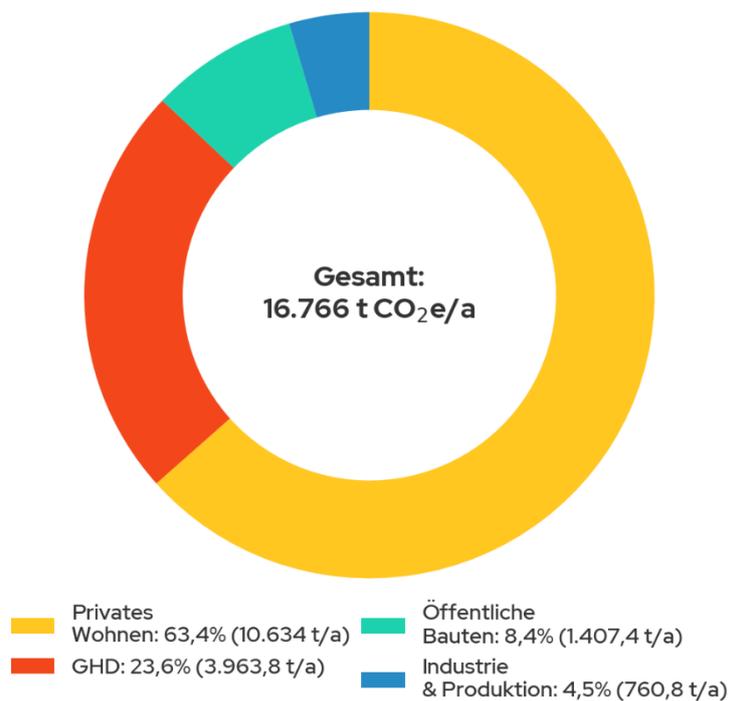


Abbildung 3-13: Treibhausgasemissionen nach Sektoren im Projektgebiet

Erdgas ist mit 61,6 % der Hauptverursacher der Treibhausgasemissionen, gefolgt von Heizöl mit 33,1 %. Damit verursachen die beiden fossilen Wärmeerzeuger 94,7 % der Emissionen im Wärmesektor im Projektgebiet. Der Anteil von Nah- und Fernwärme mit 4 % sowie von Strom ist mit 1 % deutlich geringer. Biomasse (0,3 %) 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.

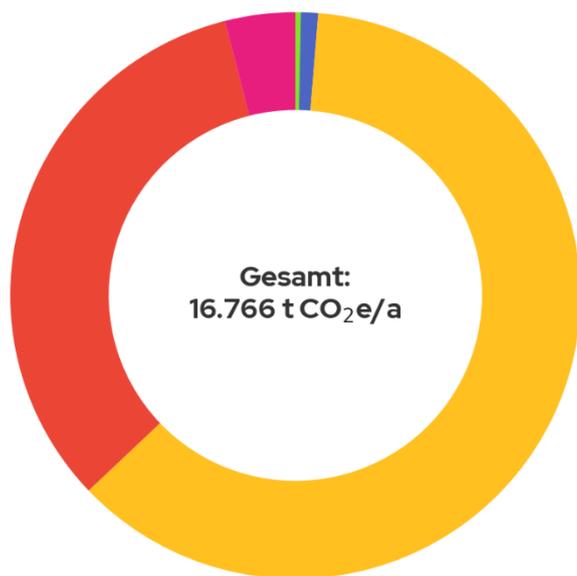


Abbildung 3-14: Treibhausgasemissionen nach Energieträger im Projektgebiet

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

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

3.11 ZUSAMMENFASSUNG BESTANDSANALYSE

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

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

Einen zentralen Transformationspartner insbesondere beim Aufbau einer leitungsgebundenen Wärmeversorgung mithilfe von Wärmenetzen könnten regionale Energieversorger gemeinsam mit weiteren lokalen Akteuren darstellen.

4 PROGNOSE - ENTWICKLUNG DES ZUKÜNFTIGES WÄRMEBEDARFS

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

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

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

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

Die Simulation der Sanierung erfolgt jahresscharf und gebäudespezifisch. Jedes Jahr werden in der Simulation die 2 % der Gebäude mit dem schlechtesten Sanierungszustand saniert. Abbildung 4-1 zeigt den Effekt der Sanierung auf den zukünftigen Wärmebedarf. Für das Zwischenjahr 2030 ergibt sich ein Wärmebedarf von ca. 49,5 GWh, was einer Minderung um 15,7 % entspricht. Für das Zieljahr 2040 reduziert sich der Wärmebedarf durch fortschreitende Sanierungen weiter, sodass der jährliche Wärmebedarf noch ca. 41,8 GWh beträgt, was einer Minderung um 28,8 % gegenüber dem Basisjahr entspricht.

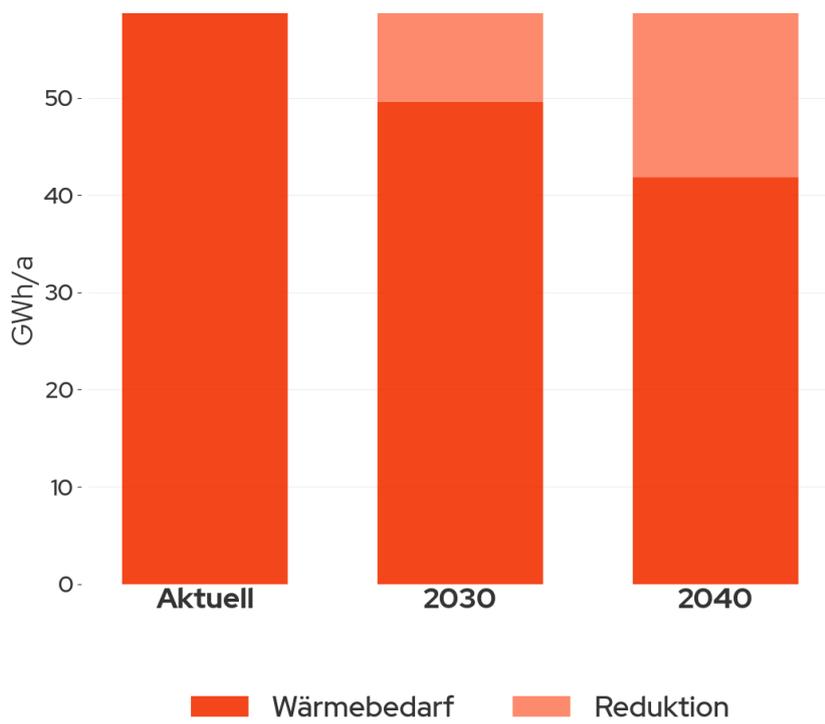


Abbildung 4-1: Wärmebedarf und Wärmebedarfsreduktion im Ziel- und Zwischenjahr

5 POTENTIALANALYSE

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



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

5.1 ERFASSTE POTENTIALE

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

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

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



Abbildung 5-2: Vorgehen und Datenquellen der Potentialanalyse

5.2 METHODE: INDIKATORENMODELL

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

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

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

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

POTENTIAL	WICHTIGSTE KRITERIEN (AUSWAHL)
ELEKTRISCHE POTENTIALE	
WINDKRAFT	Abstand zu Siedlungsflächen, Flächeneignung, Infrastruktur, Naturschutz, Flächengüte
PV FREIFLÄCHEN	Siedlungsflächen, Flächeneignung, Infrastruktur, Naturschutz, Flächengüte
PV DACHFLÄCHEN	Dachflächen, Mindestgrößen, Gebäudetyp, techno-ökonomische Anlagenparameter
THERMISCHE POTENTIALE	
ABWÄRME AUS KLÄRWERKEN	Klärwerk-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 Potentiale werden in nachgelagerten kommunalen Prozessen ermittelt.

5.3 POTENTIALE ZUR STROMERZEUGUNG

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

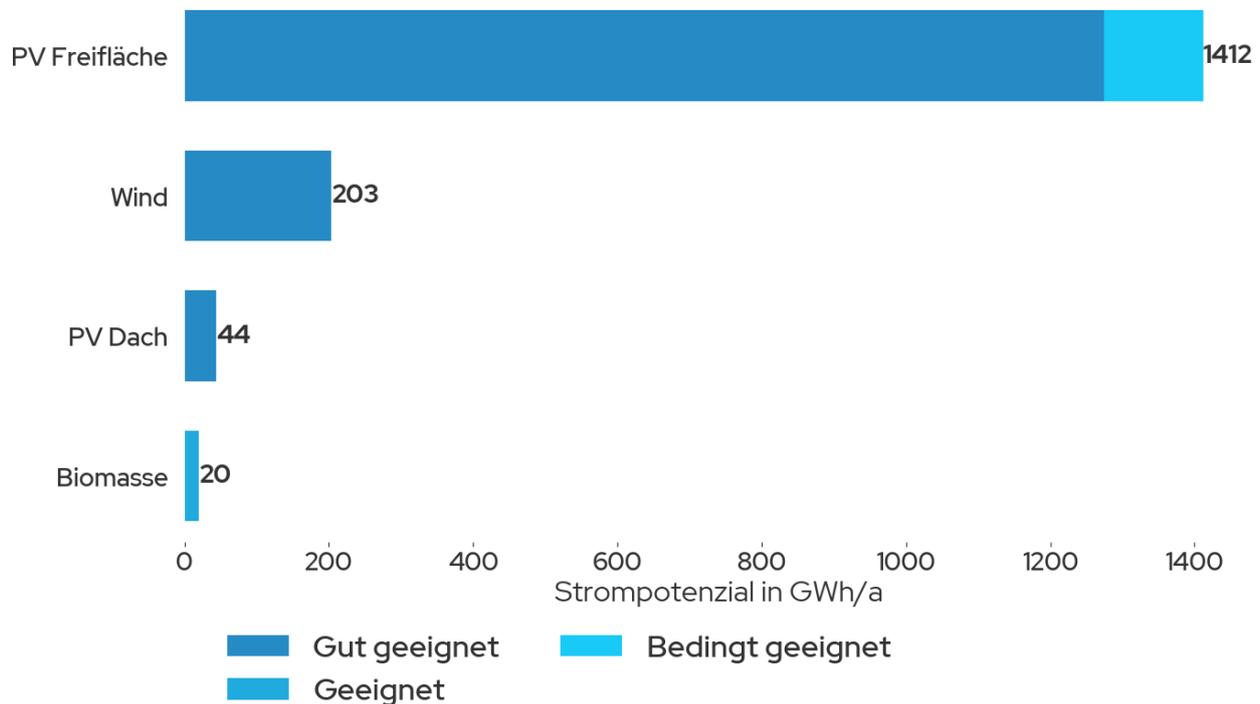


Abbildung 5-3: Erneuerbare Strompotentiale im Projektgebiet

Biomasse wird für Wärme oder Strom entweder direkt verbrannt oder zu Biogas vergoren. Für die Biomassennutzung geeignete Gebiete schließen Naturschutzgebiete aus und berücksichtigen landwirtschaftliche Flächen, Waldreste, und städtischen Biomüll. Die Potenzialberechnung basiert auf Durchschnittserträgen und der Einwohnerzahl für städtische Biomasse, wobei wirtschaftliche Faktoren wie die Nutzungseffizienz von Mais und die Verwertbarkeit von Gras und Stroh berücksichtigt werden. Es zeigt sich, dass die Nutzung von ausschließlich im Projektgebiet vorhandener Biomasse nur einen geringen Beitrag (20 GWh/a) zur Stromerzeugung leisten könnte.

Windkraftanlagen nutzen Wind zur Stromerzeugung und sind eine zentrale Form der Windenergienutzung. Potenzialflächen werden nach technischen und ökologischen Kriterien sowie Abstandsregelungen selektiert, wobei Gebiete mit mindestens 1.900 Volllaststunden als gut geeignet gelten. Die Potenzial- und Wirtschaftlichkeitsberechnung berücksichtigt lokale Windverhältnisse, Anlagentypen und erwartete Energieerträge, wobei die Flächen unter 1.900 Volllaststunden ausgeschlossen werden. Mit 203 GWh/a bietet die Windkraft ein beachtliches Potenzial. Hier sind zusätzlich Aspekte der Akzeptanz sowie der Einfluss auf die lokale Flora und Fauna zu berücksichtigen, weshalb die Eignungsflächen stark eingegrenzt sind und die Analyse der Windflächen außerhalb der KWP erfolgen sollte.

Photovoltaik auf Freiflächen stellt mit 1.412 GWh/a das größte erneuerbare Potenzial dar, wobei Flächen als grundsätzlich geeignet ausgewiesen werden, die keinen Restriktionen unterliegen und die technischen Anforderungen erfüllen; besonders beachtet werden dabei Naturschutz, Hangneigungen, Überschwemmungsgebiete und gesetzliche Abstandsregeln. Bei der Potenzialberechnung werden Module optimal platziert und unter Berücksichtigung von Verschattung und Sonneneinstrahlung werden jährliche Volllaststunden und der Jahresenergieertrag pro Gebiet errechnet. Die wirtschaftliche Nutzbarkeit wird basierend auf Mindestvolllaststunden und dem Neigungswinkel des Geländes bewertet, um nur die rentabelsten

Flächen einzubeziehen. Zudem sind Flächenkonflikte, beispielsweise mit landwirtschaftlichen Nutzflächen sowie die Netzanschlussmöglichkeiten abzuwägen. Ein großer Vorteil von PV-Freiflächen in Kombination mit großen Wärmepumpen ist, dass sich die Stromerzeugungsflächen nicht in unmittelbarer Nähe zur Wärmenachfrage befinden müssen und so eine gewisse Flexibilität in der Flächenauswahl möglich ist. Soll der Strom ohne Durchleitung durch das Stromnetz unter Einsparung der Netzentgelte genutzt werden, gilt dies jedoch nur eingeschränkt, da Investitionen in eine Direktleitung höher ausfallen, je weiter Stromerzeugung und Stromnutzung auseinander liegen.

Das Potenzial für Photovoltaikanlagen auf Dachflächen fällt mit 44 GWh/a geringer aus als in der Freifläche, bietet jedoch den Vorteil, dass es ohne zusätzlichen Flächenbedarf oder Flächenkonflikte ausgeschöpft werden kann. In der aktuellen Analyse wird davon ausgegangen (siehe KEA-BW, 2024), dass das Stromerzeugungspotenzial von Photovoltaik auf 50 % der Dachflächen von Gebäuden über 50 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 vorzuziehen ist.

5.4 POTENTIALE ZUR WÄRMEERZEUGUNG

Die Untersuchung der thermischen Potenziale offenbart ein breites Spektrum an Möglichkeiten für die lokale Wärmeversorgung (siehe Abbildung 5-4). Da ein großer Teil der Flächen in Tönning kein Siedlungsgebiet ist und somit viel Platz zur Wärmeerzeugung vorhanden ist, übertrifft das Potenzial einiger Technologien den heutigen Wärmebedarf um ein Vielfaches. Da der Wärmetransport über große Distanzen verlustbehaftet und darüber hinaus sehr teuer ist, wird sich ein Großteil des technischen Potenzials nicht sinnvoll nutzen lassen.

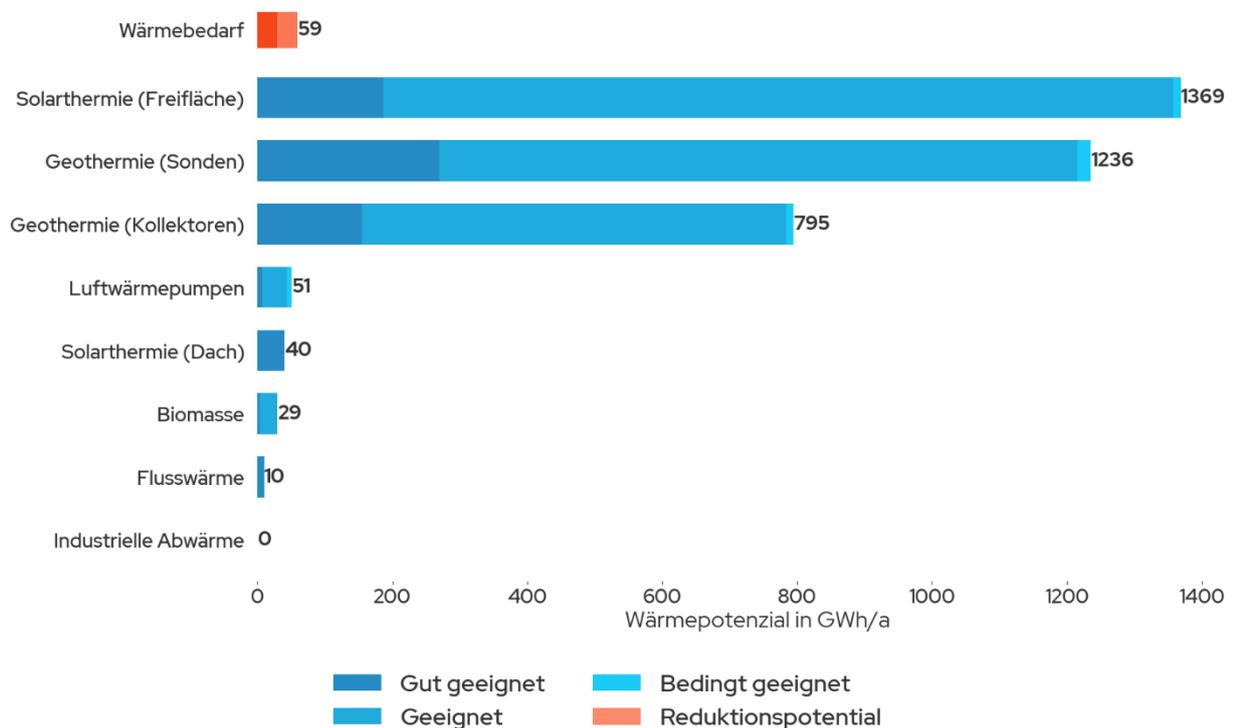


Abbildung 5-4: Erneuerbare Wärmepotentiale im Projektgebiet

Solarthermie auf Freiflächen stellt mit einem Potenzial von 1.369 GWh/a ein wichtiges zu untersuchendes Potenzial dar. Dabei ist zu beachten, dass nur 187 GWh/a dieses Potenzials als "gut geeignet" gilt, dazu zählen Flächen, die keiner Restriktion unterliegen und sich in unmittelbarer Nähe zu Siedlungsgebieten befinden. Solarthermie nutzt Sonnenstrahlung, um mit Kollektoren Wärme zu erzeugen und über ein Verteilsystem zu transportieren. Geeignete Flächen werden nach technischen Anforderungen und ohne Restriktionen wie Naturschutz und bauliche Infrastruktur ausgewählt, wobei Flächen unter 500 m² ausgeschlossen werden. Außerdem werden Flächen, die mehr als 1.000 m von Siedlungsflächen entfernt sind, aus wirtschaftlichen Gründen nicht berücksichtigt. Die Potenzialberechnung basiert auf einer Leistungsdichte von 3.000 kW/ha und berücksichtigt Einstrahlungsdaten sowie Verschattung, mit einem Reduktionsfaktor für den Jahresenergieertrag. Bei der Planung und Erschließung von Solarthermie sind jedoch Flächenverfügbarkeit und Anbindung an Wärmenetze zu berücksichtigen. Auch sollten geeignete Flächen für die Wärmespeicherung (1 Woche bis zu mehreren Monaten je nach Einbindungskonzept) vorgesehen werden. Zudem sei darauf hingewiesen, dass es bei Solarthermie- und PV-Freiflächenanlagen eine Flächenkonkurrenz gibt.

Auch auf Dachflächen kann Solarthermie genutzt werden. Bei der Solarthermie auf Dachflächen wird mittels KEA-BW Methode das Potenzial aus 25 % der Dachflächen über 50 m² für die Wärmeerzeugung geschätzt. Die jährliche Produktion basiert auf 400 kWh/m² durch flächenspezifische Leistung und durchschnittliche Volllaststunden. Die Potenziale der Dachflächen für Solarthermie belaufen sich auf 40 GWh/a und konkurrieren direkt mit den Potenzialen für Photovoltaik-Anlagen auf Dächern. Eine Entscheidung für die Nutzung des einen oder anderen Potenzials sollte individuell getroffen werden.

Wärmepumpen sind eine etablierte und unter gewissen Bedingungen energetisch hocheffiziente Technologie für die Wärmeerzeugung. Eine Wärmepumpe ist ein Gerät, das Wärmeenergie aus einer Quelle (wie Luft, Wasser oder Erde) auf ein höheres Temperaturniveau transferiert, um

Gebäude zu heizen oder mit Warmwasser zu versorgen. Sie nutzt dabei ein Kältemittel, das im Kreislauf geführt wird, um Wärme aufzunehmen und abzugeben, im Prinzip wie ein Kühlschrank, der in umgekehrter Richtung arbeitet. Wärmepumpen können vielseitig im Projektgebiet genutzt werden. Die ausgewiesenen Potenziale der Luftwärmepumpe (51 GWh/a) ergeben sich jeweils im direkten Umfeld der Gebäude. Da Luft grundsätzlich ein unendliches Potenzial hat, wurde bei der Ermittlung des Potenzials der Wärmebedarf des jeweiligen Gebäudes zu Grunde gelegt. Alle anderen Potenziale beziehen sich auf die Fläche und sind damit im Wert nicht auf den Wärmebedarf begrenzt. In der Praxis wird eine dezentrale Heizungsanlage jedoch immer nur den Wärmebedarf des eigenen Gebäudes decken (vgl. auch Kapitel 6).

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

Erdwärmekollektoren (oberflächennah) haben ein Potenzial von 795 GWh/a im Projektgebiet. Es handelt sich dabei um 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.

Oberflächennahe Geothermie (Sonden) hat ein Potenzial von 1.236 GWh/a im Projektgebiet, davon gelten 270 GWh/a als gut geeignet. Die Technologie nutzt Erdtemperaturen in einer Tiefe bis 100 m mit einem System aus Erdwärmesonden und Wärmepumpe zur Wärmeextraktion und -anhebung. Die Potenzialberechnung berücksichtigt spezifische geologische Daten und schließt Wohn- sowie Gewerbegebiete ein, wobei Gewässer und Schutzzonen ausgeschlossen und die Potenziale einzelner Bohrlöcher unter Verwendung von Kennzahlen abgeschätzt werden.

Das thermische Biomassepotenzial beträgt 29 GWh/a und setzt sich aus Waldrestholz, Hausmüll, Grünschnitt und dem möglichen Anbau von Energiepflanzen zusammen. Biomasse hat den Vorteil einer einfachen technischen Nutzbarkeit sowie hoher Temperaturen. Allerdings ist ersichtlich, dass diese nur in begrenzter Menge zur Verfügung steht.

Das Potenzial für Gewässerwärmepumpen im Projektgebiet beträgt 10 GWh/a für die Nutzung der Eider. Hierbei ist zu beachten, dass in die Betrachtung lediglich statistische Daten für Fließgewässer eingeflossen sind. Es sind in dieser Betrachtung keine gewässerspezifischen Daten wie Abfluss oder Temperaturverlauf eingegangen. Daher sind die Potenziale mit einer großen Unsicherheit behaftet und es gilt diese Potenziale vor einer möglichen Einbeziehung als Quelle für ein Wärmenetz noch genauer zu untersuchen. Darüber hinaus stehen wesentliche Teile der Eider unter Naturschutz oder sind FFH-Gebiet. Wie die Auswirkungen einer Wärmeentnahme auf die geschützten Gebiete genehmigungsrechtlich bewertet werden muss, müsste durch separate Gutachten dargelegt werden.

Da die technisch-wirtschaftlichen Hürden und die damit verbundenen Risiken und Kosten aktuell sehr hoch sind, kann derzeit keine Empfehlung für eine tiefere Untersuchung der Nutzung der Potenziale der Gewässer gegeben werden. Dies kann sich auf absehbare Zeit ändern, wenn

in Pilotprojekten hinreichende Erfahrungen gesammelt wurden und ggf. standardisierte Lösungen kostengünstig verfügbar sind. Daher wird empfohlen zunächst die einfacher zu hebenden Potenziale zu erschließen. Für eine mittel- bis langfristige Nutzung könnte das Fluss-Potenzial jedoch trotzdem interessant sein.

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

Für die Evaluierung der Nutzung von industrieller Abwärme wurden im Projektgebiet Abfragen bei möglichen relevanten Industrie- und Gewerbebetrieben durchgeführt. Davon haben zwei Betriebe geantwortet. In einem der beiden Betriebe besteht Abwärme, es wurde jedoch keine Menge angegeben, weshalb industrielle Abwärme in der Grafik 0 GWh/a beträgt. Sollten im Nachhinein, oder im Rahmen der Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung Potentiale identifiziert werden gilt es, die möglichen Abwärmepotenziale derjenigen Betriebe, die eine Bereitschaft zur Bereitstellung von Abwärme signalisiert haben, genauer zu untersuchen.

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

5.5 POTENTIAL FÜR EINE LOKALE WASSERSTOFFERZEUGUNG

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

5.6 POTENTIALE FÜR SANIERUNGEN

Die energetische Sanierung des Gebäudebestands stellt ein zentrales Element zur Erreichung der kommunalen Klimaziele dar. Die Untersuchung zeigt, dass durch umfassende Sanierungsmaßnahmen eine Gesamtreduktion um bis zu 30 GWh/a bzw. 49,2 % des Gesamtwärmeverbrauchs im Projektgebiet realisiert werden könnte. Erwartungsgemäß liegt der

größte Anteil des Sanierungspotenzials bei Gebäuden, die bis 1978 erbaut wurden (s. Abbildung 5-5).

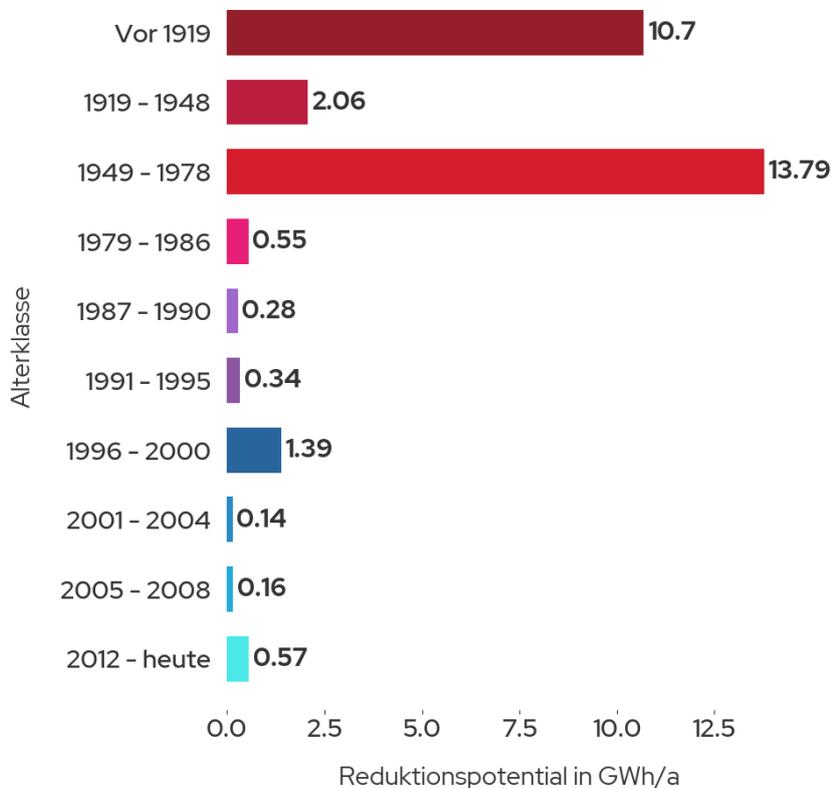


Abbildung 5-5: Reduktionspotential nach Baualterklassen

Diese Gebäude sind sowohl in der Anzahl als auch in ihrem energetischen Zustand besonders relevant. Sie wurden vor den einschlägigen Wärmeschutzverordnungen erbaut und haben daher ein erhöhtes Einsparpotenzial. Besonders im Wohnbereich zeigt sich ein hohes Sanierungspotenzial. Hier können durch energetische Verbesserung der Gebäudehülle signifikante Energieeinsparungen erzielt werden. Vergleiche hierzu auch Abbildung 5-7. In Kombination mit einem Austausch der Heiztechnik bietet dies insbesondere für Gebäude mit Einzelversorgung einen großen Hebel. Typische energetische Sanierungsmaßnahmen für die Gebäudehülle sind in Abbildung 5-6 dargestellt. Diese können von der Dämmung der Außenwände bis hin zur Erneuerung der Fenster reichen und sollten im Kontext des Gesamtpotenzials der energetischen Sanierung betrachtet werden.

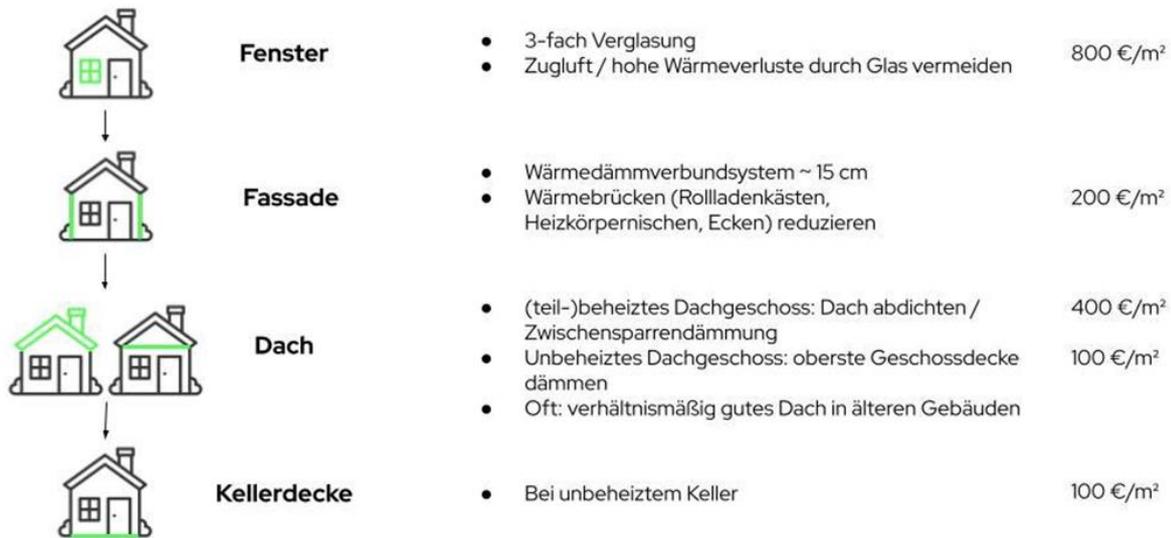


Abbildung 5-6: Energetische Gebäudesanierung - Maßnahmen und Kosten

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

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

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

Im Stadtgebiet liegt das größte Potenzial in der Gebäudesanierung mit einem Schwerpunkt auf kommunalen Liegenschaften und Wohngebäuden. Besonders Gebäude, die bis 1978 erbaut wurden, bieten ein hohes Einsparpotenzial durch Sanierung. Wichtige Wärmequellen ergeben sich durch die Nutzung von Aufdach-PV in Kombination mit Wärmepumpen, Solarthermie, Biomasse und der Möglichkeit eines teilweisen Anschlusses an das Wärmenetz. Auch große Luftwärmepumpen können flexibel in Wärmenetze integriert werden, wobei sich gerade Gewerbeflächen als gute Standorte anbieten.

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

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

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

POTENZIAL	GRÖÖE DES POTENZIALS	FLÄCHENKONKURRENZ	UMSETZBARKEIT
SOLARTHERMIE	😊	😞	😞
ERDWÄRME-KOLLEKTOREN	😊	😞	😞
ERDWÄRME-SONDEN	😊	😞	😞
FLUSSWÄRME	😞	😞 bis 😊	😡
SOLARTHERMIE (DACH)	😞 bis 😊	😊 ¹	😞
BIOMASSE	😞	😞	😞
SANIERUNG	😞	😊	😞

¹ Nur Flächenkonkurrenz zu Aufdach-PV

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

POTENZIAL	GRÖÖE DES POTENZIALS	FLÄCHENKONKURRENZ	UMSETZBARKEIT
PV-FREIFLÄCHE			
PV-DACH		 ²	
WIND			
BIOMASSE	 bis 		

Die umfassende Analyse legt nahe, dass es technisch möglich ist, den gesamten Wärmebedarf durch erneuerbare Energien auf der Basis lokaler Ressourcen zu decken. Dieses ambitionierte Ziel erfordert allerdings eine besondere Anstrengung im Bereich der energetischen Sanierung und ein klares Bekenntnis zu lokaler Energiegewinnung.

² Nur Flächenkonkurrenz zu Aufdach-Solarthermie

6 RÄUMLICHE ANALYSE – EIGNUNGSGEBIETE

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

In der Wärmeversorgung wird zwischen einer dezentralen, also gebäudeindividuellen Wärmeversorgung und einer zentralen Versorgung mit Nah- oder Fernwärme, unterschieden. Bei der dezentralen Versorgung wird im jeweiligen Gebäude selbst Wärme erzeugt. Bei der zentralen Wärmeversorgung wird die Wärme in einer (oder ggf. auch mehreren) Heizzentrale(n) erzeugt und durch erhitztes Wasser in Wärmeleitungen zu den Abnehmern transportiert (vgl. Abbildung 6-1).



Dezentrale Heizung

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

Zentrale Versorgung

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

Abbildung 6-1: dezentrale vs. zentrale Wärmeversorgung

In Neubau- oder sanierten Bestandsgebieten kann auch die sog. kalte Nahwärme eingesetzt werden. Dabei wird lediglich eine Wärmequelle mit niedrigerem Temperaturniveau benötigt, wie z. B. Wärme aus einem Eisspeicher. Das dann nicht mehr gedämmte Wärmenetz wirkt u. U. noch als Erdwärmekollektor und liefert Wärme auf niedrigem Temperaturniveau an die Gebäude. Dem Wärmenetz wird dezentral in den einzelnen Gebäuden durch eine Wasser-Wärmepumpe Wärme entzogen. Wasser-Wärmepumpen arbeiten tendenziell effizienter als Luftwärmepumpen und benötigen keine außenaufgestellte Ventilator-/Verdampfer-Einheit. Dadurch arbeiten diese Wärmepumpen sehr leise und unterliegen keinen Abstandsregeln zur Grundstücksgrenze.

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 der Bau und Betrieb eines Wärmenetzes mit beträchtlichen Investitionen und Aufwänden verbunden sind.

Vor dem Hintergrund der aus Klimaschutzgründen gebotenen Senkung der CO₂-Emissionen sowie mit Blick auf die Versorgungssicherheit werden im Folgenden Eignungsgebiete für eine zentrale Wärmeversorgung fokussiert. Um sicherzustellen, dass die festgelegten Wärmenetzversorgungsgebiete auf belastbaren Grundlagen basieren, sind zusätzliche Untersuchungen wie Machbarkeitsanalysen erforderlich.

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

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

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

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

Der Prozess zur Erarbeitung der Eignungsgebiete erfolgt in vier Stufen:

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

- **Lokale Restriktionen:**

Im zweiten Schritt werden die automatisch erzeugten Gebiete im Rahmen von Fachgesprächen genauer betrachtet. Hierbei ist es entscheidend, dass Personen mit örtlichen Fachkenntnissen, als auch die Ergebnisse der Potentialanalyse mit einbezogen werden. Es werden auch Gebiete berücksichtigt, in denen vermehrt Gebäude Vorkommen, die augenscheinlich über unzureichende Abstände für die Errichtung einer Luft-Wärmepumpe verfügen. Für diese Gebiete wird gesondert betrachtet, ob eine Wärmenetzversorgung ggf. auch entgegen der Voreinstufung als Gebiet für dezentrale Versorgung sinnvoll sein kann.

- **Wirtschaftlichkeitsberechnung:**

Alle so ermittelten Eignungsgebiete werden einer Wirtschaftlichkeitsberechnung unterzogen, bei der ein Wärmegestehungspreis statisch berechnet wird. Das Vorgehen der Wirtschaftlichkeitsberechnung wird in Kapitel 6.3 beschrieben, die Ergebnisse hieraus sind in Anhang 5: Wirtschaftlichkeitsberechnungen einzusehen.

- **Umsetzungseignung:**

Im letzten Schritt wurden die verbleibenden Gebiete einer weiteren Analyse unterzogen und eingegrenzt. Im Projektgebiet wurden die Eignungsgebiete identifiziert. Anpassungen im Anschluss an die Wärmeplanung sind möglich. Sämtliche Gebiete, die nach den durchgeführten Analysen, zum aktuellen Zeitpunkt, als wenig geeignet für ein Wärmenetz eingestuft werden, sind als Einzelversorgungsgebiete ausgewiesen. Des Weiteren wurden die Eignungsgebiete wirtschaftlich untersucht und ein Versorgungsszenario für das Zieljahr 2040 skizziert. Hierzu wurden auch die Wärmequellen der Eignungsgebiete definiert.

6.1 RECHTLICHE VERBINDLICHKEIT

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

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

In Bezug auf das GEG gilt:

„In einem bestehenden Gebäude, das in einem Gemeindegebiet liegt, in dem am 1. Januar 2024 mehr als 100 000 Einwohner gemeldet sind, kann bis zum Ablauf des 30. Juni 2026 eine Heizungsanlage ausgetauscht und eine andere Heizungsanlage zum Zweck der Inbetriebnahme eingebaut oder aufgestellt und betrieben werden, die nicht die Vorgaben des Absatzes 1 erfüllt. In einem bestehenden Gebäude, das in einem Gemeindegebiet liegt, in dem am 1. Januar 2024 100 000 Einwohner oder weniger gemeldet sind, kann bis zum Ablauf des 30. Juni 2028 eine Heizungsanlage ausgetauscht und eine andere Heizungsanlage zum Zweck der Inbetriebnahme eingebaut oder aufgestellt und betrieben werden, die nicht die Vorgaben des Absatzes 1 erfüllt. Sofern das Gebäude in einem Gebiet liegt, für das vor Ablauf des 30. Juni 2026 im Fall des Satzes 1 oder vor Ablauf des 30. Juni 2028 im Fall des Satzes 2 durch die nach Landesrecht zuständige Stelle unter Berücksichtigung eines Wärmeplans, der auf der Grundlage einer bundesgesetzlichen Regelung zur Wärmeplanung erstellt wurde, eine Entscheidung über die Ausweisung als Gebiet zum Neu- oder Ausbau eines Wärmenetzes oder als 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 Stadt Tönning beschließt, vor 2028 Neu- und Ausbaugebiete für Wärmenetze oder Wasserstoff auszuweisen, und diese veröffentlicht, gilt die 65%-EE-Pflicht für Bestandsgebäude innerhalb der betroffenen Gebiete einen Monat nach Veröffentlichung.

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

6.2 EIGNUNGSGEBIETE

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

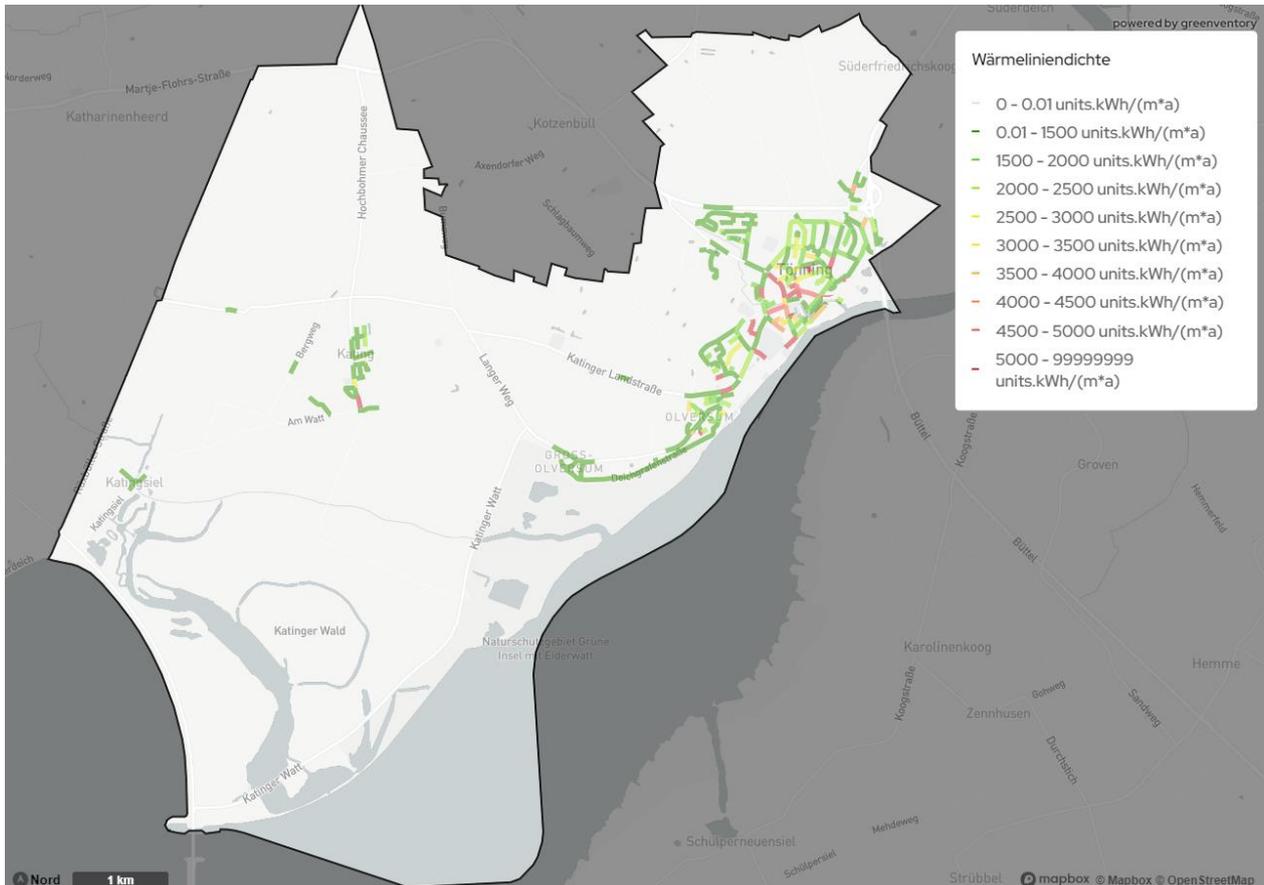


Abbildung 6-2: Wärmeliniendichte

Die folgende Grafik (Abbildung 6-3) zeigt die bestehenden Wärmenetze mit den Wärmebedarfsdichten im Zieljahr. Es lässt sich erkennen, dass es vor allem im Stadtgebiet von Tönning und im Ortsteil Kating einen erhöhten Wärmebedarf gibt. Im Stadtgebiet von Tönning liegen das Rathaus und die Schule am Ostertor im Ortskern, welche als mögliche Ankerkunden interessant sind.

Darüber hinaus befinden sich verschiedene Gewerbebetriebe im Stadtgebiet Tönning. Dies umfasst unter anderem das Multimar Wattforum und das Unternehmen Adolf Nissen Elektrobau und das Foodservice Unternehmen Bast GmbH. Leider haben nicht alle Unternehmen die Akteursbeteiligung genutzt, um eine Rückmeldung zu ihren Energiebedarfen und potenziellen Abwärmemengen zu geben. Bei den Unternehmen, die in ihren Rückmeldungen angegeben haben, das Abwärme aus den Prozessen anfällt, wird diese bereits vollumfänglich intern weiterverwertet. Somit sind diese Unternehmen nicht als Ankerkunde oder Abwärmelieferant für ein Wärmenetz in Tönning von Interesse.

Das ehemalige Klinikum Nordfriesland fällt für die kommunale Wärmeplanung als wesentlicher Wärmeverbraucher und damit möglicher Ankerkunde weg, da das Klinikgebäude durch einen

Neubau ersetzt wurde, welcher seit Sommer 2024 das regionale Gesundheitszentrum Tönning beherbergt. Die Wärmeversorgung des Neubaus erfolgt über eine Wärmepumpe.

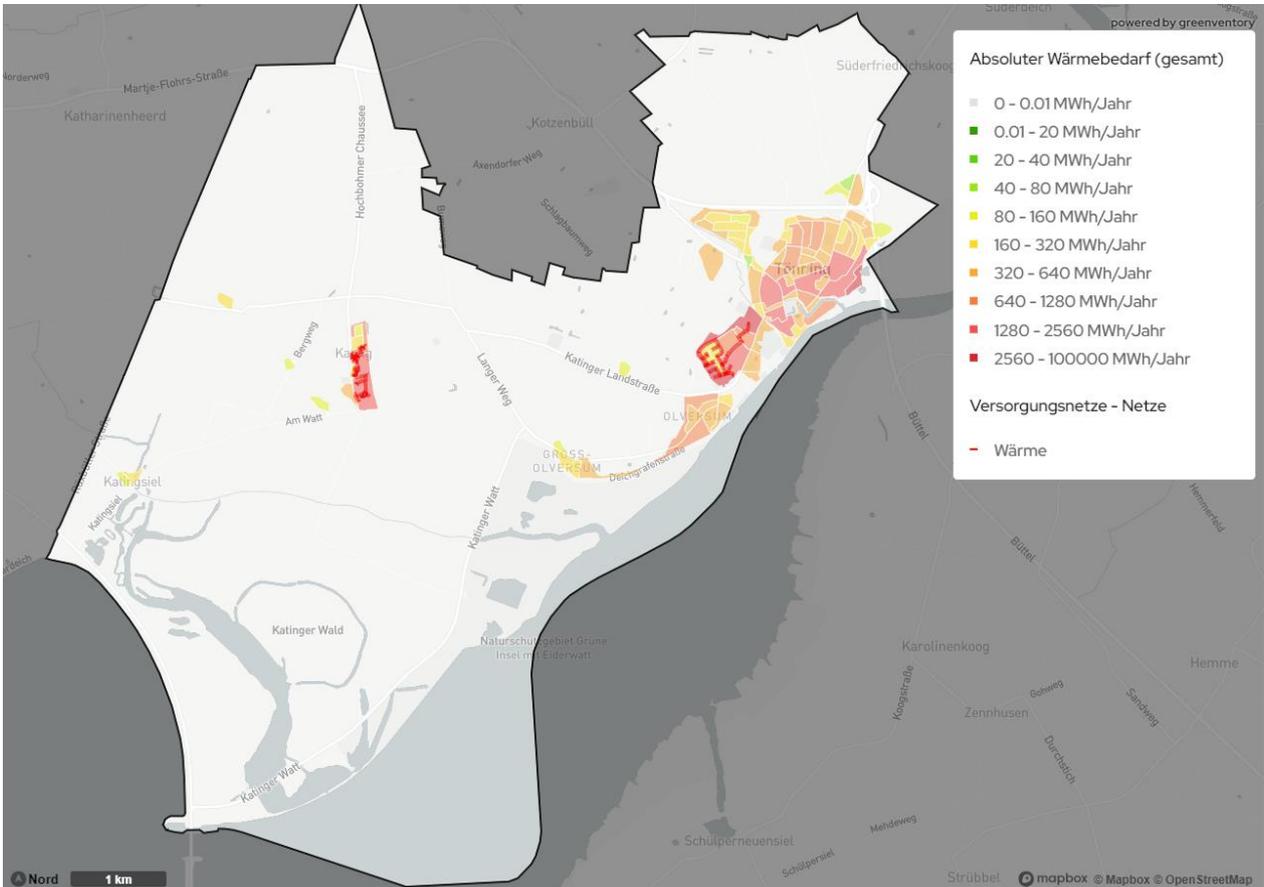


Abbildung 6-3: Wärmenetze und Bedarfe im Zieljahr

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

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

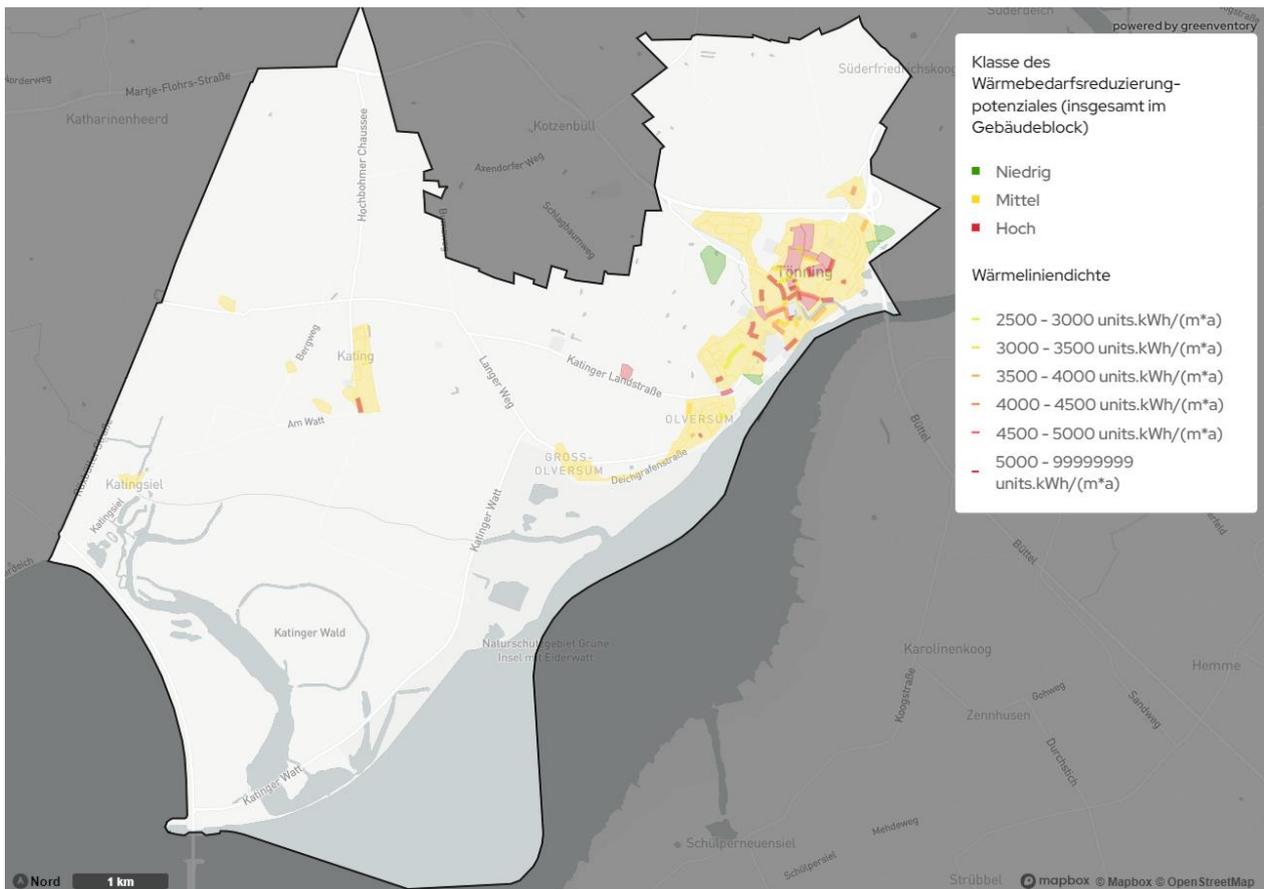


Abbildung 6-4: Wärmeliniendichte ab 2600 kWh gegenübergestellt zum relativen Sanierungspotenzial

In Abbildung 6-5 sind die Wärmenetzeignungsgebiete dargestellt, die sich bei Anwendung des oben beschriebenen Vorgehens ergeben. Es wurde ein Gebiet im Zentrum von Tönning identifiziert.

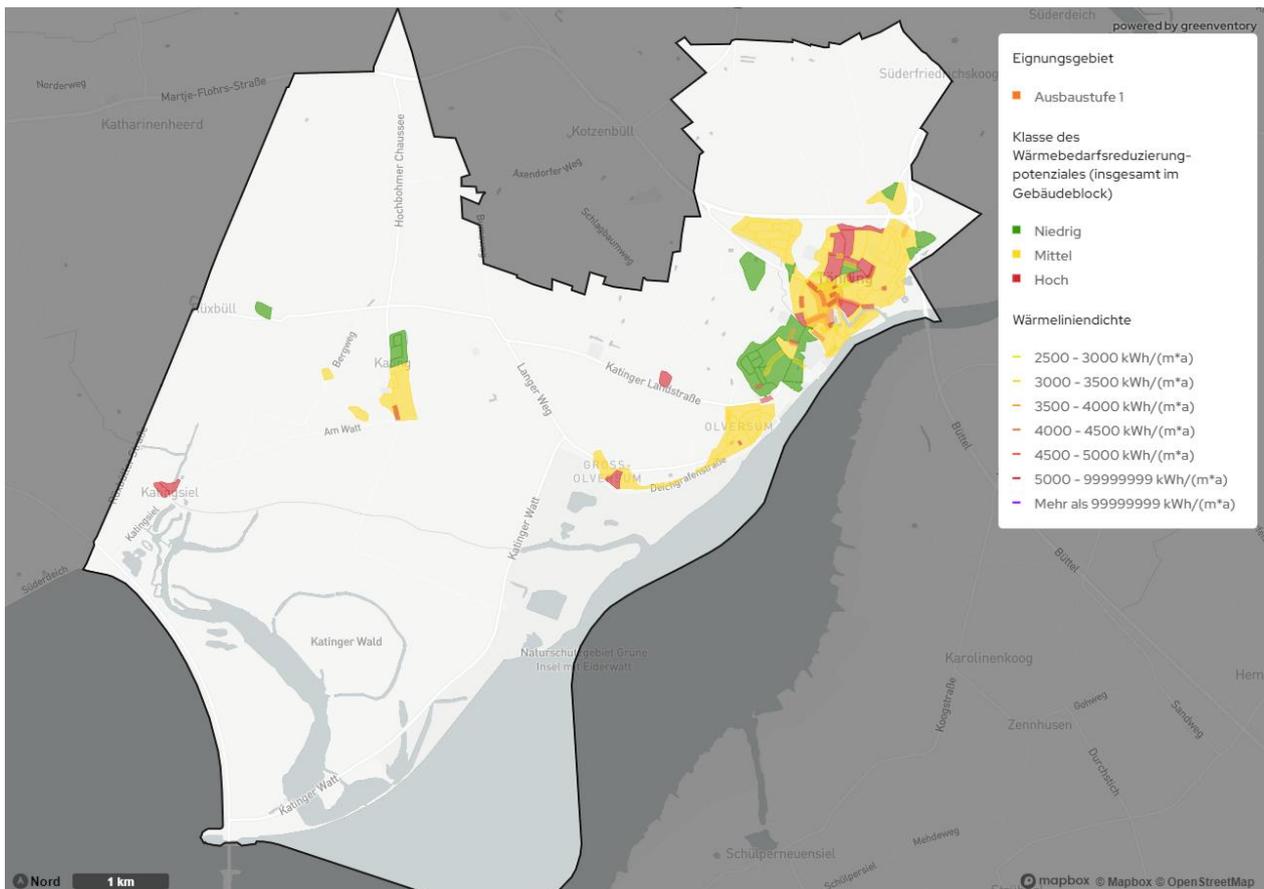


Abbildung 6-5: Eignungsgebiete dargestellt über Sanierungspotenzialklasse und Wärmeliniendichte ab 2600 kWh/(m²a)

Insgesamt ergeben sich für die Gemeinde Tönning folgende Eignungsgebiete, die einer weiteren Prüfung unterzogen werden:

Tabelle 6-1: Untersuchte Eignungsgebiete

MÖGLICHES EIGNUNGSGEBIET	ANZAHL GEBÄUDE	HEUTIGER WÄRMEBEDARF	ZUKÜNFTIGER WÄRMEBEDARF (NACH SANIERUNGEN)	MITTLERE WÄRMEINIENDICHTE (NACH SANIERUNGEN)
ZENTRUM	230	6.593 MWh/a	4.536 MWh/a	2.382 kWh/(m ² a)

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

6.3 HERAUSFORDERUNG WÄRMEPUMPE

Die Installation von Luft-Wärmepumpen stellt eine vielversprechende Möglichkeit dar, den Energieverbrauch und die CO₂-Emissionen zu senken, indem sie die Umgebungsluft als Energiequelle nutzen. Allerdings sind einige Gebäude im Stadtgebiet mit Herausforderungen konfrontiert, wenn es darum geht, eine solche Wärmepumpe zu installieren. Die Ermittlung des Potenzials für die Anwendung von Luft-Wärmepumpen in diesen Gebäuden erfordert eine sorgfältige Berücksichtigung verschiedener Faktoren (vergleiche hierzu auch Anhang 3.7 Luftwärmepumpe).

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

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

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



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

Für das gesamte Stadtgebiet ergeben sich unter Anwendung der aktuell gültigen Abstandsregeln acht Gebiete mit einer Herausforderung hinsichtlich der Aufstellung einer Luft-Wärmepumpe. Diese Gebiete sind in Abbildung 6-7 dargestellt. In diesen acht Gebieten befinden sich knapp 300 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 jedes neunte Gebäude in der Stadt Tönning von dieser Herausforderung betroffen.

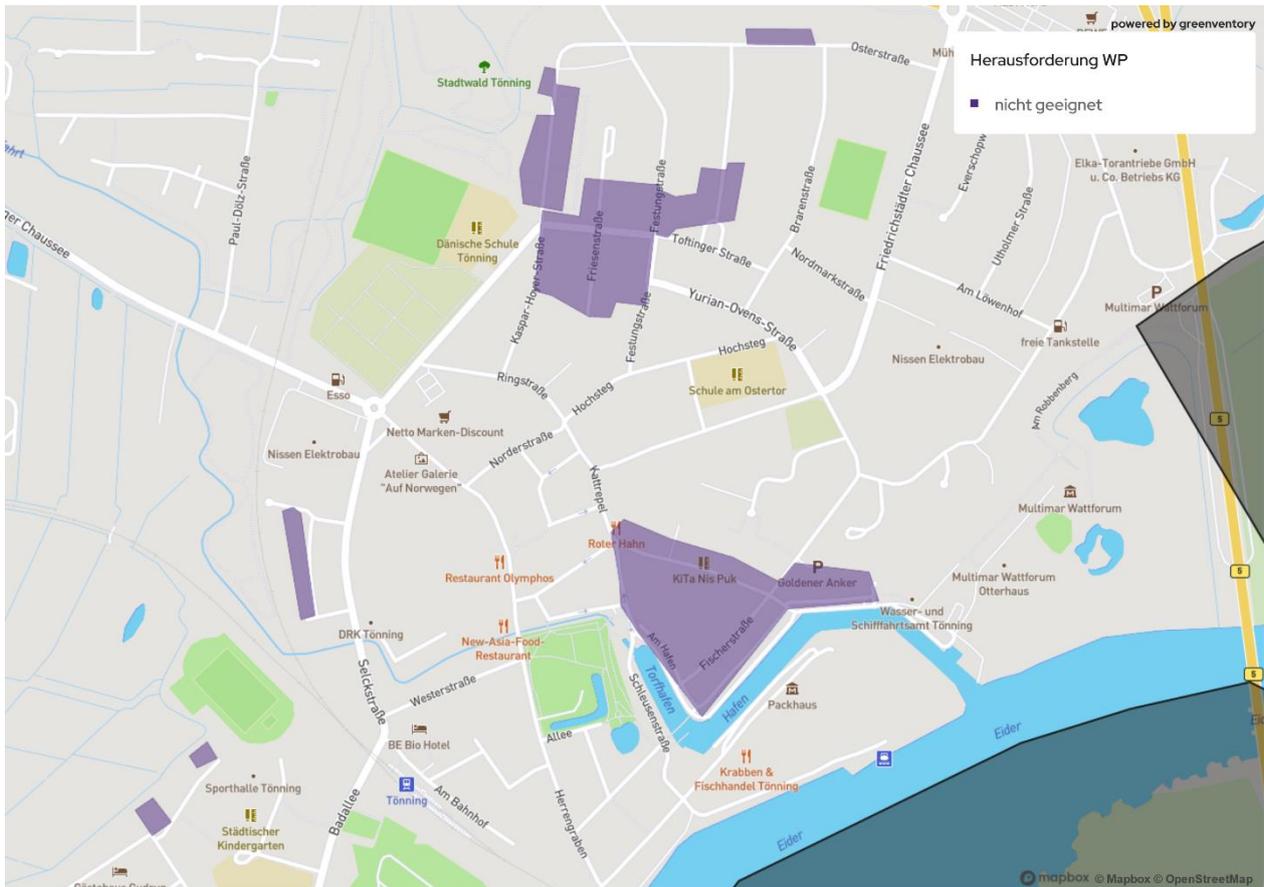


Abbildung 6-7: Gebiete mit der Herausforderung Luftwärmepumpe

Die bereits ermittelten Eignungsgebiete wurden, sofern eine räumliche Nähe gegeben ist, um die Gebiete, für welche die Aufstellung einer Wärmepumpe herausfordernd ist, erweitert. Für das Gebiet der Toffinger Straße wurde ein eigenes Wärmenetzeignungsgebiet betrachtet. Daraus ergeben sich folgende Eignungsgebiete, die ebenfalls einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung unterzogen wurden.

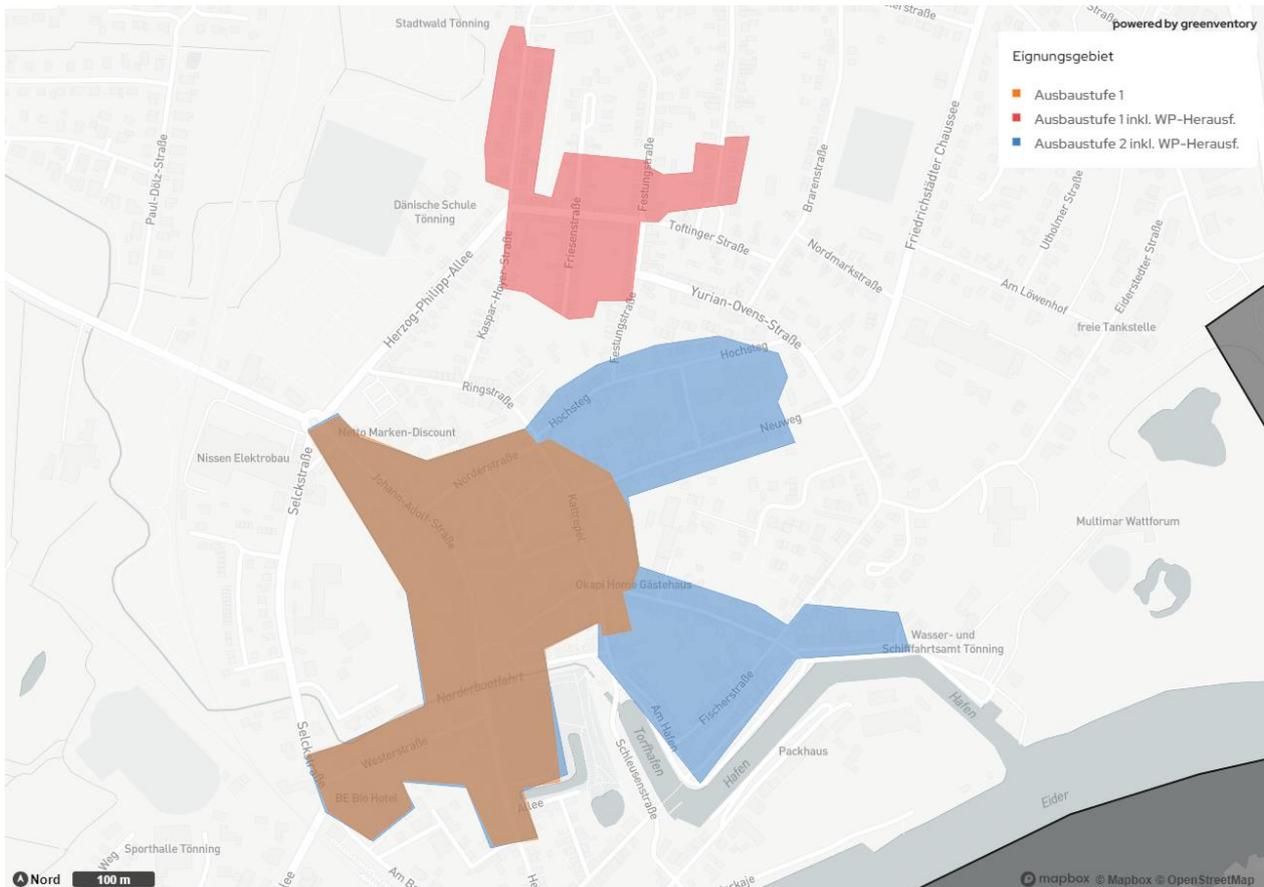


Abbildung 6-8: Eignungsgebiete Ausbaustufe 2 inkl. Herausforderung Wärmepumpe

Von den knapp 300 Gebäuden befinden sich nach dieser Anpassung über 250 innerhalb der beiden Eignungsgebiete für Wärmenetze. Für fast 50 Gebäude bedarf es dennoch einer dezentralen Lösung.

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

Tabelle 6-2: Übersicht Eignungsgebiete inkl. Wärmepumpen Herausforderung

EIGNUNGSGBIET	ANZAHL GEBÄUDE	HEUTIGER WÄRMEBEDARF	ZUKÜNFTIGER WÄRMEBEDARF (NACH SANIERUNGEN)	MITTLERE WÄRMELINIENDICHTE (NACH SANIERUNGEN)
ZENTRUM	230	6.593 MWh/a	4.536 MWh/a	2.382 kWh/(m·a)
ZENTRUM INKL. WP-HERAUSFORDERUNG	410	11.140 MWh/a	7.790 MWh/a	2.090 kWh/(m·a)
TOFTINGER STRAÙE	134	1.738 MWh/a	746 MWh/a	885 kWh/(m·a)

Für die Gebäude, die gemäß der geltenden Abstandsregeln voraussichtlich keine Luft-Wärmepumpen aufstellen können und die nicht in einem Eignungsgebiet liegen, wird es dennoch technische Lösungen geben, diese Gebäude klimaneutral zu beheizen. Sofern der Platz im Garten oder auf dem Dach es ermöglichen lässt sich auch über Kollektoren Wärme gewinnen und mit einer Wärmepumpe nutzen, ohne dass ein Schall verursachendes Gebläse hierfür benötigt wird.

Ist dies nicht möglich oder lässt sich damit nicht der gesamte Wärmebedarf decken, so 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.

In Schleswig-Holstein wurde zum 05.07.2024 wie Landesbauordnung angepasst, sodass der Mindestabstand zur Grundstücksgrenze auf 2,30 m abgesenkt wurde. Da zu diesem Zeitpunkt die inhaltliche Bearbeitung der Potentiale zu Luftwärmepumpen im Projekt bereits abgeschlossen wurde, ist diese Änderung nicht im digitalen Zwilling integriert worden. Im Rahmen der Machbarkeitsstudien oder spätestens mit der Aktualisierung der Wärmeplanung in fünf Jahren sollten an die Eignungsgebiete angrenzende Gebäude überprüft werden, ob diese eine Wärmepumpe errichten können, oder ob eine Ausweitung des Eignungsgebietes sinnvoll ist.

6.4 WIRTSCHAFTLICHKEIT DER EIGNUNGSGBIETE

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

6.4.1 ENERGIEWIRTSCHAFTLICHE ANSÄTZE

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

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

Tabelle 6-3: Energiewirtschaftliche Ansätze

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

6.4.2 EIGNUNGSGEBIETE – ANLAGENDIMENSIONIERUNG UND ENERGIEBILANZEN

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

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

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

Für die Eignungsgebiete werden folgende Versorgungsoptionen betrachtet:

Tabelle 6-4: Versorgungsoptionen Eignungsgebiete

EIGNUNGS- GEBIET	INDUSTRI- ELLE AB- WÄRME	SOLAR- THERMIE	BHKW STROM- GEFÜHRT	HOLZ	BHKW WÄRME- GEFÜHRT	WÄRME- PUMPE	SPITZEN- LASTER- ZEUGER
ZENTRUM			✓	✓		✓	✓
ZENTRUM INKL. WP- HERAUSF.			✓	✓		✓	✓
TOFTINGER STRAßE			✓	✓		✓	✓

6.4.3 VORGEHEN INVESTITIONSSCHÄTZUNG

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

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

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

Folgende technische Nutzungszeiträume wurden angenommen:

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

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

Mit der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) werden der Neubau von Wärmenetzen mit hohen Anteilen erneuerbaren Energien sowie die Dekarbonisierung und Ausbau von bestehenden Netzen gefördert. Das Förderprogramm sieht sowohl eine systematische Förderung für erneuerbare und klimaneutrale Neubaunetze mit maximal 40 % der förderfähigen Ausgaben für die Investitionen in Erzeugungsanlagen und Infrastruktur vor als auch eine Betriebskostenförderung für 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).

Da Fördermittel auf Landesebene nicht gesichert zur Verfügung stehen und mit der BEW-Förderung nicht kummulierbar sind, werden in den Wirtschaftlichkeitsberechnungen lediglich BEW-Fördergelder berücksichtigt.

6.4.4 VORGEHEN WIRTSCHAFTLICHKEITSBERECHNUNG

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

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

6.4.5 DEZENTRALE WIRTSCHAFTLICHKEITSBERECHNUNG

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



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

Entscheidend für die Förderquote einer Erneuerung der Heizungsanlage ist, ob die bisherige Heizung eine Gas- oder Ölheizung war. Da sich auf Grundlage der Schornsteinfegerdaten ein hoher Anteil an Gasheizungen im Betrachtungsgebiet abschätzen lässt, wird in den Berechnungen von einer dezentralen Gasheizung als aktuelle Versorgungsvariante ausgegangen. Abbildung 6-10 zeigt die Jahreskosten mit Berücksichtigung eines 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.

Bei (Wieder-)Errichtung eines Gaskessels wird davon ausgegangen, dass zusätzlich eine Solarthermieanlage errichtet wird, um so die Anforderungen von § 9 Abs. 1 EWKG zu erfüllen.

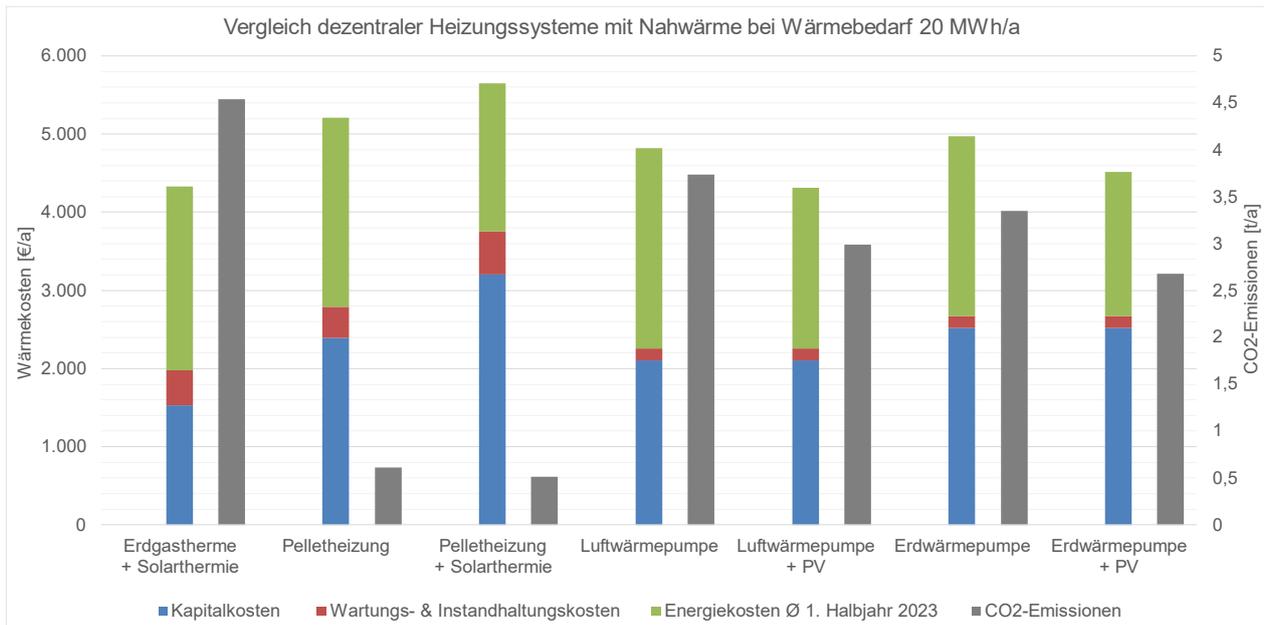


Abbildung 6-10: Vergleich dezentraler Heizungssysteme mit Nahwärme

6.4.6 ÜBERFÜHRUNG DER EIGNUNGSGEBIETE IN MAßNAHMEN

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

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

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

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

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

Tabelle 6-5: Übersicht Eignungsgebiete und Wirtschaftlichkeit

EIGNUNGSGEBIET	ANZAHL VERSORGTER GEBÄUDE	HEUTIGER WÄRMEBEDARF (BEI 60% AQ)	WÄRME-LINIENDICHTE (BEI 60% AQ)	WIRTSCHAFTLICHKEIT
ZENTRUM	145 von 241	4.696 MWh/a	2.113 kWh/(m·a)	
ZENTRUM INKL. WP-HERAUSF.	253 von 421	7.404 MWh/a	1.940 kWh/(m·a)	 bis 
TOFTINGER STRASSE	80 von 134	1.043 MWh/a	1.237 kWh/(m·a)	

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

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

7 ZIELSZENARIO

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



Abbildung 7-1: Simulation des Zielszenarios für 2040

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

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

Die Erstellung des Zielszenario erfolgt in drei Schritten:

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

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

7.1 ERMITTLUNG DER ZUKÜNFTIGEN WÄRMEVERSORGUNG

Nach der Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs und der Bestimmung der Eignungsgebiete für Wärmenetze erfolgt die Ermittlung der zukünftigen Versorgungsinfrastruktur. Es wird jedem Gebäude eine Wärmeerzeugungstechnologie zugewiesen. Zur Ermittlung der zukünftigen Wärmeerzeugungstechnologie in den beheizten Gebäuden, wird für jene Gebäude, die in einem Wärmenetzeignungsgebiet liegen, ein Anschluss an das Wärmenetz mittels einer Hausübergabestation angenommen. In diesem Szenario werden fast 23 % der Gebäude über Wärmenetze versorgt (s. Abbildung 7-2). Auch im Zieljahr sind ca. 12 % der Gebäude unbeheizt. Es wird in der Prognose angenommen, dass keine Änderung der Nutzungsart erfolgt, die zu einer Beheizung dieser derzeit unbeheizten Gebäude führt.

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

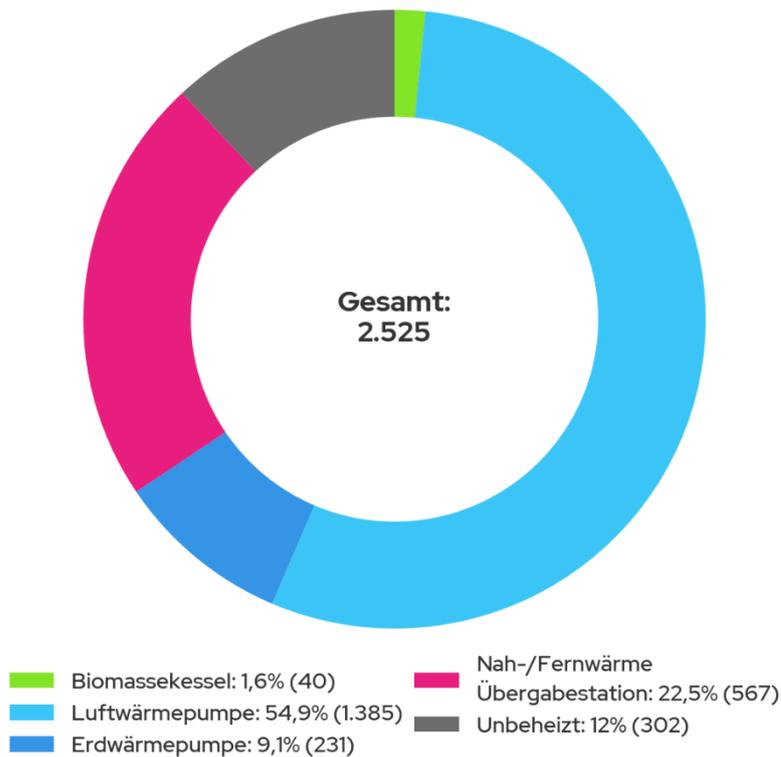


Abbildung 7-2: Gebäudeanzahl nach Wärmeerzeugern im Jahr 2040

Die Ergebnisse der Simulation sind in Abbildung 7-2 für das Jahr 2040 dargestellt. Eine Analyse der eingesetzten Wärmeerzeugungstechnologien macht deutlich, dass 54,4 % der Haushalte zukünftig mit Luftwärmepumpen beheizt werden könnten, was einer Gebäudeanzahl von 1.374 entspricht. Erdwärmepumpen sind in diesem Szenario in 9,1 % der Gebäude verbaut, was insgesamt 231 Gebäuden entspricht. Um diesen Ausbaugrad an Wärmepumpen zu erreichen, müssten jährlich ca. 86 Luft- und ca. 15 Erdwärmepumpen installiert werden. Einzelheizungen mit Biomasse (gasförmig oder fest) könnten nach diesen Berechnungen zukünftig in 1,6 % bzw. 40 Gebäuden zum Einsatz kommen. Abbildung 7-3 stellt das modellierte zukünftige Versorgungsszenario im Projektgebiet dar. Darin sind die Eignungsgebiete für Wärmenetze (blau hinterlegt) sowie die Einzelversorgungsgebiete (grün hinterlegt) dargestellt, welche durch Heizsysteme, betrieben durch Strom und Biomasse, versorgt werden.

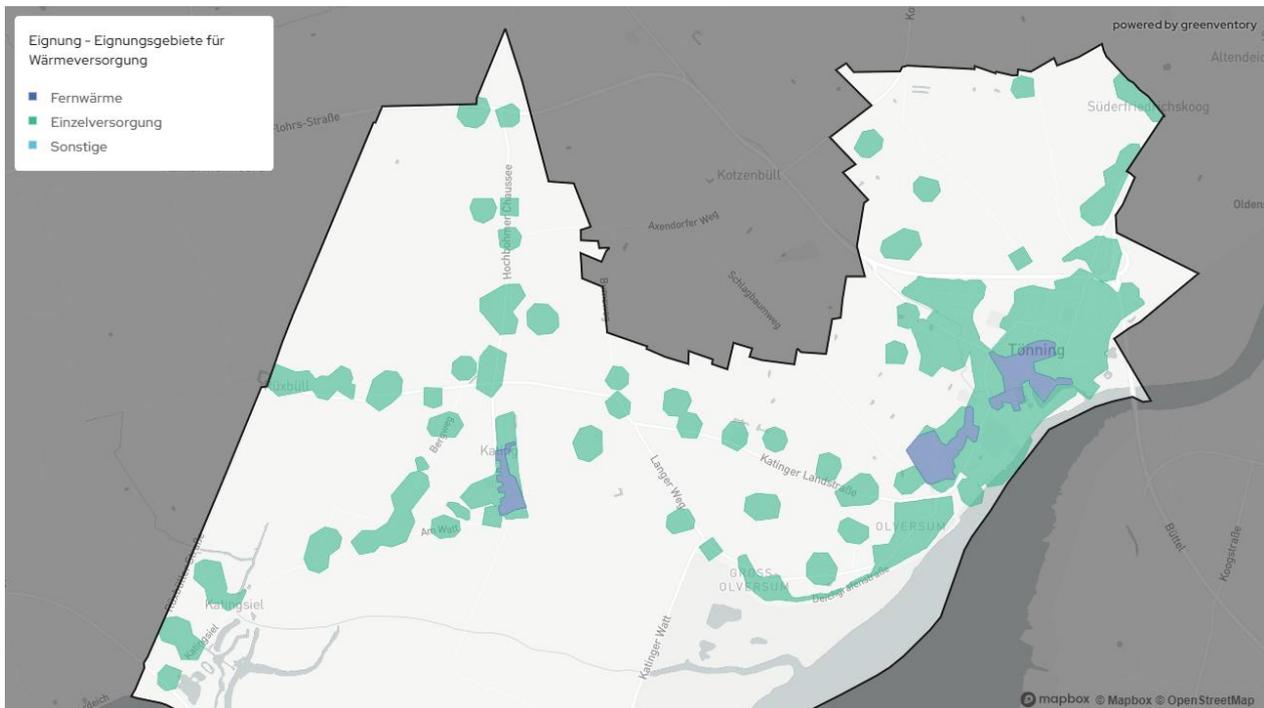


Abbildung 7-3: Versorgungsszenario im Zieljahr 2040 (blau: Fernwärme, grün: Einzelversorgung)

7.2 ZUSAMMENSETZUNG DER FERNWÄRMERZEUGUNG

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

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

Im Zieljahr 2040 könnten die Wärmenetze zu 37 % durch Biomasse-KWK und Biomasse-Kessel versorgt werden. Großwärmepumpen, welche Umweltwärme (Luft sowie ggf. Erdwärme in ausgewählten Randlagen) und Strom kombinieren, könnten zukünftig 63 % der benötigten Wärme für die Fernwärme bereitstellen. Der Strombedarf der Großwärmepumpen entspricht dabei 21 % des Wärmebedarfs.

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



Abbildung 7-4: Fernwärmeerzeugung nach Energieträger im Zieljahr 2040

7.3 ENTWICKLUNG DER EINGESETZTEN ENERGIETRÄGER

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

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

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

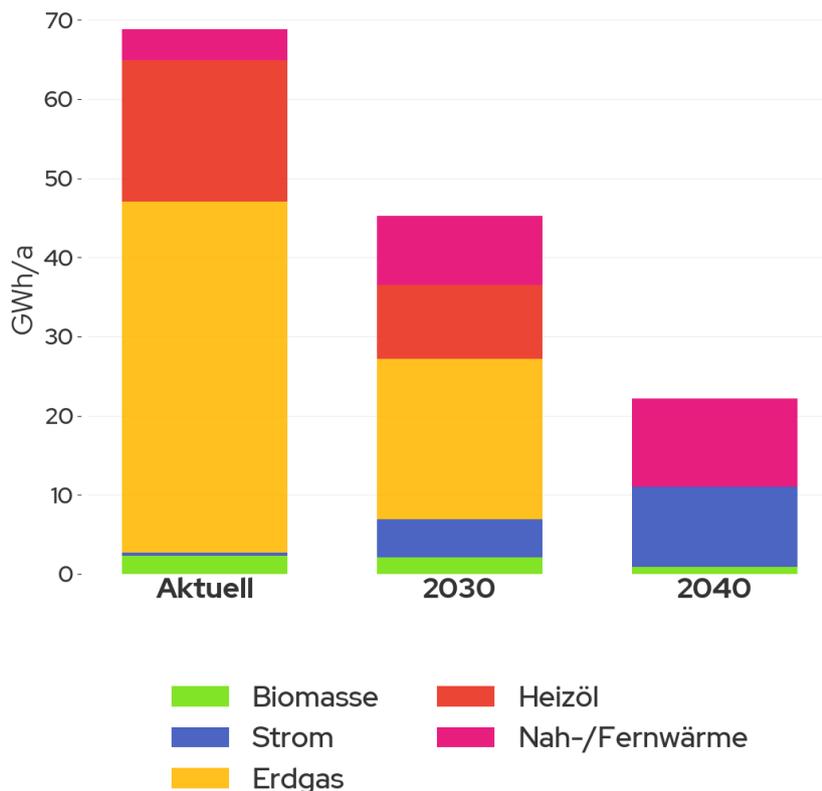


Abbildung 7-5: Verteilung des Endenergiebedarfs nach Energieträger im zeitlichen Verlauf

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

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

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

7.4 BESTIMMUNG DER TREIBHAUSGASEMISSIONEN

Die dargestellten Veränderungen in der Zusammensetzung der Energieträger bei der Einzelversorgung und in Wärmenetzen führen zu einer kontinuierlichen Reduktion der Treibhausgasemissionen (siehe Abbildung 7-6). Es zeigt sich, dass im angenommenen Szenario im Zieljahr 2040 eine Reduktion um ca. 96 % verglichen mit dem Basisjahr erzielt werden kann. Dies bedeutet, dass ein CO₂-Restbudget im Wärmesektor von ca. 547 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.

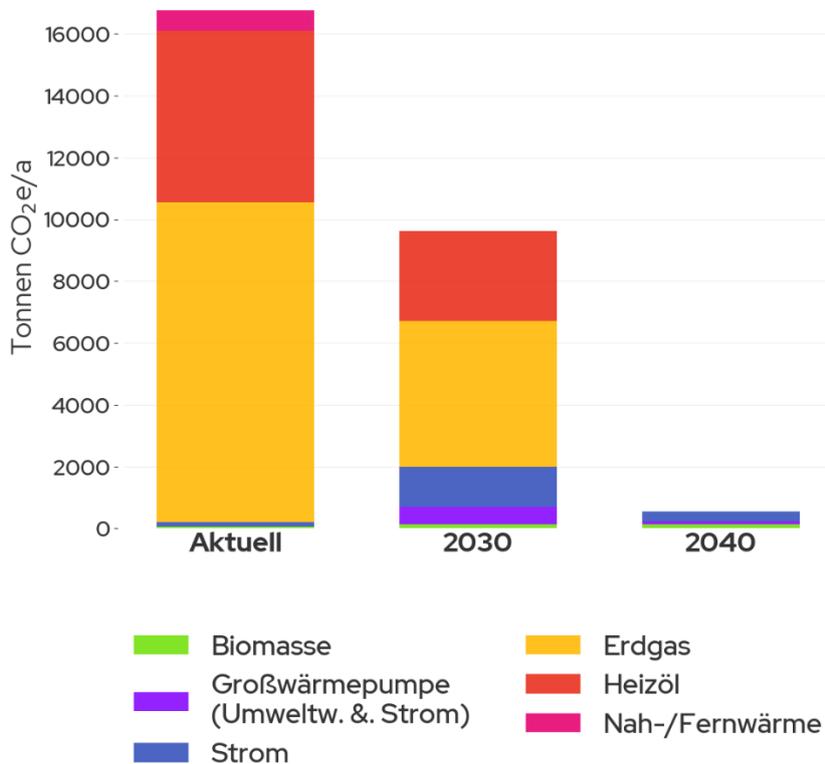


Abbildung 7-6: Verteilung der THG-Emissionen nach Energieträger im zeitlichen Verlauf

Einen wesentlichen Einfluss auf die zukünftigen THG-Emissionen haben neben der eingesetzten Technologie auch die zukünftigen Emissionsfaktoren. Für die vorliegende Berechnung wurden die in der Tabelle 3-1 aufgeführten Faktoren angenommen. Gerade im Stromsektor wird von einer erheblichen Reduktion der spezifischen CO₂-Emissionen ausgegangen, was sich positiv auf die CO₂-Emissionen von Wärmepumpenheizungen auswirkt.

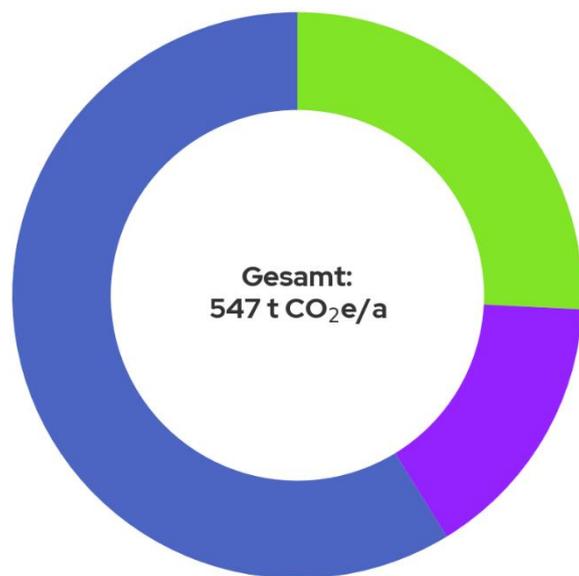


Abbildung 7-7: Treibhausgasemissionen nach Energieträger im Jahr 2040

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

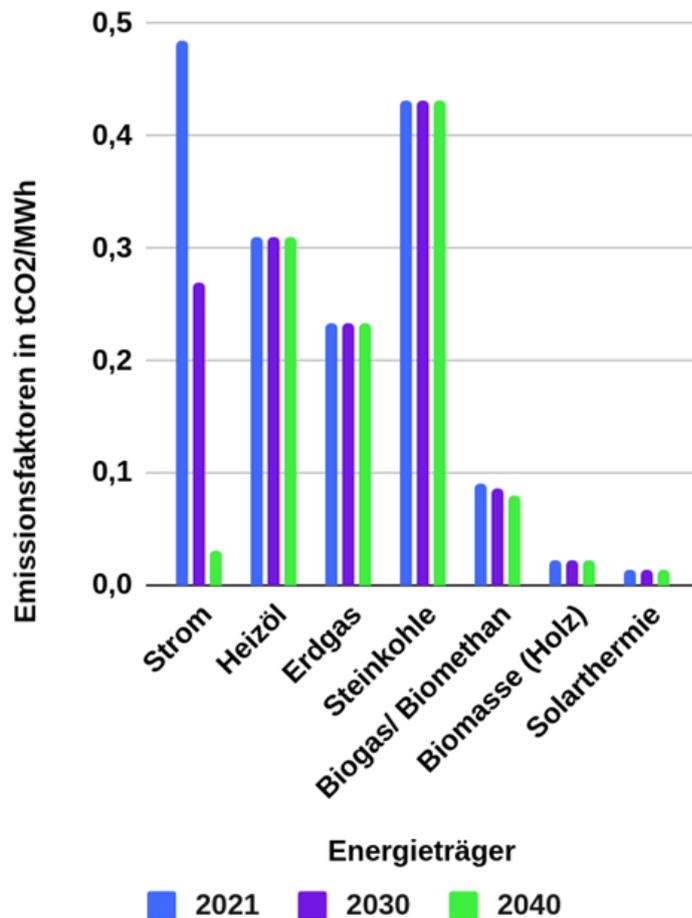


Abbildung 7-8: Emissionsfaktoren in tCO₂/MWh (KEA-BW, 2024)

7.5 ZUSAMMENFASSUNG DES ZIELSZENARIOS

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

Im betrachteten Szenario werden etwa 65 % der Gebäude dezentral über Wärmepumpen oder Biomasse beheizt. Parallel dazu wird der Ausbau der Fernwärmeversorgung vorangetrieben und es wird angenommen, dass im Zieljahr 2040 die Wärmenetze der erarbeiteten Eignungsgebiete vollumfänglich umgesetzt sind. Um die Dekarbonisierung des Wärmesektors im Projektgebiet zu erreichen, müssen konsequent erneuerbare Energiequellen in dem Projektgebiet erschlossen werden. Auch wenn dies, wie im Zielszenario angenommen, erreicht wird, bleiben 2040 Restemissionen von 547 tCO₂/a. Im Rahmen der Fortschreibungen des Wärmeplans müssen hierzu weitere Maßnahmen und Strategien entwickelt werden, um eine vollständige Treibhausgasneutralität des Wärmesektors erreichen zu können.

8 MAßNAHMENPROGRAMM

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

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

Die Schlüsselkomponenten einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung umfassen verschiedene Aspekte:

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

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

Die Auswahl der Maßnahmen basiert auf den Ergebnissen der Bestands- und Potenzialanalyse, welche den zukünftigen Wärmebedarf, die vorhandene Wärmeinfrastruktur und die verfügbaren Potenziale zusammenführt. In gemeinsamen Facharbeitgesprächen sind diese Maßnahmen anschließend anhand quantitativer (CO₂-Einsparungen, Kosten) und qualitativer Kriterien priorisiert. Dabei ist sowohl zeitliche Dringlichkeit als auch die zeitnahe Umsetzbarkeit berücksichtigt.

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

8.1 ÜBERGEORDNETE MAßNAHMEN

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

Tabelle 8-1: Übergeordnete Maßnahmen

NAME DER MAßNAHME	VERANTWORTLICHE AKTEURE	ANZAHL BEEIN-FLUSSTER GEBÄUDE	NÄCHSTE SCHRITTE	UMSETZUNGS-ZEITRAUM (NÄCHSTE SCHRITTE)
Transformationspläne	HanseWerk Natur, (Verwaltung)	146	BEW Transformationsplan	bis zum 31.12.2026
Koordinationsstelle Sanierungen	Verwaltung	373	Stelle schaffen,	2025
Beratungsangebot Heizungstausch	Verwaltung, Sanierungs-koordination	1.922 bis 2.343	Beratungs-format klären, bewerben	1-2 Jahre
Sanierungsstrategie Öffentliche Gebäude	Verwaltung, Sanierungs-koordination	55	Geeignete Energieberater / Partner suchen	1-2 Jahre

8.2 IDENTIFIZIERTE MAßNAHMEN

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

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

Tabelle 8-2: Identifizierte Maßnahmen

NAME DER MAßNAHME	VERANTWORTLICHE AKTEURE	ANZAHL BEEIN-FLUSSTER GEBÄUDE	NÄCHSTE SCHRITTE	UMSETZUNGS-ZEITRAUM (NÄCHSTE SCHRITTE)
Fokusgebiete Energetische Sanierung	Verwaltung, Sanierungs- koordination	373	Gebiete ausweisen, Rahmen- bedingungen klären, Angebote schaffen	1-2 Jahre
Zentrum inkl. WP- Herausforderung	Verwaltung, Wärmenetzbetreiber	410	Betreiberfrage klären, BEW Machbarkeits- studie	1-3 Jahre

Die einzelnen Maßnahmenblätter sind im Anhang 2: Maßnahmen einzusehen.

8.3 ZEITLICHE EINORDNUNG

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

KURZFRISTIGE MAßNAHMEN (0-5 JAHRE):

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

MITTELFRISTIGE MAßNAHMEN (5-10 JAHRE):

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

LANGFRISTIGE MAßNAHMEN (10-20 JAHRE):

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

MONITORING UND ANPASSUNG:

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

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

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

8.4 FAZIT

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

9 MONITORING-KONZEPT

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

- fortschreibbare Energie- und CO₂-Bilanz als zentrales Ergebnis des Monitorings,
- verschiedene Bewertungsindikatoren,
- durchgehende Dokumentation.

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

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

Die wesentlichen Bestandteile des Monitoring-Konzepts werden nachfolgend beschrieben.

9.1 ENERGIE- UND CO₂-BILANZ

Die Energie- und CO₂-Bilanz ist in der Überprüfung der Erfolge einer energetischen kommunalen Wärmeplanung der zentrale Baustein. Die Erfassung von Verbrauchs- und Emissionswerten auf Städteebene ermöglicht eine eindeutige Beurteilung der IST-Situation anhand von vergangenen Werten. Durch die Verwendung von Excel oder vergleichbaren Instrumenten ist eine problemlose Fortschreibung der Bilanz möglich.

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

9.2 BEWERTUNGSINDIKATOREN

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

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

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

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

Indikator	Einheit	Datenquelle
ANSCHLUSSNEHMER AM WÄRMENETZ	Stück	Wärmenetzbetreiber
ERRICHTETE WÄRMENETZTRASSE	m	Wärmenetzbetreiber
VERKAUFTE WÄRMEMENGE IM NETZ	MWh/a	Wärmenetzbetreiber
PRIMÄRENERGIEFAKTOR WÄRMENETZ		Wärmenetzbetreiber
EINSATZ DEZENTRALER REGENERATIVER HEIZUNGEN (PRIMÄRHEIZUNGEN)	Stück	Schornsteinfeger
VON HEIZÖL, ERDGAS ODER FLÜSSIGGAS AUF ERNEUERBARE ENERGIETRÄGER UMGESTELLTE HEIZUNGEN	Stück	Schornsteinfeger
PRIMÄRENERGIEEINSATZ FÜR DIE KOMMUNE	GWh/a	zu aggregieren (Wärmenetzbetreiber für Nahwärme, Schornsteinfeger für Erdgas, Heizöl, Pellets etc.)
CO₂-EMISSIONEN	t/a	aus Primärenergieeinsatz abzuleiten
ANZAHL SANIERUNGS- / ENERGIEBERATUNGEN	Stück	Sanierungsmanager
SANIERTE GEBÄUDE (GGF. DIFFERENZIERUNG NACH SANIERUNGSART)	Stück	Gebäudeeigentümer

9.3 DOKUMENTATION

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

10 BETEILIGUNG DER ÖFFENTLICHKEIT

Die Einbeziehung der Öffentlichkeit sowie relevanter Akteure spielt eine zentrale Rolle bei der kommunalen Wärmeplanung, unabhängig von den gesetzlichen Anforderungen des EWKG. Ein gut durchdachtes Beteiligungskonzept ist unerlässlich, um Vertrauen zwischen den verschiedenen Akteuren in der Region zu schaffen, den Austausch von Daten zu fördern, potenzielle Konflikte frühzeitig zu identifizieren und eine solide Grundlage für die erfolgreiche Umsetzung von Maßnahmen zur klimaneutralen Wärmeversorgung zu legen.

In Tönning wurde im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung (KWP) ein solches Beteiligungskonzept entwickelt. Es konzentrierte sich insbesondere auf den intensiven Dialog mit der Stadtverwaltung und den lokalen Energieversorgern. Dieser Dialog erfolgte in Form von Einzelgesprächen und einem regelmäßigen Austausch im Rahmen festgelegter Termine mit der Stadtverwaltung. Die Lokalpolitik der Stadt Tönning wurde im fortlaufenden Prozess über die Verwaltung informiert. Zudem wurden die wesentlichen Ergebnisse im Bau-, Verkehrs- und Umweltausschuss präsentiert.

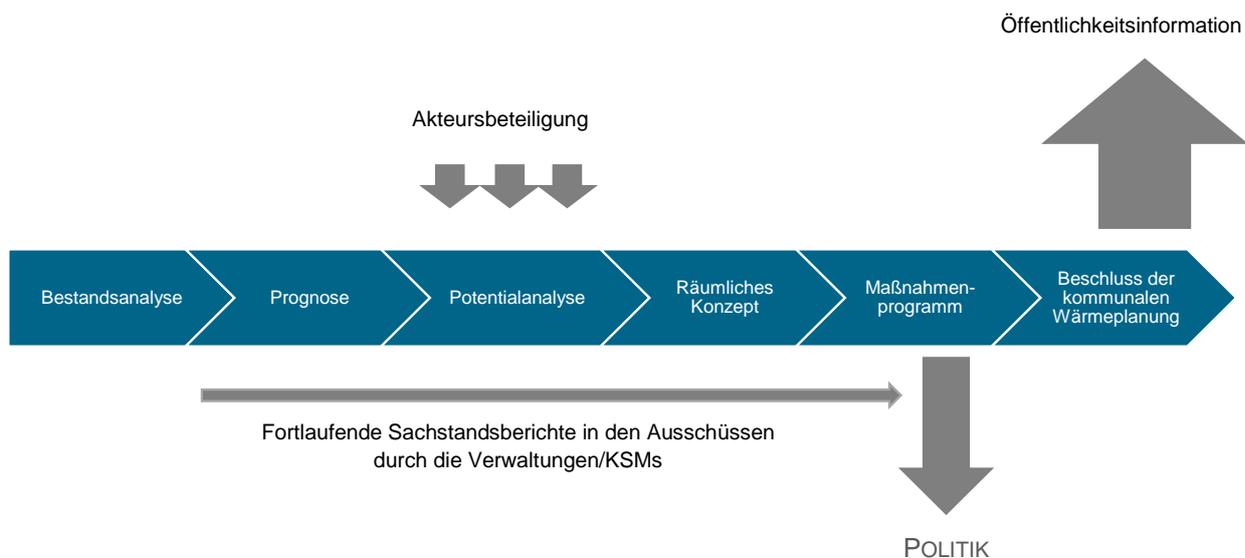


Abbildung 10-1: Öffentlichkeitsbeteiligung

10.1 AKTEURSBETEILIGUNG ZU PROJEKTBEGINN

Im Rahmen der Datenerhebung wurden neben der Stadtverwaltung auch die Energieversorgungsunternehmen und Wärmenetzbetreiber sowie verschiedene Akteure mit gewerblichem Hintergrund eingebunden. Leider hat nur ein Teil der gewerblichen Akteure in Tönning diese Möglichkeit zur Beteiligung an der Wärmeplanung wahrgenommen. Ziel war es, Informationen über deren Wärme- und Kältebedarf sowie über bestehende Wärme- und Kälteerzeuger zu sammeln. Besonderes Augenmerk lag dabei auf der Erfassung potenziell nutzbarer Abwärme, die für die Wärmeversorgung herangezogen werden könnte. Diese Abfrage erfolgte sowohl schriftlich per E-Mail als auch telefonisch.

Die Ergebnisse der Datenerfassung bildeten eine wichtige Grundlage für die weitere Entwicklung und Umsetzung von Maßnahmen zur Wärmeversorgung in Tönning. Durch die Einbeziehung

verschiedener Akteure wurde sichergestellt, dass die Planung praxisnah erfolgt und die Bedürfnisse und Anforderungen der lokalen Wirtschaft angemessen berücksichtigt werden. Auf Basis der ausgewerteten Daten wurde geplant, die Einbindung großer Gewerbeakteure in Form von Workshops weiterzuführen. Da jedoch keine potenziellen Quellen für die Wärme- und Kälteversorgung identifiziert werden konnten, wurden die geplanten Workshops zu diesem Thema verworfen.

10.2 BETEILIGUNG ZUR ENTWICKLUNG DER SZENARIEN

In enger Abstimmung mit Vertreter*innen der Stadtverwaltung wurde das Zieljahr für die kommunale Wärmeplanung auf das Jahr 2040 festgelegt. Dies geschah im Einklang mit dem Koalitionsvertrag der Landesregierung (vgl. Koalitionsvertrag 2022-2027) und in Erwartung entsprechender gesetzlicher Vorgaben.

Darüber hinaus wurde durch die IPP ESN und Greenventory für die Prognose des Wärmebedarfs eine ambitionierte Sanierungsrate von 2 % pro Jahr empfohlen. Gemeinsam mit Vertreter*innen der Stadtverwaltung, wurden zudem Ziele für den Ausbau des Wärmenetzes definiert. Es ist jedoch darauf hinzuweisen, dass weiterführende Untersuchungen wie Machbarkeitsstudien und Investitionsentscheidungen potenzieller Betreiber zu einer Anpassung dieser Ziele führen können.

10.3 ÖFFENTLICHKEITSINFORMATION UND -BETEILIGUNG

Zu Beginn des Planungsprozesses wurden keine Presseveranstaltungen durchgeführt. Die politischen Entscheidungsträger erhielten den Bericht im Vorfeld zur Durchsicht.

Zu Beginn des Jahres 2025 ist eine umfassende Informationsveranstaltung für die Öffentlichkeit geplant, bei der die Bürger*innen detailliert über die kommunale Wärmeplanung informiert werden. In dieser Veranstaltung werden die wesentlichen Inhalte des Wärmeplans vorgestellt, darunter die entwickelten Szenarien, die geplanten Maßnahmen und die definierten Eignungsgebiete für den Ausbau der Wärmeinfrastruktur. Die Veranstaltung bietet nicht nur die Möglichkeit, sich über das Ergebnis des Projekts zu informieren, sondern auch Fragen zu stellen.

11 WÄRMEWENDESTRATEGIE TÖNNING

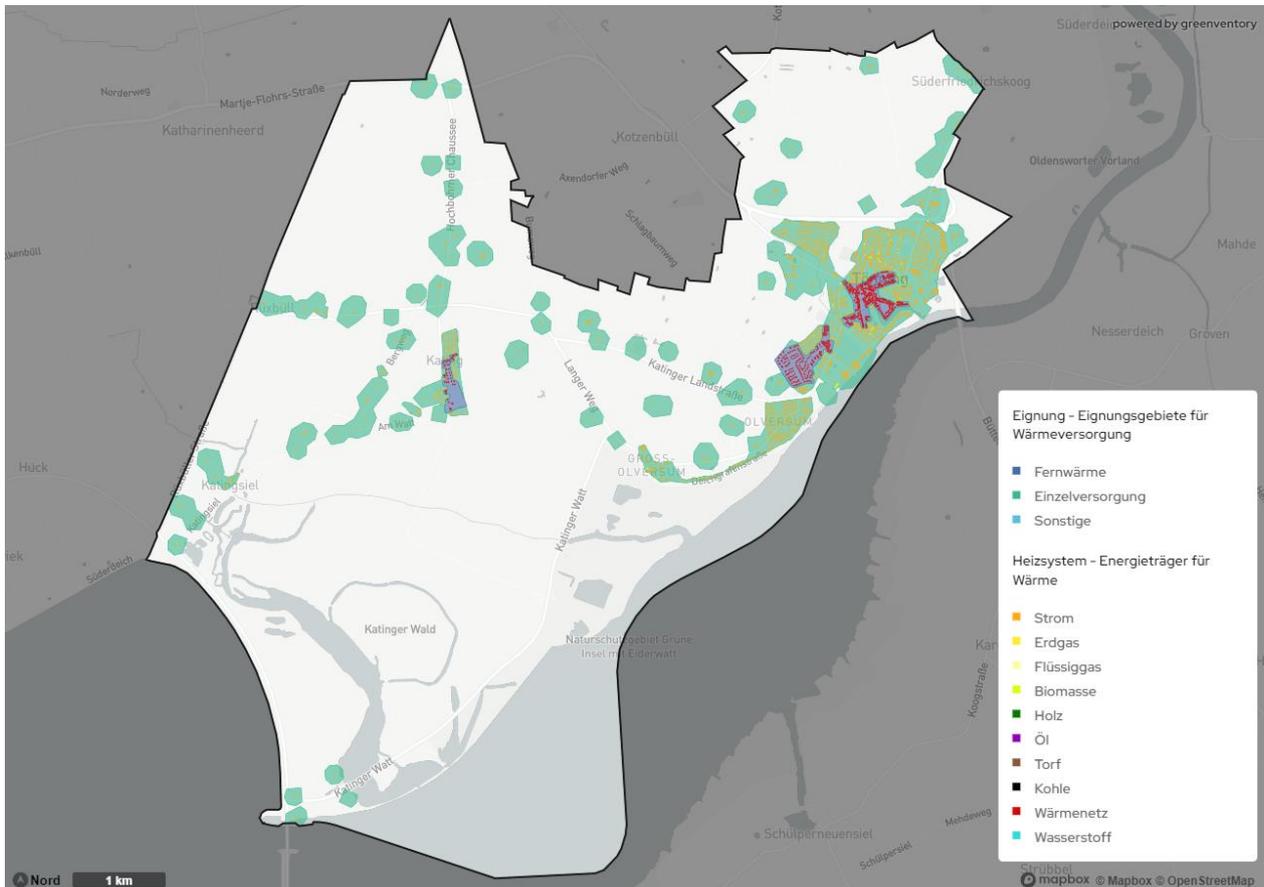


Abbildung 11-1: Versorgungsszenario in Zieljahr 2040

Die Fertigstellung des Kommunalen Wärmeplans (KWP) schafft für die Bürger, insbesondere außerhalb der Eignungsgebiete, mehr Planungssicherheit. Für die Stadt und die lokalen Akteure der Wärmewende bringt der Plan klare Prioritäten und Orientierung, um gezielt zu entscheiden, auf welche Gebiete sich zukünftige Maßnahmen und Detailuntersuchungen in Bezug auf Wärmenetze konzentrieren sollten. Die dabei gesammelten Daten liefern wertvolle Erkenntnisse, die die Energiewende beschleunigen. Digitale Werkzeuge, wie der Digitale Zwilling, unterstützen diesen Prozess zusätzlich.

Ein Blick auf die aktuelle Wärmeversorgung zeigt jedoch dringenden Handlungsbedarf: Mehr als 90 % der Wärmeversorgung basiert auf fossilen Brennstoffen wie Erdgas und Heizöl, die dekarbonisiert werden müssen. Besonders der Wohnsektor, der für rund 64 % der Emissionen verantwortlich ist, spielt hierbei eine Schlüsselrolle. Sanierungen, Energieberatungen und der Ausbau von Wärmenetzen sind entscheidend, um die Wärmewende erfolgreich voranzutreiben. Hervorzuheben ist, dass in Tönning bereits zwei gut ausgebaute Wärmenetze existieren und auch eine lokale Akteurslandschaft existiert, welche einen weiteren Netzausbau voranbringen kann.

Im Rahmen des Projekts wurden Gebiete identifiziert, die sich besonders gut für den Ausbau von Wärmenetzen eignen. Diese befinden sich im Stadtzentrum von Tönning. Für diese Eignungsgebiete wurden erneuerbare Wärmequellen untersucht und konkrete Maßnahmen festgelegt, um die Wärmewende in diesen Gebieten gezielt zu fördern. Die Umsetzung der Wärmenetze wird in den kommenden Planungsschritten vorangetrieben, wobei die im Maßnahmenpaket vorgesehenen Machbarkeitsstudien eine zentrale Rolle spielen.

Während im Eignungsgebiet der Fokus auf den Auf- und Ausbau von Wärmenetzen liegt, wird in den übrigen Gebieten mit überwiegend Einfamilien- und Doppelhäusern eine effiziente Versorgung durch Wärmepumpen, Photovoltaik und Biomasseheizungen angestrebt. Gerade in diesen Einzelversorgungsgebieten benötigen die Bürger verstärkt Unterstützung durch Gebäudeenergieberatungen. Hierfür sollten Angebote und Akteure gestärkt und durch Informationskampagnen beworben werden.

Die im Projekt erarbeiteten Maßnahmen bilden den ersten Schritt zur Transformation der Wärmeversorgung. Eine detaillierte Untersuchung in Form von Machbarkeitsstudien zur Errichtung potenzieller Wärmenetze in den Eignungsgebieten ist essenziell. Besonderes Augenmerk sollte dabei auf die langfristige und lokale Verfügbarkeit von Biogas und Biomasse als Energieträger gelegt werden. Zudem sollte der Nicht-Wohnsektor, insbesondere öffentliche Gebäude, in den Fokus rücken.

Die Energiewende bringt erhebliche Investitionskosten mit sich, doch der Start mit ökonomisch sinnvollen Projekten ist ein wichtiger Hebel für den Erfolg der Wärmewende. Förderprogramme bieten dabei wertvolle Unterstützung und helfen finanzielle Risiken zu minimieren. Gleichzeitig steigen die Kosten und Risiken für fossile Energiequellen, insbesondere durch die zunehmende CO₂-Bepreisung.

Abschließend ist festzuhalten, dass die Wärmewende nur durch die Zusammenarbeit vieler lokaler Akteurinnen und Akteure bewältigt werden kann. Eine Stärkung des Gemeinschaftsgefühls während des Umsetzungsprozesses sowie die Steigerung der regionalen Wertschöpfung durch die Wärmewende sind wichtige Erfolgsfaktoren.

1 ANHANG 1: UNTERSUCHUNGS- UND EIGNUNGSGEBIETE

1.1 TÖNNING ZENTRUM

Name: Zentrum



Anzahl der Gebäude im Gebiet	230
Heutiger Wärmebedarf	6.590 MWh
Wärmeliniendichte (Status quo)	3.460 kWh/(m·a)
Zukünftiger Wärmebedarf	4.540 MWh
Wärmeliniendichte (nach Sanierungen)	2.380 kWh/(m·a)
Wärmenetz im gesamten Eignungsgebiet	
Anschlussquote	60%
Anzahl versorgter Gebäude	138
Netzwärmebedarf	4.480 MWh
Netzleistungsbedarf	1.970 kW
Netzlänge (Trasse)	1.904 m
Netzlänge (Hausanschlüsse)	2.070 m
Netzverluste	12 %
Wärmeliniendichte (bei Anschlussquote)	2.350 kWh/(m·a)
Notwendige Investitionen	10,2 - 10,5 Mio. €
Mögliche Förderung	4- 4,1 Mio. €

Die Wirtschaftlichkeitsberechnungen für diesem Bereich hat ergeben, dass eine zentrale Wärmeversorgung für das o.g. Eignungsgebiet als eigenständiges Wärmenetz als nicht

wirtschaftlich einzustufen ist, da die Kosten für eine dezentrale Wärmeversorgung geringer sind als die Kosten bei Anschluss an ein mögliches Wärmenetz. Das Eignungsgebiet liegt jedoch unweit des bestehenden Wärmenetzes der HanseWerk Natur, östlich der Heizzentrale. Die Erschließung des Eignungsgebietes aus dem Bestandsnetz heraus bietet Synergien und mindert das finanzielle Risiko, von dem Neunetze im Allgemeinen betroffen sind. Daher könnte das Gebiet als Erweiterungsbereich des bestehenden Wärmenetzes durchaus wirtschaftlich interessant und tragbar sein.

Die Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung sind in Anhang 5: Wirtschaftlichkeitsberechnungen einzusehen. Diese Ergebnisse betrachten das Gebiet jedoch stets betreiberunabhängig als Neunetz.

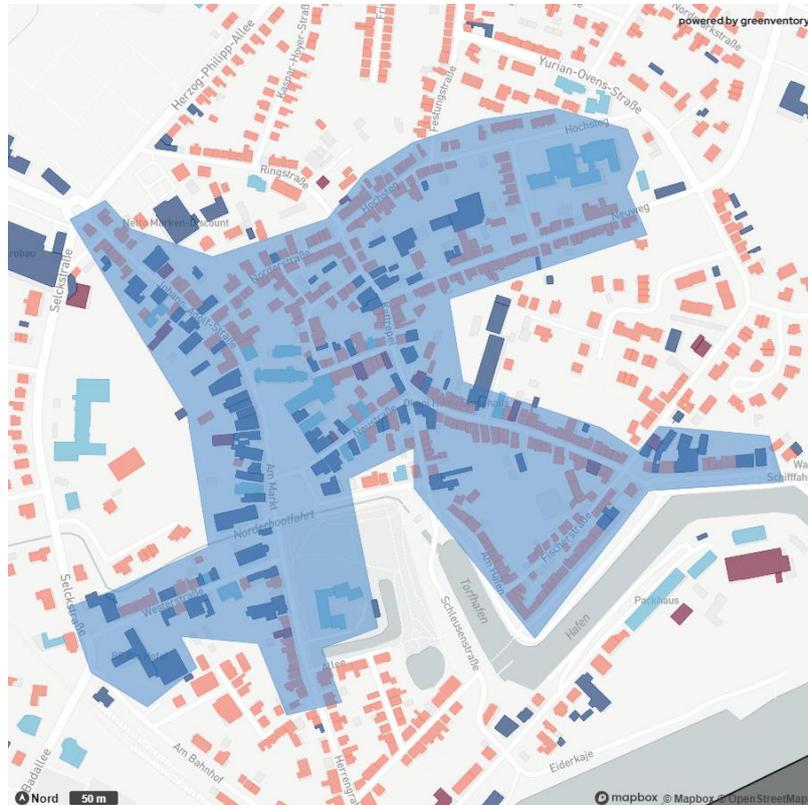
Die hohen Wärmegestehungskosten in dem Gebiet widersprechen den Erwartungen insofern, als die Wärmeliniendichte dieses Gebietes unter den drei untersuchten Gebieten am höchsten ist. Grund für die dennoch geringe Wirtschaftlichkeit ist die geringe Größe des Gebietes. Dadurch können keine Skaleneffekte genutzt werden, die die Wärmeherzeugung in größeren Gebieten günstiger werden lässt.

Möglicher Ankerkunde in dem Gebiet ist das Rathaus Tönning. Von der Lage her liegt das Eignungsgebiet im Ortskern von Tönning.

Das Eignungsgebiet Tönning Zentrum als eigenständiges Netz wird auf Grund der fehlenden Wirtschaftlichkeit nicht als Maßnahme empfohlen.

1.2 TÖNNING ZENTRUM INKL. WP-HERAUSFORDERUNG

Name: Zentrum - inkl. WP-Herausforderung



Anzahl der Gebäude im Gebiet	410
Heutiger Wärmebedarf	11.140 MWh
Wärmeliniedichte (Status quo)	3.190 kWh/(m·a)
Zukünftiger Wärmebedarf	7.290 MWh
Wärmeliniedichte (nach Sanierungen)	2.090 kWh/(m·a)
Wärmenetz im gesamten Eignungsgebiet	
Anschlussquote	60%
Anzahl versorgter Gebäude	246
Netzwärmebedarf	7.630 MWh
Netzleistungsbedarf	2.840 kW
Netzlänge (Trasse)	3.496 m
Netzlänge (Hausanschlüsse)	3.690 m
Netzverluste	12%
Wärmeliniedichte (bei Anschlussquote)	2.180 kWh/(m·a)
Notwendige Investitionen	16,3 - 16,9 Mio. €
Mögliche Förderung	6,3 - 6,7 Mio. €

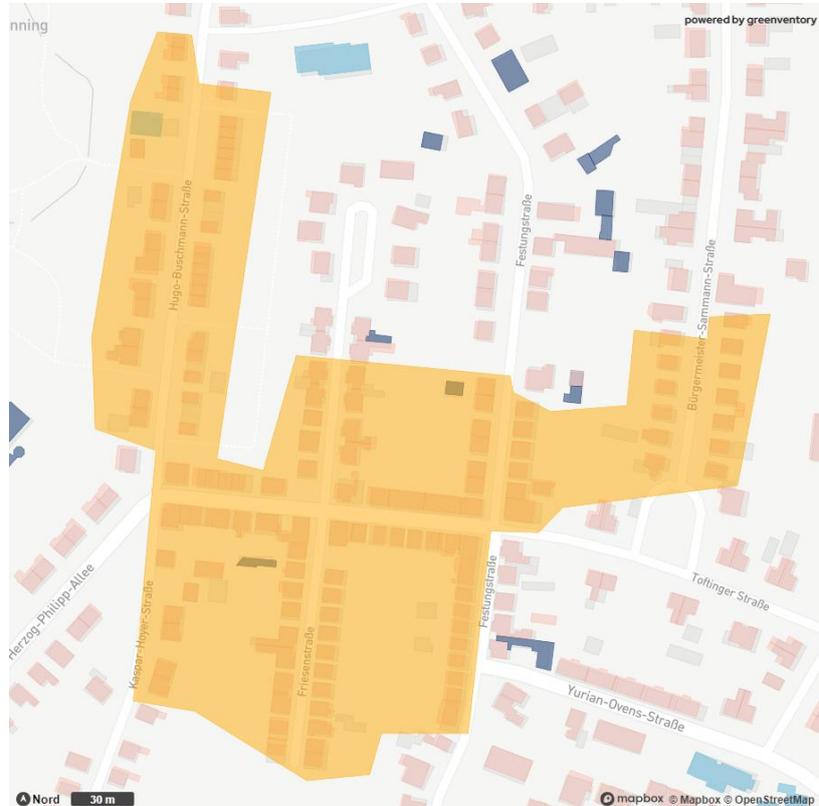
Die Wirtschaftlichkeitsberechnungen für diesen Bereich hat ergeben, dass eine zentrale Wärmeversorgung für das o.g. Eignungsgebiet als bedingt wirtschaftlich einzustufen ist, da die Kosten für eine dezentrale Wärmeversorgung in geringem Maß höher sind als die Kosten bei Anschluss an ein mögliches Wärmenetz.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

Das Gebiet Zentrum inkl. WP-Herausforderung ist eine Erweiterung des Eignungsgebiets Zentrum. Es umfasst dabei die im Ortskern liegenden Gebäude mit einer WP-Herausforderung. Für die betroffenen Gebäudeeigentümer ist ein Anschluss an ein Wärmenetz wohlmöglich eine attraktive Alternative. Ankerkunden in dem Gebiet sind die Schule am Ostertor und das Rathaus Tönning.

Da sich ein mögliches Wärmenetz in dem Eignungsgebiet wirtschaftlich bei ausreichend hoher Anschlussquote als wirtschaftlich tragfähig herausgestellt hat und das Wärmenetz darüber hinaus eine Versorgungsoption für etliche Gebäude bereithält, für die eine Luftwärmepumpe voraussichtlich nicht in Frage kommt, wird das Eignungsgebiet Tönning Zentrum inkl. WP-Herausforderung als Maßnahme empfohlen. Es sollte jedoch auch bei diesem erweiterten Gebiet geprüft werden, ob ein Zusammenschluss mit dem Bestandsnetz Synergien schafft, die die Wirtschaftlichkeit verbessern. Die Überführung in eine Maßnahme erfolgt in Anhang 2: Maßnahmen.

1.3 TÖNNING TOFTINGER STRAßE

Name: Toftinger Str.



Anzahl der Gebäude im Gebiet	134
Heutiger Wärmebedarf	1.720 MWh
Wärmeliniendichte (Status quo)	2.040 kWh/(m·a)
Zukünftiger Wärmebedarf	760 MWh
Wärmeliniendichte (nach Sanierungen)	900 kWh/(m·a)
Wärmenetz im gesamten Eignungsgebiet	
Anschlussquote	60%
Anzahl versorgter Gebäude	80
Netzwärmebedarf	1.300 MWh
Netzleistungsbedarf	440 kW
Netzlänge (Trasse)	843 m
Netzlänge (Hausanschlüsse)	1.206 m
Netzverluste	21%
Wärmeliniendichte (bei Anschlussquote)	1.550 kWh/(m·a)
Notwendige Investitionen	4,7 - 5 Mio. €
Mögliche Förderung	1,8 - 2 Mio. €

Die Wirtschaftlichkeitsberechnungen für diesem Bereich hat ergeben, dass eine zentrale Wärmeversorgung für das o.g. Eignungsgebiet als nicht wirtschaftlich einzustufen ist, da die Kosten für eine dezentrale Wärmeversorgung deutlich geringer sind als die Kosten bei Anschluss

an ein mögliches Wärmenetz. Die genauen Ergebnisse sind in Anhang 5: Wirtschaftlichkeitsberechnungen einzusehen.

Dieses Eignungsgebiet hat eine große Besonderheit, da es sich sowohl um ein Gebiet mit WP-Herausforderung handelt als auch ein Fokusgebiet für energetische Sanierung darstellt. Trotz des hohen Sanierungsbedarfs wurde sich dieses Gebiet angeschaut, um einen Wärmenetzanschluss als Alternative zur Wärmepumpe zu bieten. Da sich der Wärmebedarf auf Grund von Sanierungen bis zum Zieljahr um knapp 60 % verringert und der heute schon geringen Wärmeliniendichte ist ein Wärmenetz im Gebiet der Toftinger Straße als unwirtschaftlich zu betrachten und muss daher in dieser Planung als Option ausgeschlossen werden.

Von der Lage liegt das Eignungsgebiet in direkter Nähe zum Stadtwald Tönning.

Auf Grund der benannten Gründe wird das Eignungsgebiet Tönning Toftinger Straße nicht als Maßnahme empfohlen.

2 ANHANG 2: MAßNAHMEN

LEGENDE

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

2.1 ÜBERGEORDNETE MAßNAHMEN

2.1.1 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"/> 
VERANTWORTLICHE AKTEURE	HanseWerk Natur, (Stadt Tönning)
NACHHALTIGKEITSWIRKUNG	CO ₂ Einsparung <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Wärmeversorgung <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
	Luftschadstoffe <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Kälteversorgung <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
GESCHÄTZTE KOSTEN	Für die Stadt/Kommune entstehen lediglich Aufwände in Höhe der freiwilligen personellen Unterstützung des und Abstimmung mit dem Wärmenetzbetreiber bei dessen Planung
MÖGLICHE FÖRDERUNGEN	BEW (Für den Wärmenetzbetreiber)
WEITERER NUTZEN	Die Wärmenetzbetreiber sind gesetzlich verpflichtet für bestehende nicht vollständig regenerative Wärmenetze bis Ende 2026 einen Fahrplan aufzustellen, wie und in welchen Zeitschritten sie beabsichtigen das Wärmenetz zu dekarbonisieren (vgl. WPG §32 (1)). Die Erstellung eines BEW-Transformationsplanes erfüllt diese Verpflichtung und schafft darüber hinaus die Möglichkeit eine Investitionskostenförderung für die Umsetzung der Dekarbonisierung zu beantragen.
PRIORITÄT	Hoch
ZEITRAUM	2025
HINWEISE	Die Transformationspläne sind förderfähig für den Wärmenetzbetreiber. Es können die Hälfte der Kosten als Fördermittel beantragt werden.

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

In Tönning werden bereits zwei Wärmenetze von HanseWerk Natur und einem Biogasanlagenbetreiber in Kating betrieben, was einen wichtigen Schritt in Richtung Nachhaltigkeit darstellt. Für das Wärmenetz in Kating dürfte aufgrund der Erzeugerstruktur kein Transformationsplan erforderlich sein, bei dem Wärmenetz der HanseWerk Natur hingegen schon.

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

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

2.1.2 EINFÜHRUNG KOORDINATIONSSTELLE SANIERUNG

MAßNAHME TYP	<input type="checkbox"/>  <input checked="" type="checkbox"/>  <input type="checkbox"/>  <input type="checkbox"/>  <input type="checkbox"/>  <input type="checkbox"/>  <input type="checkbox"/>  <input type="checkbox"/>  <input type="checkbox"/> 
VERANTWORTLICHE AKTEURE	Stadt Tönning
NACHHALTIGKEITSWIRKUNG	CO ₂ Einsparung <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Wärmeversorgung <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Luftschadstoffe <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Kälteversorgung <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
GESCHÄTZTE KOSTEN	Personalkosten
MÖGLICHE FÖRDERUNGEN	
WEITERER NUTZEN	
PRIORITÄT	Hoch
ZEITRAUM	2025
HINWEISE	

Die energetische Sanierung spielt eine entscheidende Rolle bei der Reduzierung des Wärmebedarfs und der damit verbundenen Treibhausgasemissionen. Es ist bekannt, dass die Senkung des Wärmebedarfs unerlässlich ist, um langfristig den verbleibenden Energiebedarf durch erneuerbare Energien decken zu können. Aktuell stehen jedoch sowohl Eigentümer*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 in der Stadt Tönning könnte viele dieser Hindernisse beseitigen und die Sanierungsaktivitäten beschleunigen und effizienter gestalten. Zu den Aufgaben eines solchen zentralen energetischen Sanierungsmanagements könnten gehören:

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

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

2.1.3 KOMMUNALES BERATUNGSANGEBOT HEIZUNGSUSTAUSCH

MAßNAHME TYP	<input type="checkbox"/>  <input checked="" type="checkbox"/>  <input type="checkbox"/>  <input type="checkbox"/>  <input type="checkbox"/>  <input type="checkbox"/>  <input type="checkbox"/>  <input type="checkbox"/>  <input type="checkbox"/> 
VERANTWORTLICHE AKTEURE	Stadt Tönning, Koordinierungsstelle Sanierung
NACHHALTIGKEITSWIRKUNG	CO ₂ Einsparung <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Wärmeversorgung <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Luftschadstoffe <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Kälteversorgung <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
GESCHÄTZTE KOSTEN	Personalkosten
MÖGLICHE FÖRDERUNGEN	
WEITERER NUTZEN	Die Verfügbarkeit von Beratungsdiensten für den Einbau von Wärmepumpen kann dazu beitragen, Fehlinvestitionen in nicht nachhaltige Wärmeerzeugungstechnologien zu vermeiden und langfristig die Brennstoffkosten für die Beteiligten zu senken. Die Einführung von Wärmepumpen trägt zur Steigerung der lokalen Wertschöpfung bei, insbesondere im Handwerksbereich.
PRIORITÄT	Hoch
ZEITRAUM	2025
HINWEISE	

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

Ein umfassendes kommunales Beratungsangebot zum Thema Wärmepumpen (oder mögliche weitere umweltfreundliche Alternativen) kann dazu beitragen, diese Fragen anzugehen und eine zielgerichtete Beratung für Bürger*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.

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

2.1.4 AUFBAU EINER ENERGETISCHEN SANIERUNGSSTRATEGIE FÜR KOMMUNALE GEBÄUDE

MAßNAHME TYP	<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"/>  <input type="checkbox"/> 
ZIEL	Reduzierung des Energieverbrauchs und der Treibhausgas-Emissionen in kommunalen Gebäuden
VERANTWORTLICHE AKTEURE	Stadt Tönning, koordinierungsstelle Sanierung
NACHHALTIGKEITSWIRKUNG	CO ₂ Einsparung <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Wärmeversorgung <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> Luftschadstoffe <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Kälteversorgung <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
GESCHÄTZTE KOSTEN	
MÖGLICHE FÖRDERUNGEN	
WEITERER NUTZEN	
PRIORITÄT	Hoch
UMSETZUNGSBEGINN	
HINWEISE	

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

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

Bei Erstellung dieser Modernisierungsstrategie sollte idealerweise die Möglichkeit einer Stromerzeugung auf den jeweiligen Dächern/Fassaden oder sonstigen Flächen der Gebäude mitgedacht und wo möglich die Umsetzung initiiert werden.

2.2 IDENTIFIZIERTE MAßNAHMEN

2.2.1 FOKUSGEBIETE FÜR ENERGETISCHE SANIERUNG

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

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

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

- ein Problembewusstsein bei Eigentümern geweckt wird,
- gezielte auf ein Gebiet abgestimmte Informationen / Informationsveranstaltungen möglich werden,
- Synergien aus der sukzessiven, ggf. gleichartigen Sanierung vieler Gebäude im Gebiet genutzt werden,

- Mustersanierungskonzepte erstellt werden können, die sich auf einen Großteil der Gebäude im Gebiet übertragen lassen.

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

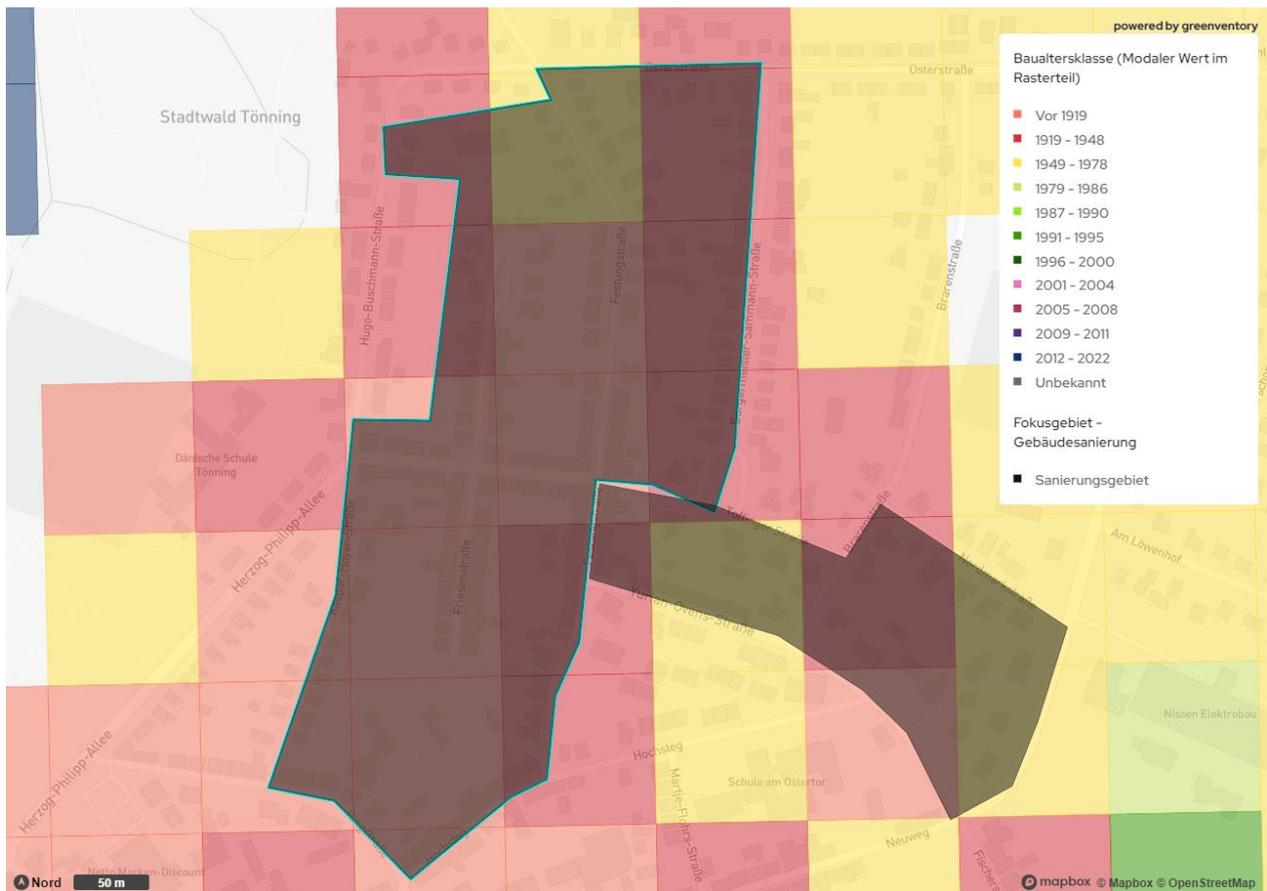


Abbildung 2-1: Empfehlung Fokusgebiet Gebäudesanierung „Toftinger Straße“ dargestellt im Kontext der dominierenden Gebäudebaujahre in 100x100 m Segmenten

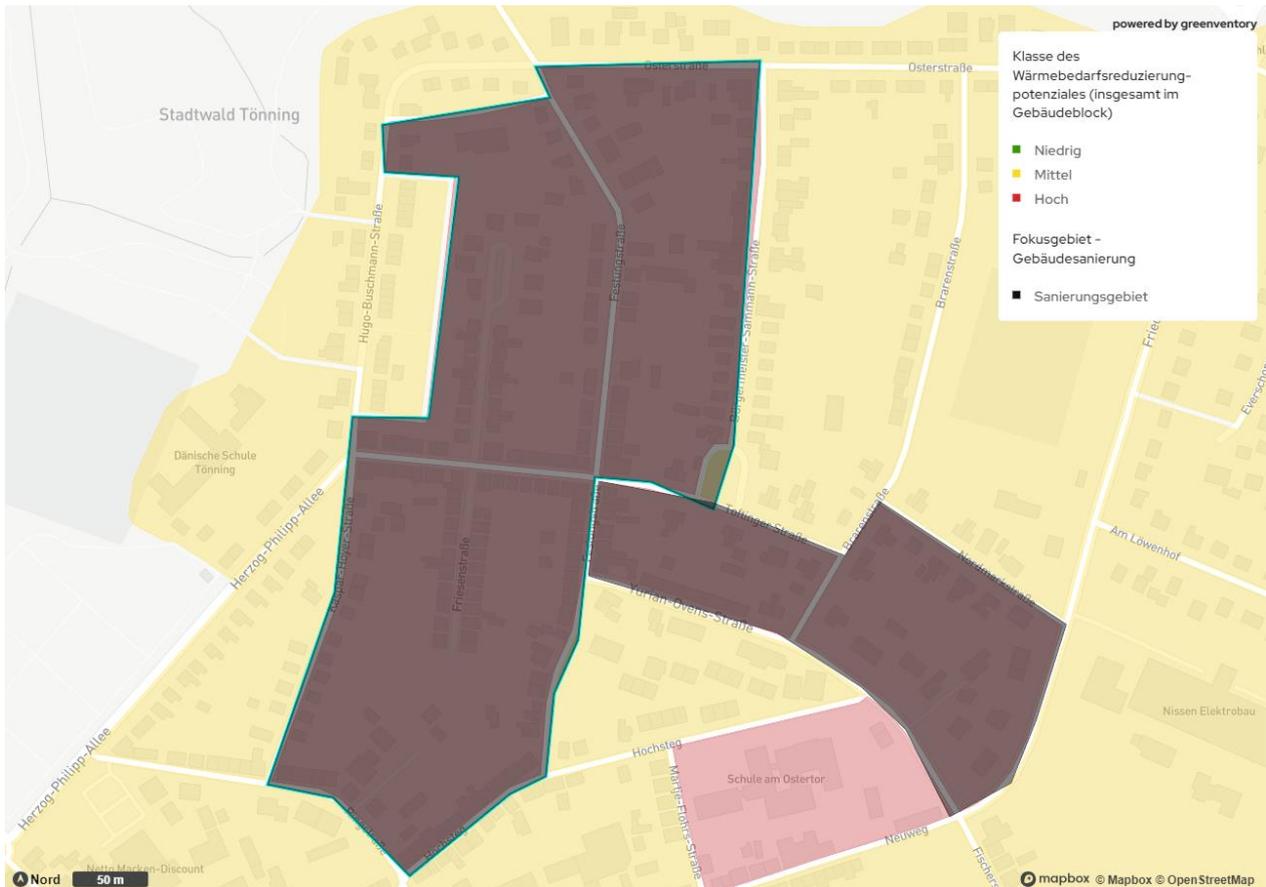


Abbildung 2-2: Empfehlung Fokusgebiet Gebäudesanierung „Toftinger Straße“ dargestellt im Kontext des Sanierungspotenzials.

Das in Abbildung 2-1 und Abbildung 2-2 dargestellte Fokusgebiet „Toftinger Straße“ besteht im Großteil aus Einfamilienhäusern, einigen Gebäuden aus GHD, Verkehr & Sonstige und zwei Mehrfamilienhäusern. Es wurde fast gänzlich vor 1919 und zwischen 1949 und 1978 errichtet. Dem Gebiet kommt eine zusätzliche Priorität zu, da es in Teilen durch die Herausforderungen der Aufstellung von Luftwärmepumpen zum Wärmenetzeignungsgebiet gehört.

Von der Lage befindet sich das Fokusgebiet „Toftinger Straße“ am nördlichen Rand der Stadt Tönning in direkter Nähe zum gleichnamigen Stadtwald.

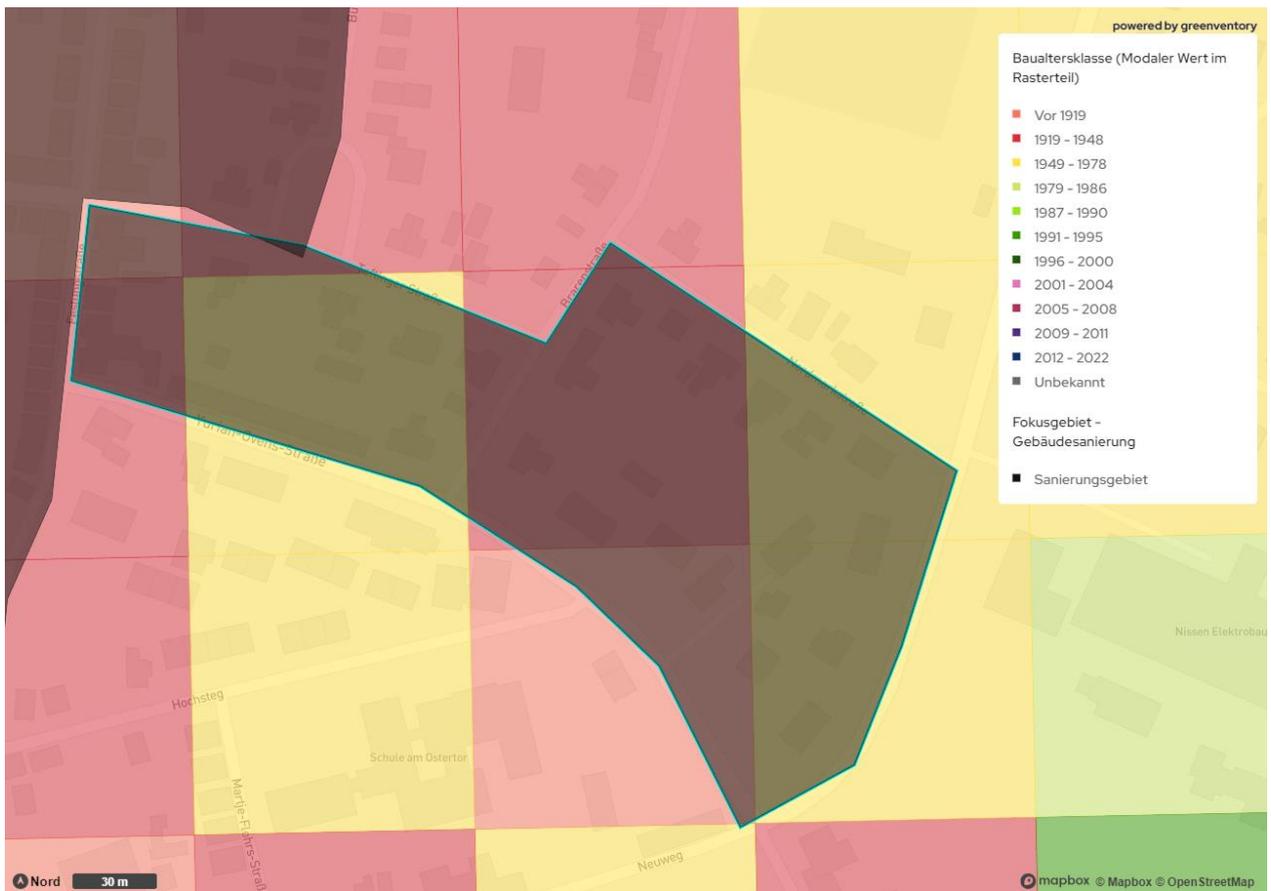


Abbildung 2-3: Empfehlung Fokusgebiet Gebäudesanierung „Brarenstraße“ dargestellt im Kontext der dominierenden Gebäudebaujahre in 100 x 100 m Segmenten

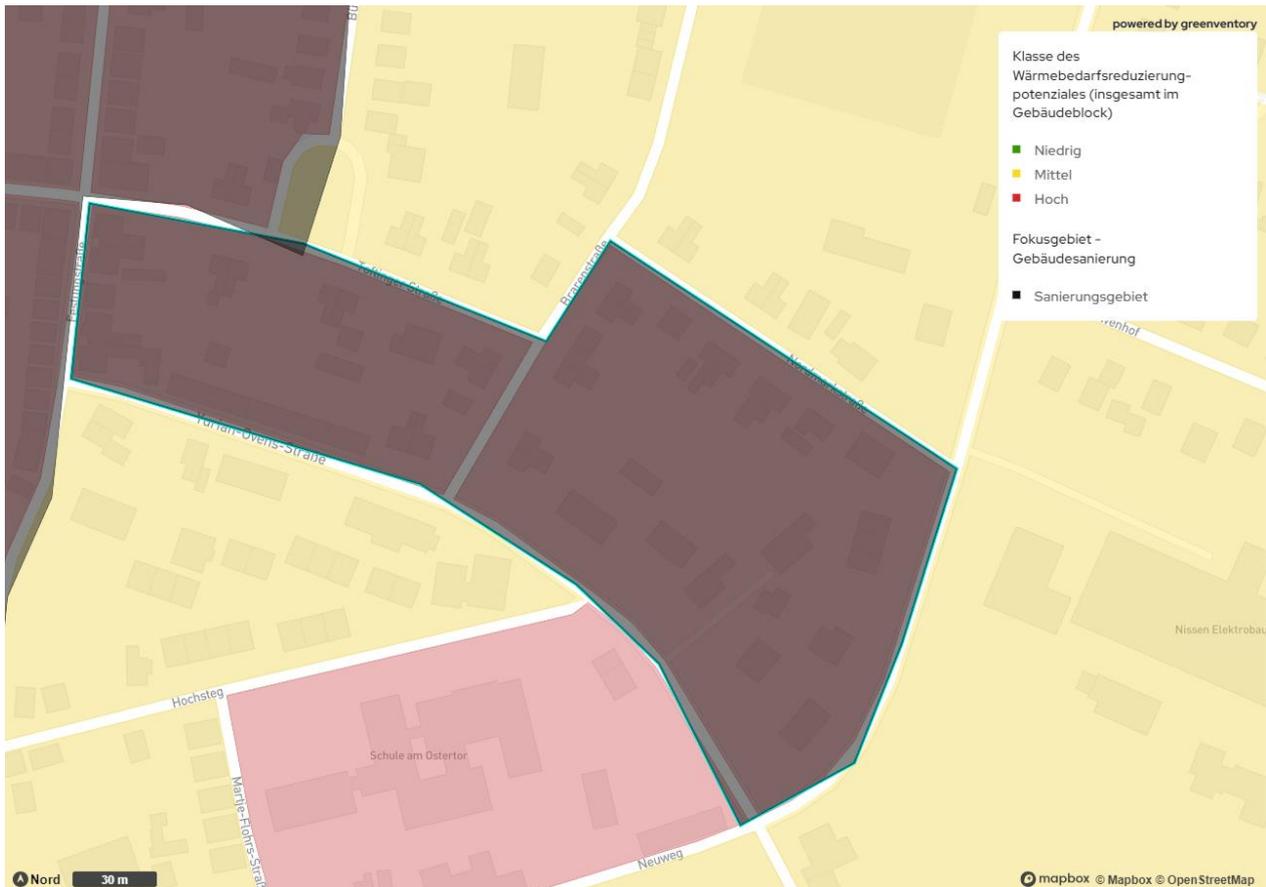


Abbildung 2-4: Empfehlung Fokusgebiet Gebäudesanierung „Brarenstraße“ dargestellt im Kontext des Sanierungspotenzials

Das Fokusgebiet Brarenstraße (s. Abbildung 2-3 und Abbildung 2-4) besteht vor allem aus Einfamilienhäusern. Im Baulter ist das Gebiet eher heterogen. Es befinden sich gleichermaßen viele Gebäude in den Baualterklassen vor 1919, zwischen 1919 und 1948 sowie 1949 und 1978. Darunter sind auch drei Ausnahmen mit einem jüngeren Baulter.

Das Fokusgebiet „Brarenstraße“ befindet sich im Stadtgebiet von Tönning, nördlich der Schule am Ostertor.

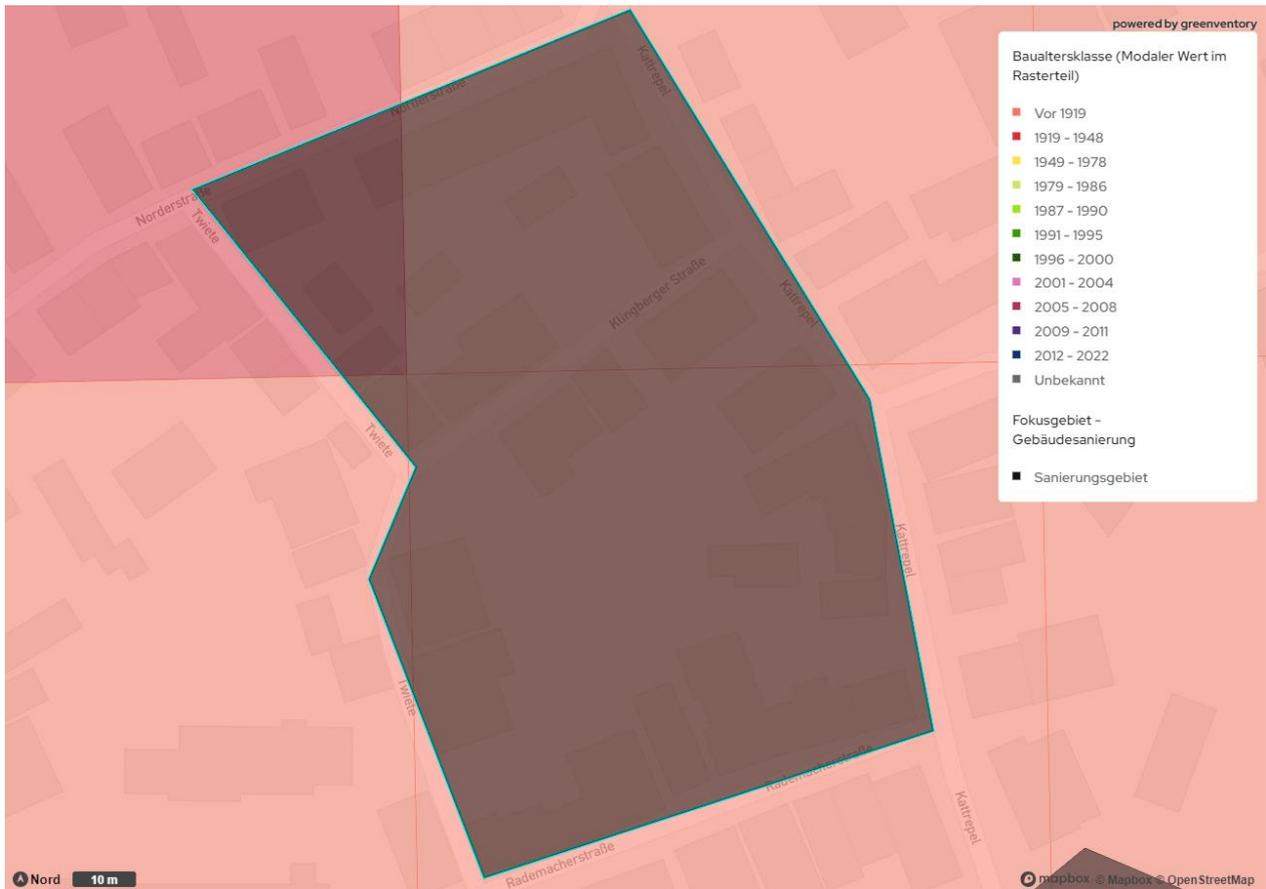


Abbildung 2-5: Empfehlung Fokusgebiet „Klingenberger Straße“ dargestellt im Kontext der dominierenden Gebäudebaujahre in 100 x 100 m Segmenten

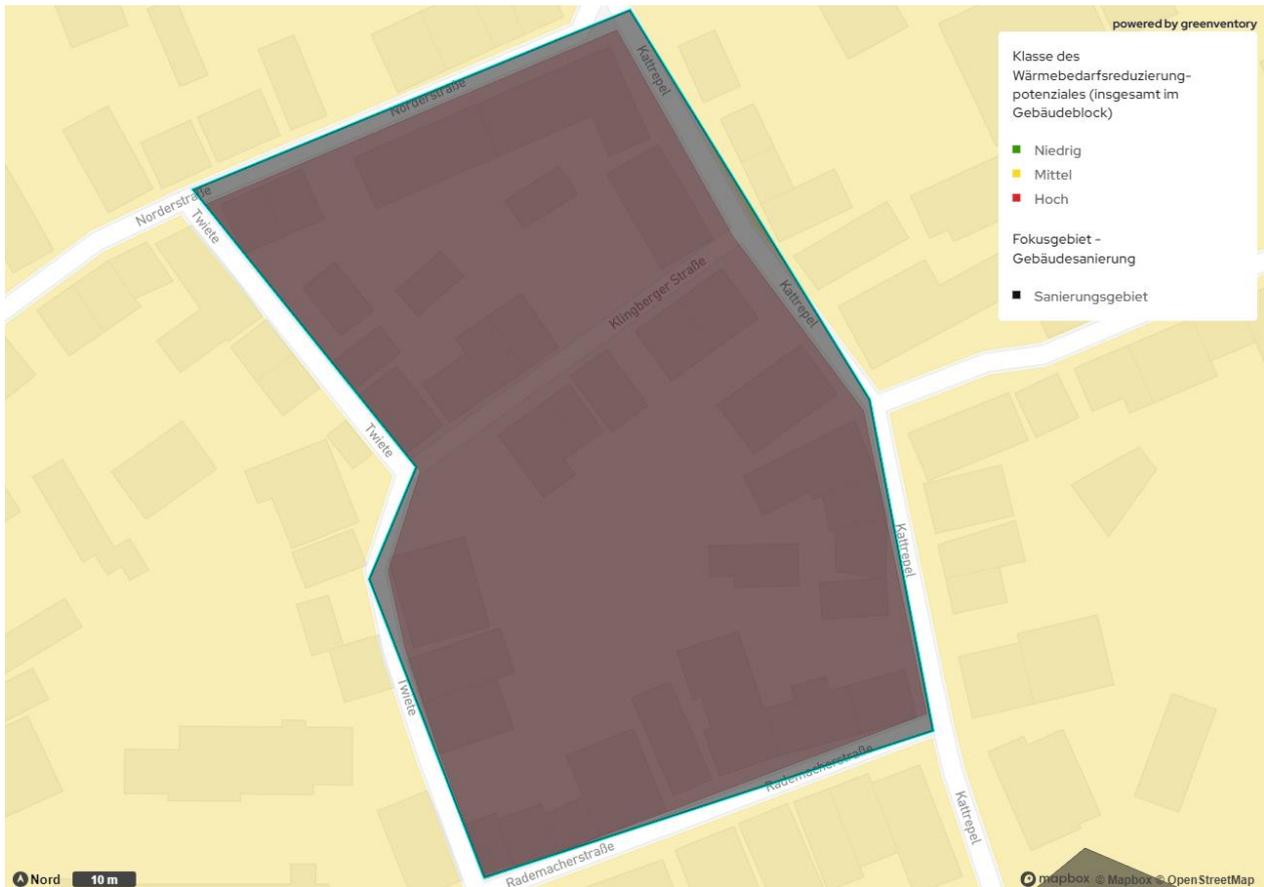


Abbildung 2-6: Empfehlung Fokusgebiet „Klingberger Straße“ dargestellt im Kontext von Sanierungspotenzial (anonymisiert, flächig eingefärbt) und Gebäudebaujahr

Ein weiteres Fokusgebiet kann im Bereich „Klingberger Straße“ (vgl. Abbildung 2-5 und Abbildung 2-6) ausgewiesen werden. Dieses Gebiet besteht im Wesentlichen aus Einfamilienhäusern, die vor 1919 errichtet wurden. Unter den Gebäuden befinden sich auch einzelne Gebäude aus GHD.

Von der Lage befindet sich das Fokusgebiet „Klingberger Straße“ im Stadtzentrum von Tönning. Zudem befindet sich das Fokusgebiet im empfohlenen Eignungsgebiet Zentrum inkl. WP-Herausforderung, weshalb ihm eine besondere Bedeutung zukommt. Eine Sanierung dieser Gebäude vor Anschluss an das Wärmenetz sorgt dafür, dass die notwendigen Investitionen in Hausübergabestation, Hausanschlussleitung und insgesamt in die Wärmenetzinfrastruktur etwas geringer ausfallen können und die Vorlauftemperatur möglichst niedrig gewählt werden kann. Eine Sanierung nach Anschluss an das Wärmenetz hingegen führt dazu, dass Investitionen getätigt wurden, die durch den Wärmeabsatz und damit einhergehenden Erlös jedoch nicht in ausreichender Menge refinanziert werden.

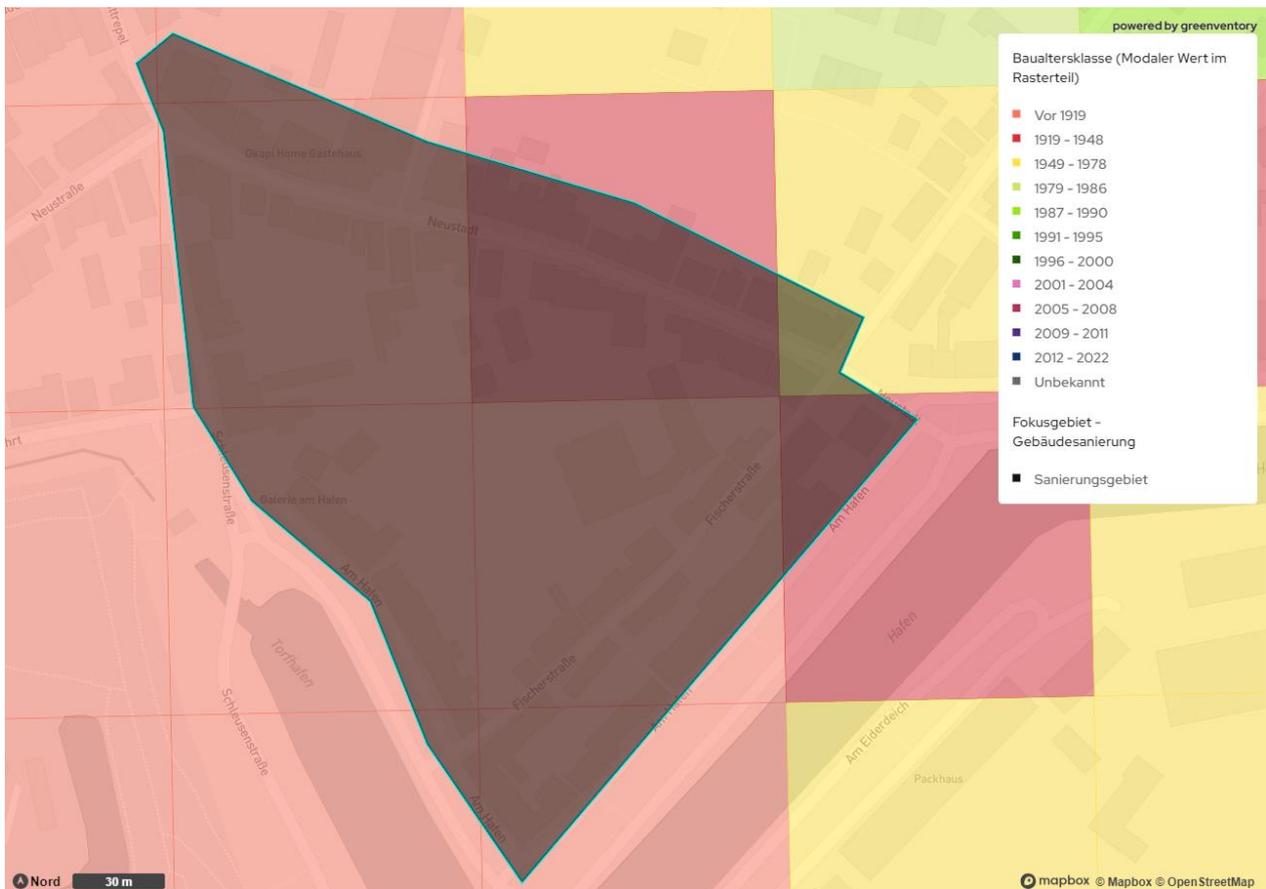


Abbildung 2-7: Empfehlung Fokusgebiet „An der Hörn“ dargestellt im Kontext der dominierenden Gebäudebaujahre in 100 x 100 m Segmenten

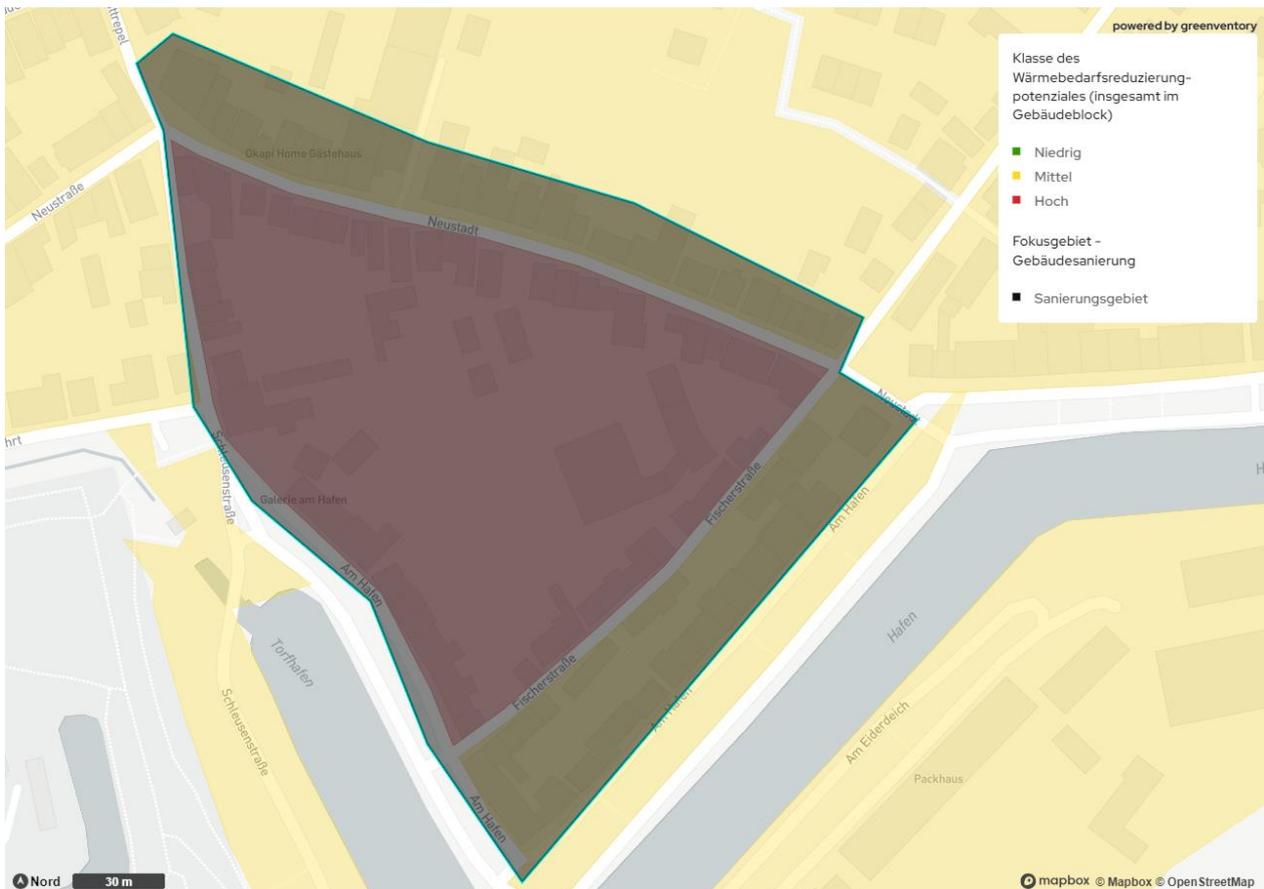


Abbildung 2-8: Empfehlung Fokusgebiet „An der Hörn“ dargestellt im Kontext des Sanierungspotenzials

In Abbildung 2-7 und Abbildung 2-8 ist das Fokusgebiet „An der Hörn“ dargestellt. Dieses Gebiet besteht im Großteil aus Einfamilienhäusern, die vor 1919 und zwischen 1949 und 1978 erbaut wurden. Im Gebiet befinden sich zudem einzelne Mehrfamilienhäuser, Reihenhäuser, Hotels und Gebäude aus dem Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen.

Dem Gebiet „An der Hörn“ kommt insofern eine besondere Bedeutung zu, als dass es sich um Gebäude mit einer WP-Herausforderung handelt und Teil des Eignungsgebietes Zentrum inkl. WP-Herausforderung ist. 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.

2.2.2 TÖNNING ZENTRUM INKL. WP-HERAUSFORDERUNG



MAßNAHME TYP	<input checked="" 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"/>  <input checked="" type="checkbox"/> BHKW <input checked="" type="checkbox"/> Spitzenlast			
VERANTWORTLICHE AKTEURE	Stadt Tönning, Wärmenetzbetreiber			
NACHHALTIGKEITSWIRKUNG	CO ₂ Einsparung	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	Wärmeversorgung	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
	Luftschadstoffe	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Kälteversorgung	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
GESCHÄTZTE KOSTEN	ca. 16,6 Mio. € Investitionen in Wärmenetz und Erzeuger			
MÖGLICHE FÖRDERUNGEN	ca. 6,5 Mio. €			

WEITERER NUTZEN	Nah- und Fernwärme stellen eine verlässliche Energiequelle dar und können damit aufgrund ihrer perspektivischen Treibhausgasneutralität eine Anziehungskraft auf Bürger*innen und Unternehmen ausüben. Zudem ist eine Anpassung der Erzeugungsstruktur bei Fortschreiten der Technologie mit geringem Aufwand möglich.
PRIORITÄT	Hoch
UMSETZUNGSZEITRAUM	2 bis 5 Jahre
NÄCHSTE SCHRITTE	Gespräche mit dem anliegenden Wärmenetzbetreiber Einwerbung Fördermittel (BEW) Durchführung Machbarkeitsstudie technische Planung und Umsetzung
HINWEISE	

Das Wärmenetzeignungsgebiet Zentrum inkl. WP-Herausforderung liegt nordöstlich des bestehenden Wärmenetzes „Rieper Weg“ der HanseWerk Natur. Es umfasst unter anderem die Gebäude der Schule am Ostertor und des Rathauses. Die Maßnahme die Errichtung eines Wärmenetzes zu prüfen, wurde aufgrund ihrer Wirtschaftlichkeit und ihres Potenzials für die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung ausgewählt.

Das Gebiet könnte einerseits als Erweiterung des bestehenden Wärmenetzes Stück für Stück erschlossen werden. Daraus ergeben sich Synergien hinsichtlich Wärmeerzeugung und benötigter Infrastruktur. Das Gebiet ist andererseits in sich groß genug, als alleinstehendes Wärmenetz wirtschaftlich mit dezentralen Lösungen konkurrieren zu können.

Durch diese Maßnahme wird, ein positives Ergebnis der Machbarkeitsuntersuchung vorausgesetzt, allen im Maßnahmengebiet befindlichen Gebäuden ein Angebot für eine CO₂-neutrale Wärmeversorgung gemacht. Dazu gehören auch Gebäude, welche auf Grund fehlender Abstandsflächen voraussichtlich keine Möglichkeit zur Nutzung einer Luftwärmepumpe aufweisen.

Für den Betrieb des zukünftigen Wärmenetzes Netzes ist in Abhängigkeit der Anschlussquote mit einem Netzleistungsbedarf von ca. 3,0 MW (bei einer Anschlussquote von 60 %) und einer Wärmeabnahme von 7,4 GWh/a zu rechnen. Als mögliche Quelle zur Deckung des Wärmebedarfes kommt eine Groß-Luft-Wärmepumpe in Verbindung mit einem Biomethan-BHWK oder Holzhackschnitzelkessel und einem Biomethan-Spitzenlasterzeuger in Frage.

Die ersten Schritte sollten folgende sein:

- Gespräche mit der HanseWerk Natur über eine Erweiterung des bestehenden Netzes
- Einwerbung der Fördermittel für eine BEW-Machbarkeitsstudie
- Erarbeitung einer Machbarkeitsstudie
- Durchführung der technischen Planung und Umsetzung

Die erfolgreiche Umsetzung des Wärmenetzes Zentrum inkl. WP-Herausforderung wird zu einer nachhaltigen und effizienten Wärmeversorgung für das Gebiet führen, die die Treibhausgasemissionen reduziert und die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen verringert. Endverbraucher*innen profitieren von stabileren Heizkosten, die in Zukunft losgelöst von der Gaspreisentwicklung ermittelt werden, und einem zuverlässigen Wärmeangebot. Gleichzeitig wird

die lokale Wirtschaft durch die Schaffung neuer Arbeitsplätze und die Stärkung der regionalen Energieinfrastruktur gestärkt.

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

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

3.1 WINDKRAFT

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

GEBIETSBESTIMMUNG:

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

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

POTENZIALBERECHNUNG:

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

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

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

WIRTSCHAFTLICHE EINGRENZUNG:

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

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

3.2 BIOMASSE

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

GEBIETSBESTIMMUNG:

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

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

POTENZIALBERECHNUNG:

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

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

WIRTSCHAFTLICHE EINGRENZUNG:

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

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

3.3 SOLARTHERMIE (FREIFLÄCHE)

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

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

GEBIETSBESTIMMUNG:

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

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

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

Für "gut geeignete Gebiete" gilt, zusätzlich zur Beachtung harter und weicher Ausschlusskriterien, die Mindestanforderung von über 900 jährlichen Volllaststunden und eine Mindestgröße von 500 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.

3.4 PHOTOVOLTAIK (FREIFLÄCHE)

Photovoltaik ist die direkte Umwandlung von Sonnenenergie in elektrischen Strom.

GEBIETSBESTIMMUNG:

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

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

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

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

Für "gut geeignete Gebiete" gilt, zusätzlich zur Beachtung harter und weicher Ausschlusskriterien, die Mindestanforderung von über 900 jährlichen Volllaststunden und eine Mindestgröße von 30 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.

3.5 DACHFLÄCHENPOTENZIALE

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

3.5.1 SOLARTHERMIE (DACHFLÄCHEN)

Zur Potenzialberechnung kommt eine Methode der KEA-BW zum Einsatz, die das Wärmeerzeugungspotenzial direkt über die Grundfläche des Gebäudes approximiert. Dafür wird angenommen, dass 25 % der Grundfläche aller Gebäude über 50 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

3.5.2 PHOTOVOLTAIK (DACHFLÄCHEN)

Zur Potenzialberechnung kommt eine Methode der KEA-BW zum Einsatz, die das Stromerzeugungspotenzial direkt über die Grundfläche des Gebäudes approximiert. Dafür wird angenommen, dass 50 % der Grundfläche aller Gebäude über 50 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

3.6 OBERFLÄCHENNAHE GEOTHERMIE

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

GEBIETSBESTIMMUNG:

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

POTENZIALBERECHNUNG:

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

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

3.7 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.

3.8 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.

3.9 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.

3.10 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. Es wurden über 100 relevante Betriebe identifiziert und dazu aufgefordert, den Fragebogen auszufüllen. Die Rücklaufquote lag bei unter 50 %.

4 ANHANG 4: FAQ

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

Was ist ein Wärmeplan?

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

Gibt es verpflichtende Ergebnisse?

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

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

Das Gebäudeenergiegesetz (GEG), die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) sowie die kommunale Wärmeplanung nach dem Energiewende- und Klimaschutzgesetz Schleswig-Holstein ergänzen sich in vielfacher Hinsicht, obwohl sie verschiedene Ebenen betreffen. Das GEG regelt in erster Linie die energetischen Anforderungen an Einzelgebäude, während das BEG, ein Förderprogramm des Bundes, die energetische Sanierung dieser Einzelgebäude finanziell unterstützt. Die kommunale Wärmeplanung fokussiert sich hingegen auf die übergeordnete, städtische oder regionale Ebene der Energieversorgung. Alle Ansätze zielen darauf ab, den CO₂-Ausstoß zu reduzieren und die Energieeffizienz zu steigern. Die Standards und Vorgaben, die im GEG festgelegt sind, setzen auf Gebäudeebene den regulatorischen Rahmen, sind jedoch mit der Wärmeplanung verzahnt. Konkret ist ab 2024 in Neubauten in Neubaugebieten grundsätzlich nur noch der Einbau neuer Heizsysteme erlaubt, die einen Anteil von mindestens 65% erneuerbarer

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

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

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

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

Welche Gebiete sind prinzipiell für den Ausbau von Wärmenetzen geeignet?

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

In welchen Gebieten werden Wärmenetze ausgebaut werden?

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

Schaffen wir die Treibhausgasneutralität?

Die Treibhausgasneutralität im Wärmesektor für das Zieljahr 2040 kann durch die konsequente Umsetzung des Wärmeplans erreicht werden. Jedoch nicht ausschließlich in Tönning. Auch die importierten Energiemengen, insbesondere Strom, müssen treibhausgasneutral gewonnen

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

Was ist der Nutzen einer Wärmeplanung?

Die Implementierung einer kommunalen Wärmeplanung bringt mehrere signifikante Vorteile mit sich. Ein koordiniertes Vorgehen zwischen Wärme(leit)planung, Quartierskonzepten und privaten Initiativen ermöglicht eine möglichst kostengünstige Wärmewende und verhindert Fehlinvestitionen im Kleinen wie im Großen. Eine verbesserte Energieeffizienz kann zu signifikanten Einsparungen bei den Energiekosten führen. Die Integration erneuerbarer Energiequellen verringert den CO₂-Fußabdruck und fördert die örtliche Energiewende. Eine bessere lokale Energieinfrastruktur kann die Versorgungssicherheit erhöhen und die Abhängigkeit von externen Energiequellen minimieren. Letztlich dient der Wärmeplan als strategisches Planungsinstrument ohne rechtliche Außenwirkung, der alle weiteren Schritte zur treibhausgasneutralen Wärmeversorgung beschleunigen kann.

Was bedeutet das für mich?

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

Ich bin Mieterin/Mieter:

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

Ich bin Vermieterin/Vermieter:

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

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

Ich bin Gebäudeeigentümerin/Gebäudeeigentümer:

Prüfen Sie, ob sich Ihr Gebäude in einem Eignungsgebiet für Wärmenetze befindet. Falls ja, dann kontaktieren Sie Ihren zuständigen Energieversorger in Tönning. Dieser kann Ihnen eine Auskunft darüber geben, inwiefern der Ausbau der Wärmenetze in Ihrem Gebiet bereits geplant ist. Sollten Sie außerhalb eines Wärmenetzeignungsgebietes liegen, ist ein zeitnahe Anschluss an ein Wärmenetz eher unwahrscheinlich. Es gibt immer noch zahlreiche alternative Maßnahmen, die Sie zur Verbesserung der Energieeffizienz und zur Reduzierung Ihrer CO₂-Emissionen ergreifen können.

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

5 ANHANG 5: WIRTSCHAFTLICHKEITSBERECHNUNGEN

5.1 TÖNNING ZENTRUM

Wirtschaftlichkeit		BHKW +	Luft-Wärmepumpe +	Luft-Wärmepumpe +	Einheit
		Luft-Wärmepumpe +	Hackschnitzelkessel +	Hackschnitzelkessel +	
		Erdgaskessel	Erdgaskessel	PtH	
Brennstoffzufuhr Erdgas	ca.	2.729.967	272.715	0	kWh _{Hi}
davon Gasbezug BHKWs	ca.	2.355.457	0	0	kWh _{Hi}
Brennstoffzufuhr Hackschnitzel	ca.	0	1.491.882	1.344.788	kWh _{Hi}
Strombezug öfftl. Netz	ca.	1.679.718	1.513.110	1.693.805	kWh _{el}
Jahresarbeit Wärmeentzug Quelle	ca.	2.093.457	2.017.460	2.188.875	kWh _{th}
erzeugte Wärmemenge	ca.	4.423.200	4.423.200	4.423.200	kWh _{th}
CO ₂ -Emissionen (fossil)	ca.	674,3	67,4	0,0	t CO ₂
Investitionen					
Biomassekessel	ca.	0	580.635	667.920	€
BHKWs	ca.	486.108	0	0	
Spitzenlastzeuger	ca.	264.385	264.385	264.385	€
Großwärmepumpe	ca.	1.889.910	951.786	1.179.486	€
Elektro- und Anlagentechnik	ca.	2.320.558	2.321.341	2.339.348	€
Wärmenetz	ca.	5.589.276	5.589.276	5.589.276	€
Grundstück & Gebäude	ca.	948.750	1.265.000	1.075.250	€
Investitionssumme	ca.	11.498.987	10.972.423	11.115.665	€
Kapitalkosten					
Biomassekessel	15 Jahre	0	55.940	64.349	€/a
BHKWs	10 Jahre	62.953	0	0	€/a
Spitzenlastzeuger	20 Jahre	21.215	21.215	21.215	€/a
Großwärmepumpe	20 Jahre	161.675	81.422	100.901	€/a
Elektro- und Anlagentechnik	15 Jahre	223.568	223.643	225.378	€/a
Wärmenetz	40 Jahre	325.733	325.733	325.733	€/a
Grundstück & Gebäude	50 Jahre	51.969	69.293	58.899	€/a
jährliche Kapitalkosten	ca.	847.113	777.245	796.474	€/a
Förderung					
Biomassekessel	15 Jahre	0	19.457	22.382	€/a
Großwärmepumpe	20 Jahre	56.235	28.321	35.096	€/a
Elektro- und Anlagentechnik	15 Jahre	77.763	77.789	78.392	€/a
Wärmenetz	40 Jahre	113.298	113.298	113.298	€/a
Grundstücke & Gebäude	50 Jahre	18.076	24.102	20.486	€/a
Planungsleistungen	20 Jahre	44.999	44.830	45.430	€/a
jährliche Förderung	ca.	310.371	307.797	315.085	€/a
Betrieb und Wartung					
Biomassekessel	ca.	0	30.294	34.848	€/a
BHKWs	ca.	25.229	0	0	€/a
Spitzenlastzeuger (Gaskessel)	ca.	6.897	6.897	6.897	€/a
Großwärmepumpe	ca.	41.085	20.691	25.641	€/a
Elektro- und Anlagentechnik	ca.	80.715	80.742	81.369	€/a
Wärmenetz	ca.	24.301	24.301	24.301	€/a
Grundstücke & Gebäude	ca.	2.063	2.750	2.338	€/a
Versicherung/Sonstiges	ca.	26.385	26.290	26.626	€/a
technische Betriebsführung	ca.	26.385	26.290	26.626	€/a
kaufmännische Betriebsführung	ca.	18.798	18.798	18.798	€/a
jährliche Betriebs- und Wartungskosten	ca.	251.858	237.054	247.444	€/a
Energiekosten Ø 2023					
Mischpreis Biogaswärme / Abwärme	8,00 ct/kWh	0	0	0	€/a
Mischpreis Erdgas	6,54 ct/kWh	178.595	17.841	0	€/a
Mischpreis Biomethan	9,81 ct/kWh	0	0	0	€/a
Hackschnitzel - WGH20	3,25 ct/kWh	0	48.417	43.643	€/a
Pellets - 20 Tonnen	6,36 ct/kWh	0	0	0	€/a
Mischpreis Strom	21,35 ct/kWh	358.669	323.093	361.677	€/a

Direktstrom (EE)	8,00 ct/kWh	0	0	0	€/a
Erdgassteuer-Rückerstattung	0,55 ct/kWh	-12.955	0	0	€/a
jährliche Stromerlöse	ca.	-238.884	0	0	€/a
CO ₂ -Bepreisung	54,0 €/t	36.419	3.638	0	€/a
jährliche Energiebezugskosten	ca.	321.844	392.990	405.321	€/a
Betriebskostenförderung					
Förderung Betrieb Wärmepumpe öfftl. Strom (10 Jahre)	ca.	191.900	184.934	200.647	€
Förderung Betrieb Wärmepumpe öfftl. Strom (10 Jahre)	ca.	191.900	184.934	200.647	€/a
Förderung Betrieb Solarthermie (10 Jahre)	ca.				€/a
jährliche Betriebskostenförderung	ca.	191.900	184.934	200.647	€/a
Wirtschaftlichkeit Ø 2023					
Wärmegestehungskosten pro Jahr	ca.	918.544	914.558	933.507	€/a
spezifische Wärmegestehungskosten (netto)		21	21	21	ct/kWh
spezifische Wärmegestehungskosten (brutto)		25	25	25	ct/kWh
Wärmegestehungskosten pro kWh					
Kapitalkosten		14,44	12,63	12,95	ct/kWh
Betriebs- und Wartungskosten		6,78	6,38	6,66	ct/kWh
Energiekosten Ø 2023		3,50	5,60	5,51	ct/kWh

5.2 TÖNNING ZENTRUM INKL. WP-HERAUSFORDERUNG

Wirtschaftlichkeit		BHKW +	Luft-Wärmepumpe +	Luft-Wärmepumpe +	Einheit
		Luft-Wärmepumpe + Erdgaskessel	Hackschnitzelkessel + Erdgaskessel	Hackschnitzelkessel + PtH	
Brennstoffzufuhr Erdgas	ca.	3.899.154	404.313	0	kWh _{Hi}
davon Gasbezug BHKWs	ca.	3.361.560	0	0	kWh _{Hi}
Brennstoffzufuhr Hackschnitzel	ca.	0	2.594.176	2.790.376	kWh _{Hi}
Strombezug öfftl. Netz	ca.	2.819.648	2.411.362	2.594.593	kWh _{el}
Jahresarbeit Wärmeentzug Quelle	ca.	3.555.444	3.236.359	3.224.110	kWh _{th}
erzeugte Wärmemenge	ca.	7.152.000	7.152.000	7.152.000	kWh _{th}
CO ₂ -Emissionen (fossil)	ca.	963,1	99,9	0,0	t CO ₂
Investitionen					
Biomassekessel	ca.	0	686.895	743.820	€
BHKWs	ca.	525.133	0	0	€
Spitzenlasterzeuger	ca.	372.543	372.543	372.543	€
Großwärmepumpe	ca.	2.841.696	1.420.848	1.420.848	€
Elektro- und Anlagentechnik	ca.	3.420.181	3.394.881	3.413.856	€
Wärmenetz	ca.	9.627.156	9.627.156	9.627.156	€
Grundstück & Gebäude	ca.	1.265.000	1.581.250	1.265.000	€
Investitionssumme	ca.	18.051.708	17.083.572	16.843.222	€
Kapitalkosten					
Biomassekessel	15 Jahre	0	66.177	71.661	€/a
BHKWs	10 Jahre	68.007	0	0	€/a
Spitzenlasterzeuger	20 Jahre	29.894	29.894	29.894	€/a
Großwärmepumpe	20 Jahre	243.096	121.548	121.548	€/a
Elektro- und Anlagentechnik	15 Jahre	329.508	327.071	328.899	€/a
Wärmenetz	40 Jahre	561.053	561.053	561.053	€/a
Grundstück & Gebäude	50 Jahre	69.293	86.616	69.293	€/a
jährliche Kapitalkosten	ca.	1.300.851	1.192.358	1.182.347	€/a
Förderung					
Biomassekessel	15 Jahre	0	23.018	24.926	€/a
Großwärmepumpe	20 Jahre	84.555	42.278	42.278	€/a
Elektro- und Anlagentechnik	15 Jahre	114.611	113.764	114.400	€/a
Wärmenetz	40 Jahre	195.149	195.149	195.149	€/a
Grundstücke & Gebäude	50 Jahre	24.102	30.127	24.102	€/a
Planungsleistungen	20 Jahre	71.817	69.962	68.956	€/a
jährliche Förderung	ca.	490.234	474.297	469.809	€/a
Betrieb und Wartung					
Biomassekessel	ca.	0	35.838	38.808	€/a
BHKWs	ca.	26.609	0	0	€/a
Spitzenlasterzeuger (Gaskessel)	ca.	9.719	9.719	9.719	€/a
Großwärmepumpe	ca.	61.776	30.888	30.888	€/a
Elektro- und Anlagentechnik	ca.	118.963	118.083	118.743	€/a
Wärmenetz	ca.	41.857	41.857	41.857	€/a
Grundstücke & Gebäude	ca.	2.750	3.438	2.750	€/a
Versicherung/Sonstiges	ca.	41.894	40.854	40.290	€/a
technische Betriebsführung	ca.	41.894	40.854	40.290	€/a
kaufmännische Betriebsführung	ca.	32.838	32.838	32.838	€/a
jährliche Betriebs- und Wartungskosten	ca.	378.300	354.369	356.183	€/a
Energiekosten Ø 2023					
Mischpreis Biogaswärme / Abwärme	8,00 ct/kWh	0	0	0	€/a
Mischpreis Erdgas	6,54 ct/kWh	255.083	26.450	0	€/a
Mischpreis Biomethan	9,81 ct/kWh	0	0	0	€/a
Hackschnitzel - WGH20	3,25 ct/kWh	0	84.191	90.558	€/a
Pellets - 20 Tonnen	6,36 ct/kWh	0	0	0	€/a
Mischpreis Strom	21,35 ct/kWh	602.078	514.897	554.022	€/a

Direktstrom (EE)	8,00 ct/kWh	0	0	0	€/a
Erdgassteuer-Rückerstattung	0,55 ct/kWh	-18.489	0	0	€/a
jährliche Stromerlöse	ca.	-262.750	0	0	€/a
CO ₂ -Bepreisung	54,0 €/t	52.017	5.394	0	€/a
jährliche Energiebezugskosten	ca.	627.939	630.931	644.580	€/a
Betriebskostenförderung					
Förderung Betrieb Wärmepumpe öfftl. Strom (10 Jahre)	ca.	325.916	296.666	295.543	€
Förderung Betrieb Wärmepumpe öfftl. Strom (10 Jahre)	ca.	325.916	296.666	295.543	€/a
Förderung Betrieb Solarthermie (10 Jahre)	ca.				€/a
jährliche Betriebskostenförderung	ca.	325.916	296.666	295.543	€/a
Wirtschaftlichkeit Ø 2023					
Wärmegestehungskosten pro Jahr	ca.	1.490.941	1.406.695	1.417.758	€/a
spezifische Wärmegestehungskosten (netto)		21	20	20	ct/kWh
spezifische Wärmegestehungskosten (brutto)		25	23	24	ct/kWh
Wärmegestehungskosten pro kWh					
Kapitalkosten		13,49	11,95	11,86	ct/kWh
Betriebs- und Wartungskosten		6,29	5,90	5,93	ct/kWh
Energiekosten Ø 2023		5,03	5,56	5,81	ct/kWh

5.3 TÖNNING TOFTINGER STRAßE

Wirtschaftlichkeit		BHKW +	Luft-Wärmepumpe +	Luft-Wärmepumpe +	Einheit
		Luft-Wärmepumpe + Erdgaskessel	Hackschnitzelkessel + Erdgaskessel	Hackschnitzelkessel + PtH	
Brennstoffzufuhr Erdgas	ca.	599.847	74.214	0	kWh _{Hi}
davon Gasbezug BHKWs	ca.	474.936	0	0	kWh _{Hi}
Brennstoffzufuhr Hackschnitzel	ca.	0	392.376	377.661	kWh _{Hi}
Strombezug öfftl. Netz	ca.	438.213	392.796	442.011	kWh _{el}
Jahresarbeit Wärmeentzug Quelle	ca.	550.619	520.635	545.658	kWh _{th}
erzeugte Wärmemenge	ca.	1.031.400	1.031.400	1.031.400	kWh _{th}
CO ₂ -Emissionen (fossil)	ca.	148,2	18,3	0,0	t CO ₂
Investitionen					
Biomassekessel	ca.	0	289.685	302.335	€
BHKWs	ca.	222.324	0	0	
Spitzenlastzeuger	ca.	60.088	60.088	60.088	€
Großwärmepumpe	ca.	377.982	241.362	264.132	€
Elektro- und Anlagentechnik	ca.	1.143.560	1.197.955	1.197.955	€
Wärmenetz	ca.	2.500.146	2.500.146	2.500.146	€
Grundstück & Gebäude	ca.	632.500	632.500	506.000	€
Investitionssumme	ca.	4.936.599	4.921.736	4.830.656	€
Kapitalkosten					
Biomassekessel	15 Jahre	0	27.909	29.128	€/a
BHKWs	10 Jahre	28.792	0	0	€/a
Spitzenlastzeuger	20 Jahre	4.822	4.822	4.822	€/a
Großwärmepumpe	20 Jahre	32.335	20.648	22.595	€/a
Elektro- und Anlagentechnik	15 Jahre	110.173	115.414	115.414	€/a
Wärmenetz	40 Jahre	145.704	145.704	145.704	€/a
Grundstück & Gebäude	50 Jahre	34.646	34.646	27.717	€/a
jährliche Kapitalkosten	ca.	356.472	349.142	345.379	€/a
Förderung					
Biomassekessel	15 Jahre	0	9.707	10.131	€/a
Großwärmepumpe	20 Jahre	11.247	7.182	7.859	€/a
Elektro- und Anlagentechnik	15 Jahre	38.321	40.144	40.144	€/a
Wärmenetz	40 Jahre	50.680	50.680	50.680	€/a
Grundstücke & Gebäude	50 Jahre	12.051	12.051	9.641	€/a
Planungsleistungen	20 Jahre	19.485	20.354	19.972	€/a
jährliche Förderung	ca.	131.784	140.117	138.427	€/a
Betrieb und Wartung					
Biomassekessel	ca.	0	15.114	15.774	€/a
BHKWs	ca.	5.474	0	0	€/a
Spitzenlastzeuger (Gaskessel)	ca.	1.568	1.568	1.568	€/a
Großwärmepumpe	ca.	8.217	5.247	5.742	€/a
Elektro- und Anlagentechnik	ca.	39.776	41.668	41.668	€/a
Wärmenetz	ca.	10.870	10.870	10.870	€/a
Grundstücke & Gebäude	ca.	1.375	1.375	1.100	€/a
Versicherung/Sonstiges	ca.	11.188	11.676	11.462	€/a
technische Betriebsführung	ca.	11.188	11.676	11.462	€/a
kaufmännische Betriebsführung	ca.	10.452	10.452	10.452	€/a
jährliche Betriebs- und Wartungskosten	ca.	100.109	109.645	110.097	€/a
Energiekosten Ø 2023					
Mischpreis Biogaswärme / Abwärme	8,00 ct/kWh	0	0	0	€/a
Mischpreis Erdgas	6,54 ct/kWh	39.242	4.855	0	€/a
Mischpreis Biomethan	9,81 ct/kWh	0	0	0	€/a
Hackschnitzel - WGH20	3,25 ct/kWh	0	12.734	12.257	€/a
Pellets - 20 Tonnen	6,36 ct/kWh	0	0	0	€/a
Mischpreis Strom	21,35 ct/kWh	93.571	83.873	94.382	€/a

Direktstrom (EE)	8,00 ct/kWh	0	0	0	€/a
Erdgassteuer-Rückerstattung	0,55 ct/kWh	-2.612	0	0	€/a
jährliche Stromerlöse	ca.	-30.201	0	0	€/a
CO ₂ -Bepreisung	54,0 €/t	8.002	990	0	€/a
jährliche Energiebezugskosten	ca.	108.002	102.453	106.639	€/a
Betriebskostenförderung					
Förderung Betrieb Wärmepumpe öfftl. Strom (10 Jahre)	ca.	50.473	47.725	50.019	€
Förderung Betrieb Wärmepumpe öfftl. Strom (10 Jahre)	ca.	50.473	47.725	50.019	€/a
Förderung Betrieb Solarthermie (10 Jahre)	ca.				€/a
jährliche Betriebskostenförderung	ca.	50.473	47.725	50.019	€/a
Wirtschaftlichkeit Ø 2023					
Wärmegestehungskosten pro Jahr	ca.	382.326	373.397	373.669	€/a
spezifische Wärmegestehungskosten (netto)		37	36	36	ct/kWh
spezifische Wärmegestehungskosten (brutto)		44	43	43	ct/kWh
Wärmegestehungskosten pro kWh					
Kapitalkosten		25,92	24,12	23,88	ct/kWh
Betriebs- und Wartungskosten		11,55	12,65	12,70	ct/kWh
Energiekosten Ø 2023		6,64	6,31	6,53	ct/kWh

6 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 https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Waermenetze/Effiziente_Waermenetze/effiziente_waermenetze_node.html
- BMU. (2021). *Förderaufruf Kommunale Klimaschutz-Modellprojekte*. Abgerufen am 25. März 2021 von <https://www.klimaschutz.de/modellprojekte>
- BMWK. (1. August 2022). *Richtlinie für die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze - BEW*. Abgerufen am 15. September 2022 von <https://www.bundesanzeiger.de/pub/de/amtliche-veroeffentlichung?2>
- BMWK. (05. April 2024). *Erneuerbares Heizen - Gebäudeenergiegesetz (GEG) - Häufig gestellte Fragen*. Von <https://www.energiewechsel.de/KAENEF/Navigation/DE/Service/FAQ/GEG/faq-geg.html> abgerufen
- Bundesfinanzministerium. (15. Dezember 2000). *AfA-Tabelle für die allgemein verwendbaren Anlagegüter*. Abgerufen am 9. März 2021 von https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Standardartikel/Themen/Steuern/Weitere_Steuerthemen/Betriebspruefung/AfA-Tabellen/Ergaenzende-AfA-Tabellen/AfA-Tabelle_AV.html
- Bundesministerium der Justiz (Hrsg.). (20. Dezember 2023). *Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze. Bundesgesetzblatt 2023 Nr. 394*. Bonn.
- Bundesministerium für Wohnen, S. u. (09.. April 2024). *Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energie zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden*. Von <https://www.gesetze-im-internet.de/geg/GEG.pdf> abgerufen
- Bundesnetzagentur. (2024). *EEG-Förderung und -Fördersätze - Fördersätze für Solaranlagen*. Bonn. Von https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/ErneuerbareEnergien/EEG_Foerderung/start.html abgerufen
- CDU und BÜNDNIS 90 / DIE GRÜNEN. (06. Juni 2022). *Koalitionsvertrag für die 20. Wahlperiode des Schleswig-Holsteinischen Landtages (2022-2027)*. Kiel, Schleswig-Holstein.
- dena. (12. Februar 2024). *Der dena Gebäudereport 2016. Statistiken und Analysen zu Energieeffizienz im Gebäudebestand*. Von Deutsche Energie-Agentur: https://www.dena.de/fileadmin/user_upload/8162_dena-Gebaedereport.pdf abgerufen
- EEX. (1. Januar 2023). *EEX.com*. Von <https://www.eex.com/de/marktdaten/umweltprodukte/eex-eua-primary-auction-spot-download> abgerufen

- GEG. (25. April 2024). *Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer*. Von <https://www.gesetze-im-internet.de/geg/GEG.pdf> abgerufen
- Hese, F. (2012). *3D Modellierung und Visualisierung von Untergrundstrukturen für die Nutzung des unterirdischen Raumes in Schleswig-Holstein*. Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.
- IWU. (12. Oktober 2023). „TABULA“ – *Entwicklung von Gebäudetypologien zur energetischen Bewertung des Wohngebäudebestands in 13 europäischen Ländern*. Von Institut für Wohnen um Wmwelt: <https://www.iwu.de/index.php?id=205> abgerufen
- KEA-BW. (25. April 2024). *Download der Tabellen des Technikkatalos V1.1*. Von <https://www.kea-bw.de/waermewende-1/wissensportal/einfuehrung-in-den-technikkatalog> abgerufen
- KEA-BW. (02. Februar 2024). *Leitfaden kommunale Wärmeplanung*. Von https://www.kea-bw.de/fileadmin/user_upload/Publikationen/094_Leitfaden-Kommunale-Waermeplanung-022021.pdf abgerufen
- Rockel, W. &. (1992). *Die Möglichkeiten der Nutzung geothermischer Energie in Nordostdeutschland und der Bearbeitungsstand geplanter Vorhaben*. In: Schulz, Werner, Ruhland, Bußmann (Hrsg.): *Geothermische Energie - Forschung und Anwendung in Deutschland*, Karlsruhe, Verlag C.F. M.
- Schleswig-Holsteinischer Landtag. (20. Februar 2024). Drucksache 20/1878 - Bericht und Beschlussempfehlung - Gesetz zur Änderung der Landesbauordnung und des Brandschutzgesetzes. (S.-H. Landtag, Hrsg.) Kiel. Von <https://www.landtag.ltsh.de/infothek/wahl20/drucks/01800/drucksache-20-01878.pdf> abgerufen
- Thomsen, C. D.-D. (2014). *Geologische Potenzialanalyse des tieferen Untergrunds Schleswig-Holstein*. Geologischer Dienst- Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein. Flintbek.
- Umweltbundesamt. (23. April 2024). *Energieverbrauch für fossile und erneuerbare Wärme*. Von [https://www.umweltbundesamt.de/daten/energie/energieverbrauch-fuer-fossile-erneuerbare-waerme#:~:text=W%C3%A4rmeerzeugung%20aus%20erneuerbaren%20Energien,im%20Jahr%202021%20\(siehe%20Abb.](https://www.umweltbundesamt.de/daten/energie/energieverbrauch-fuer-fossile-erneuerbare-waerme#:~:text=W%C3%A4rmeerzeugung%20aus%20erneuerbaren%20Energien,im%20Jahr%202021%20(siehe%20Abb.) abgerufen
- Umweltbundesamt. (08. März 2024). *Erneuerbare Energien in Zahlen*. Abgerufen am 10. Oktober 2024 von www.umweltbundesamt.de: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-in-zahlen#uberblick>