

# Gemeinde Hohenkirchen

## Mitteilungsvorlage

MV/05/21/054

öffentlich

## Aufbau einer gemeindeeigenen und regenerativen Energieversorgungsstruktur hier: Vorstellung der Ergebnisse der Machbarkeitsstudie

<i>Organisationseinheit:</i>	<i>Datum</i>
<i>Bearbeiter:</i>	07.07.2021
Antje Hettenhausen	<i>Verfasser:</i>
	Hettenhausen, Antje

<i>Beratungsfolge</i>	<i>Geplante</i>	<i>Ö / N</i>
	<i>Sitzungstermine</i>	
Bauausschuss der Gemeinde Hohenkirchen (Vorberatung)	03.08.2021	Ö

### **Sachverhalt:**

Die Machbarkeitsstudie zur regenerativen Energieversorgung in der Gemeinde Hohenkirchen liegt vor. Aufbau, Vorgehen und Ergebnisse der Studie werden durch das beauftragte Ingenieurbüro im Bauausschuss vorgestellt,

### **Finanzielle Auswirkungen:**

Keine.

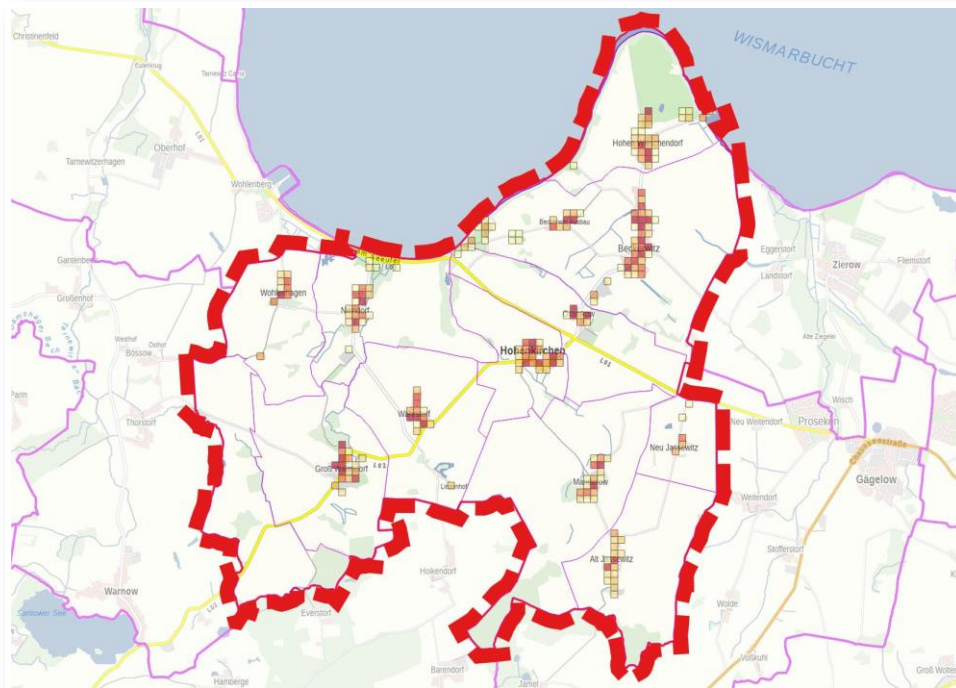
Beschreibung (bei Investitionen auch Folgekostenberechnung beifügen - u.a. Abschreibung, Unterhaltung, Bewirtschaftung)	
	Finanzierungsmittel im Haushalt vorhanden.
	durch Haushaltsansatz auf Produktsachkonto:
	durch Mitteln im Deckungskreis über Einsparung bei Produktsachkonto:
	über- / außerplanmäßige Aufwendung oder Auszahlungen
	unvorhergesehen und
	unabweisbar und
	Begründung der Unvorhersehbarkeit und Unabweisbarkeit (insbes. in Zeiten vorläufiger Haushaltsführung auszufüllen):
Deckung gesichert durch	
	Einsparung außerhalb des Deckungskreises bei Produktsachkonto:
	Keine finanziellen Auswirkungen.

### **Anlage/n:**

1	T2054 20210624 Bericht_KOMPLETT öffentlich
---	--

# Machbarkeitsstudie zur nachhaltigen Energieversorgung

*in der Gemeinde Hohenkirchen*



**Auftraggeber:**

Gemeinde Hohenkirchen  
über Amt Klützer Winkel  
Schloßstraße 1  
23948 Klütz

**Erstellt durch:**

Trigenius GmbH  
Lübsche Straße 10  
23966 Wismar  
Tel: 03841 22731 17  
E-Mail: [b.materne@trigenius-gmbh.de](mailto:b.materne@trigenius-gmbh.de)



Bearbeitungsstand: Juni 2021

gefördert durch:



Europäische Fonds EFRE, ESF und ELER  
in Mecklenburg-Vorpommern 2014-2020

## Inhaltsverzeichnis

1	Hintergrund und Aufgabenstellung .....	1
2	Grundlagenermittlung .....	2
2.1	Kartografische Daten .....	2
2.2	Statistische Daten .....	3
2.3	Auswertung der planerischen Situation .....	3
2.4	Lokale Akteure .....	3
3	Bedarfsanalyse .....	4
3.1	Methodik .....	4
3.2	Ergebnisse .....	8
3.3	Entwicklungsperspektive .....	16
4	Potenzialanalyse .....	18
4.1	Energetische Gebäudesanierung .....	19
4.2	Energetische Biomassenutzung .....	20
4.3	Solar-Aufdachanlagen .....	24
4.4	Umweltwärmenutzung .....	27
4.5	Bestandsanlagen Photovoltaik-Freifläche und Windenergie .....	30
4.6	Zusammenfassung .....	32
5	Konzeption einer netzgebundenen Wärmeversorgung auf Biomasse-Basis .....	34
5.1	Versorgungsgebiete .....	34
5.2	Funktionale Konzeption .....	35
5.3	Versorgungsgebiet Beckerwitz .....	40
5.4	Versorgungsgebiet Hohenkirchen .....	46
5.5	Versorgungsgebiet Hohen Wieschendorf .....	51
5.6	Versorgungsgebiet Wahrstorf .....	56
5.8	Logistik .....	62
6	Konzeption kalter Wärmenetze auf Basis oberflächennaher Geothermie .....	66
6.1	Funktionale Konzeption .....	66
6.2	Versorgungsgebiete .....	68
6.3	Versorgungsgebiet Hohen Wieschendorf .....	69
6.4	Versorgungsgebiet Niendorf .....	74
7	Alternative Versorgungsmodelle .....	79
7.1	Typ-Gebäude .....	79
7.2	Heizölkessel .....	79
7.3	Erdgas-Therme .....	80

7.4	Solarthermie + Erdgas.....	80
7.5	Holz-Pellets.....	81
7.6	Luft-Wasser-Wärmepumpe .....	82
8	Variantenvergleich und Szenarien .....	83
8.1	Vergleich Versorgungsumfang .....	83
8.2	Vergleich Investitionskosten .....	84
8.3	Vergleich Wärmegestellungskosten.....	86
8.4	Vergleich Treibhausgasemissionen .....	87
8.5	Sensitivitätsanalyse .....	88
9	Betreibermodelle .....	92
9.1	Unternehmensformen.....	92
9.2	Betreibermodelle .....	93
9.3	Situation vor Ort.....	94
10	Zusammenfassung und Handlungsempfehlungen.....	95
10.1	Planung und Realisierung biomassebasierte Nahwärme .....	96
10.2	Regionale und überregionale Vernetzung .....	96
10.3	Lokale Vernetzung.....	97
10.4	Publikation neutraler Energie- und Fördermittelberatungsangebote.....	97
10.5	Schaffung lokaler Beratungsangebote .....	98
10.6	Regionale und überregionale Vernetzung .....	98
11	Quellerverzeichnis .....	99



## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Gebäudeklassifizierung (exemplarisch) .....	4
Abb. 2: Nutzfläche nach Sektor und Ortsteil .....	8
Abb. 3: Karte Rückmeldequote Befragung .....	9
Abb. 4: Rückmeldequote und Interessenlage nach Ortsteilen .....	10
Abb. 5: Wärmebedarf nach Sektor und Ortsteil .....	11
Abb. 6: Karte: Wärmebedarfsdichte .....	12
Abb. 7: Strombedarf nach Sektor und Ortsteil .....	13
Abb. 8: Endenergiebedarf nach Ortsteil und Energieträger .....	14
Abb. 9: Treibhausgasemissionen nach Ortsteil und Energieträger .....	15
Abb. 10: Mittelfristiges Entwicklungsszenario nach Ortsteil .....	16
Abb. 11: Wärme-Einsparpotenzial Gebäudesanierung nach Ortsteil .....	19
Abb. 12: Karte Bodennutzungsarten .....	21
Abb. 13: Energetisches Potenzial Biomasse .....	23
Abb. 14: Treibhausgasminderungspotenzial Biomasse .....	23
Abb. 15: Energetisches Potenzial solarer Aufdachanlagen .....	26
Abb. 16: Treibhausgasminderungspotenzial solarer Aufdachanlagen .....	26
Abb. 17: Energetisches Potenzial solarer Aufdachanlagen .....	28
Abb. 18: Treibhausgasminderungspotenzial Umweltwärmenutzung .....	29
Abb. 19: Stromerzeugung Bestandsanlagen PVFF und Wind .....	31
Abb. 20: THG-Minderung Bestandsanlagen PVFF und Wind .....	31
Abb. 21: Zusammenfassung energetische Potenziale .....	32
Abb. 22: Zusammenfassung Treibhausgasminderungspotenzial .....	33
Abb. 23: Übersicht funktionale Konzeption Nahwärme .....	35
Abb. 24: Heizhaus (Beispiel) .....	36
Abb. 25: Raumkonzept Heizzentrale .....	37
Abb. 26: Brennstoffanlieferung .....	37
Abb. 27: Holz-Hackschnitzelkessel .....	38
Abb. 28: Pufferspeicher .....	38
Abb. 29: Nahwärmeleitungen .....	39
Abb. 30: Wärmeübergabestation .....	39
Abb. 31: Karte Versorgungsgebiet Nahwärme Beckerwitz .....	40
Abb. 32: Jahresgang Nahwärmeversorgung Beckerwitz (Anschlussgrad 80%) .....	42
Abb. 33: Treibhausgaseinsparung Nahwärme Beckerwitz (Anschlussgrad 80%) .....	43
Abb. 34: Investitionsschätzung und Förderung Nahwärme Beckerwitz (Anschlussgrad 80%) .....	44
Abb. 35: Wärmegestehungskosten Nahwärme Beckerwitz .....	45
Abb. 36: Karte Versorgungsgebiet Nahwärme Hohenkirchen .....	46
Abb. 37: Jahresgang Nahwärmeversorgung Hohenkirchen (Anschlussgrad 80%) .....	48
Abb. 38: Treibhausgaseinsparung Nahwärme Hohenkirchen (Anschlussgrad 80%) .....	49
Abb. 39: Investitionsschätzung und Förderung Nahwärme Hohenkirchen (Anschlussgrad 80%) .....	50
Abb. 40: Wärmegestehungskosten Nahwärme Hohenkirchen .....	51
Abb. 41: Karte Versorgungsgebiet Nahwärme Hohen Wieschendorf .....	51
Abb. 42: Jahresgang Nahwärmeversorgung Hohen Wieschendorf (Anschlussgrad 80%) .....	53
Abb. 43: Treibhausgaseinsparung Nahwärme Hohen Wieschendorf (Anschlussgrad 80%) .....	54
Abb. 44: Investitionsschätzung und Förderung Nahwärme Hohen Wieschendorf (Anschlussgrad 80%) .....	55
Abb. 45: Wärmegestehungskosten Nahwärme Hohen Wieschendorf .....	56
Abb. 46: Karte Versorgungsgebiet Nahwärme Wahrstorf .....	56

Abb. 47: Jahresgang Nahwärmeversorgung Wahrstorf (Anschlussgrad 80%).....	58
Abb. 48: Treibhausgaseinsparung Nahwärme Wahrstorf (Anschlussgrad 80%) .....	59
Abb. 49: Investitionsschätzung und Förderung Nahwärme Wahrstorf (Anschlussgrad 80%) .....	60
Abb. 50: Wärmegestehungskosten Nahwärme Wahrstorf .....	61
Abb. 51: Übersicht funktionale Konzeption kalte Nahwärme .....	66
Abb. 52: Karte Versorgungsgebiet kalte Nahwärme Hohen Wieschendorf .....	69
Abb. 53: Anteile Energieträger kalte Nahwärme Hohen Wieschendorf .....	71
Abb. 54: Investitionsschätzung und Förderung kalte Nahwärme Hohen Wieschendorf .....	72
Abb. 55: Wärmegestehungskosten kalte Nahwärme Hohen Wieschendorf .....	73
Abb. 56: Karte Versorgungsgebiet kalte Nahwärme Niendorf .....	74
Abb. 57: Anteile Energieträger kalte Nahwärme Niendorf .....	76
Abb. 58: Investitionsschätzung und Förderung kalte Nahwärme Niendorf .....	77
Abb. 59: Wärmegestehungskosten kalte Nahwärme Niendorf .....	78
Abb. 60: Versorgungsumfang netzgebundener Anlagen .....	83
Abb. 61: Variantenvergleich Energieträgereinsatz.....	83
Abb. 62: Variantenvergleich Investitionskosten .....	84
Abb. 63: Variantenvergleich spezifische Investitionskosten.....	85
Abb. 64: Variantenvergleich Wärmegestehungskosten .....	86
Abb. 65: Variantenvergleich Treibhausgasemissionen .....	87
Abb. 66: Sensitivität Anschlussgrad .....	88
Abb. 67: Sensitivität Förderquote .....	89
Abb. 68: Sensitivität Brennstoffpreis .....	90
Abb. 69: Sensitivität CO <sub>2</sub> -Preis.....	91

## Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Emissionsfaktoren nach GEMIS .....	7
Tab. 2: Nutzfläche nach Sektor und Ortsteil.....	8
Tab. 3: Rückmeldequote und Interessenlage nach Ortsteilen .....	9
Tab. 4: Wärmebedarf nach Sektor und Ortsteil.....	11
Tab. 5: Strombedarf nach Sektor und Ortsteil.....	12
Tab. 6: Endenergiebedarf der Wärmeversorgung nach Ortsteil und Energieträger .....	14
Tab. 7: Treibhausgasemissionen der Wärmeversorgung nach Ortsteil und Energieträger .....	15
Tab. 8: Zubaumengen .....	16
Tab. 9: Mittelfristiges Entwicklungsszenario – Wärme.....	17
Tab. 10: Mittelfristiges Entwicklungsszenario – Strom.....	17
Tab. 11: Wärme-Einsparpotenzial Gebäudesanierung nach Ortsteil und Sektor .....	20
Tab. 12: THG-Einsparpotenzial Gebäudesanierung nach Ortsteil.....	20
Tab. 13: Energetisches Potenzial Biomasse.....	22
Tab. 14: Treibhausgasminderungspotenzial Biomasse .....	23
Tab. 15: Energetisches Potenzial solarer Aufdachanlagen nach Ortsteil .....	25
Tab. 16: Treibhausgasminderungspotenzial solarer Aufdachanlagen nach Ortsteil .....	26
Tab. 17: Energetisches Potenzial Umweltwärmenutzung nach Ortsteil .....	28
Tab. 18: Treibhausgasminderungspotenzial Umweltwärmenutzung nach Ortsteil .....	29
Tab. 19: Stromerzeugung Bestandsanlagen PVFF und Wind .....	31
Tab. 20: THG-Minderung Bestandsanlagen PVFF und Wind .....	31
Tab. 21: Zusammenfassung energetische Potenziale .....	32
Tab. 22: Zusammenfassung Treibhausgasminderungspotenzial .....	33
Tab. 23: Kenngrößen Versorgungsgebiete Nahwärme.....	34

Tab. 24: Wärmebilanz Nahwärmeversorgung Beckerwitz (Anschlussgrad 80%) .....	41
Tab. 25: Endenergiebedarf und THG-Emissionen Nahwärme Beckeritz (Anschlussgrad 80%) .....	42
Tab. 26: Investitionsschätzung und Förderung Nahwärme Beckerwitz (Anschlussgrad 80%) .....	43
Tab. 27: Wärmegestellungskosten Nahwärme Beckerwitz .....	45
Tab. 28: Wärmebilanz Nahwärmeversorgung Hohenkirchen (Anschlussgrad 80%) .....	47
Tab. 29: Endenergiebedarf und THG-Emissionen Nahwärme Hohenkirchen (Anschlussgrad 80%) ...	48
Tab. 30: Investitionsschätzung und Förderung Nahwärme Hohenkirchen (Anschlussgrad 80%) .....	49
Tab. 31: Wärmegestellungskosten Nahwärme Hohenkirchen.....	50
Tab. 32: Wärmebilanz Nahwärmeversorgung Hohen Wieschendorf (Anschlussgrad 80%) .....	53
Tab. 33: Endenergiebedarf und THG-Emissionen Nahwärme Hohenkirchen (Anschlussgrad 80%) ...	53
Tab. 34: Investitionsschätzung und Förderung Nahwärme Hohen Wieschendorf (Anschlussgrad 80%) .....	54
Tab. 35: Wärmegestellungskosten Nahwärme Hohen Wieschendorf .....	55
Tab. 36: Wärmebilanz Nahwärmeversorgung Wahrstorf (Anschlussgrad 80%).....	58
Tab. 37: Endenergiebedarf und THG-Emissionen Nahwärme Wahrstorf (Anschlussgrad 80%) .....	58
Tab. 38: Investitionsschätzung und Förderung Nahwärme Wahrstorf (Anschlussgrad 80%) .....	59
Tab. 39: Wärmegestellungskosten Nahwärme Wahrstorf .....	60
Tab. 40: Kenngrößen Versorgungsgebiete Kalte Nahwärme .....	68
Tab. 41: Energiebilanz kalte Nahwärme Hohen Wieschendorf.....	70
Tab. 42: THG-Emissionen kalte Nahwärme Hohen Wieschendorf .....	71
Tab. 43: Investitionsschätzung und Förderung kalte Nahwärme Hohen Wieschendorf .....	72
Tab. 44: Wärmegestellungskosten kalte Nahwärme Hohen Wieschendorf .....	73
Tab. 45: Energiebilanz kalte Nahwärme Niendorf.....	75
Tab. 46: THG-Emissionen kalte Nahwärme Niendorf .....	76
Tab. 47: Investitionsschätzung und Förderung kalte Nahwärme Niendorf .....	77
Tab. 48: Wärmegestellungskosten kalte Nahwärme Niendorf.....	78
Tab. 49: Kennwerte Typ-Gebäude .....	79
Tab. 50: Kennwerte Heizölkessel.....	80
Tab. 51: Kennwerte Erdgas-Therme .....	80
Tab. 52: Kennwerte Erdgas-Therme + Solarthermie .....	81
Tab. 53: Kennwerte Pelletkessel.....	81
Tab. 54: Kennwerte Luft-Wasser-Wärmepumpe.....	82
Tab. 55: Variantenvergleich Versorgungsumfang .....	84
Tab. 56: Variantenvergleich Investitionskosten .....	84
Tab. 57: Variantenvergleich spezifische Investitionskosten .....	85
Tab. 58: Variantenvergleich Wärmegestellungskosten .....	86
Tab. 59: Variantenvergleich Treibhausgasemissionen .....	87

## Anhänge

Anhang 1:	Karten
Anhang 2:	Fragebogen der Anwohnerbefragung
Anhang 3:	Energetisches Biomassepotenzial
Anhang 4:	Kalkulation Nahwärme Beckerwitz
Anhang 5:	Kalkulation Nahwärme Hohenkirchen
Anhang 6:	Kalkulation Nahwärme Hohen Wieschendorf
Anhang 7:	Kalkulation Nahwärme Wahrstorf
Anhang 8:	Kalkulation kalte Nahwärme Hohen Wieschendorf
Anhang 9:	Kalkulation kalte Nahwärme Niendorf
Anhang 10:	Kalkulation alternativer Versorgungskonzepte

## 1 Hintergrund und Aufgabenstellung

Die Gemeinde Hohenkirchen betrachtet es als eine ihrer zentralen Aufgaben, auch für zukünftige Generationen einen attraktiven Lebensraum aktiv zu gestalten. Als ein wesentlicher Baustein dazu wird die Bereitstellung einer modernen, zukunftsfähigen und umweltverträglichen Energieversorgungsinfrastruktur angesehen. So machen bereits heute die Kosten der Energieversorgung häufig einen Großteil der Wohnkosten privater Haushalte im ländlichen Raum aus. Gleichzeitig bietet jedoch gerade dieser Bereich durch den Einsatz regional verfügbarer, erneuerbarer Energieträger vielfach große Potenziale zum Schutz von Klima und Umwelt sowie die Möglichkeit, Wertschöpfung vor Ort zu halten. Die Bereitstellung moderner und nachhaltiger Versorgungslösungen stellt damit ein wesentliches Element zur dauerhaften Sicherung der Lebensqualität im ländlichen Raum dar.

Dabei gilt es, den aktuellen und zukünftigen Herausforderungen des Klima- und Umweltschutzes gerecht zu werden und gleichzeitig langfristig wirtschaftliche Versorgungslösungen bereit zu stellen. Eine besondere Rolle spielen in diesem Zusammenhang die sich abzeichnenden veränderten Rahmenbedingungen im Bereich der Energieversorgung aufgrund der aktuellen Klimaschutzbemühungen der Bundesregierung. So werden eine restriktivere Regulierung des Einsatzes konventioneller Energieträger sowie die Einführung einer wirksamen CO<sub>2</sub>-Bepreisung aller Voraussicht nach tiefgreifende Veränderungen der Energieversorgungsstruktur nach sich ziehen.

Aufgrund der baulichen Struktur steht mittelfristig in vielen Privathaushalten in der Gemeinde eine altersbedingte Sanierung der vorhandenen Wärmeversorgungsanlagen an. Gleichzeitig sind aus lokaler Forst- und Landschaftspflege erhebliche Mengen an Restholz vorhanden, die potenziell für eine energetische Nutzung in Betracht kommt. Auch Potenziale zur Nutzung regenerativer Solar- und Windenergie zur Wärmeversorgung sind im Norden Deutschlands vielversprechend. Daher liegt der Gedanke nahe, diese Potenziale für eine zukünftige Energieversorgung der Gemeinde nutzbar zu machen.

Vor diesem Hintergrund beauftragte die Gemeinde die Durchführung einer Machbarkeitsstudie zum Aufbau einer Energieversorgungsinfrastruktur auf Basis regional verfügbarer erneuerbarer Energiequellen. Im Fokus stand hierbei der Wärmesektor. Jedoch sollte ergänzend auch der Stromsektor mit beleuchtet werden. Ziel war die Darstellung und Bewertung bestehender Energiebedarfe und Potenziale sowie die umsetzungsorientierte Ableitung möglicher Handlungsansätze zum Aufbau einer Energieversorgung auf Basis regional verfügbarer Quellen. Die Machbarkeitsstudie bildet damit eine belastbare Entscheidungs- und Planungsgrundlage für nachfolgende konkrete Schritte zur Schaffung einer zukunftsfähigen und nachhaltigen Versorgungsinfrastruktur. Auf diese Weise sollen durch den Einsatz regional verfügbarer Energieträger die Lebens- und Wirtschaftsbedingungen vor Ort weiter verbessert, lokale Wertschöpfungsketten gestärkt, und ein wichtiger Beitrag zum Klima- und Umweltschutz geleistet werden.

Der vorliegende Bericht fasst die Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen sowie sich daraus ergebende Handlungsoptionen und -empfehlungen zusammen.

## 2 Grundlagenermittlung

Um eine belastbare Basis für die Erarbeitung praxisnaher Handlungsempfehlungen zu schaffen, wurden zunächst im Rahmen der Grundlagenermittlung wesentliche Informationen zur Einschätzung der konkreten Gegebenheiten vor Ort zusammengetragen und systematisiert.

Im Einzelnen wurden folgende Informationen ausgewertet:

### 2.1 Kartografische Daten

Im Zuge der vorliegenden Studie wurden umfangreiche Übersichts- und Fachkarten zu unterschiedlichen Themen ausgewertet. Darüber hinaus wurden während der Erarbeitung verschiedene raumbezogene Informationen generiert.

Um diese vielfältigen Daten übersichtlich und flexibel darstellen, verknüpfen und auswerten zu können, wurde das Geoinformationssystem (GIS) QGIS genutzt. Die Verwendung des etablierten ESRI-Shape-Standards stellt hierbei eine problemlose Weiterverwendung in nachfolgenden Projektschritten sicher.

Folgende Übersichts- und Fachkarten wurden genutzt:

#### 2.1.1 Topografische Informationen

- Topografische Karte (WebAtlas MV)<sup>1</sup>
- Digitale Orthophotos (DOP)<sup>2</sup>
- Bodennutzungstypen (BNT)<sup>3</sup>

#### 2.1.2 Administrative Gliederung

- Digitale Verwaltungsgrenzen (DVG)<sup>4</sup>
- Digitale Flurgrenzen (DFG)<sup>5</sup>
- Amtliches Liegenschaftskataster-Informationssystem (ALKIS®)<sup>6</sup>

#### 2.1.3 Planerische Situation

- Regionales Raumentwicklungsprogramm (RREP)<sup>7</sup> inkl. Teilfortschreibungsentwurf<sup>8</sup>
- Geltende bzw. in Aufstellung befindliche Bebauungspläne<sup>9</sup>
- Gebäudebestand<sup>10</sup>

---

<sup>1</sup> LAiV 01

<sup>2</sup> LAiV 02

<sup>3</sup> LUNG 03

<sup>4</sup> LAiV 03

<sup>5</sup> LAiV 04

<sup>6</sup> LAiV 05

<sup>7</sup> LUNG 01

<sup>8</sup> RPV WM 01

<sup>9</sup> LAND MV 01 sowie ergänzende Pläne, bereitgestellt durch Auftraggeber

<sup>10</sup> LAiV 06

### *2.1.4 Energetische Situation*

- Energieportal Nordwestmecklenburg<sup>11</sup>
- Fachkarten Erdwärmenutzung<sup>12</sup>

### *2.1.5 Naturschutzfachliche Belange*

- Schutzgebiete<sup>13</sup>
- Geschützte Biotope<sup>14</sup>

## *2.2 Statistische Daten*

Einen weiteren wichtigen Baustein zur Einschätzung des bestehenden sowie sich entwickelnden Energiebedarfs bilden statistische Daten zur Bevölkerungs-, Wirtschafts- und Raumstruktur. Hierzu wurden unter anderem folgende Auswertungen berücksichtigt:

- Bevölkerungsstand der Kreise, Ämter und Gemeinden<sup>15</sup>
- Bestand an Wohngebäuden und Wohnungen<sup>16</sup>
- Bodenfläche nach Art der tatsächlichen Nutzung<sup>17</sup>
- Regionales Energiekonzept Westmecklenburg<sup>18</sup>
- Kleinräumige Bevölkerungsprognose<sup>19</sup>

## *2.3 Auswertung der planerischen Situation*

Im Zuge der Grundlagenermittlung wurden weiterhin die bestehenden planerischen Voraussetzungen insbesondere hinsichtlich Regionalplanung und Bauleitplanung geprüft. Die gewonnenen Informationen dienten unter anderem der Bewertung und Klassifikation des baulichen und energetischen Standards des vorhandenen Gebäudebestands sowie zur Abschätzung weiterer Entwicklungspotenziale.

## *2.4 Lokale Akteure*

In Zusammenarbeit mit dem Auftraggeber wurden im Zusammenhang mit der Machbarkeitsstudie relevante lokale Akteure identifiziert und angesprochen. Ziel war hierbei, vor Ort vorhandenes Potenzial und Know-How möglichst frühzeitig in das Vorhaben zu integrieren. Es wurden Akteure aus folgenden Bereichen kontaktiert:

- Landwirtschafts-, Forstwirtschafts- und Landschaftspflegebetriebe
- Bau- und Erschließungsträger, Projektentwicklung
- Wohnungswirtschaft
- Öffentliche Verwaltung / Liegenschaftsverwaltung

---

<sup>11</sup> LK NWM 01

<sup>12</sup> LUNG 04

<sup>13</sup> LUNG 02

<sup>14</sup> LUNG 03

<sup>15</sup> LAiV 07

<sup>16</sup> LAiV 09

<sup>17</sup> LAiV 10

<sup>18</sup> RPV WM 02

<sup>19</sup> RPV WM 03



### 3 Bedarfsanalyse

In einem zweiten Schritt wurde der Energiebedarf des vorhandenen Gebäudebestandes untersucht. Für den ermittelten Wärmebedarf wurden gebäudescharf und zeitlich aufgelöste Bedarfsprofile erstellt. Aufbauend hierauf wurde die Wärmebedarfsstruktur im Untersuchungsgebiet hinsichtlich einer Eignung für zentrale Wärmeversorgungsanlagen analysiert.

#### 3.1 Methodik

Bei der Erarbeitung der Bedarfsanalyse wurde wie folgt vorgegangen:

##### 3.1.1 Erfassung des Gebäudebestandes

Anhand des Energieportals Nordwestmecklenburg<sup>20</sup>, des amtlichen Liegenschaftskataster-Informationssystems (ALKIS®)<sup>21</sup> sowie ergänzend durch die Auswertung aktueller Luftbildaufnahmen<sup>22</sup> wurden zunächst sämtliche energetisch relevante Gebäude im Untersuchungsgebiet kartografisch und tabellarisch erfasst. Unter ergänzender Berücksichtigung der bestehenden Bebauungspläne<sup>23</sup> sowie kartografischer Informationen zum Gebäudebestand<sup>24</sup> wurden die Gebäude hinsichtlich folgender Aspekte klassifiziert:



- Standort (Adresse)
- Gebäudegröße (Grundfläche, Höhe)
- Gebäudetyp
- Gebäudenutzung
- Baualtersklasse

Abb. 1: Gebäudeklassifizierung (exemplarisch)

Zum Zweck der Auswertung werden die verschiedenen Nutzungsarten wie folgt zu Sektoren zusammengefasst:

- **Privat** (Wohnnutzung, Wochenend- und Ferienhäuser)
- **Gewerbe** (Büro-, Betriebsgebäude, sonstige gewerbliche Nutzung)
- **Öffentlich** (Schule / Kita, Sozialgebäude, Sport...)

<sup>20</sup> LK NWM 01

<sup>21</sup> LAiV 05

<sup>22</sup> LAiV 02

<sup>23</sup> LAND MV 01

<sup>24</sup> LAiV 06

### 3.1.2 Vorläufige Energiebedarfsermittlung

Der Wärmebedarf für Heizung und Warmwasserbereitung sowie der Strombedarf im erfassten Bestand wurde in einer ersten Stufe basierend auf Informationen des Energieportals Nordwestmecklenburg<sup>25</sup> sowie anhand typischer Bedarfskennwerte gebäudescharf ermittelt. Als Bezugsgröße diente hierbei die aus den Gebäudeabmessungen und dem Gebäudetyp ermittelte Nutzfläche.

Bei der Bestimmung typischer Bedarfskennwerte wurde sowohl die Art der Nutzung als auch die Baualtersklasse des Gebäudes ausgewertet. Berücksichtigung fanden unter anderem die in der Vergangenheit gültigen baurechtlichen Vorgaben (Wärmeschutzverordnungen / Energieeinsparverordnungen), diverse publizierte Kennwerte<sup>26</sup> sowie Erfahrungswerte aus vergleichbaren Untersuchungen.

Anhand von Klimaaufzeichnungen des Deutschen Wetterdienstes<sup>27</sup> wurde hieraus der jeweilige Verlauf des Wärmebedarfs in einem Jahr mit durchschnittlichem Temperaturverlauf (Typjahr) abgeleitet. Dabei wurden die weiterentwickelten Standard-Lastprofile für Erdgas (SigLinDe-Profile)<sup>28</sup> zugrunde gelegt. Die zeitliche Auflösung beträgt 24 Stunden.

### 3.1.3 Anwohnerbefragung

Um die Energiebedarfs- und -versorgungssituation genauer einschätzen zu können, wurde mit Unterstützung des Auftraggebers eine Anwohnerbefragung durchgeführt. Die Teilnahme war freiwillig und konnte papierbasiert per Fragebogen oder Online erfolgen.

Abgefragt wurden Informationen aus folgenden Bereichen:

- Stammdaten (Adresse / Zuordnung)
- Gebäudedaten (Größe, Typ, Baujahr, Sanierungsstand)
- Nutzungsdaten (Art und Intensität der Nutzung)
- Anlagentechnik (Heizung, Warmwasserbereitung, Lüftung, ggf. Solar)
- Energieverbrauch (Brennstoffe, Strom)

Ein Musterexemplar des Fragebogens ist im Anhang beigelegt.

### 3.1.4 Endgültige Bedarfsermittlung

Auf Grundlage der Befragungsergebnisse wurden die ermittelten Daten zum Gebäudebestand weiter verfeinert und vervollständigt. Der zunächst vorläufig ermittelte Energiebedarf wurde anhand der realen Verbrauchswerte skaliert und auf den gesamten Gebäudebestand hochgerechnet. Hieraus wurden gebäudescharf Wärmebedarfsprofile abgeleitet. Diese umfassen folgende Angaben:

- Jahreswärmebedarf
- Auslegungsleistung (Normauslegungstemperatur: -12°C)
- Temperaturniveau (Vorlauf / Rücklauf)
- Jahresgang Wärmebedarf (24-Stunden-Werte im Typjahr)
- Jahresgang Temperaturniveau (Vorlauf / Rücklauf, 24-Stunden-Werte im Typjahr)

---

<sup>25</sup> LK NWM 01

<sup>26</sup> u.a. RECK 01, WIKI 01

<sup>27</sup> DWD 01

<sup>28</sup> BDEW 01



Die Ermittlung der Jahresgänge erfolgte auch hier auf Basis von Klimadaten des Deutschen Wetterdienstes<sup>29</sup> sowie der spezifischen Nutzungsarten.

Die Ergebnisse der Bedarfsermittlung wurden in einer Gesamtenergiebilanz sachlich gegliedert nach Nutzungsart und Baualtersklasse sowie räumlich aufgelöst als Wärmebedarfsdichte im 100-m-Raster zusammengefasst.

### 3.1.5 Zukünftige Bedarfsentwicklung

Für die zukünftige Entwicklung des Energiebedarfs im Untersuchungsgebiet werden voraussichtlich mehrere geplante größeren Bauvorhaben, beispielsweise in den Ortsteilen Hohen Wieschendorf, Hohenkirchen, Beckerwitz und Niendorf, von besonderer Bedeutung sein. Berücksichtigt wurden folgende bestehende bzw. in Vorbereitung befindliche Vorhaben:

- Bebauungsplan Nr. 19 (Ferienanlage nördlich der Ortslage Niendorf)
- Bebauungsplan Nr. 24 (Ferienanlage Blaue Wiek II)
- Bebauungsplan Nr. 26 (Teilbereich der Ortslage Niendorf)
- Bebauungsplan Nr. 27 (Anleger Hohen Wieschendorf)
- Bebauungsplan Nr. 28 (Gebiet „Dorfmitte“ im Ortsteil Hohen Wieschendorf)
- Bebauungsplan Nr. 29 (Ortslage Hohenkirchen)

Um eine entsprechende Bedarfsentwicklung abschätzen zu können, wurden die jeweiligen Bebauungspläne ausgewertet und Gespräche mit Bau- und Erschließungsträgern geführt. Die zu erwartenden Energiebedarfe wurden auch hier anhand der geplanten Nutzflächen und Nutzungsarten abgeschätzt. Soweit nicht anders bekannt wurde von einer Ausführung der Bauvorhaben nach dem Energiestandard KfW-55 ausgegangen.

### 3.1.6 Endenergiebedarf und Treibhausgasemissionen

Der Anteil der verschiedenen Endenergieträger an der bestehenden Wärmeversorgung wurde auf Grund der Befragungsergebnisse sowie entsprechend der Siedlungsstruktur anhand von Erfahrungswerten aus ähnlich gelagerten Gebieten ermittelt. Hierbei wurden folgende typische Jahresnutzungsgrade der Wärmeerzeugung zugrunde gelegt:

- Heizöl: 0,90
- Flüssiggas: 0,91
- Holz 0,80 (Mix Kleinf Feuerung und Zentralkesselanlage)
- Strom (via Wärmepumpe): 4,40 (Mix Luft- und Erdwärmepumpen)
- Strom (konventionell): 0,98

Die durch die Wärmeversorgung anfallenden Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) wurden mit Hilfe spezifischer Emissionsfaktoren aus dem erforderlichen Endenergiebedarf ermittelt.

Neben dem bedeutendsten Treibhausgas Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) werden hierbei auch weitere klimawirksame Emissionen wie beispielweise Methan (CH<sub>4</sub>) oder Lachgas (N<sub>2</sub>O) berücksichtigt. Die Gesamtemissionen werden auf die entsprechende Menge an CO<sub>2</sub> umgerechnet. Die Angabe erfolgt als sogenanntes CO<sub>2</sub>-Äquivalent.

Darüber hinaus werden nicht nur die unmittelbar bei der Nutzung (z.B. Verbrennung) freiwerdenden Emissionen berücksichtigt, sondern auch der gesamte Bereitstellungsprozess, die sogenannte Vorkette.

---

<sup>29</sup> DWD 01

Die genutzten Emissionsfaktoren wurden den veröffentlichten Ergebnisdaten des vom Internationalen Institut für Nachhaltigkeitsanalysen und -strategien (IINAS) entwickelten GEMIS-Modells<sup>30</sup> bzw. Fachveröffentlichungen der Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe<sup>31</sup> entnommen.

Folgende Emissionsfaktoren wurden genutzt:

<b>Energieträger</b>	<b>Bezug</b>	<b>Emissionsfaktor</b> [g/kWh CO <sub>2</sub> -Äqu.]	<b>Quelle</b>
Heizöl	Brennstoff (Endenergie)	319,0	Gemis Heizöl-Hzg 100%
Erdgas	Brennstoff (Endenergie)	250,0	Gemis Erdgas-Hzg 100%
Flüssiggas	Brennstoff (Endenergie)	277,0	Gemis Flüssiggas-Hzg 100%
Holz	Brennstoff (Endenergie)	19,0	Gemis Holz-Stücke-Hzg 100%
Stroh / Heu	Brennstoff (Endenergie)	8,5	FNR
Solarthermie	Wärme (Nutzenergie)	25,0	Gemis Solar-Kollektor Cu Warmwasser
Photovoltaik	Strom (Endenergie)	49,0	Gemis Solar-PV (polykristallin)
Windenergie	Strom (Endenergie)	9,0	Gemis Wind Park onshore
Strom (Netzbezug)	Strom (Endenergie)	484,0	Gemis Stromnetz-lokal 2020

Tab. 1: Emissionsfaktoren nach GEMIS

<sup>30</sup> GEMIS

<sup>31</sup> FNR 04

## 3.2 Ergebnisse

### 3.2.1 Gebäudebestand

Im Untersuchungsgebiet wurden **insgesamt 847 Gebäude** identifiziert, die einen relevanten Energiebedarf aufweisen. Zu einem weit überwiegenden Anteil von ca. 95% sind diese dem privaten Sektor zuzuordnen.

Der beschriebene Gebäudebestand umfasst insgesamt eine **Nutzfläche von ca. 151.000 m<sup>2</sup>**. Auch hier stellt der private Sektor mit 90% den größten Anteil dar.

Ortsteil	Nutzfläche (beheizt)				
	[ m ²]				
	Sektor				
	privat	gewerbl.	öffentl.	gesamt	
Beckerwitz	39.104	3.056	1.362	43.522	28,7%
Gramkow	5.529	933	0	6.462	4,3%
Groß Walmstorf	10.479	334	1.086	11.899	7,9%
Hohen Wieschendorf	17.885	3.844	0	21.729	14,3%
Hohenkirchen	18.935	138	380	19.453	12,8%
Jassewitz	8.655	0	0	8.655	5,7%
Manderow	7.274	1.065	0	8.339	5,5%
Niendorf (b. Grevesm.)	13.485	664	0	14.149	9,3%
Wahrstorf	10.413	0	0	10.413	6,9%
Wohlenhagen	4.908	1.909	0	6.817	4,5%
gesamt	136.666	11.943	2.828	151.437	100,0%
	90,2%	7,9%	1,9%	100,0%	

Tab. 2: Nutzfläche nach Sektor und Ortsteil

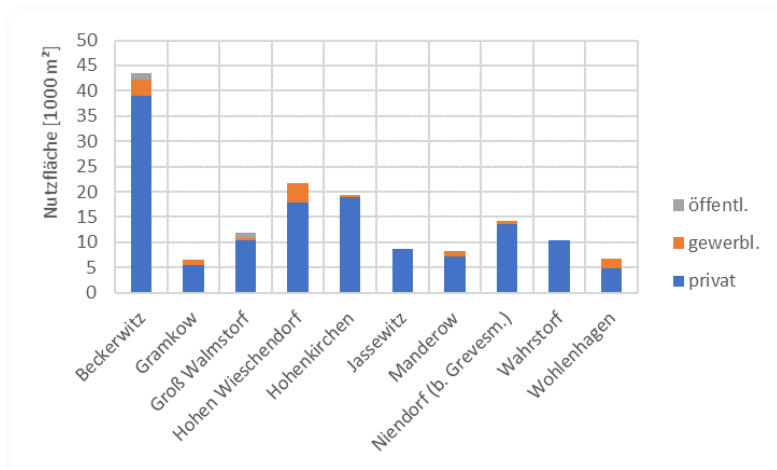


Abb. 2: Nutzfläche nach Sektor und Ortsteil

Die zahlen- und flächenmäßig größte Anteile am Gebäudebestand entfallen auf die Ortsteile Beckerwitz (ca. 30%), Hohen Wieschendorf (ca. 15%) und Hohenkirchen (ca. 12%).

### 3.2.2 Befragungsrücklauf

Die durchgeführte Anwohnerbefragung ergab verwertbare Rückmeldungen zu 120 der 847 erfassten Gebäude. Dies entspricht einer **Rückmeldequote von ca. 14%**.

Die nachfolgende Karte gibt einen Überblick über die Verteilung der Rückmeldequote:

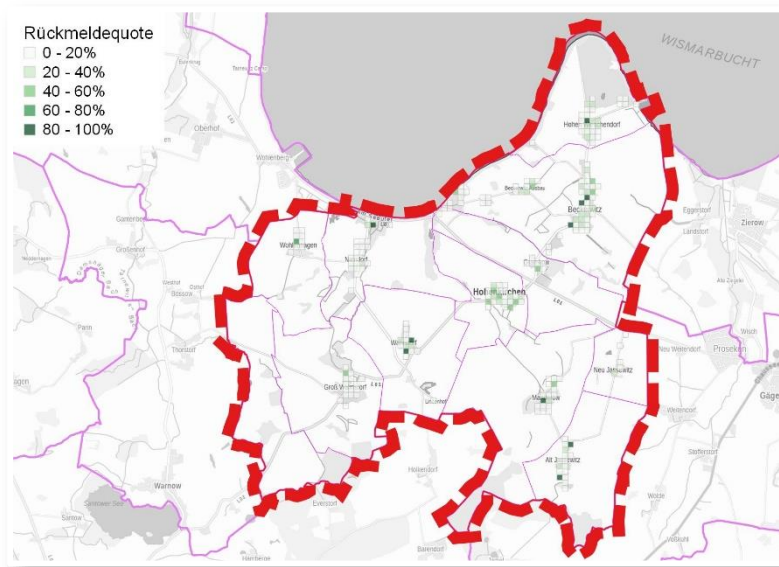


Abb. 3: Karte Rückmeldequote Befragung

Im Vergleich zu ähnlich gelagerten Untersuchungen ist die erzielte Resonanz als durchaus positiv zu bewertend.

In ca. 86% der Rückmeldungen erklärten die Befragten ein grundsätzliches Interesse, wenn teilweise auch unter Bedingungen, an der Nutzung lokaler erneuerbarer Energien. In lediglich ca. 12% der Rückmeldungen wurde kein Interesse signalisiert.

Die Verteilung auf die einzelnen Ortsteile geht aus den folgenden Übersichten hervor:

Ortsteil	Rückmeldungen							
	[ - ]							
	interessiert (ggf. bedingt)		nicht interessiert		keine Angabe		gesamt	
Beckerwitz	45	14,6%	4	1,3%	0	0,0%	49	15,9%
Gramkow	3	8,6%	0	0,0%	0	0,0%	3	8,6%
Groß Walmstorf	1	1,8%	1	1,8%	0	0,0%	2	3,6%
Hohen Wieschendorf	16	11,2%	4	2,8%	0	0,0%	20	14,0%
Hohenkirchen	15	18,8%	3	3,8%	1	1,3%	19	23,8%
Jassewitz	5	12,8%	0	0,0%	0	0,0%	5	12,8%
Manderow	3	8,1%	1	2,7%	0	0,0%	4	10,8%
Niendorf (b. Grevesm.)	8	10,0%	0	0,0%	0	0,0%	8	10,0%
Wahrstorf	6	12,8%	0	0,0%	1	2,1%	7	14,9%
Wohlenhagen	1	4,5%	1	4,5%	1	4,5%	3	13,6%
gesamt	103	12,2%	14	1,7%	3	0,4%	120	14,2%

Tab. 3: Rückmeldequote und Interessenlage nach Ortsteilen

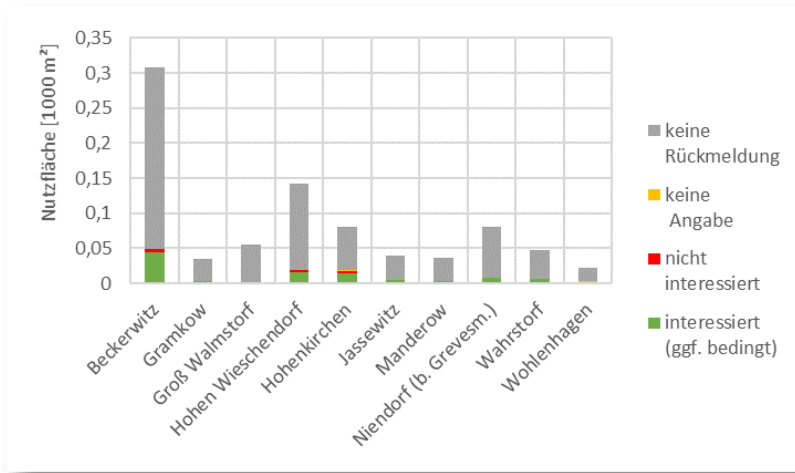


Abb. 4: Rückmeldequote und Interessenlage nach Ortsteilen

Als Bedingungen für ein Interesse wurden unter anderem genannt:

- Wirtschaftliche Attraktivität gegenüber anderen Versorgungsformen
- Aspekte des Natur- und Landschaftsschutz
- Aspekte des nachhaltigen Wirtschaftens
- Beteiligungsmöglichkeiten
- Vorbehalte gegenüber Einzeltechnologien (Windenergie, Biogas, Biomasseverbrennung)

Auffällig ist weiterhin, dass gerade im Bereich privater Wochenend- und Ferienhäuser das Interesse an der Nutzung erneuerbarer Energieträger eher gering ist. Dies erklärt sich häufig durch einen insgesamt geringen Energiebedarf aufgrund der vorrangigen Nutzung im Sommerhalbjahr.

### 3.2.3 Wärmebedarf

Entsprechend der oben aufgeführten Vorgehensweise wurde der bestehende Wärmebedarf gebäudescharf analysiert und nach Nutzungsart und Baualtersklasse wie folgt zusammengefasst:

Ortsteil	Wärmebedarf [MWh/a]				
	Sektor				
	privat	gewerblich	kommunal	Gesamt	
Beckerwitz	5.407	413	162	<b>5.982</b>	23,5%
Gramkow	946	124	0	<b>1.071</b>	4,2%
Groß Walmstorf	2.183	1.773	144	<b>4.100</b>	16,1%
Hohen Wieschendorf	2.226	665	0	<b>2.891</b>	11,4%
Hohenkirchen	3.249	22	70	<b>3.342</b>	13,1%
Jassewitz	1.432	0	0	<b>1.432</b>	5,6%
Manderow	1.373	264	0	<b>1.637</b>	6,4%
Niendorf (b. Grevesm.)	2.002	105	0	<b>2.107</b>	8,3%
Wahrstorf	1.881	0	0	<b>1.881</b>	7,4%
Wohlenhagen	713	271	0	<b>984</b>	3,9%
<b>gesamt</b>	<b>21.412</b>	<b>3.638</b>	<b>376</b>	<b>25.427</b>	100,0%
	84,2%	14,3%	1,5%	100,0%	

Tab. 4: Wärmebedarf nach Sektor und Ortsteil

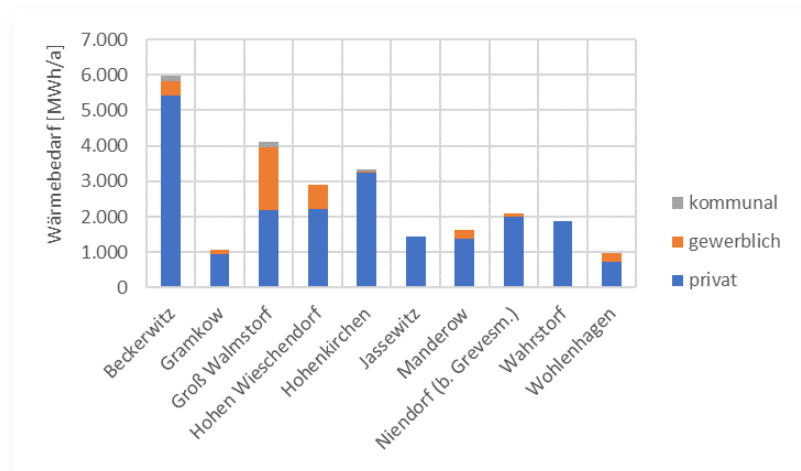


Abb. 5: Wärmebedarf nach Sektor und Ortsteil

Es wurde ein **Gesamt-Wärmebedarf von ca. 25.400 MWh/a** im Untersuchungsgebiet ermittelt. Hiervon entfallen ca. 84% auf die Wohnbebauung.

Der ermittelte Wärmebedarf wird räumlich in einem 100-m-Raster aggregiert. Auf diese Weise ergibt sich eine Verteilung der Wärmebedarfsdichte im Untersuchungsgebiet wie folgt:

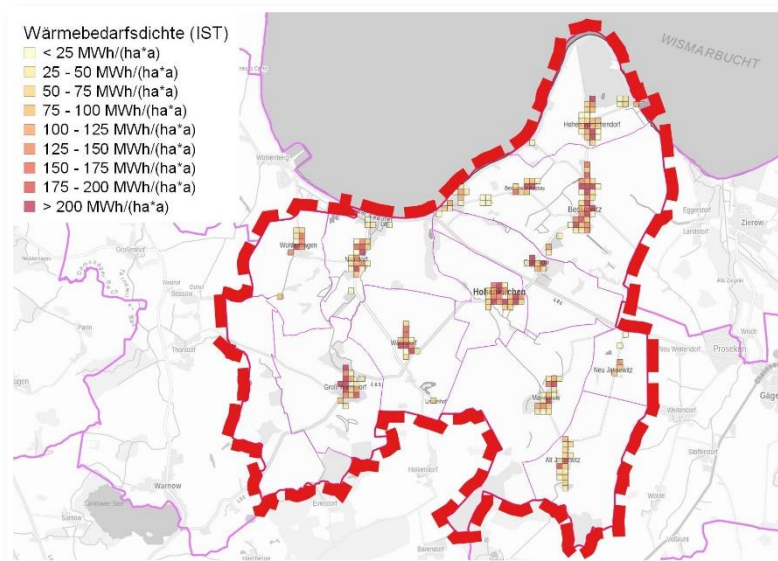


Abb. 6: Karte: Wärmebedarfsdichte

In dieser Darstellung werden bereits zusammenhängende Gebiete eines verdichteten Wärmebedarfs u.a. in den Ortsteilen Beckerwitz, Hohenkirchen und Hohen Wieschendorf erkennbar.

### 3.2.4 Strombedarf

Analog zum Wärmebedarf wurde ebenfalls entsprechend der dargestellten Methodik der Strombedarf in den einzelnen Ortsteilen und Sektoren ermittelt. Enthalten ist hierbei nicht der zur Heizung und Warmwasserbereitung eingesetzte Strom. Dieser wird in der nachfolgenden Betrachtung des Endenergiebedarfs entsprechend des jeweiligen Energieträgermix der Wärmeversorgung zugeordnet.

Der ermittelte Strombedarf wird wie folgt zusammengefasst:

Ortsteil	Strombedarf [MWh/a]			
	Sektor			Gesamt
	privat	gewerblich	kommunal	
Beckerwitz	860	66	18	945 26,4%
Gramkow	122	19	0	140 3,9%
Groß Walmstorf	229	180	16	424 11,8%
Hohen Wieschendorf	410	199	0	610 17,0%
Hohenkirchen	414	3	6	423 11,8%
Jassewitz	193	0	0	193 5,4%
Manderow	157	6	0	163 4,5%
Niendorf (b. Grevesm.)	298	15	0	313 8,7%
Wahrstorf	227	0	0	227 6,3%
Wohlenhagen	106	38	0	144 4,0%
gesamt	3.017	526	40	3.582 100,0%
	84,2%	14,7%	1,1%	100,0%

Tab. 5: Strombedarf nach Sektor und Ortsteil

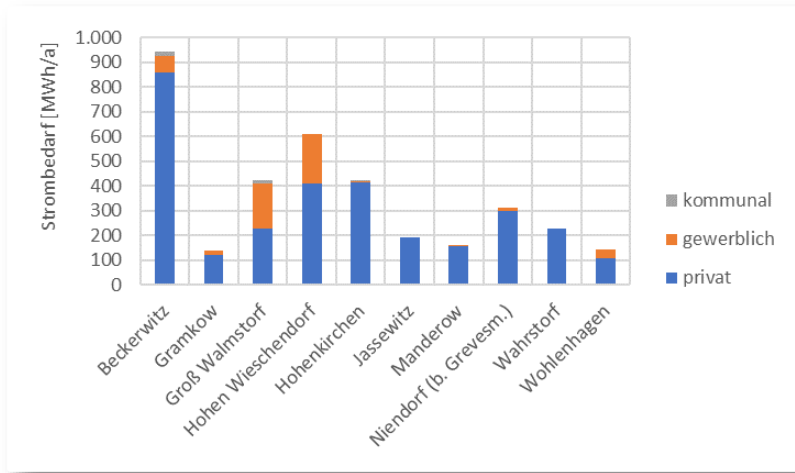


Abb. 7: Strombedarf nach Sektor und Ortsteil

Es wurde ein **Gesamt-Strombedarf von ca. 3.600 MWh/a** im Untersuchungsgebiet ermittelt. Hiervon entfallen ca. 84% auf die Wohnbebauung.

Zu beachten ist, dass insbesondere im **gewerblichen Sektor** aufgrund der heterogenen Tätigkeits- und Bedarfsstruktur einzelne vorliegende Befragungsergebnisse nur bedingt auf den übrigen Gebäudebestand übertragbar sind. Hier ist daher mit entsprechenden Unschärfen zu rechnen.

### 3.2.5 Endenergiebedarf & Treibhausgasemissionen

Entsprechend der beschriebenen Ansätze wurden der Endenergiebedarf der Wärmeversorgung sowie die Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) der Wärme- und Stromversorgung im Untersuchungsgebiet ermittelt.

Die anteilige Verteilung der einzelnen Energieträger an der Wärmebereitstellung wurde entsprechend der Ergebnisse der Anwohnerbefragung abgeschätzt.

Für die Bereitstellung von Wärme ergibt sich insgesamt ein **Endenergiebedarf von ca. 27.800 MWh/a**. Als Endenergieträger kommt überwiegend Flüssiggas (45%) zum Einsatz, gefolgt von Heizöl (32%). Wesentliche Teile des Wärmebedarfs (13,5%) werden daneben bereits durch die Verbrennung von Holz gedeckt. Neben Einzelfeuerstätten wie Kaminöfen und dergleichen kommt dabei der bestehenden Biomassefeuerung mit Wärmenetz in Groß Walmstorf eine besondere Bedeutung zu. Die nachfolgende Tabelle zeigt die Aufteilung auf die Ortsteile im Detail:



Ortsteil	Endenergiebedarf zur Wärmebereitstellung						gesamt
	Heizöl	Flüssiggas	Holz	Solarthermie	Strom (Wärme)	[MWh/a]	
Beckerwitz	2.326	3.287	150	120	545	6.427	23,1%
Gramkow	416	588	27	21	97	1.150	4,1%
Groß Walmstorf	607	858	3.213	31	142	4.851	17,4%
Hohen Wieschendorf	1.124	1.588	72	58	263	3.106	11,2%
Hohenkirchen	1.300	1.836	84	67	304	3.590	12,9%
Jassewitz	557	787	36	29	130	1.539	5,5%
Manderow	637	900	41	33	149	1.759	6,3%
Niendorf (b. Grevesm.)	820	1.158	53	42	192	2.264	8,1%
Wahrstorf	731	1.033	47	38	171	2.021	7,3%
Wohlenhagen	383	540	25	20	90	1.057	3,8%
<b>gesamt</b>	<b>8.901</b>	<b>12.576</b>	<b>3.746</b>	<b>509</b>	<b>2.083</b>	<b>27.814</b>	<b>100,0%</b>
	32,0%	45,2%	13,5%	1,8%	7,5%	100,0%	

Tab. 6: Endenergiebedarf der Wärmeversorgung nach Ortsteil und Energieträger

Zusätzlich zum Endenergieaufwand der Wärmeversorgung fließt auch der bereits oben dargestellte Stromverbrauch in Höhe von 3.582 MWh/a in den gesamten Endenergiebedarf mit ein. Die nachfolgende Abbildung zeigt diesen im Überblick:

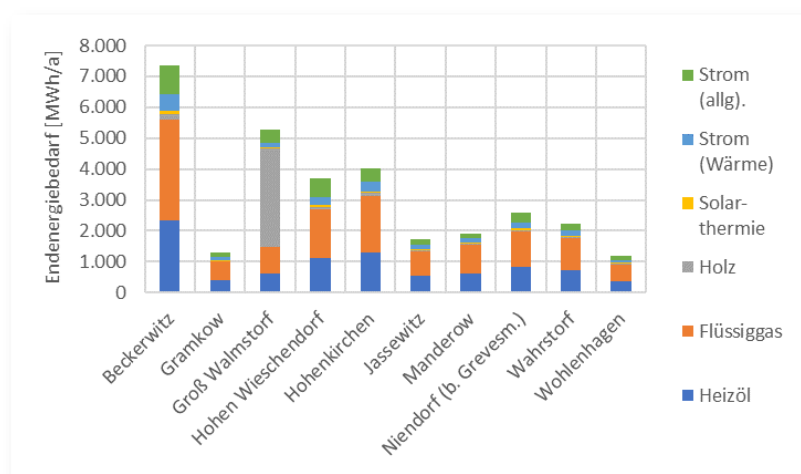


Abb. 8: Endenergiebedarf nach Ortsteil und Energieträger

Anhand der oben genannten Emissionsfaktoren wurden die **Treibhausgasemissionen der Wärmeversorgung mit insgesamt ca. 7.400 t/a CO<sub>2</sub>-äqu.** bestimmt. Dies entspricht einem spezifischen Emissionsfaktor von **292 g/kWh CO<sub>2</sub>-äqu. bezogen auf die Nutzwärme.** Zu über 85% werden diese durch den Einsatz von Heizöl und Flüssiggas verursacht. Die nachfolgende Tabelle zeigt die Zusammensetzung im Einzelnen:

Ortsteil	Treibhausgasemissionen der Wärmebereitstellung [t/a]						gesamt
	Heizöl	Flüssiggas	Holz	Solarthermie	Strom (Wärme)		
Beckerwitz	742	910	3	3	264	1.922	25,9%
Gramkow	133	163	1	1	47	344	4,6%
Groß Walmstorf	194	238	61	1	69	562	7,6%
Hohen Wieschendorf	359	440	1	1	127	929	12,5%
Hohenkirchen	415	509	2	2	147	1.074	14,5%
Jassewitz	178	218	1	1	63	460	6,2%
Manderow	203	249	1	1	72	526	7,1%
Niendorf (b. Grevesm.)	261	321	1	1	93	677	9,1%
Wahrstorf	233	286	1	1	83	604	8,2%
Wohlenhagen	122	150	0	0	43	316	4,3%
<b>Summe</b>	<b>2.839</b>	<b>3.483</b>	<b>71</b>	<b>11</b>	<b>1.008</b>	<b>7.414</b>	<b>100,0%</b>
	38,3%	47,0%	1,0%	0,2%	13,6%	100,0%	

Tab. 7: Treibhausgasemissionen der Wärmeversorgung nach Ortsteil und Energieträger

Hinzu kommen die **Treibhausgasemissionen der Stromversorgung** in Höhe von ca. **1.700 t/a CO<sub>2</sub>-äqu.**

Die nachfolgende Abbildung verdeutlicht die Aufteilung:

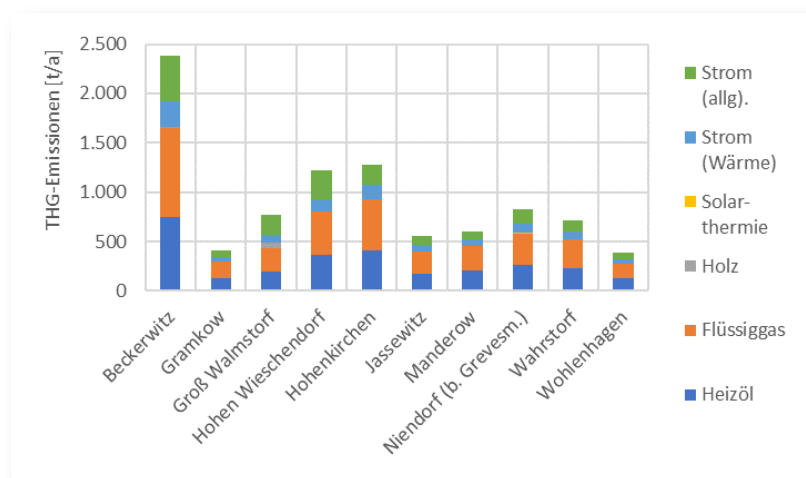


Abb. 9: Treibhausgasemissionen nach Ortsteil und Energieträger

### 3.3 Entwicklungsperspektive

Die oben dargestellte Energiebedarfsermittlung spiegelt den aktuellen IST-Zustand wieder. Eine perspektivische Entwicklung des Gebäudebestandes kann in der Zukunft zu veränderten Bedarfen führen. Zu nennen sind hierbei insbesondere die bereits konkret bekannten und in Vorbereitung befindlichen Ausbauvorhaben im Bereich der Wohn- und Ferienbebauung sowie des Gastgewerbes im Gemeindegebiet. Diese werden in der Zukunft voraussichtlich zu einer Erhöhung des Energiebedarfs führen.

Folgender Zubau wurde berücksichtigt:

Ortsteil	Zubau	
	Gebäude [ - ]	Nutzfläche [m²]
Beckerwitz	+16	+1.702
Gramkow	+1	+818
Groß Walmstorf		
Hohen Wieschendorf	+101	+25.485
Hohenkirchen	+30	+5.605
Jassewitz		
Manderow		
Niendorf (b. Grevesm.)	+71	+8.155
Wahrstorf		
Wohlenhagen		
<b>gesamt</b>	<b>+219</b>	<b>+41.765</b>

Tab. 8: Zubaumengen

Die nachfolgende Abbildung zeigt die resultierenden Strom- und Wärmebedarfe im Vergleich zum IST-Zustand.

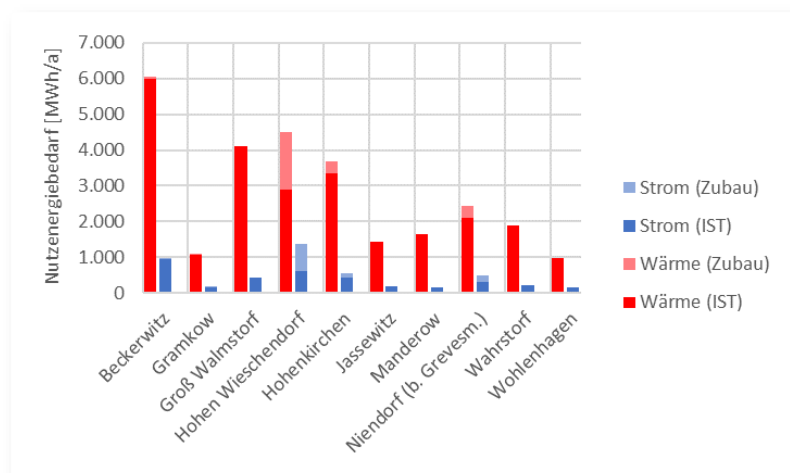


Abb. 10: Mittelfristiges Entwicklungsszenario nach Ortsteil

Es ergibt sich mittelfristig eine **Erhöhung des Wärmebedarfs um ca. 9,5%** sowie eine **Steigerung des Strombedarfs um ca. 31,2%**. Die nachfolgenden Tabellen zeigen die Verteilung auf die Ortsteile.

Ortsteil	Wärmebedarf [MWh/a]			
	Sektor			Gesamt
	privat	gewerblich	kommunal	
Beckerwitz	+68			<b>+68</b> +0,3%
Gramkow		+33		<b>+33</b> +0,1%
Groß Walmstorf				
Hohen Wieschendorf	+994	+631		<b>+1.625</b> +6,4%
Hohenkirchen	+336			<b>+336</b> +1,3%
Jassewitz				
Manderow				
Niendorf (b. Grevesm.)	+341			<b>+341</b> +1,3%
Wahrstorf				
Wohlenhagen				
<b>gesamt</b>	<b>+1.740</b> +6,8%	<b>+663</b> +2,6%		<b>+2.403</b> +9,5%

Tab. 9: Mittelfristiges Entwicklungsszenario – Wärme

Ortsteil	Strombedarf [MWh/a]			
	Sektor			Gesamt
	privat	gewerblich	kommunal	
Beckerwitz	+40			<b>+40</b> +1,1%
Gramkow		+16		<b>+16</b> +0,5%
Groß Walmstorf				
Hohen Wieschendorf	+365	+385		<b>+750</b> +20,9%
Hohenkirchen	+122			<b>+122</b> +3,4%
Jassewitz				
Manderow				
Niendorf (b. Grevesm.)	+190			<b>+190</b> +5,3%
Wahrstorf				
Wohlenhagen				
<b>gesamt</b>	<b>+717</b> +20,0%	<b>+401</b> +11,2%		<b>+1.118</b> +31,2%

Tab. 10: Mittelfristiges Entwicklungsszenario – Strom

## 4 Potenzialanalyse

In einem weiteren Schwerpunkt wurden einerseits das Einsparpotenzial durch energetische Gebäudesanierung und andererseits die Potenziale lokal verfügbarer erneuerbarer Energieträger untersucht. Konkret wurden folgende Potenziale berücksichtigt:

- Wärme-Einsparpotenzial durch energetische Gebäudesanierung
- Energetisches Potenzial von Restholz aus Forstwirtschaft und Landschaftspflege
- Energetisches Potenzial von Getreidestroh aus der Landwirtschaft
- Energetisches Potenzial von Heu aus der Landschaftspflege
- Energetisches Potenzial von Photovoltaik-Freiflächenanlagen
- Energetisches Potenzial von Solar-Aufdach-Anlagen (Photovoltaik / Solarthermie)
- Energetisches Potenzial der Umweltwärmenutzung
- Energetisches Potenzial der Windenergienutzung

Grundsätzlich werden im Rahmen der Potenzialanalyse Möglichkeiten erarbeitet, um den lokalen Strom und Wärmebedarf zu reduzieren und / oder auf Basis lokal verfügbarer erneuerbarer Energieträger zu decken. Ausgangspunkt hierfür bildet der in der Bedarfsanalyse abgebildete IST-Stand. Hierin sind teilweise bereits durchgeführte verbrauchsmindernde Maßnahmen sowie bereits eingesetzte erneuerbare Energien enthalten

Bereits zur **Wärmeversorgung** genutzte Potenziale erneuerbarer Energieträger sind mit ihren spezifischen Treibhausgasemissionen im zugrunde gelegten lokalen Energieträger-Mix berücksichtigt. Aus diesem Grunde wird ein Treibhausgasreduzierungspotenzial nur für den noch nicht genutzten Anteil der jeweiligen Energieträger ausgewiesen.

Im Gegensatz dazu erfolgt die Nutzung **regenerativ erzeugten Stroms** bislang in der Regel nicht lokal. Vielmehr wird bei entsprechenden Bestandsanlagen der Strom zumeist entsprechend den Regelungen des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) in das öffentliche Stromnetz eingespeist, während der lokale Stromverbrauch ebenfalls aus dem öffentlichen Stromnetz erfolgt. Aus diesem Grunde werden hier für den verbrauchten Strom die spezifischen Treibhausgasemissionen des durchschnittlichen Strommix im deutschen Netz angesetzt. Die erzeugten Strommengen werden demgegenüber separat emissionsmindernd angerechnet.

Für einige untersuchte Potenziale bestehen **konkurrierende Nutzungswege** zur Strom und / oder Wärmenutzung (z.B. Biomasseverfeuerung mit oder ohne Kraft-Wärme-Kopplung, Nutzung von Dachflächen für Solarthermie oder Photovoltaik). In solchen Fällen werden zwei Szenarien unterschieden:

- Szenario 1: Wärmemaximiert  
vorrangige Wärmenutzung, soweit sinnvoll und möglich
- Szenario 2: Strommaximiert  
vorrangige Stromnutzung, soweit sinnvoll und möglich

Diese Szenarien bilden somit die jeweiligen Grenzfälle der Potenzialnutzung, innerhalb derer eine reale Nutzung möglich ist.

## 4.1 Energetische Gebäudesanierung

Durch die energetische Sanierung bestehender Gebäude lässt sich in vielen Fällen der Wärmebedarf merklich senken. Hierbei spielen verschiedene Maßnahmen eine Rolle:

- Dämmung von Bauteilen
- Optimierung der Anlagentechnik
- Energiebewusstes Nutzerverhalten

Der Schwerpunkt der hier dargestellten Analyse liegt auf dem Potenzial durch Dämmung bzw. Abdichtung von Gebäudebauteilen. Mögliche Potenziale durch Wechsel des Energieträgers sowie geänderte Anlagentechnik werden in den folgenden Abschnitten beleuchtet.

Neben dem energetischen Ausgangszustand hängt die tatsächlich erreichbare Einsparung des jeweiligen Gebäudes auch von den jeweils konkret umsetzbaren Einzelmaßnahmen ab. Nicht zuletzt um bauphysikalischen Problemen vorzubeugen bedarf dies im Einzelfall jeweils einer fundierten Fachplanung.

Um das erzielbare Einsparpotenzial im vorhandenen Gebäudebestand abzuschätzen dient die oben dargestellte Bedarfsanalyse als Ausgangspunkt. Erfahrungswerte zeigen, dass nach einer umfassenden Sanierung von Bestandsgebäuden ein spezifischer Wärmebedarf von 100 kWh/(m<sup>2</sup>\*a) in der Regel erreicht werden kann. Dies wird daher als Zielwert angenommen. Ausgenommen von der Betrachtung werden Sonderbauten wie Hallen, Kirchen usw.

Aufgrund der getroffenen Ansätze ergibt sich im gesamten Untersuchungsgebiet ein Wärme-**Einsparpotenzial von 9.392 MWh/a**. Dies entspricht **37%** des bestehenden Wärmebedarfs.

Bei ansonsten gleichbleibender Versorgungsstruktur bedeutet dies eine Verminderung der Treibhausgasemissionen der Wärmeversorgung um 2.739 t/a (37%). Die nachfolgenden Übersichten zeigen die Ergebnisse im Überblick.

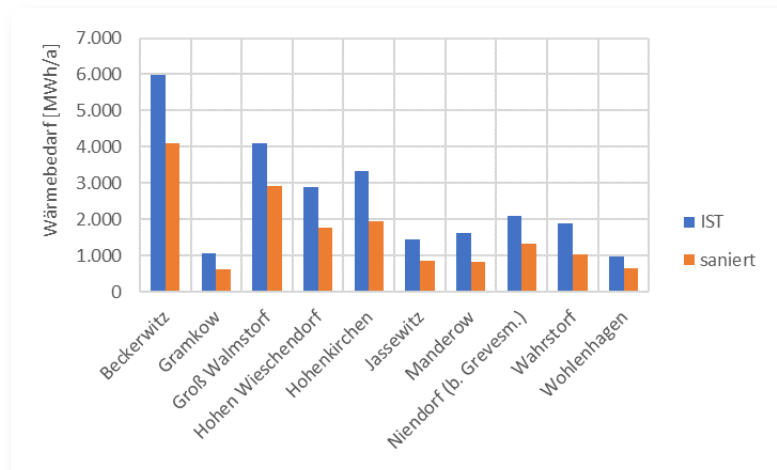


Abb. 11: Wärme-Einsparpotenzial Gebäudesanierung nach Ortsteil

Ortsteil	Wärme-Einsparpotenzial Gebäudesanierung					
	[MWh/a]					
	privat		gewerbl.		öffentl.	gesamt
Beckerwitz	-1.700 -31,4%		-108 -26,2%		-63 -38,9%	<b>-1.871 -31,3%</b>
Gramkow	-426 -45,0%		-31 -25,1%		0	<b>-457 -42,7%</b>
Groß Walmstorf	-1.135 -52,0%		-10 -0,5%		-43 -29,6%	<b>-1.187 -29,0%</b>
Hohen Wieschendorf	-850 -38,2%		-280 -42,2%		0	<b>-1.130 -39,1%</b>
Hohenkirchen	-1.366 -42,0%		-9 -38,2%		-32 -46,0%	<b>-1.407 -42,1%</b>
Jassewitz	-573 -40,0%		0		0	<b>-573 -40,0%</b>
Manderow	-652 -47,5%		-158 -59,7%		0	<b>-810 -49,5%</b>
Niendorf (b. Grevesm.)	-748 -37,4%		-39 -36,9%		0	<b>-787 -37,3%</b>
Wahrstorf	-842 -44,8%		0		0	<b>-842 -44,8%</b>
Wohlenhagen	-247 -34,6%		-80 -29,6%		0	<b>-327 -33,2%</b>
<b>gesamt</b>	<b>-8.539 -39,9%</b>		<b>-715 -19,7%</b>		<b>-138 -36,7%</b>	<b>-9.392 -36,9%</b>

Tab. 11: Wärme-Einsparpotenzial Gebäudesanierung nach Ortsteil und Sektor

Ortsteil	THG-Einsparpotenzial Gebäudesanierung
	[t/a]
Beckerwitz	<b>-546 -28,4%</b>
Gramkow	<b>-133 -38,7%</b>
Groß Walmstorf	<b>-346 -61,6%</b>
Hohen Wieschendorf	<b>-330 -35,5%</b>
Hohenkirchen	<b>-410 -38,2%</b>
Jassewitz	<b>-167 -36,3%</b>
Manderow	<b>-236 -44,9%</b>
Niendorf (b. Grevesm.)	<b>-229 -33,9%</b>
Wahrstorf	<b>-246 -40,6%</b>
Wohlenhagen	<b>-95 -30,1%</b>
<b>gesamt</b>	<b>-2.739 -36,9%</b>

Tab. 12: THG-Einsparpotenzial Gebäudesanierung nach Ortsteil

## 4.2 Energetische Biomassenutzung

Untersucht wurde das Potenzial einer Wärme- und / oder Stromnutzung lokal verfügbarer biogener Reststoffe aus Land- und Forstwirtschaft. Detaillierte Berechnungsansätze sind den Berechnungsblättern im Anhang zu entnehmen.

### Datengrundlage

Zur Ermittlung der bestehenden Potenziale wurden folgende Informationsquellen ausgewertet:

- Kartenmaterial des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie MV u.a. zu Bodennutzungsarten<sup>32</sup>
- Anbaustatistiken des Statistischen Amtes MV<sup>33</sup>
- Diverse publizierte Daten zu spezifischen Erträgen und Brennstoffeigenschaften, u.a. bereitgestellt durch die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR)<sup>34, 35</sup>

<sup>32</sup> LUNG 03

<sup>33</sup> LAiV 10

<sup>34</sup> FNR01], [FNR02

<sup>35</sup> [BWS 01]

- Gespräche mit lokal tätigen Landwirtschaftsbetrieben

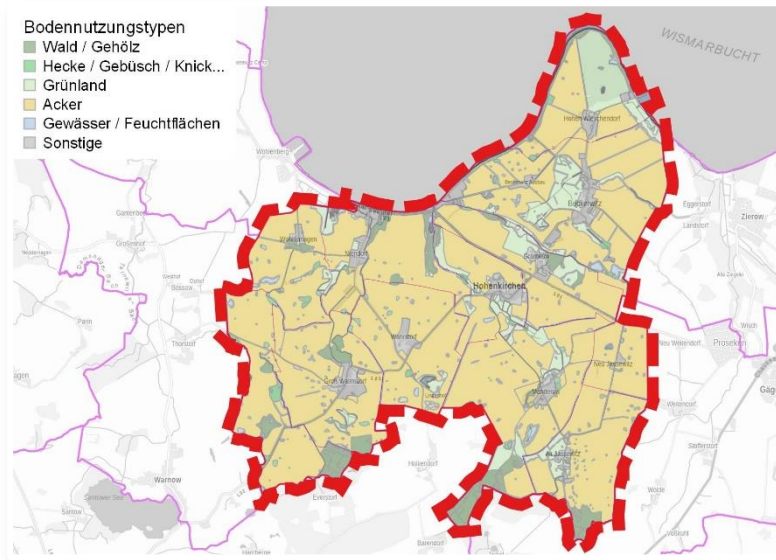


Abb. 12: Karte Bodennutzungsarten

### Untersuchte Technologien

In gewissem Umfang werden lokale Holzbrennstoffe bereits in Kleinfeuerungsanlagen (Kamine etc.) im häuslichen Umfeld eingesetzt. (Siehe auch Bedarfsanalyse). Darüber hinaus existiert auf dem Gutsgelände in Groß Walmstorf bereits eine Biomassefeuerungsanlage zur Verbrennung von Landschaftspflegematerial. Diese versorgt dort eine Getreidetrocknungsanlage sowie über ein Wärmenetz mehrere Gebäude.

Für eine umfassendere Nutzung der Potenziale werden zentrale Versorgungsanlagen und netzgebundene Wärmeversorgungs-lösungen vorausgesetzt. Folgende Systeme wurden der Betrachtung zugrunde gelegt:

- Ausschließliche Wärmenutzung (Szenario 1)
  - Verbrennung fester Biomasse in Warmwasserkesselanlagen
  - Wärmeverteilung via erdverlegtem Nahwärmenetz zu den Endverbrauchern
- Kombinierte Strom- und Wärmenutzung (Szenario 2)
  - Verbrennung fester Biomasse in Thermoölkesselanlagen
  - Betrieb eines ORC-Moduls zur Stromproduktion
  - Netzeinspeisung des erzeugten Stroms
  - Verteilung der gekoppelt produzierten Wärme via erdverlegtem Nahwärmenetz zu den Endverbrauchern

Da unter den aktuellen regulatorischen Rahmenbedingungen der Neubau von Biogasanlagen bis auf wenige spezielle Nischenanwendungen praktisch nicht stattfindet, wurde auf die weiterführende Betrachtung dieser Technologie an dieser Stelle verzichtet.



## Untersuchte Stoffgruppen

### *Waldrestholz (WRH)*

- Rest- und Kronenhölzer, die im Rahmen der Forstbewirtschaftung anfallen
- Flächenbezug: Forstfläche im Gemeindegebiet abzgl. Flächen in FFH-Gebieten
- Aufkommen laut Ansätzen der FNR
- Mengenabzug: Verbrauch der Kleinf Feuerungsanlagen

### *Landschaftspflegeholz (LPH)*

- Restholz aus der Landschaftspflege, insb. Heckenschnitt
- Flächenbezug: Hecken, Gebüsch e usw. im Gemeindegebiet
- Aufkommen laut Ansätzen der FNR
- Mengenabzug: Verbrauch der Bestandsanlage Groß Walmstorf

### *Getreidestroh (STROH)*

- Stroh aus Weizenanbau  
(laut Empfehlung der FNR hinsichtlich Brennstoffeigenschaften und Bodenwerterhalt)
- Flächenbezug: 38% der Ackerfläche (Anbaumix laut Anbaustatistik)
- Aufkommen laut Ansätzen der FNR
- Mengenbegrenzung: 50% (lokale Praxis zwecks Bodenwerterhalt)

### *Landschaftspflegeheu (HEU)*

- Heu aus der Grünlandpflege
- Flächenbezug: 50% der Grünlandfläche  
(Nutzungskonkurrenzen zur Futtergewinnung / Weidewirtschaft)
- Aufkommen laut Ansätzen der FNR

## Energetisches Potenzial und Treibhausgasminderungspotenzial

Durch den Einsatz der untersuchten Biomassegruppen zur Energiegewinnung ergibt sich, je nach Szenario, ein energetisches Potenzial von bis zu ca. **33.000 MWh/a Wärme** und bis zu ca. **5.500 MWh/a Strom**. Dies entspricht ca. **130% des vorliegenden Wärmebedarfs** bzw. **150% des Strombedarfs**. Hierbei sind die bereits zur Wärmeversorgung genutzten Holzmengen berücksichtigt.

Stoffgruppe	Nutzenenergiebedarf [MWh/a]		Nutzenenergiepotenzial [MWh/a]			
	IST		Szenario 1		Szenario 2	
	Wärme	Strom	Wärme	Wärme	Strom	
Waldrestholz	361		361 1,4%	361 1,4%	0 0,0%	
Landschaftspflegeholz	2.635		4.997 19,7%	4.591 18,1%	417 11,6%	
Getreidestroh			25.245 99,3%	21.413 84,2%	4.562 127,4%	
Landschaftspflegeheu			2.551 10,0%	2.163 8,5%	461 12,9%	
<b>gesamt</b>	<b>25.427</b>	<b>3.582</b>	<b>33.154 130%</b>	<b>28.529 112%</b>	<b>5.440 151,9%</b>	
	+2.403	+1.118				

Tab. 13: Energetisches Potenzial Biomasse

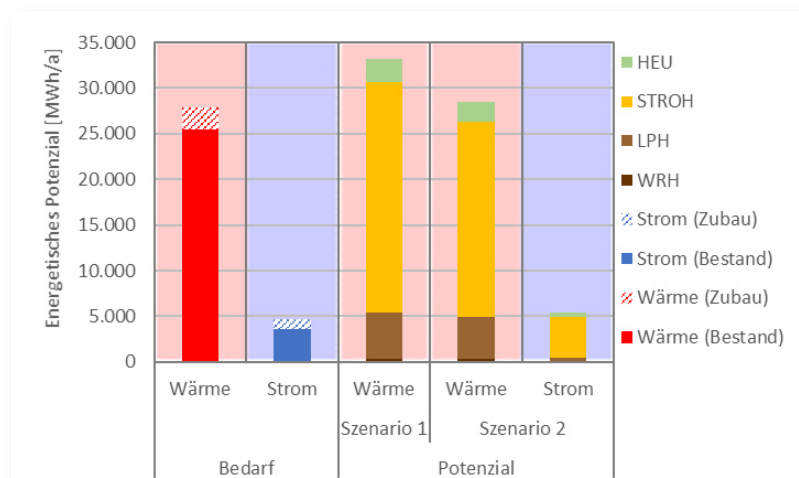


Abb. 13: Energetisches Potenzial Biomasse

Bezogen auf die in der Bedarfsanalyse dargestellte Versorgungsstruktur im Untersuchungsgebiet ergibt sich hieraus rechnerisch ein **Treibhausgasminderungspotenzial** von je nach Szenario ca. **8.000 bis 9.300 t/a**. Dies entspricht **ca. 87 – 100%** der Treibhausgasemissionen im IST-Zustand.

Stoffgruppe	THG-Emissionen [t/a]		THG-Minderungspotenzial [t/a]						
	IST		Szenario 1		Szenario 2				
	Wärme	Strom	Wärme	gesamt	Wärme	Strom	gesamt		
Waldrestholz	9		0 0,0%	0 0,0%	0 0,0%	0 0,0%	0 0,0%		
Landschaftspflegeholz	63		596 8,0%	596 6,5%	499 6,7%	186 2,5%	685 7,5%		
Getreidestroh			6.720 90,6%	6.720 73,5%	5.760 77,7%	2.105 28,4%	7.865 86,0%		
Landschaftspflegeheu			679 9,2%	679 7,4%	582 7,8%	213 2,9%	795 8,7%		
(Sonstige Energieträger)	7.343	1.734							
<b>gesamt</b>	<b>7.414</b>	<b>1.734</b>	<b>7.995 108%</b>	<b>7.995 87%</b>	<b>6.840 92%</b>	<b>2.504 144,4%</b>	<b>9.344 102%</b>		

Tab. 14: Treibhausgasminderungspotenzial Biomasse

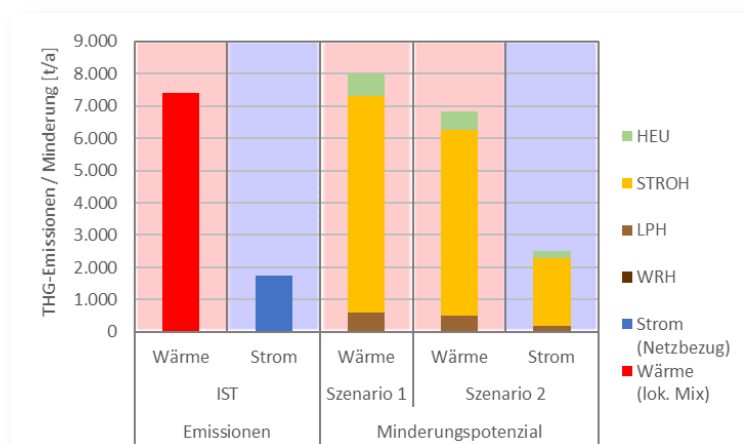


Abb. 14: Treibhausgasminderungspotenzial Biomasse

### 4.3 Solar-Aufdachanlagen

Untersucht wurde das Potenzial der Nutzung von Solarenergie zur Stromgewinnung (Photovoltaik - PV) oder Wärmegewinnung (Solarthermie - ST) auf entsprechend geeigneten Dachflächen.

#### Datengrundlage

Zur Ermittlung der bestehenden Potenziale wurden folgende Informationsquellen ausgewertet:

- Kartenmaterial des Energieportals Nordwestmecklenburg<sup>36</sup>
- Kartenmaterial des amtlichen Liegenschaftskataster-Informationssystems (ALKIS)<sup>37</sup>
- Luftbildaufnahmen<sup>38</sup>
- Daten des Marktstammdatenregisters<sup>39</sup>
- Ergebnisse der Anwohnerbefragung

#### Ansätze und Szenarien

Als potenziell geeignet wurden folgende Dachflächen identifiziert:

- Im Energieportal als „gut“ oder „sehr gut“ geeignet deklarierte Dachflächen
- Ergänzend soweit nicht im Energieportal enthalten: Flächen mit Ausrichtungen Ost / Süd / West

Als potenzielle Belegungsfläche unter Berücksichtigung von Randbereichen, Dachfenstern, Wartungszugängen usw. wurde anhand von Erfahrungswerten ein Anteil von 60% der geeigneten Dachflächen definiert.

Für den erwarteten Gebäudezubau wurde jeweils von einer geeigneten Dachhälfte ausgegangen. Die sich hieraus ergebenden zusätzlichen Potenziale werden in den Übersichten unten jeweils separat ausgewiesen.

Die jährliche Einstrahlung auf die jeweiligen Dachflächen sowie daraus resultierende Strom- bzw. Wärmeerträge wurden entsprechend der Angaben im Energieportal kalkuliert.

Die Möglichkeit einer Solarthermienutzung hängt neben einer geeigneten Dachfläche auch stark vom Wärmebedarf und energetischen Standard des zu versorgenden Gebäudes ab. So kommt für gut gedämmte Gebäude mit entsprechend ausgelegter Heizungsanlage eine solare Heizungsunterstützung mit solaren Deckungsraten von typischerweise ca. 25% des Wärmebedarfs in Frage. Für ältere Bestandsgebäude ist diese Lösung eher nicht geeignet. Hier kommen ggf. Solarthermieranlagen zur Warmwasserbereitung in Betracht. Diese decken üblicherweise ca. 60% des Warmwasserbedarfs ab.

Hieraus ergibt sich, dass eine Belegung der geeigneten Dachflächen mit Solarthermieranlagen nur bis zu einer durch den Wärmebedarf des Gebäudes bestimmten Grenze sinnvoll ist.

---

<sup>36</sup> LK NWM 01

<sup>37</sup> LAiV 05

<sup>38</sup> LAiV 02

<sup>39</sup> BNA 01

Hinsichtlich der Aufteilung der identifizierten Eignungsflächen wird zwischen folgenden Szenarien unterschieden:

- Szenario 1: Wärmemaximiert
  - Ausbau der Solarthermie bis zur ermittelten Nutzungsobergrenze
  - Belegung verbleibender Eignungsflächen mit Photovoltaik
- Szenario 2: Strommaximiert
  - Vollständige Belegung der Eignungsflächen mit Photovoltaik

Laut Markstammdatenregister sind im Untersuchungsgebiet bereits Photovoltaik-Aufdachanlagen mit einer Gesamtleistung von 746 kWp installiert. Dies entspricht einem Jahresertrag von ca. 571 MWh Strom.

### Energetisches Potenzial und Treibhausgasminderungspotenzial

Durch den Ausbau der Aufdach-Solarenergienutzung ergibt sich im Gebäudebestand, je nach Szenario, ein energetisches Potenzial von bis zu ca. **2.200 MWh/a Wärme** und bis zu ca. **5.400 MWh/a Strom**. Dies entspricht ca. **9% des vorliegenden Wärmebedarfs** bzw. **152% des Strombedarfs**.

Durch den zu erwartenden Zubau könnte sich das energetische Potenzial im Wärmebereich um etwa 600 MWh/a und im Strombereich um etwa 970 MWh/a erhöhen.

Das **Treibhausgasminderungspotenzial beträgt ca. 23 - 26%**.

Die nachfolgenden Übersichten zeigen die Aufteilung dieses Potenzials auf die einzelnen Ortsteile.

Ortsteil		IST-Situation [MWh/a]				Energetisches Potenzial [MWh/a]					
		Bedarf		Solarenergienutzung		Szenario 1			Szenario 2		
		Wärme	Strom	ST	PV	ST	PV		PV		
Beckerwitz	Bestand	5.982	945			602	10%	1.034	109%	1.502	159%
	zzgl. Zubau	+68	+40			+22		+44		+60	
Gramkow	Bestand	1.071	140			101	9%	195	139%	276	197%
	zzgl. Zubau	+33	+16			+10	10%	+34	146%	+39	201%
Groß Walmstorf	Bestand	4.100	424			207	5%	548	129%	686	162%
	zzgl. Zubau	+1.625	+750			+401	16%	+274	69%	+490	101%
Hohenkirchen	Bestand	3.342	423			295	9%	265	63%	463	110%
	zzgl. Zubau	+336	+122			+84	10%	+49	57%	+101	103%
Jassewitz	Bestand	1.432	193			114	8%	211	109%	294	152%
	zzgl. Zubau	+336	+122			+84	10%	+49	57%	+101	103%
Manderow	Bestand	1.637	163			140	9%	122	75%	215	132%
	zzgl. Zubau	+341	+190			+85	12%	+236	151%	+280	191%
Niendorf (b. Grevesm.)	Bestand	2.107	313			209	10%	522	167%	681	218%
	zzgl. Zubau	+341	+190			+85	12%	+236	151%	+280	191%
Wahrstorf	Bestand	1.881	227			170	9%	164	72%	287	126%
	zzgl. Zubau	+341	+190			+85	12%	+236	151%	+280	191%
Wohlenhagen	Bestand	984	144			71	7%	102	70%	149	103%
	zzgl. Zubau	+341	+190			+85	12%	+236	151%	+280	191%
gesamt	Bestand	25.427	3.582	509	2,0%	571	15,9%	2.237	9%	3.828	107%
	zzgl. Zubau	+2.403	+1.118			+603	10%	+636	95%	+970	136%

Tab. 15: Energetisches Potenzial solarer Aufdachanlagen nach Ortsteil

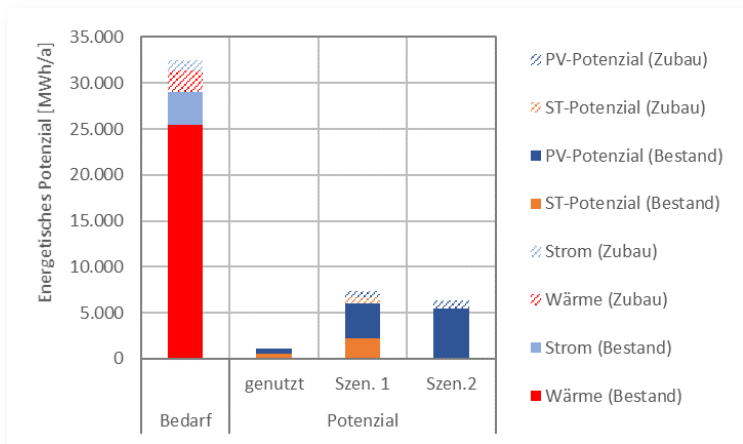


Abb. 15: Energetisches Potenzial solarer Aufdachanlagen

Ortsteil	THG-Emissionen [t/a]			THG-Minderungspotenzial [t/a]							
	IST			realisiert(*)		Szenario 1			Szenario 2		
	Wärme	Strom	gesamt	PV	gesamt	ST	PV	gesamt	PV	gesamt	
Beckerwitz	1.922	457	2.379			128 6,7%	450 98%	578 24%	654 143%	654 27%	
Gramkow	344	68	412			21 6,2%	85 125%	106 26%	120 177%	120 29%	
Groß Walmstorf	562	205	767			33 5,9%	238 116%	272 35%	298 145%	298 39%	
Hohen Wieschendorf	929	295	1.224			72 7,7%	290 98%	362 30%	384 130%	384 31%	
Hohenkirchen	1.074	205	1.278			61 5,7%	115 56%	176 14%	202 98%	202 16%	
Jassewitz	460	93	554			23 4,9%	92 98%	114 21%	128 137%	128 23%	
Manderow	526	79	605			29 5,4%	53 67%	82 13%	94 119%	94 15%	
Niendorf (b. Grevesm.)	677	151	829			45 6,6%	227 150%	271 33%	296 196%	296 36%	
Wahrstorf	604	110	714			35 5,9%	71 65%	107 15%	125 114%	125 18%	
Wohlenhagen	316	70	386			14 4,3%	44 63%	58 15%	65 92%	65 17%	
<b>gesamt</b>	<b>7.414</b>	<b>1.734</b>	<b>9.148</b>	<b>248 14%</b>	<b>248 3%</b>	<b>461 6,2%</b>	<b>1.665 96%</b>	<b>2.126 23%</b>	<b>2.364 136%</b>	<b>2.364 26%</b>	

(\*) ST im lok. Energieträgermix berücksichtigt

Tab. 16: Treibhausgasminderungspotenzial solarer Aufdachanlagen nach Ortsteil

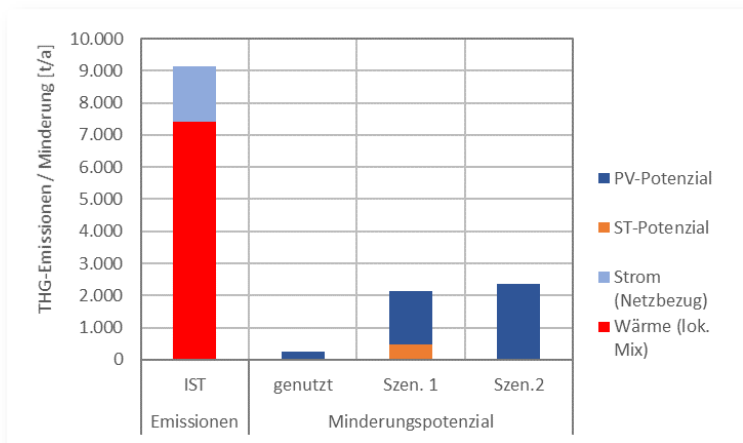


Abb. 16: Treibhausgasminderungspotenzial solarer Aufdachanlagen

## 4.4 Umweltwärmenutzung

### Verfahren und Technologie

Unter dem Begriff Umweltwärmenutzung werden Anwendungen zusammengefasst, bei denen der Umgebung Wärme bei niedrigen Temperaturen entzogen und mit Hilfe von Wärmepumpen auf ein nutzbares Temperaturniveau angehoben wird. Als Wärmequellen kommen hierbei üblicherweise entweder die Umgebungsluft oder der Erdboden in Betracht. Während der Umgebungsluft mittels einfacher Wärmetauscher (Kühlregister) Wärme entnommen werden kann, sind hierfür im Erdboden sogenannte Erdkollektoren bzw. Erdsonden erforderlich (oberflächennahe Geothermie).

Zum Betrieb der Wärmepumpen wird Strom benötigt. Die Effizienz des Systems wird daher häufig durch das Verhältnis jährlich genutzter Wärme zum dafür benötigten Strom (Jahresarbeitszahl, JAZ) angegeben. Dies ist insbesondere vom Temperaturunterschied zwischen Wärmequelle und Wärmenutzung abhängig: Je niedriger der Temperaturunterschied, desto effizienter erfolgt die Wärmenutzung.

Für einen möglichst effizienten Betrieb sind daher folgende Faktoren wichtig:

- Möglichst niedrige Heiztemperaturen (z.B. durch Fußbodenheizung und gute Dämmung)
- Möglichst hohe Quelltemperatur (insb. in der Heizperiode)

Daraus folgt einerseits, dass die Umweltwärmenutzung vor allem im Bereich gut gedämmter Neubauten eine sinnvolle Option darstellt.

Zum anderen ist dies der Grund dafür, dass Erd-Wärmepumpen in der Regel gegenüber Luft-Wärmepumpen eine höhere Effizienz aufweisen, da die Erdreichtemperatur auch im Winter relativ konstant bleibt. Allerdings ist aufgrund der erforderlichen Erdkollektoren bzw. Sonden auch der bauliche Aufwand und somit der Investitionsbedarf höher als bei Luftwärmepumpen. Des Weiteren unterliegt die Erdwärmenutzung im Bereich von Wasserschutzgebieten in der Regel genehmigungsrechtlichen Einschränkungen.

Aufgrund der verschiedenen Vor- und Nachteile kann keinem der beiden Systeme pauschal ein Vorzug eingeräumt werden. Vielmehr ist für die Auswahl im Einzelfall jeweils die konkrete Konstellation ausschlaggebend.

### Datengrundlage

Zur Ermittlung der bestehenden Potenziale wurden folgende Informationsquellen ausgewertet:

- Kartenmaterial des Energieportals Nordwestmecklenburg<sup>40</sup>
- Ergebnisse der Anwohnerbefragung
- Modellrechnungen mit Hilfe des Online-Rechners des Bundesverband Wärmepumpe e.V.<sup>41</sup>

### Ansätze

Zur Abschätzung der jeweiligen Potenziale wird von folgenden Annahmen ausgegangen:

- Geeignete Gebäude: Spezifischer Wärmebedarf  $\leq 100 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$
- Luft-Wärmepumpen: JAZ = 3,8 (Anwendung im Bereich von Wasserschutzgebieten)
- Erd-Wärmepumpen: JAZ = 5 (Anwendung außerhalb von Wasserschutzgebieten)

---

<sup>40</sup> LK NWM 01

<sup>41</sup> BWP 01

### Energetisches Potenzial und Treibhausgasminderungspotenzial

Durch den Ausbau der Umweltwärmenutzung ergibt sich im Gebäudebestandein energetisches Potenzial von ca. **1.090 MWh/a Wärme**. Dies entspricht ca. **4,3% des vorliegenden Wärmebedarfs**. Der hierfür anzurechnende Strombedarf beträgt ca. 220 MWh/a.

Dieses Potenzial wird bereits zu ca. 70% genutzt.

Das **Treibhausgasminderungspotenzial beträgt ca. 1%**.

**Durch den zu erwartenden Zubau könnte sich das energetische Potenzial aufgrund des zu erwartenden guten Wärmedämmstandards um ca. 2.400 MWh/a etwa verdreifachen.**

Die nachfolgenden Übersichten zeigen die Aufteilung dieses Potenzials auf die einzelnen Ortsteile.

Ortsteil		Bedarf	IST		Potenzial	
			Wärme aus Umwelt-Quellen [MWh/a]	verbundener Strombedarf [MWh/a]	Wärme aus Umwelt-Quellen [MWh/a]	verbundener Strombedarf [MWh/a]
Beckerwitz	Bestand	5.982			428 7,2%	86
	zzgl. Zubau	+68			+68 8,2%	+14
Gramkow	Bestand	1.071			35 3,3%	7
	zzgl. Zubau	+33			+33 6,2%	+9
Groß Walmstorf	Bestand	4.100			2 0,0%	0
	zzgl. Zubau					
Hohen Wieschendorf	Bestand	2.891			421 14,5%	84
	zzgl. Zubau	+1.625			+1.625 45,3%	+325
Hohenkirchen	Bestand	3.342			18 0,5%	4
	zzgl. Zubau	+336			+336 9,6%	+88
Jassewitz	Bestand	1.432			7 0,5%	2
	zzgl. Zubau					
Manderow	Bestand	1.637			7 0,4%	2
	zzgl. Zubau					
Niendorf (b. Grevesm.)	Bestand	2.107			136 6,5%	27
	zzgl. Zubau	+341			+341 19,5%	+68
Wahrstorf	Bestand	1.881			7 0,4%	1
	zzgl. Zubau					
Wohlenhagen	Bestand	984			29 2,9%	6
	zzgl. Zubau					
gesamt	Bestand	25.427	763 3,0%	173	1.089 4,3%	219
	zzgl. Zubau	+2.403			+2.403 12,5%	+504

Tab. 17: Energetisches Potenzial Umweltwärmenutzung nach Ortsteil

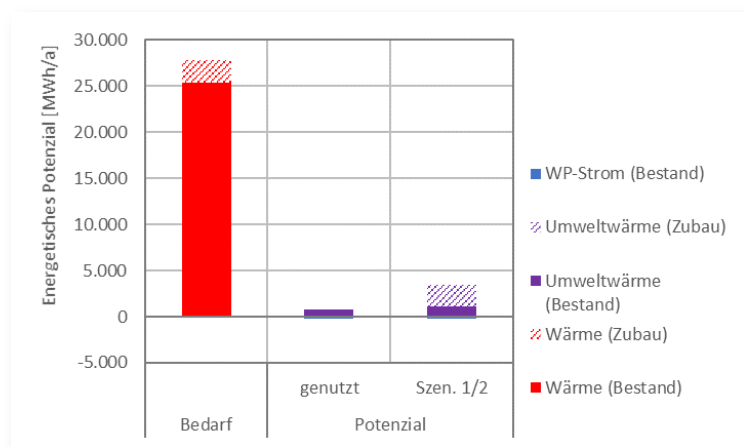


Abb. 17: Energetisches Potenzial solarer Aufdachanlagen

<b>Ortsteil</b>	<b>THG-Emissionen Wärme IST (*) [t/a]</b>	<b>THG-Minderung Potenzial [t/a]</b>	
Beckerwitz	1.922	33	1,7%
Gramkow	344	3	0,8%
Groß Walmstorf	562	0	0,0%
Hohen Wieschendorf	929	32	3,4%
Hohenkirchen	1.074	1	0,1%
Jassewitz	460	0	0,1%
Manderow	526	0	0,1%
Niendorf (b. Grevesm.)	677	10	1,5%
Wahrstorf	604	1	0,1%
Wohlenhagen	316	2	0,7%
<b>gesamt</b>	<b>7.414</b>	<b>83</b>	<b>1,1%</b>

(\*) realisierte Umweltwärmenutzung im lok. Energieträgermix berücksichtigt

Tab. 18: Treibhausgasminderungspotenzial Umweltwärmenutzung nach Ortsteil

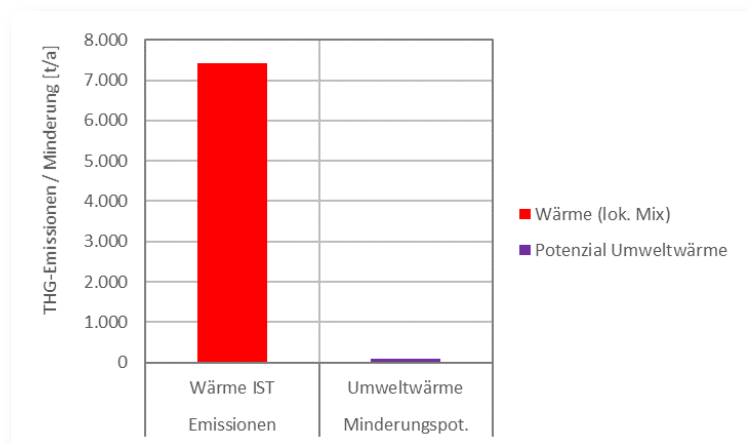


Abb. 18: Treibhausgasminderungspotenzial Umweltwärmenutzung



## 4.5 Bestandsanlagen Photovoltaik-Freifläche und Windenergie

### PV-Freiflächen

Untersucht wurde das Potenzial einer Stromnutzung von Solarenergie (Photovoltaik) auf Freiflächen. Der Auswahl geeigneter Flächen liegen die Regelungen des Erneuerbare-Energien-Gesetzes zugrunde. Dieses nennt insbesondere folgende zulässige Flächen:

- Flächen entlang von Schienenwegen oder Autobahnen in einem Abstand von 220 m
- Konversionsflächen mit Belastungen aus vormaliger Nutzung

Entsprechende Flächen konnten im Untersuchungsgebiet nicht identifiziert werden. Dem entsprechend wird kein Potenzial für einen weiteren Ausbau der PV-Freiflächenutzung ausgewiesen.

Dies bedeutet jedoch nicht, dass die Errichtung entsprechender Anlagen grundsätzlich ausgeschlossen ist. Allerdings besteht außerhalb der genannten Flächenkulisse für Neuanlagen kein Anspruch auf Vergütung nach den Regelungen des EEG, sodass ggf. alternative Vermarktungswege für den erzeugten Strom erforderlich wären. Angesichts der allgemein hochwertigen Böden im Untersuchungsgebiet sind entsprechende Interessen eher unwahrscheinlich.

Laut Markstammdatenregister ist derzeit im Untersuchungsgebiet eine Windenergieanlage mit einer Netto-Leistung von 993 kW in Betrieb. Diese liefert einen jährlichen Stromertrag von ca. 754 MWh/a.

### Windenergie

Untersucht wurde das Potenzial einer Stromerzeugung durch Windenergie. Maßgeblich für die Identifikation entsprechender Flächen ist der aktuelle Fortschreibungsentwurf des regionalen Raumentwicklungsprogramms. Hierin sind für das Untersuchungsgebiet keine Windeignungsräume ausgewiesen. Ein Potenzial für einen weiteren Ausbau der Windenergienutzung konnte insofern im Untersuchungsgebiet nicht identifiziert werden.

Laut Markstammdatenregister ist derzeit im Untersuchungsgebiet eine Photovoltaik-Freiflächenanlage mit einer Leistung von 110 kW in Betrieb. Diese liefert einen jährlichen Stromertrag von ca. 182 MWh/a.

Für diese Anlagen ist der Vergütungszeitraum nach Erneuerbare-Energie-Gesetz (EEG) bereits abgelaufen.

### Energetisches Potenzial und Treibhausgasminderungspotenzial

Die bestehenden Anlagen produzieren jährlich zusammen ca. **936 MWh Strom**. Dies entspricht ca. **26% des Strombedarfs** im Untersuchungsgebiet. Die dadurch realisierten **Treibhausgaseinsparungen** gegenüber dem bundesweiten Strommix betragen jährlich ca. **414 t**. Dies entspricht ca. 24% der im Untersuchungsgebiet für die Stromversorgung anzurechnenden Emissionen.

		<i>Bedarf</i>	<i>Erzeugung</i>	
		<i>Strom</i>		
		[MWh/a]		
Windenergie			182	5,1%
PV-Freifläche			754	21,1%
<b>gesamt</b>	<b>Bestand</b>	<b>3.582</b>	<b>936</b>	<b>26,1%</b>
	<i>zzgl. Zubau</i>	<i>+1.118</i>		

Tab. 19: Stromerzeugung Bestandsanlagen PVFF und Wind

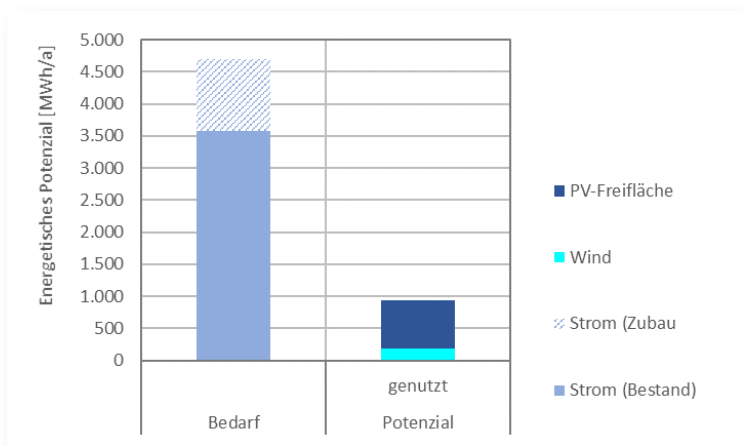


Abb. 19: Stromerzeugung Bestandsanlagen PVFF und Wind

		THG-Emissionen Strom IST	THG- Minderungspot. realisiert
		[t/a]	
Windenergie			86 5,0%
PV-Freifläche			328 18,9%
gesamt Bestand		1.734	414 23,9%

Tab. 20: THG-Minderung Bestandsanlagen PVFF und Wind

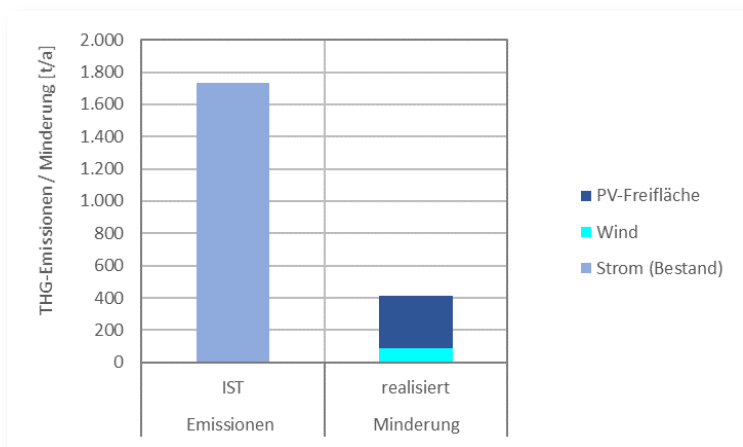


Abb. 20: THG-Minderung Bestandsanlagen PVFF und Wind

## 4.6 Zusammenfassung

Wie die vorangestellten Untersuchungen zeigten, bestehen nennenswerte Potenziale zur Nutzung lokal verfügbarer erneuerbarer Energieträger insbesondere im Bereich der energetischen Biomassenutzung sowie der Aufdach-Solarenergie- und Umweltwärmenutzung. Darüber hinaus bestehen erhebliche Potenziale zur Reduktion des Wärmebedarfs durch energetische Gebäudesanierung.

Die genannten Potenziale belaufen sich insgesamt je nach Szenario auf bis zu 180% des bestehenden Wärmebedarfs und bis zu 304% des Strombedarfs. Rechnerisch ließe sich somit der gesamte lokale Energiebedarf im Gebäudesektor aus den genannten Potenzialen decken. Darüber bestünde ein rechnerischer Energieüberschuss, der ggf. außerhalb des Untersuchungsgebiets genutzt werden könnte.

	Nutzenergiebedarf				Nutzenergiepotenzial											
					realisiert		Szenario 1		Szenario 2							
	Wärme		Strom		Wärme		Strom		Wärme		Strom					
	[MWh/a]															
Gebäudesanierung						9.392	37%			9.392	37%					
Biomasse				2.997	12%			33.154	130%			28.529	112%	5.440	152%	
Solar (Freifläche)						754	21%									
Solar (Aufdach)				509	2%	571	16%	2.237	9%	3.828	107%			5.435	152%	
zzgl. Zubau								+603		+636					+970	
Umweltwärme				763	3%			1.089	4%			1.089	4%			
zzgl. Zubau								+2.403				+2.403				
Windenergie						182	5%									
gesamt (Bestand)	25.427	100%	3.582	100%	4.268	17%	1.507	42%	45.871	180%	3.828	107%	39.010	153%	10.875	304%
zzgl. Zubau	+2.403	+9%	+1.118	+31%							+636		+2.403			+970

Tab. 21: Zusammenfassung energetische Potenziale

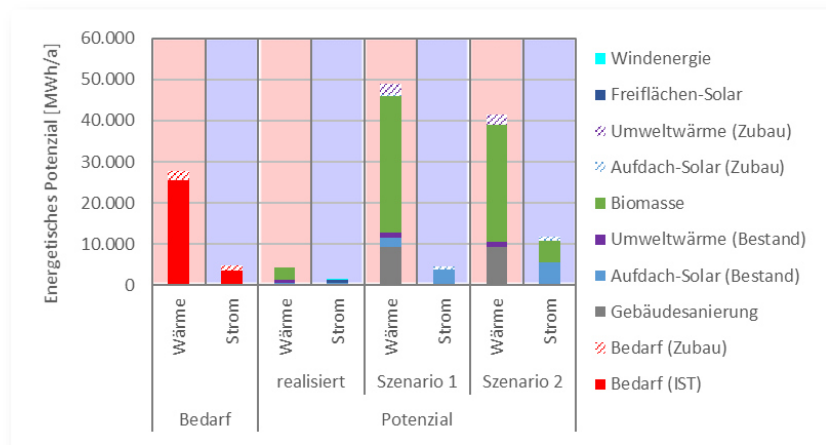


Abb. 21: Zusammenfassung energetische Potenziale

Die genannten Potenziale gehen rechnerisch mit einem Treibhausgas-Minderungspotenzial von je nach Szenario bis zu 159% einher.

	THG-Emissionen			THG-Minderungspotenzial								
	IST			realisiert(*)		Szenario 1			Szenario 2			
	Wärme	Strom	gesamt	Strom	gesamt	Wärme	Strom	gesamt	Wärme	Strom	gesamt	
						[t/a]						
Gebäudesanierung						2.739 37%		2.739 30%	2.739 37%		2.739 30%	
Biomasse						7.995 108%		7.995 87%	6.840 92%	2.504 100%	9.344 102%	
Solar (Freifläche)				328 19%	328 4%							
Solar (Aufdach)				248 14%	248 3%	461 6%	1.665 96%	2.126 23%		2.364 100%	2.364 26%	
Umweltwärme						83 1%		83 1%	83 1%		83 1%	
Windenergie				86 5%	86 1%							
gesamt (Bestand)	7.414 100%	1.734 100%	9.148 100%	663 38%	663 7%	11.276 152%	1.665 96%	12.941 141%	9.661 130%	4.868 281%	0 159%	

(\*) realisierte Wärmenutzungspotenziale im lok. Energieträgermix berücksichtigt

Tab. 22: Zusammenfassung Treibhausgas-minderungspotenzial

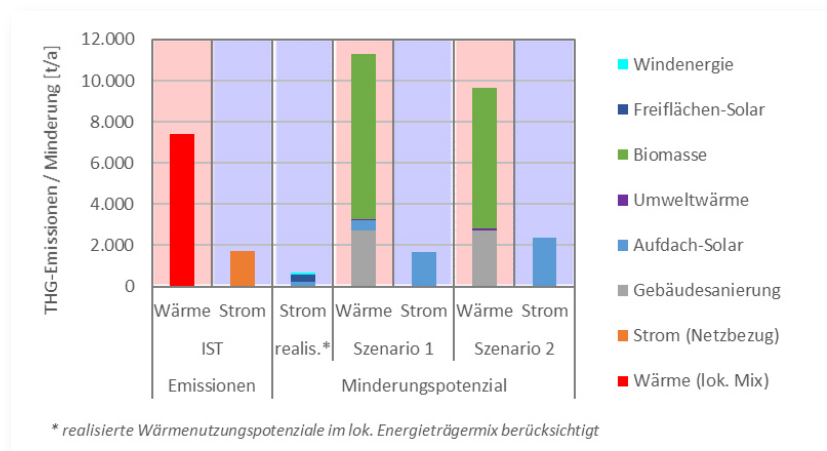


Abb. 22: Zusammenfassung Treibhausgas-minderungspotenzial

## 5 Konzeption einer netzgebundenen Wärmeversorgung auf Biomasse-Basis

Aufbauend auf der vorangestellten Wärmebedarfs- und Potenzialanalyse wurden in Frage kommende Versorgungsgebiete und Anlagenstandorte für biomassebasierte, netzgebundene Wärmeversorgungs-lösungen identifiziert. Im Anschluss wurden für diese Gebiete jeweils geeignete Versorgungslösungen konzipiert. Hierfür wurden die jeweiligen Hauptkomponenten grob dimensioniert und die wesentlichen technischen, wirtschaftlichen und umweltrelevanten Kennwerte kalkuliert.

Als Grundlage der Kalkulationen wurde zunächst von einem Anschlussgrad von 80% der jeweils in Frage kommenden Abnehmer ausgegangen. Andere Anschlussgrade werden in Kapitel 8.5 im Rahmen von Sensitivitätsanalysen betrachtet.

### 5.1 Versorgungsgebiete

Ausgehend von den Betrachtungen im Rahmen der Bedarfsanalyse wurde zunächst nach geeigneten Strukturen gesucht, die aussichtreiche Bedingungen für eine Umsetzbarkeit netzgebundener Versorgungslösungen aufweisen. Von zentraler Bedeutung hierfür ist ein verdichteter Wärmebedarf in zusammenhängenden Bereichen (Wärmebezugsdichte > ca. 120 MWh/(ha\*a)).

Weitere wesentliche Faktoren waren ein ausreichender Gesamt-Wärmebedarf im Versorgungsgebiet (> ca. 1.000 MWh/a), die bestehende lokale Bebauungs- und Versorgungsstruktur sowie ggf. aus der Anwohnerbefragung vorliegende Interessensbekundungen.

Unter Berücksichtigung der genannten Faktoren wurden in folgenden Ortsteilen in Frage kommende Gebiete für eine Nahwärmeversorgung identifiziert:

- Beckerwitz  
(gesamte Ortslage)
- Hohenkirchen  
(Grevesmühlener Chaussee, Griebenkamp, Birkenweg, Butscherweg, Manderower Weg, B-Plan-Gebiet Nr. 29)
- Hohen Wieschendorf  
(Zur Schwedenschanze, Am Gutshof, Zur Huk, Am Golfplatz, Birdieweg, Sondergebiete im B-Plan Gebiet Nr. 28)
- Wahrstorf  
(Zur Steinbäck, Zur Hasenkuhle, Neuwahrstorfer Straße)

Die gewählten Gebiete können durch folgende Abnehmerstruktur beschrieben werden:

	Gebäude	Wärmebedarf	Auslegungsleistung
Beckerwitz	150	4.276 MWh/a	2.208 kW
Hohenkirchen	89	2.716 MWh/a	1.397 kW
Hohen Wieschendorf	70	2.827 MWh/a	1.262 kW
Wahrstorf	42	1.680 MWh/a	873 kW

Tab. 23: Kenngrößen Versorgungsgebiete Nahwärme

## 5.2 Funktionale Konzeption

### Brennstoffgruppen

Im Rahmen der Potenzialanalyse wurden sowohl holzartige Biomassen (Waldrestholz, Landschaftspflegeholz) als auch halmgutartige Biomassen (Getreidestroh, Landschaftspflegeheu) als mögliche erneuerbare Energieträger für den Betrieb von Biomasse-Heizwerken identifiziert.

Während es sich bei Brennstoffen aus holzartiger Biomasse um ein gut standardisiertes Produkt handelt, dass auch von zahlreichen Anbietern regional vermarktet wird, erfordert der Einsatz halmgutartiger Biomasse in der Regel ein speziell auf den Einsatzfall und die lokalen Gegebenheiten und Verfügbarkeiten zugeschnittenes Bereitstellungskonzept.

Aus diesem Grund werden in der Folge Versorgungslösungen auf Basis von holzartiger Biomasse dargestellt und kalkuliert. Nichts desto Trotz wäre für die genannten Standorte angesichts der ermittelten Potenziale ebenfalls eine Versorgung mit halmgutartiger Biomasse denkbar. Die Modalitäten hierfür sind in diesem Fall jedoch im Zuge einer Projektentwicklung konkreten mit lokalen Partnern abzustimmen.

Hinsichtlich der grundlegenden Vorgänge und Prozesse ist der Einsatz halmgutartiger Biomasse mit dem nachfolgend dargestellten Einsatz holzartiger Biomasse vergleichbar. Technische Unterschiede bestehen insbesondere im Bereich der Brennstoffanlieferung, -lagerung und -kesselzuführung sowie in der eingesetzten Kesseltechnologie und Abgasreinigung.

### Überblick

Die konzipierten Wärmeversorgungs-lösungen basieren jeweils auf einer Holz-Hackschnitzelfeuerung in Kombination mit einem Erdgas-Brennwertkessel. Die wesentlichen Komponenten sind in der folgenden Übersicht zusammengestellt:

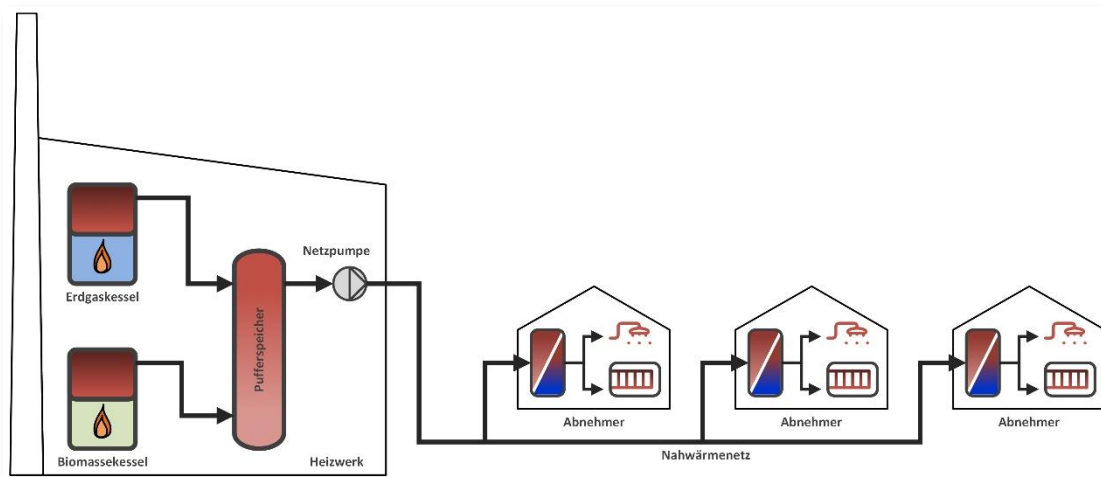


Abb. 23: Übersicht funktionale Konzeption Nahwärme

### Heizzentrale

Die Wärmeherzeugung erfolgt in einer entsprechenden **Heizzentrale**. Hierfür können grundsätzlich, sofern geeignet, auch bestehende Gebäude genutzt werden. Häufig wird jedoch aufgrund der besonderen Erfordernisse ein Neubau zweckmäßiger sein.

Grundlegende funktionale Anforderungen bestehen dabei u.a. in folgenden Bereichen:



Abb. 24: Heizhaus (Beispiel)

- **Abmessungen und räumliche Anordnung:**

Die erforderlichen Maschinen und Anlagen müssen funktionsgerecht eingebaut werden können. Hierbei ist neben den reinen Geräte - Abmessungen auch auf die Möglichkeit der Einbringung und Wartung sowie erforderliche Sicherheitsabstände zu achten.

- **Statik:**

Neben der allgemeinen Gebäudestatik sind die anlagenspezifischen statischen und dynamischen Lasten (z.B. Brennstoffförderung) zu beachten.

- **Brandschutztechnische Anforderungen**

(Heizräume, Brennstofflagerräume)

- **Zugänglichkeit:**

für LKW-Verkehr zwecks Brennstoffanlieferung, inkl. erforderlicher Rangierflächen

- **Umfeld:**

Während der Brennstoffbelieferung ist mit einem gewissen Staub- und Geräuschaufkommen zu rechnen. Im Betrieb können zeitweise ein verbrennungstypischer Geruch sowie, je nach Brennstoff und Witterung, Wasserdampffahnen am Abgaskamin auftreten.

Exemplarisch wurde für einen 400 kW-Biomassekessel eine Heizzentrale zur Aufnahme der Versorgungsanlagen konzipiert. Diese besteht aus einem Maschinenhaus mit einer Grundfläche von ca. 81 m<sup>2</sup> sowie einem Hackschnitzelbunker mit einer Grundfläche von ca. 37 m<sup>2</sup> zzgl. Wartungs- und Zugangswegen.

Im Leistungsbereich bis ca. 1.000 kW ist der grundsätzliche Aufbau der Heizzentrale vergleichbar. Je nach Leistung der Kesselanlage und Logistikkonzept können die Abmessungen des Bunkers sowie in geringerem Maße des Kesselhauses variiert werden.



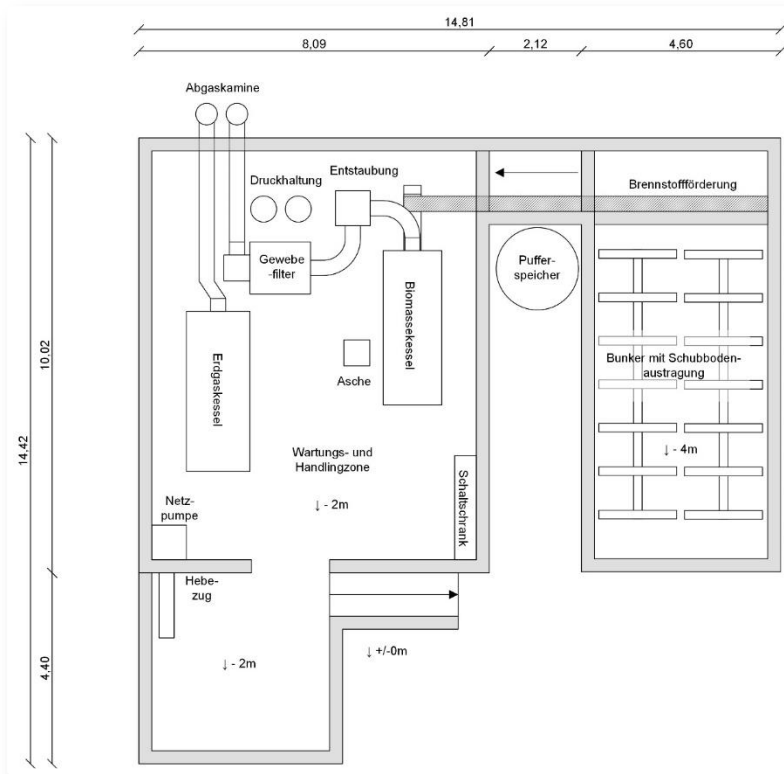


Abb. 25: Raumkonzept Heizzentrale

### Brennstoffanlieferung

Um ein problemloses Abschütten der Hackschnitzel bei kompakten Baumaßen zu ermöglichen, wird der Bunker idealerweise im Tiefbau errichtet.



Abb. 26: Brennstoffanlieferung

Zur Vermeidung allzu großer Steigungswinkel und Längen der Brennstoffförderung wird auch das Maschinenhaus teilweise im Tiefbau vorgesehen.

Die Konzeption geht von einer Brennstoffbelieferung per Schüttgut-LKW, z.B. 2 x 40 m<sup>3</sup> Abrollcontainer (Hakenlift-Kipper), aus. Das Abschütten erfolgt längsseitig in den Bunker.

Um ein unnötig großes Bauvolumen zu vermeiden ist die Aufstellung des Pufferspeichers im Außenbereich vorgesehen.



### Feuerungstechnik

Der Grundwärmebedarf sowie der Mittellastbereich wird durch einen vollautomatisch arbeitenden **Holz-Hackschnitzelkessels** (Biomassekessel) bereitgestellt. Die Anlieferung des Brennstoffs kann, je nach Beschaffenheit des Anlagenstandorts und der verfügbaren Liefer-Logistik, entweder per Schüttgut-LKW in einen Brennstoffbunker oder per Wechselcontainer realisiert werden. Von hier aus wird der Brennstoff mittels einer geeigneten Förderanlage (Schubboden, Förderschnecke, Kettenförderer, Hydraulikschieber) und Rückbrandsicherung (Schieber, Zellrad-schleuse...) automatisch und bedarfsgerecht dem Kessel zugeführt. Hier erfolgt die Verbrennung, wobei durch Regelung der Luftmengen und Verbrennungstemperatur stets ein Optimum an Energieeffizienz und Schadstoffminimierung angestrebt wird. Die Verbrennungsabgase werden über geeignete Entstaubungs- und Filteraggregate sowie den anschließenden Abgaskamin abgeleitet. Auf diese Weise ist sichergestellt, dass die vorgeschriebenen Emissionsgrenzwerte jederzeit eingehalten werden. Die bei der Verbrennung bzw. Abgasreinigung anfallende Asche wird automatisch in entsprechende Behälter (z.B. Standard-Mülltonnen) gefördert. Wahlweise ist auch eine automatische Förderung in außenstehende Container möglich.



Abb. 27: Holz-Hackschnitzelkessel

Hinsichtlich der Feuerungstechnologie existiert eine große Bandbreite. Ausschlaggebend für die Auswahl ist insbesondere die Beschaffenheit des einzusetzenden Brennstoffs. Für die Verbrennung von Waldrest- und Landschaftspflegeholz hat sich die Rostfeuerung vielfach bewährt. Hervorzuheben ist insbesondere die Robustheit gegenüber verschiedenen Stückgrößen, Feuchtegehalten und Fremdstoffanteilen.



Abb. 28: Pufferspeicher

Für die Abdeckung von Lastspitzen und aus Redundanzgründen wird zusätzlich ein **Flüssiggas-Brennwertkessel** eingeplant. Um eine vollständige Redundanz sicherzustellen wird dieser auf den maximal ab Heizwerk zu erwartenden Leistungsbedarf ausgelegt.

Der eingeplante **Pufferspeicher** dient dem zeitlichen Ausgleich des tageszeitlich und witterungsbedingt schwankenden Wärme-bedarfs. Auf diese Weise werden Lastspitzen vergleichmäßigt und eine optimale Regelbarkeit der Anlage erzielt.

## Wärmenetz

Von der Heizzentrale wird die Wärme mittels eines erdverlegten **Wärmenetzes** zu den einzelnen Abnehmern gefördert. Aufgrund der zu erwartenden Netztemperaturen wird der Einsatz von vorisoliertem und kunststoffummanteltem Stahlrohr (Kunststoffmantelrohr) empfohlen. Für einen möglichst verlustarmen und energieeffizienten Betrieb wird eine hohe Dämmstärke (Dämmserie 3) vorausgesetzt.

Die Auslegung des Wärmenetzes erfolgt entsprechend der nach Wärmebedarfsanalyse ermittelten Anschlussleistungen und Auslegungstemperaturen und der sich daraus ergebenden Volumenströme. Hierbei wird ein empirisch ermittelter Gleichzeitigkeitsfaktor berücksichtigt. Dieser trägt der Tatsache Rechnung, dass mit steigender Abnehmerzahl nicht zeitgleich die gesamte Anschlussleistung abgefordert wird. Andererseits sind, je nach Anschlussgrad in der ersten Ausbaustufe, Reserven für den späteren Anschluss weiterer Abnehmer einzuplanen.



Abb. 29: Nahwärmeleitungen

## Hausanschlüsse

Der Anschluss der einzelnen Abnehmer an das Wärmenetz sollte im Allgemeinen mittels indirekter **Wärmeübergabestationen** erfolgen. Hierbei sind das Nahwärmenetz (Primärseite) und die Abnehmeranlage (Sekundärseite) nicht direkt miteinander verbunden, sondern durch einen Wärmetauscher getrennt. Auf diese Weise können Beeinträchtigungen des Nahwärmenetzes durch Störungen, Verunreinigungen usw. der Abnehmeranlage ausgeschlossen werden. Sie finden daher häufig in Netzen mit heterogener und kleinteiliger Abnehmerstruktur Anwendung.



Abb. 30: Wärmeübergabestation

Neben dem Wärmetauscher enthalten die Übergabestationen die zum Betrieb und zur Abrechnung erforderlichen Mess- und Regeleinrichtungen. Sie bilden die Schnittstelle zur kundenseitigen Heizungsanlage, wo sie den bisherigen Wärmeerzeuger ersetzen. Voraussetzung ist das Vorhandensein oder anderenfalls die Nachrüstung einer wassergeführten kundenseitigen Heizanlage.

### 5.3 Versorgungsgebiet Beckerwitz

Das Versorgungsgebiet umfasst die gesamte Ortslage Beckerwitz.

#### 5.3.1 Räumliche Konzeption

Die nebenstehende Darstellung verdeutlicht die Abgrenzung des Versorgungsgebiets sowie den Verlauf einer möglichen Nahwärmetrasse.



Abb. 31: Karte Versorgungsgebiet Nahwärme Beckerwitz

#### 5.3.2 Auslegung der Hauptkomponenten

Anhand der Bedarfsdaten im Versorgungsgebiet wurden die Hauptkomponenten der Anlage grob dimensioniert. Hierbei wird von einem Anschlussgrad von 80% ausgegangen. Bei der Bemessung der Hauptleitungen werden jedoch Reserven für einen späteren Anschluss der übrigen Abnehmer einkalkuliert.

Die erforderlichen Hauptkomponenten werden wie folgt dimensioniert:

##### **Biomassekessel**

- Nennleistung: 800 kW
- Jahresnutzungsgrad: 0,85

##### **Flüssiggaskessel**

- Nennleistung: 1.400 kW
- Jahresnutzungsgrad: 0,95

##### **Pufferspeicher**

- Volumen: 12 m<sup>3</sup>

### Netzpumpe

- Auslegungs-Volumenstrom: 47 m³/h
- Auslegungs-Förderhöhe: 43 m

### Wärmenetz

- Trassenlänge: 4.260 m
- Max. Querschnitt: DN 100
- Mittl. Querschnitt: DN 50
- Wärmebelegung: 603 kWh/(trm\*a)

### Hausanschlüsse

- Anzahl: 90
- Summe Anschlussleistung: 1.325 kW

Detailliertere Informationen zur Auslegung sind im Anhang aufgeführt.

## 5.3.3 Energie- und Treibhausgasbilanz

### Wärmebilanz

Basierend auf der Wärmebedarfsanalyse und der gewählten Auslegung wird für das Versorgungsgebiet eine Wärmebilanz erstellt. Dabei wird von einem Anschlussgrad von 80% ausgegangen. Die nachfolgend dargestellte Bilanz bezieht sich auf die versorgten Gebäude. Für die verbleibenden 20% wird eine unveränderte Versorgungsform vorausgesetzt.

Die angeschlossenen Abnehmer benötigen demnach jährlich 3.420 MWh an Nutzwärme. Diese werden über das Nahwärmenetz zu 97,6% aus Biomasse und zu 2,4% aus Flüssiggas bereitgestellt. Die Netzverluste betragen dabei ca. 10,5%.

Eine detaillierte Darstellung der **Wärmebilanz** ist im Anhang enthalten. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Ergebnisse:

	<b>Leistung</b>	<b>Wärme</b>
Bedarf frei Abnehmer	1.766 kW	3.420 MWh/a 89,5%
Gleichzeitigkeitsfaktor	0,765	
Verluste	45,6 kW	399 MWh/a 10,5%
Netz	44,0 kW	385 MWh/a
Speicher	1,6 kW	14 MWh/a
<b>Summe Bedarf</b>	<b>1.397 kW 100,0%</b>	<b>3.820 MWh/a 100,0%</b>
<b>Summe Erzeugung</b>	<b>2.200 kW 157,5%</b>	<b>3.820 MWh/a 100,0%</b>
Biomasse-Kessel	800 kW 57,3%	3.727 MWh/a 97,6%
Gaskessel	1.400 kW 100,2%	92 MWh/a 2,4%

Tab. 24: Wärmebilanz Nahwärmeversorgung Beckerwitz (Anschlussgrad 80%)

Der **Jahresverlauf** des Wärmebedarfs, der zur Bedarfsdeckung eingesetzten Quellen sowie der Netztemperaturen ergibt sich aus den Lastprofilen der einzelnen Abnehmer. Die nachfolgende Abbildung zeigt den sich ergebenden Jahresgang.

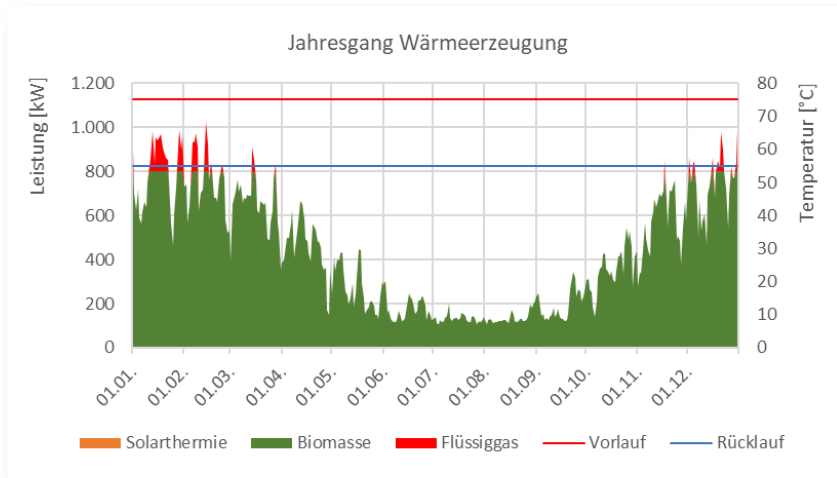


Abb. 32: Jahresgang Nahwärmeversorgung Beckerwitz (Anschlussgrad 80%)

### Endenergie- und Treibhausgasbilanz

Zur Versorgung der angeschlossenen Gebäude ergeben sich folgende **Endenergiebedarfe** sowie daraus abgeleitete **Treibhausgasemissionen**:

	<b>Endenergie</b>	<b>Emissionsfaktor</b>	<b>THG-Emissionen</b>
Holz-Hackschnitzel	4.385 MWh/a 4.872 sm <sup>3</sup> /a	19 g/kWh	83,3 t/a
Flüssiggas	97 MWh/a	277 g/kWh	26,9 t/a
Strom (Hilfsenergie)	47.613 kWh/a	484 g/kWh	23,0 t/a
Heizwerk	37.371 kWh/a		
Netz	10.242 kWh/a		
<b>Summe</b>	<b>52.096 MWh/a</b>		<b>133,3 t/a</b>

Tab. 25: Endenergiebedarf und THG-Emissionen Nahwärme Beckeritz (Anschlussgrad 80%)

Die spezifischen Treibhausgasemissionen der Nahwärmeversorgung betragen 39 g/kWh bezogen auf die Nutzwärme. Gegenüber dem laut Bedarfsanalyse festgestellten ortstypischen Brennstoffmix (321 g/kWh) ergibt sich somit ein spezifischer Vermeidungsfaktor von 282 g/kWh.

Durch die kalkulierte Versorgungsvariante können bei einem Anschlussgrad von 80% demnach jährlich **966 tCO<sub>2</sub>-äqu. Treibhausgase eingespart** werden.

**In den versorgten Objekten entspricht dies einer Verminderung um ca. 88 %.**

**Bezogen auf die gesamte Versorgungszone beträgt die Einsparung ca. 70%.**



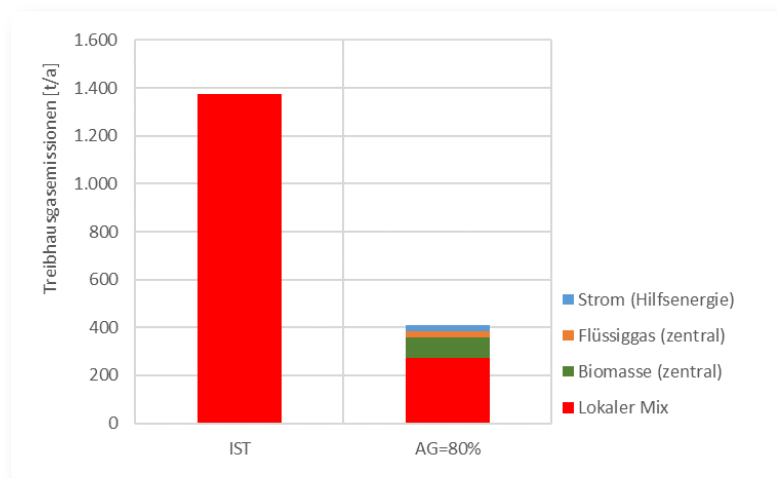


Abb. 33: Treibhausgaseinsparung Nahwärme Beckerwitz (Anschlussgrad 80%)

### 5.3.4 Wirtschaftliche Parameter

#### Investitionskosten

Auf Basis der Anlagenauslegung wurden die zu erwartenden **Investitionskosten** kalkuliert. Grundlage hierfür bilden diverse publizierte Preisansätze<sup>42</sup> sowie Erfahrungswerte und Richtpreisangebote zu vergleichbaren Anlagenkonfigurationen.

Für eine **Förderung** des Vorhabens kommen insbesondere folgende Programme in Betracht:

- KfW-Programm 271: Erneuerbare Energien – Premium
- Klimaschutz-Förderrichtlinie Mecklenburg-Vorpommern

Es ergibt sich ein **Investitionsbedarf von ca. 5,2 Mio. € vor Förderung**. Mit einer **Förderquote von 64%** verbleiben nach Förderung **Investitionskosten von ca. 1,9 Mio. €**.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die kalkulierten Investitionskosten im Überblick. Eine detaillierte Aufstellung zur Investitionsschätzung inklusive der gewählten Kostenansätze ist im Anhang beigefügt. Alle aufgeführten Kosten verstehen sich als Netto-Kosten.

Gebäude (Heizhaus)	458.000 €	8,8%
Wärmeerzeugung (Anlagentechnik)	915.300 €	17,6%
Wärmeverteilung (Netz)	2.722.700 €	52,3%
<b>Zwischensumme</b>	<b>4.096.000 €</b>	
Unvorhergesehenes	614.400 €	11,8%
Nebenkosten	491.500 €	9,4%
<b>Investition vor Förderung</b>	<b>5.201.900 €</b>	<b>100,0%</b>
<b>Summe Förderung</b>	<b>3.343.036 €</b>	<b>64,3%</b>
KfW 271	554.740 €	10,7%
KliFöRL MV (EFRE)	2.788.296 €	53,6%
<b>Investition nach Förderung</b>	<b>1.858.864 €</b>	

Tab. 26: Investitionsschätzung und Förderung Nahwärme Beckerwitz (Anschlussgrad 80%)

<sup>42</sup> U.a. FNR 02

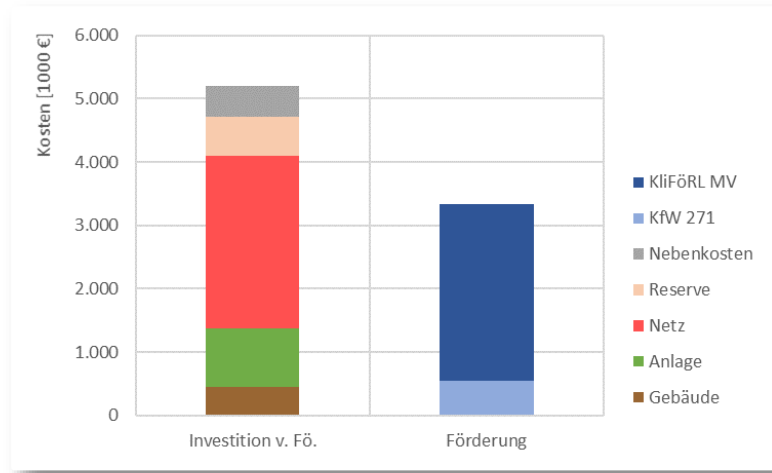


Abb. 34: Investitionsschätzung und Förderung Nahwärme Beckerwitz (Anschlussgrad 80%)

### Betriebs- und Verbrauchskosten

Weiterhin wurden die **Betriebskosten** der konzipierten Wärmeversorgung kalkuliert. Diese umfassen die laufenden Kosten für den Betrieb der Anlage, sofern sie nicht unmittelbar durch den Verbrauch von Energieträgern entstehen. Als Grundlage dienen verschiedenen Erfahrungswerte und publizierte Kennwerte<sup>43</sup>.

Es ergeben sich zu erwartende **Betriebskosten von ca. 120.500 €** pro Jahr.

Die **Verbrauchskosten** umfassen die Kosten, die durch den Verbrauch von Energieträgern entstehen. Darüber hinaus wurden hier die durch Einführung des CO<sub>2</sub>-Preises zu erwartenden Kosten berücksichtigt. Die Kalkulation basiert auf Gesprächen mit den lokal tätigen und als potenzielle Brennstofflieferanten in Frage kommenden Betrieben und aktuellen Marktpreisen verschiedener Energieträger. Darüber hinaus wurde ein CO<sub>2</sub>-Preis von 25 €/t (Einführungspreis ab 2021) angesetzt.

Es ist demnach mit **Verbrauchskosten in Höhe von ca. 105.350 €** pro Jahr zu rechnen.

Detailliertere Angaben zu den kalkulierten Betriebs- und Verbrauchskosten sind dem Anhang zu entnehmen.

### Wärmegestehungskosten

Als zentrales Vergleichskriterium der Wirtschaftlichkeit verschiedener Versorgungskonzepte wurden die Wärmegestehungskosten als Vollkosten im Sinne der DIN 2067 ermittelt.

Hierbei wurden die zur Erfüllung der Versorgungsaufgabe anfallenden kapitalgebundenen Kosten, Betriebskosten und Verbrauchskosten als Jahres-Gesamtkosten auf die bereitzustellende Nutzwärmemenge bezogen.

Die Kapitalkosten wurden mit Hilfe der Annuitätenmethode aus den Investitionskosten nach Förderung, einer zugrunde gelegten Laufzeit von 20 Jahren sowie unter Berücksichtigung der Restwerte nach Laufzeitende bestimmt. Hierbei wird von einer Finanzierung entsprechend der Konditionen des KfW-Programms 271 ausgegangen.

<sup>43</sup> U.a. FNR 02



Für die ortsteilbezogene Wärmeversorgung ergeben sich **Wärmegestehungskosten von durchschnittlich ca. 80 €/MWh**.

Im Vergleich zu konventionellen Wärmeerzeugungstechnologien (Erdgas: ca. 110 €/MWh, Heizöl: ca. 120 €/MWh) ist die vorgeschlagene Variante damit sehr attraktiv.

Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick. Eine detaillierte Aufstellung hierzu ist im Anhang enthalten.

Kapitalkosten	48.938 €/a	17,8%
Betriebskosten	120.500 €/a	43,9%
Verbrauchsdaten	105.350 €/a	38,3%
<b>Jahreskosten gesamt</b>	<b>274.788 €/a</b>	<b>100,0%</b>
Jahres-Nutzwärmebedarf	3.420 MWh/a	
<b>Wärmegestehungskosten</b>	<b>80,34 €/MWh</b>	

Tab. 27: Wärmegestehungskosten Nahwärme Beckerwitz

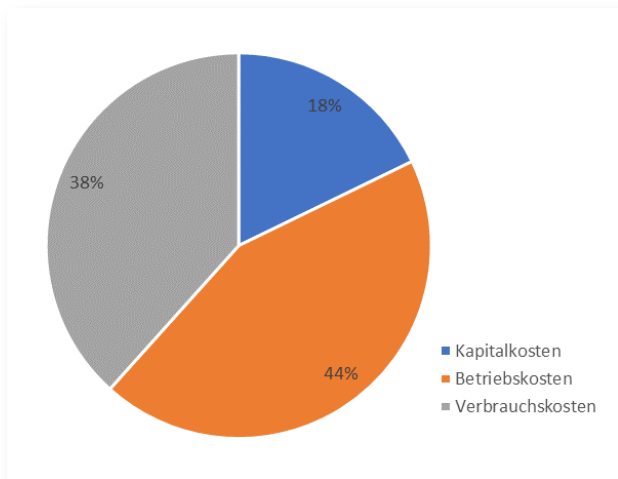


Abb. 35: Wärmegestehungskosten Nahwärme Beckerwitz

## 5.4 Versorgungsgebiet Hohenkirchen

Das Versorgungsgebiet umfasst mit den Straßen Grevesmühlener Chaussee, Griebenkamp, Birkenweg, Butscherweg und Manderower Weg sowie dem B-Plan-Gebiet Nr. 29 in der Ortslage Hohenkirchen insgesamt 58 Bestandsgebäude und 31 geplante Gebäude.

### 5.4.1 Räumliche Konzeption

Die nachfolgende Darstellung verdeutlicht die Abgrenzung des Versorgungsgebiets sowie den Verlauf einer möglichen Nahwärmetrasse.

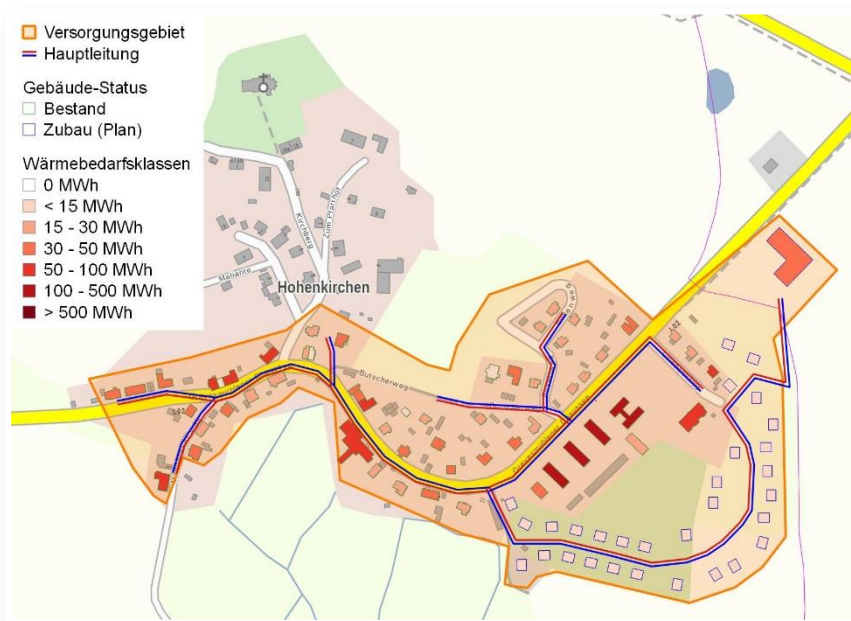


Abb. 36: Karte Versorgungsgebiet Nahwärme Hohenkirchen

### 5.4.2 Auslegung der Hauptkomponenten

Analog dem Vorgehen unter Abschnitt 5.3 werden für einen Anschlussgrad von 80% die erforderlichen Hauptkomponenten wie folgt dimensioniert:

#### **Biomassekessel**

- Nennleistung: 500 kW
- Jahresnutzungsgrad: 0,85

#### **Flüssiggaskessel**

- Nennleistung: 1.100 kW
- Jahresnutzungsgrad: 0,95

#### **Pufferspeicher**

- Volumen: 15 m<sup>3</sup>

#### **Netzpumpe**

- Auslegungs-Volumenstrom: 42 m<sup>3</sup>/h
- Auslegungs-Förderhöhe: 33 m

### **Wärmenetz**

- Trassenlänge: 3.220 m
- Max. Querschnitt: DN 100
- Mittl. Querschnitt: DN 50
- Wärmebelegung: 675 kWh/(trm\*a)

### **Hausanschlüsse**

- Anzahl: 72
- Summe Anschlussleistung: 1.118 kW

Detailliertere Informationen zur Auslegung sind im Anhang aufgeführt.

## **5.4.3 Energie- und Treibhausgasbilanz**

### **Wärmebilanz**

Analog dem Vorgehen unter Abschnitt 5.3 wird für das Versorgungsgebiet eine Wärmebilanz erstellt.

Die angeschlossenen Abnehmer benötigen demnach jährlich ca. 2.173 MWh an Nutzwärme. Diese werden über das Nahwärmenetz zu 97,3% aus Biomasse und zu 2,7% aus Flüssiggas bereitgestellt. Die Netzverluste betragen dabei ca. 10,7%.

Eine detaillierte Darstellung der **Wärmebilanz** ist im Anhang enthalten. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Ergebnisse:

	<b>Leistung</b>	<b>Wärme</b>
Bedarf frei Abnehmer	1.118 kW	2.173 MWh/a 89,3%
Gleichzeitigkeitsfaktor	0,920	
Verluste	29,7 kW	260 MWh/a 10,7%
Netz	28,7 kW	251 MWh/a
Speicher	1,0 kW	9 MWh/a
<b>Summe Bedarf</b>	<b>1.058 kW 100,0%</b>	<b>2.433 MWh/a 100,0%</b>
<b>Summe Erzeugung</b>	<b>1.600 kW 151,2%</b>	<b>2.433 MWh/a 100,0%</b>
Biomasse-Kessel	500 kW 47,3%	2.366 MWh/a 97,3%
Gaskessel	1.100 kW 104,0%	67 MWh/a 2,7%

Tab. 28: Wärmebilanz Nahwärmeversorgung Hohenkirchen (Anschlussgrad 80%)

Die nachfolgende Abbildung zeigt den sich ergebenden **Jahresgang** des Wärmebedarfs.

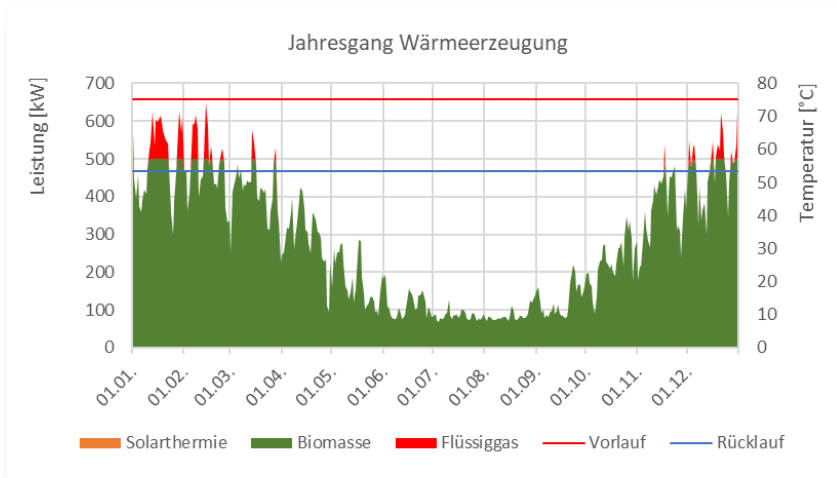


Abb. 37: Jahresgang Nahwärmeversorgung Hohenkirchen (Anschlussgrad 80%)

### Endenergie- und Treibhausgasbilanz

Zur Versorgung der angeschlossenen Gebäude ergeben sich folgende **Endenergiebedarfe** sowie daraus abgeleitete **Treibhausgasemissionen**:

	Endenergie	Emissionsfaktor	THG-Emissionen
Holz-Hackschnitzel	2.783 MWh/a 3.092 sm <sup>3</sup> /a	19 g/kWh	52,9 t/a
Flüssiggas	70 MWh/a	277 g/kWh	19,5 t/a
Strom (Hilfsenergie)	27.042 kWh/a	484 g/kWh	13,1 t/a
Heizwerk	23.748 kWh/a		
Netz	3.294 kWh/a		
<b>Summe</b>	<b>29.895 MWh/a</b>		<b>85,5 t/a</b>

Tab. 29: Endenergiebedarf und THG-Emissionen Nahwärme Hohenkirchen (Anschlussgrad 80%)

Die spezifischen Treibhausgasemissionen der Nahwärmeversorgung betragen 39,3 g/kWh bezogen auf die Nutzwärme. Gegenüber dem laut Bedarfsanalyse festgestellten ortstypischen Brennstoffmix (321 g/kWh) ergibt sich somit ein spezifischer Vermeidungsfaktor von 282 g/kWh.

Durch die kalkulierte Versorgungsvariante können bei einem Anschlussgrad von 80% demnach jährlich **613 tCO<sub>2</sub>-äqu. Treibhausgase eingespart** werden.

**In den versorgten Objekten entspricht dies einer Verminderung um ca. 88 %.**

**Bezogen auf die gesamte Versorgungszone beträgt die Einsparung ca. 70%.**

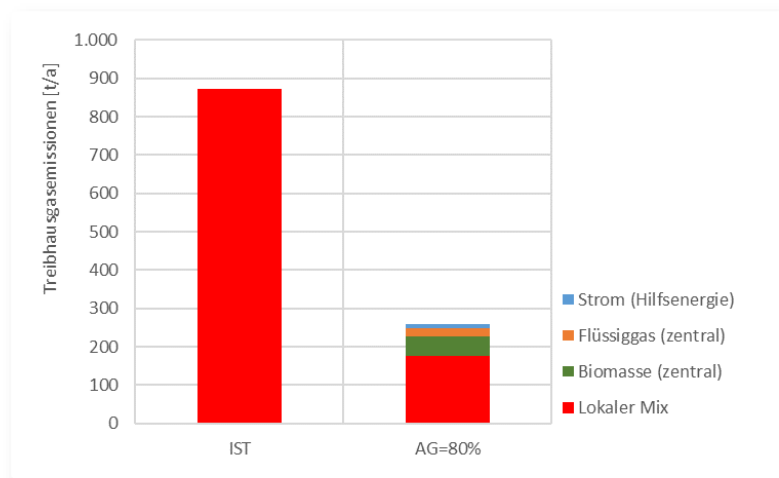


Abb. 38: Treibhausgaseinsparung Nahwärme Hohenkirchen (Anschlussgrad 80%)

#### 5.4.4 Wirtschaftliche Parameter

##### Investitionskosten

Entsprechend der unter Abschnitt 5.3 aufgeführten Ansätze werden die zu erwartenden **Investitionskosten und Fördermöglichkeiten** kalkuliert

Es ergibt sich ein **Investitionsbedarf von ca. 2,4 Mio. € vor Förderung**. Mit einer **Förderquote von 64%** verbleiben nach Förderung **Investitionskosten von ca. 840.000 €**.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die kalkulierten Investitionskosten im Überblick. Eine detaillierte Aufstellung zur Investitionsschätzung inklusive der gewählten Kostenansätze ist im Anhang beigelegt.

Gebäude (Heizhaus)	314.000 €	9,7%
Wärmeerzeugung (Anlagentechnik)	628.300 €	19,4%
Wärmeverteilung (Netz)	1.609.800 €	49,7%
<b>Zwischensumme</b>	<b>2.552.100 €</b>	
Unvorhergesehenes	382.800 €	11,8%
Nebenkosten	306.300 €	9,5%
<b>Investition vor Förderung</b>	<b>3.241.200 €</b>	<b>100,0%</b>
<b>Summe Förderung</b>	<b>2.085.340 €</b>	<b>64,3%</b>
KfW 271	351.550 €	10,8%
KliFöRL MV (EFRE)	1.733.790 €	53,5%
<b>Investition nach Förderung</b>	<b>1.155.860 €</b>	

Tab. 30: Investitionsschätzung und Förderung Nahwärme Hohenkirchen (Anschlussgrad 80%)

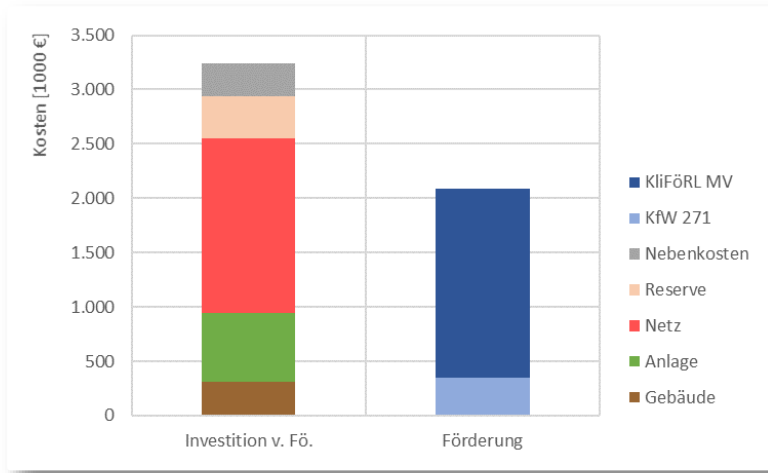


Abb. 39: Investitionsschätzung und Förderung Nahwärme Hohenkirchen (Anschlussgrad 80%)

### Betriebs- und Verbrauchskosten, Wärmegestehungskosten

Weiterhin werden die **Betriebs- und Verbrauchskosten** sowie die **resultierenden Wärmegestehungskosten** der konzipierten Wärmeversorgung kalkuliert. Auch hier erfolgt die Berechnung analog der Ansätze unter 5.3.

Es ergeben sich folgende Kennwerte:

- Betriebskosten: 75.500 €/a
- Verbrauchskosten: 66.710 €/a
- **Wärmegestehungskosten: 78 €/MWh**

Im Vergleich zu konventionellen Wärmeerzeugungstechnologien (Erdgas: ca. 110 €/MWh, Heizöl: ca. 120 €/MWh) ist die vorgeschlagene Variante damit sehr attraktiv.

Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick. Eine detaillierte Aufstellung hierzu ist im Anhang enthalten.

Kapitalkosten	27.691 €/a	16,3%
Betriebskosten	75.500 €/a	44,4%
Verbrauchskosten	66.710 €/a	39,3%
<b>Jahreskosten gesamt</b>	<b>169.901 €/a</b>	<b>100,0%</b>
Jahres-Nutzwärmebedarf	2.173 MWh/a	
<b>Wärmegestehungskosten</b>	<b>78,20 €/MWh</b>	

Tab. 31: Wärmegestehungskosten Nahwärme Hohenkirchen

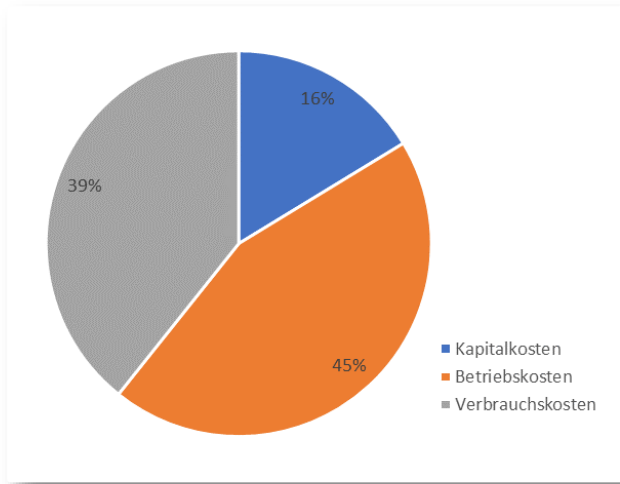


Abb. 40: Wärmegestehungskosten Nahwärme Hohenkirchen

## 5.5 Versorgungsgebiet Hohen Wieschendorf

Das Versorgungsgebiet umfasst mit den Straßen Zur Schwedenschanze, Am Gutshof, Zur Huk, Am Golfplatz, Birdieweg, sowie den Sondergebieten im B-Plan Gebiet Nr. 28 in der Ortslage Hohen Wieschendorf insgesamt 59 Bestandsgebäude und 11 geplante Gebäude.

### 5.5.1 Räumliche Konzeption

Die nachfolgende Darstellung verdeutlicht die Abgrenzung des Versorgungsgebiets sowie den Verlauf einer möglichen Nahwärmetrasse.



Abb. 41: Karte Versorgungsgebiet Nahwärme Hohen Wieschendorf

Neben der Wohnnutzung (überwiegend im Bestand) ist insbesondere in den geplanten Gebäuden eine gewerblich Nutzung vorgesehen.



### 5.5.2 Auslegung der Hauptkomponenten

Analog dem Vorgehen unter Abschnitt 5.3 werden für einen Anschlussgrad von 80% die erforderlichen Hauptkomponenten wie folgt dimensioniert:

#### **Biomassekessel**

- Nennleistung: 500 kW
- Jahresnutzungsgrad: 0,85

#### **Flüssiggaskessel**

- Nennleistung: 1.000 kW
- Jahresnutzungsgrad: 0,95

#### **Pufferspeicher**

- Volumen: 15 m<sup>3</sup>

#### **Netzpumpe**

- Auslegungs-Volumenstrom: 36 m<sup>3</sup>/h
- Auslegungs-Förderhöhe: 22 m

#### **Wärmenetz**

- Trassenlänge: 2.343 m
- Max. Querschnitt: DN 80
- Mittl. Querschnitt: DN 40
- Wärmebelegung: 965 kWh/(trm\*a)

#### **Hausanschlüsse**

- Anzahl: 57
- Summe Anschlussleistung: 1.010 kW

Detailliertere Informationen zur Auslegung sind im Anhang aufgeführt.

### 5.5.3 Energie- und Treibhausgasbilanz

#### Wärmebilanz

Analog dem Vorgehen unter Abschnitt 5.3 wird für das Versorgungsgebiet eine Wärmebilanz erstellt.

Die angeschlossenen Abnehmer benötigen demnach jährlich ca. 2.262 MWh an Nutzwärme. Diese werden über das Nahwärmenetz zu 98,6% aus Biomasse und zu 1,4% aus Flüssiggas bereitgestellt. Die Netzverluste betragen dabei ca. 7,9%.

Eine detaillierte Darstellung der **Wärmebilanz** ist im Anhang enthalten. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Ergebnisse:

	Leistung	Wärme
Bedarf frei Abnehmer	1.010 kW	2.262 MWh/a 92,1%
Gleichzeitigkeitsfaktor	0,967	
Verluste	22,2 kW	195 MWh/a 7,9%
Netz	21,3 kW	186 MWh/a
Speicher	1,0 kW	8 MWh/a
<b>Summe Bedarf</b>	<b>999 kW 100,0%</b>	<b>2.456 MWh/a 100,0%</b>
<b>Summe Erzeugung</b>	<b>1.500 kW 150,2%</b>	<b>2.456 MWh/a 100,0%</b>
Biomasse-Kessel	500 kW 50,1%	2.421 MWh/a 98,6%
Gaskessel	1.000 kW 100,1%	35 MWh/a 1,4%

Tab. 32: Wärmebilanz Nahwärmeversorgung Hohen Wieschendorf (Anschlussgrad 80%)

Die nachfolgende Abbildung zeigt den sich ergebenden **Jahresgang** des Wärmebedarfs.

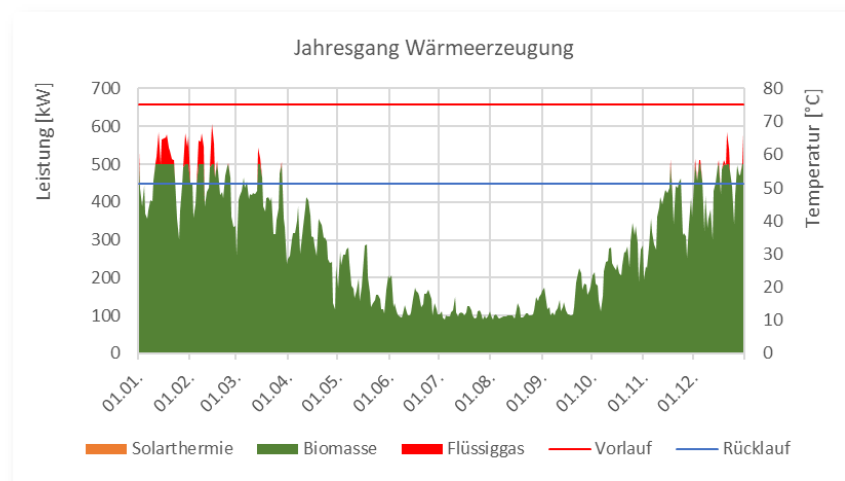


Abb. 42: Jahresgang Nahwärmeversorgung Hohen Wieschendorf (Anschlussgrad 80%)

### Endenergie- und Treibhausgasbilanz

Zur Versorgung der angeschlossenen Gebäude ergeben sich folgende **Endenergiebedarfe** sowie daraus abgeleitete **Treibhausgasemissionen**:

	Endenergie	Emissionsfaktor	THG-Emissionen
Holz-Hackschnitzel	2.848 MWh/a 3.165 sm <sup>3</sup> /a	19 g/kWh	54,1 t/a
Flüssiggas	12 MWh/a	277 g/kWh	3,3 t/a
Strom (Hilfsenergie)	26.292 kWh/a	484 g/kWh	12,7 t/a
Heizwerk	24.262 kWh/a		
Netz	2.030 kWh/a		
<b>Summe</b>	<b>29.152 MWh/a</b>		<b>70,2 t/a</b>

Tab. 33: Endenergiebedarf und THG-Emissionen Nahwärme Hohenkirchen (Anschlussgrad 80%)

Die spezifischen Treibhausgasemissionen der Nahwärmeversorgung betragen 31 g/kWh bezogen auf die Nutzwärme. Gegenüber dem laut Bedarfsanalyse festgestellten ortstypischen Brennstoffmix (321 g/kWh) ergibt sich somit ein spezifischer Vermeidungsfaktor von 290 g/kWh.

Durch die kalkulierte Versorgungsvariante können bei einem Anschlussgrad von 80% demnach jährlich **656 tCO<sub>2</sub>-äqu. Treibhausgase eingespart** werden.

**In den versorgten Objekten entspricht dies einer Verminderung um ca. 90 %.**

**Bezogen auf die gesamte Versorgungszone beträgt die Einsparung ca. 72%.**

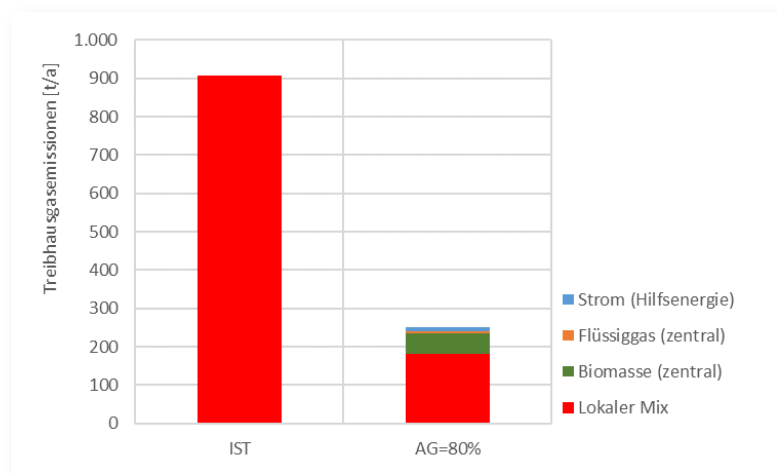


Abb. 43: Treibhausgaseinsparung Nahwärme Hohen Wieschendorf (Anschlussgrad 80%)

#### 5.5.4 Wirtschaftliche Parameter

##### Investitionskosten

Entsprechend der unter Abschnitt 5.3 aufgeführten Ansätze werden die zu erwartenden **Investitionskosten und Fördermöglichkeiten** kalkuliert

Es ergibt sich ein **Investitionsbedarf von ca. 2,6 Mio. € vor Förderung**. Mit einer **Förderquote von 64%** verbleiben nach Förderung **Investitionskosten von ca. 949.000 €**.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die kalkulierten Investitionskosten im Überblick. Eine detaillierte Aufstellung zur Investitionsschätzung inklusive der gewählten Kostenansätze ist im Anhang beigefügt.

Gebäude (Heizhaus)	302.000 €	11,4%
Wärmeerzeugung (Anlagentechnik)	603.800 €	22,8%
Wärmeverteilung (Netz)	1.176.600 €	44,5%
<b>Zwischensumme</b>	<b>2.082.400 €</b>	
Unvorhergesehenes	312.400 €	11,8%
Nebenkosten	249.900 €	9,4%
<b>Investition vor Förderung</b>	<b>2.644.700 €</b>	<b>100,0%</b>
<b>Summe Förderung</b>	<b>1.695.592 €</b>	<b>64,1%</b>
KfW 271	271.930 €	10,3%
KliFöRL MV (EFRE)	1.423.662 €	53,8%
<b>Investition nach Förderung</b>	<b>949.108 €</b>	

Tab. 34: Investitionsschätzung und Förderung Nahwärme Hohen Wieschendorf (Anschlussgrad 80%)

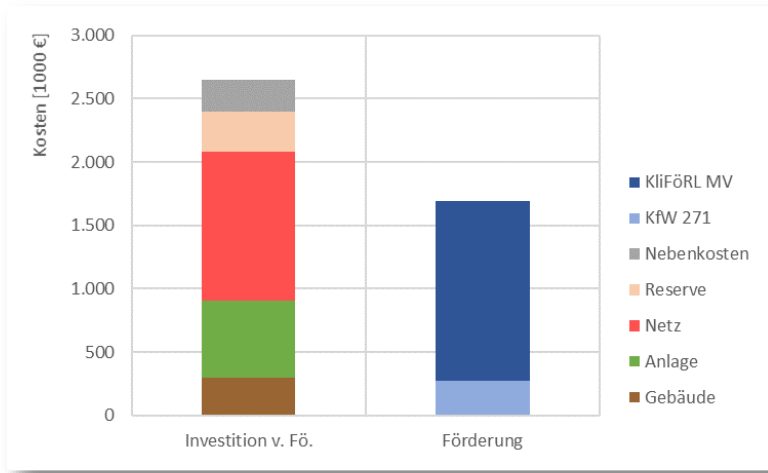


Abb. 44: Investitionsschätzung und Förderung Nahwärme Hohen Wieschendorf (Anschlussgrad 80%)

### Betriebs- und Verbrauchskosten, Wärmegestehungskosten

Weiterhin werden die **Betriebs- und Verbrauchskosten** sowie die **resultierenden Wärmegestehungskosten** der konzipierten Wärmeversorgung kalkuliert. Auch hier erfolgt die Berechnung analog der Ansätze unter 5.3.

Es ergeben sich folgende Kennwerte:

- Betriebskosten: 67.300 €/a
- Verbrauchskosten: 65.220 €/a
- **Wärmegestehungskosten: 70 €/MWh**

Im Vergleich zu konventionellen Wärmeerzeugungstechnologien (Erdgas: ca. 110 €/MWh, Heizöl: ca. 120 €/MWh) ist die vorgeschlagene Variante damit sehr attraktiv.

Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick. Eine detaillierte Aufstellung hierzu ist im Anhang enthalten.

Kapitalkosten	25.579 €/a	16,2%
Betriebskosten	67.300 €/a	42,6%
Verbrauchskosten	65.220 €/a	41,3%
<b>Jahreskosten gesamt</b>	<b>158.099 €/a</b>	<b>100,0%</b>
Jahres-Nutzwärmebedarf	2.262 MWh/a	
<b>Wärmegestehungskosten</b>	<b>69,91 €/MWh</b>	

Tab. 35: Wärmegestehungskosten Nahwärme Hohen Wieschendorf

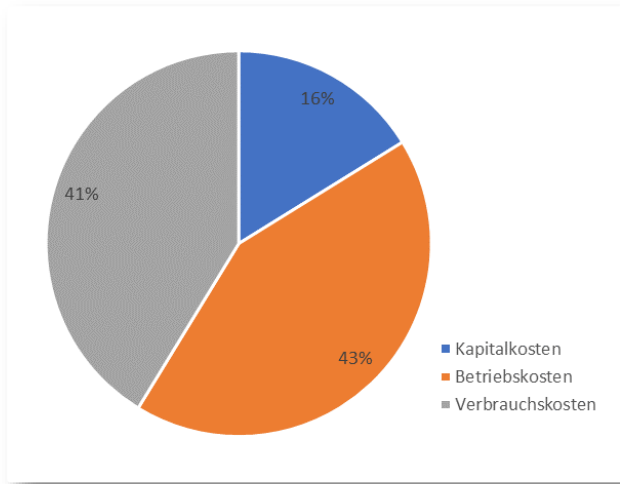


Abb. 45: Wärmegestehungskosten Nahwärme Hohen Wieschendorf

## 5.6 Versorgungsgebiet Wahrstorf

Das Versorgungsgebiet umfasst mit den Straßen Zur Steinbäck, Zur Hasenkuhle, Neuwahrstorfer Straße insgesamt 42 Bestandsgebäude.

### 5.6.1 Räumliche Konzeption

Die nachfolgende Darstellung verdeutlicht die Abgrenzung des Versorgungsgebiets sowie den Verlauf einer möglichen Nahwärmetrasse.

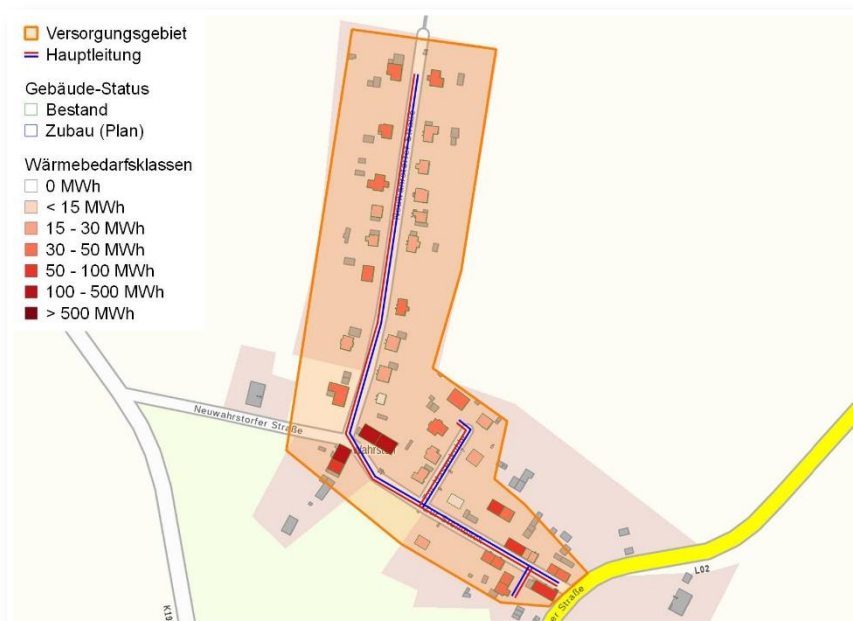


Abb. 46: Karte Versorgungsgebiet Nahwärme Wahrstorf

### 5.6.2 Auslegung der Hauptkomponenten

Analog dem Vorgehen unter Abschnitt 5.3 werden für einen Anschlussgrad von 80% die erforderlichen Hauptkomponenten wie folgt dimensioniert:

#### **Biomassekessel**

- Nennleistung: 300 kW
- Jahresnutzungsgrad: 0,85

#### **Flüssiggaskessel**

- Nennleistung: 700 kW
- Jahresnutzungsgrad: 0,95

#### **Pufferspeicher**

- Volumen: 9 m<sup>3</sup>

#### **Netzpumpe**

- Auslegungs-Volumenstrom: 29 m<sup>3</sup>/h
- Auslegungs-Förderhöhe: 21 m

#### **Wärmenetz**

- Trassenlänge: 1.152 m
- Max. Querschnitt: DN 80
- Mittl. Querschnitt: DN 40
- Wärmebelegung: 1.164 kWh/(trm\*a)

#### **Hausanschlüsse**

- Anzahl: 33
- Summe Anschlussleistung: 697 kW

Detailliertere Informationen zur Auslegung sind im Anhang aufgeführt.

### 5.6.3 Energie- und Treibhausgasbilanz

#### Wärmebilanz

Analog dem Vorgehen unter Abschnitt 5.3 wird für das Versorgungsgebiet eine Wärmebilanz erstellt.

Die angeschlossenen Abnehmer benötigen demnach jährlich ca. 1.340 MWh an Nutzwärme. Diese werden über das Nahwärmenetz zu 96,9% aus Biomasse und zu 3,1% aus Flüssiggas bereitgestellt. Die Netzverluste betragen dabei ca. 6,9%.

Eine detaillierte Darstellung der **Wärmebilanz** ist im Anhang enthalten. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Ergebnisse:

	Leistung	Wärme
Bedarf frei Abnehmer	697 kW	1.340 MWh/a 93,1%
Gleichzeitigkeitsfaktor	0,948	
Verluste	11,4 kW	100 MWh/a 6,9%
Netz	10,8 kW	95 MWh/a
Speicher	0,6 kW	5 MWh/a
<b>Summe Bedarf</b>	<b>672 kW 100,0%</b>	<b>1.440 MWh/a 100,0%</b>
<b>Summe Erzeugung</b>	<b>1.000 kW 148,9%</b>	<b>1.440 MWh/a 100,0%</b>
Biomasse-Kessel	300 kW 44,7%	1.395 MWh/a 96,9%
Gaskessel	700 kW 104,2%	45 MWh/a 3,1%

Tab. 36: Wärmebilanz Nahwärmeversorgung Wahrstorf (Anschlussgrad 80%)

Die nachfolgende Abbildung zeigt den sich ergebenden **Jahresgang** des Wärmebedarfs.

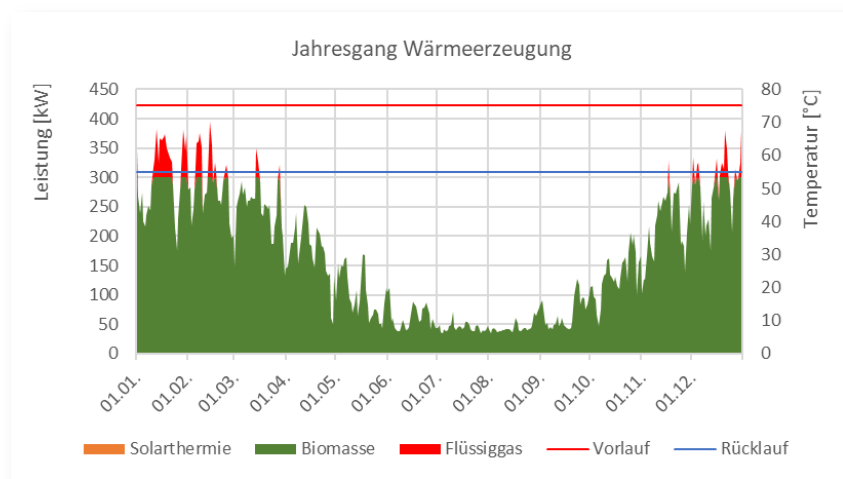


Abb. 47: Jahresgang Nahwärmeversorgung Wahrstorf (Anschlussgrad 80%)

### Endenergie- und Treibhausgasbilanz

Zur Versorgung der angeschlossenen Gebäude ergeben sich folgende **Endenergiebedarfe** sowie daraus abgeleitete **Treibhausgasemissionen**:

	Endenergie	Emissionsfaktor	THG-Emissionen
Holz-Hackschnitzel	1.641 MWh/a 1.824 sm <sup>3</sup> /a	19 g/kWh	31,2 t/a
Flüssiggas	47 MWh/a	277 g/kWh	13,1 t/a
Strom (Hilfsenergie)	15.319 kWh/a	484 g/kWh	7,4 t/a
Heizwerk	14.048 kWh/a		
Netz	1.272 kWh/a		
<b>Summe</b>	<b>17.008 MWh/a</b>		<b>51,7 t/a</b>

Tab. 37: Endenergiebedarf und THG-Emissionen Nahwärme Wahrstorf (Anschlussgrad 80%)

Die spezifischen Treibhausgasemissionen der Nahwärmeversorgung betragen 38,6 g/kWh bezogen auf die Nutzwärme. Gegenüber dem laut Bedarfsanalyse festgestellten ortstypischen Brennstoffmix (321 g/kWh) ergibt sich somit ein spezifischer Vermeidungsfaktor von 283 g/kWh.



Durch die kalkulierte Versorgungsvariante können bei einem Anschlussgrad von 80% demnach jährlich **379 tCO<sub>2</sub>-äqu. Treibhausgase eingespart** werden.

**In den versorgten Objekten entspricht dies einer Verminderung um ca. 88 %.**

**Bezogen auf die gesamte Versorgungszone beträgt die Einsparung ca. 70%.**

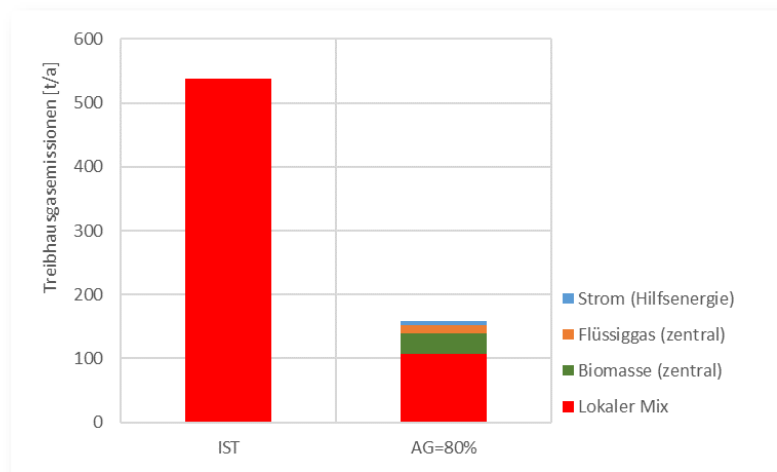


Abb. 48: Treibhausgaseinsparung Nahwärme Wahrstorf (Anschlussgrad 80%)

## 5.6.4 Wirtschaftliche Parameter

### Investitionskosten

Entsprechend der unter Abschnitt 5.3 aufgeführten Ansätze werden die zu erwartenden **Investitionskosten und Fördermöglichkeiten** kalkuliert

Es ergibt sich ein **Investitionsbedarf von ca. 1,7 Mio. € vor Förderung**. Mit einer **Förderquote von 64%** verbleiben nach Förderung **Investitionskosten von ca. 607.000 €**.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die kalkulierten Investitionskosten im Überblick. Eine detaillierte Aufstellung zur Investitionsschätzung inklusive der gewählten Kostenansätze ist im Anhang beigelegt.

Gebäude (Heizhaus)	237.000 €	14,2%
Wärmeerzeugung (Anlagentechnik)	474.900 €	28,5%
Wärmeverteilung (Netz)	598.800 €	36,0%
<b>Zwischensumme</b>	<b>1.310.700 €</b>	
Unvorhergesehenes	196.600 €	11,8%
Nebenkosten	157.300 €	9,4%
<b>Investition vor Förderung</b>	<b>1.664.600 €</b>	<b>100,0%</b>
<b>Summe Förderung</b>	<b>1.057.168 €</b>	<b>63,5%</b>
KfW 271	146.020 €	8,8%
KliFöRL MV (EFRE)	911.148 €	54,7%
<b>Investition nach Förderung</b>	<b>607.432 €</b>	

Tab. 38: Investitionsschätzung und Förderung Nahwärme Wahrstorf (Anschlussgrad 80%)

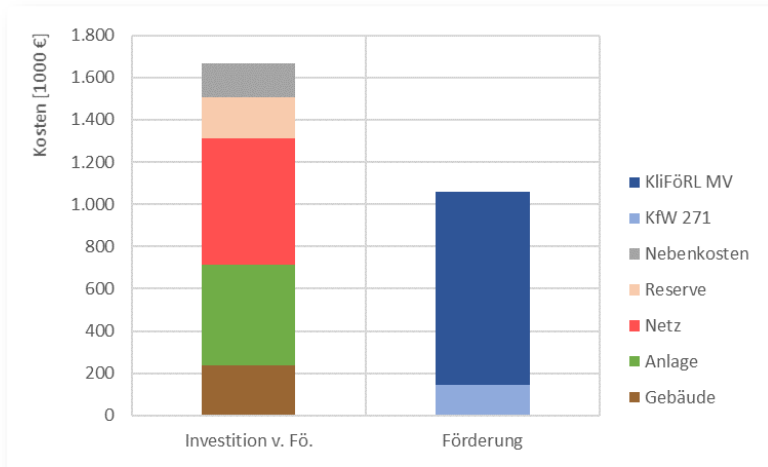


Abb. 49: Investitionsschätzung und Förderung Nahwärme Wahrstorf (Anschlussgrad 80%)

### Betriebs- und Verbrauchskosten, Wärmegestehungskosten

Weiterhin werden die **Betriebs- und Verbrauchskosten** sowie die **resultierenden Wärmegestehungskosten** der konzipierten Wärmeversorgung kalkuliert. Auch hier erfolgt die Berechnung analog der Ansätze unter 5.3.

Es ergeben sich folgende Kennwerte:

- Betriebskosten: 41.200 €/a
- Verbrauchskosten: 39.610 €/a
- **Wärmegestehungskosten: 74 €/MWh**

Im Vergleich zu konventionellen Wärmeerzeugungstechnologien (Erdgas: ca. 110 €/MWh, Heizöl: ca. 120 €/MWh) ist die vorgeschlagene Variante damit sehr attraktiv.

Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick. Eine detaillierte Aufstellung hierzu ist im Anhang enthalten.

Kapitalkosten	18.766 €/a	18,8%
Betriebskosten	41.200 €/a	41,4%
Verbrauchskosten	39.610 €/a	39,8%
<b>Jahreskosten gesamt</b>	<b>99.576 €/a</b>	<b>100,0%</b>
Jahres-Nutzwärmebedarf	1.340 MWh/a	
<b>Wärmegestehungskosten</b>	<b>74,31 €/MWh</b>	

Tab. 39: Wärmegestehungskosten Nahwärme Wahrstorf

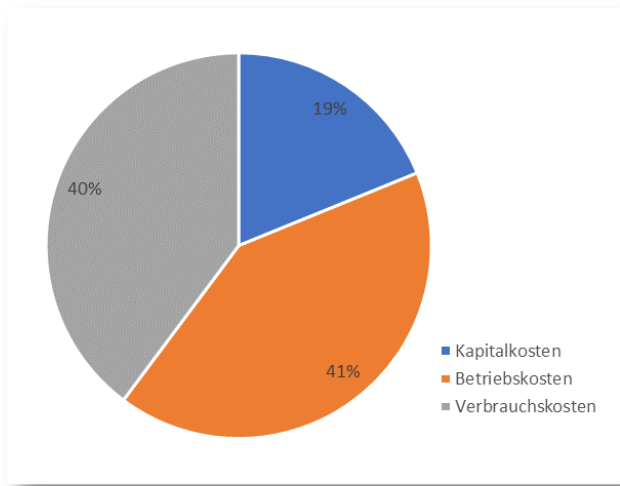


Abb. 50: Wärmebereitstellungskosten Nahwärme Wahrstorf

## 5.8 Logistik

Hinsichtlich der Brennstofflogistik befindet sich parallel zu dieser Untersuchung eine weitere Studie in Bearbeitung. Des Weiteren ist durch den Betrieb der Biomasse-Feuerungsanlage in Groß Walmstorf bereits ein gewisses lokales Know-How vorhanden. Es empfiehlt sich, dieses bei zukünftigen Biomasse-Projekten mit einzubeziehen.

Dennoch sollen an dieser Stelle noch einmal einige grundsätzliche Hinweise zusammengestellt werden. Weiterführende und ausführliche Informationen sind unter anderem den Veröffentlichungen der Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe (FNR) zu entnehmen.<sup>44</sup>

### 5.8.1 Materialeigenschaften

Die Beschaffenheit der eingesetzten Brennstoffe ist von ausschlaggebender Bedeutung für den wirtschaftlichen, umweltfreundlichen und zuverlässigen Betrieb einer Biomassefeuerung. Dabei ist grundsätzlich ein breites Spektrum an Materialien verwendbar. Entscheidend ist, dass die eingesetzten Komponenten, angefangen bei der Brennstoffbelieferung über die Kesselzuführung, die Verbrennungstechnologie, bis hin zur Abgasanlage und Entaschung für die jeweiligen Brennstoffspezifika geeignet sind.

Im Bereich der Holz-Hackschnitzel spielen neben der für Verbrennungs-, Korrosions- und Emissionsverhalten wichtigen chemischen Zusammensetzung insbesondere folgende Parameter eine wichtige Rolle:

- Wassergehalt des Brennstoffes (W)
- Aschegehalt (A)
- Stückigkeit (P)

Eine am Markt anerkannte Standardisierung für verschiedene Brennstoffqualitäten ist nach DIN EN ISO 17225 gegeben

Grundsätzlich kann davon ausgegangen werden, dass Anlagen zur Verbrennung schwierigerer Brennstoffe (feucht, verunreinigt, grobkörnig) in der Regel mit höheren spezifischen Investitionskosten verbunden sind als Anlagen, die einen höherwertigen Brennstoff benötigen.

Des Weiteren kann davon ausgegangen werden, dass Anlagen kleinerer Leistung tendenziell hochwertigere Brennstoffe erfordern.

### 5.8.2 Biologische Zersetzung

Zu beachten ist weiterhin, dass Holz als organischer Brennstoff grundsätzlich anfällig für biologische Zersetzungsprozesse (Fäulnis, Pilzbefall) ist. Neben dem Verlust an Heizwert kann hiermit durch Erwärmungsvorgänge im Extremfall auch ein Brandrisiko einhergehen. Biologische Zersetzungsprozesse werden dabei grundsätzlich durch 2 Faktoren begünstigt:

- Hoher Wassergehalt
- Große Oberfläche

In der Konsequenz bedeutet dies, dass Holzhackschnitzel (relativ große Oberfläche) nur unterhalb eines gewissen Wassergehaltes für eine längerfristige Lagerung geeignet sind. In der Regel unterscheidet man wie folgt:

- Nicht lagerbeständig ( $W > 35\%$ )

---

<sup>44</sup> U.a. FNR 02, FNR 03

- Bedingt lagerbeständig (W 15 – 35% - Lagerung für einige Wochen möglich)
- Lagerbeständig (W  $\leq$  15% - Lagerung langfristig möglich)

### 5.8.3 Handlungsansätze

Für die Logistik der Brennstoffbereitstellung und -bevorratung ergeben sich daraus verschiedenen Handlungsansätze, um eine der Anlagenart entsprechende Materialqualität dauerhaft sicherzustellen:

#### Materialgewinnung

Bereits die Wahl des Schnittzeitpunktes ist entscheidend für die Qualität des Brennstoffes. So besitzt das Holz in der Regel während der Vegetationsperiode einen höheren Wassergehalt als im Winter. Darüber hinaus ergibt sich aus höheren Laubanteilen ein höherer Aschegehalt. Auch aus Natur- und Artenschutzgründen ist die Durchführung von Schnittmaßnahmen während der Vegetationsperiode nur bedingt möglich.

- ⇒ Wahl des Schnittzeitpunktes (außerhalb der Vegetationsperiode)

Aufgrund der geringeren spezifischen Oberfläche ist das Holz in noch ungehackter Form (Rund-, Schwachholz) weniger anfällig für biologische Zersetzung. Sofern möglich ist es daher vorteilhaft, das Material zunächst für ca. 1 Jahr bis zur begrenzten Lagerbeständigkeit in dieser Form vor zu trocknen. Da eine Wiedervernässung durch Regen hier nur geringen Einfluss hat, kann dies durchaus auch am Entstehungsort (Waldweg, Feldrand...) erfolgen.

- ⇒ Vortrocknung als Rund- oder Schwachholz (ggf. am Waldweg), wenn möglich

#### Zerkleinerung

Zur Zerkleinerung des Holzes kommen in der Regel entweder reißende Maschinen (Schredder) oder schneidende Maschinen (Hacker) zum Einsatz. Im Sinne der Brennstoffqualität ist in jedem Fall der Einsatz eines Hackes vorzusehen. Auch sollte dabei stets auf ausreichend scharfe Werkzeuge geachtet werden. Auf diese Weise können möglichst glatte Schnittkanten des Materials gewährleistet werden. Dies führt zu einer durch die geringere Oberfläche zu weniger biologischer Zersetzung. Zum Anderen neigt das Material weniger zu Verklumpen, was die Störanfälligkeit in Förderanlagen reduziert.

- ⇒ Einsatz von Hackern mit scharfen Werkzeugen

#### Zwischenlagerung

Während bei der Lagerung von Rund- oder Schwachholz Verschmutzung und Wiedervernässung von nachrangiger Bedeutung sind, spielt beides bei der Lagerung von Hackschnitzeln eine größere Rolle. Eine Zwischenlagerung von Hackschnitzeln sollte daher nur auf befestigten Flächen und unter Dach bzw. abgedeckt erfolgen. Um übermäßigen Materialschwind und Brandgefahr durch biologische Zersetzung zu vermeiden ist für eine ausreichende Durchlüftung des Materials sowie eine begrenzte Lagerhöhe zu sorgen. Dabei sind sowohl die Stückigkeit als auch der Wassergehalt des Materials zu berücksichtigen. Als maximale Lagerhöhe unter günstigen Bedingungen wird in der Regel 5 m angegeben.

- ⇒ Lagerung von Hackschnitzeln auf befestigten Flächen und unter Dach / abgedeckt
- ⇒ Maximale Lagerhöhe und ausreichende Durchlüftung beachten

### Trocknung

Ein definierter Wassergehalt des Brennstoffes ist sowohl für die Lagerbeständigkeit als auch für die Verbrennungseigenschaften von Bedeutung. Unmittelbar nach dem Schnitt weist das Material in der Regel Wassergehalte von bis zu 55% auf.

Insbesondere größere Feuerungsanlagen sind teilweise durchaus in der Lage, sehr feuchtes Material zu verbrennen. Allerdings sind erntefrische Holzhackschnitzel nicht lagerbeständig sie müssen daher zeitnah nach dem Hacken ohne längere Zwischenlagerung verbrannt werden.

In der Regel wird es sinnvoll sein, zumindest begrenzt lagerbeständiges Material einzusetzen. Teilweise kann dies durch das bereits erwähnte natürliche Vortrocknen als Stammware / Schwachholz wie oben beschrieben erreicht werden.

⇒ Natürliche Vortrocknung als Stammware / Schwachholz, wenn möglich

Sofern dies, z.B. aus logistischen Gründen, nicht möglich ist, existieren verschiedene weitere Verfahren zur Trocknung von Hackschnitzeln. Dies kann zum einen in Kombination mit der Zwischenlagerung im unbewegten Hackschnitzelhaufen (Satztrocknung) erfolgen. Neben der maschinellen Belüftung des Hackschnitzelhaufens von unten mit angewärmter Luft (Warmlufttrocknung), gibt es auch hier Verfahren, bei denen die durch Zersetzungsprozesse entstehende Wärme durch gezielte Luftlenkung zur Trocknung genutzt wird (z.B. Naturzugtrocknung). Hierbei ist jedoch ein gewisser Materialverlust durch Zersetzung einzukalkulieren.

⇒ Satztrocknung (maschinell oder natürlich), ggf. in Kombination mit Lagerung

Neben den unterschiedlichen Satz Trocknungsverfahren existieren weiterhin verschiedene maschinelle Trocknungsverfahren (Trommeltrocknung, Bandtrocknung...). Diese finden in der Praxis jedoch meist nur in Sonderfällen (z.B. Pelletproduktion...) Anwendung.

### Klassierung / Reinigung

Um Störungen in der Brennstoffzuführung und Verbrennung zu vermeiden, ist ein anlagenspezifisch definiertes Spektrum an Stückgrößen im Brennstoff einzuhalten. Eine entsprechende Klassifikation geht aus der bereits genannten Norm DIN EN ISO 17225 hervor. Hier sind neben der angestrebten Korngröße auch weitere Parameter wie maximaler Feinanteil und maximale Überlängen definiert.

Um bei wechselndem Ausgangsmaterial die geforderten Parameter sicher einhalten zu können, kann ggf. eine Klassierung der Hackschnitzel durch Siebanlagen erforderlich sein. Häufigen kommen in der Hackschnitzelproduktion Trommelsiebe zum Einsatz. In begrenztem Umfang ist es hierbei auch möglich, Fremdstoffe (Erde, Sand) sowie Laub- und Nadelanteile auszusondern.

⇒ Siebe ermöglichen definierte Korngrößen und Fremdstoffabscheidung (begrenzt)

### Brennstoffanlieferung

Um einen ökonomischen Betrieb der Feuerungsanlage zu gewährleisten, soll bei der Brennstoffbelieferung möglichst weitgehend Standard-Fahrzeugtechnik eingesetzt und der Personal- und Zeitaufwand minimal gehalten werden.

Im Idealfall erfolgt die Anlieferung mit Standard-Fahrzeugen in kurzer Zeit allein durch den Fahrer und ohne Einsatz zusätzlicher technischer Hilfsmittel.

Optimal ist in dieser Hinsicht die Anlieferung durch Abschütten in einen unterirdischen Brennstoffbunker oder aber auf einen befahrbaren Schubboden. Hierbei kann eine Vielzahl verschiedener Fahrzeuge,

von großvolumigen Walking-Floor-Zügen über Containerzüge mit Hakenlift bis hin zu landwirtschaftlichen Schüttgut-Anhängern (Silozug o.ä.), eingesetzt werden.

- ⇒ Optimal: Abschütten in Bunker bzw. auf befahrbaren Schubboden

Bei der Auslegung der Lager ist jeweils die Bildung von Schüttkegeln, die erforderliche Bauhöhe zum Aufkippen sowie die erforderliche Rangierfläche zu berücksichtigen.

Um etwaige Fehlerquellen und Wartezeiten zu vermeiden, sollte auf zusätzliche Fördereinrichtungen zur Bunkerbefüllung wo immer möglich verzichtet werden.

Eine weitere Option, insbesondere wo die baulichen Gegebenheiten die Errichtung eines Tiefbau-Bunkers nicht zulassen, kann die Nutzung von Brennstoff-Wechselcontainern sein.

Hierbei handelt sich um spezielle Hackschnitzel-Container, in die bereits ein Austragungs-system integriert ist. Diese Container können mit Standard-Containerfahrzeugen transportiert und direkt an die Brennstoffförderanlage angedockt werden. Indem sich stets mindestens ein Container an der Anlage befindet während der zweite zur Befüllung bereitsteht, kann ein unterbrechungsfreier Betrieb sichergestellt werden. Eine klare eigentumsrechtliche Zuordnung ist hier unbedingte Voraussetzung.

- ⇒ Optional: Brennstoff-Wechselcontainer (wenn kein Bunker möglich)

### Qualitätssicherung

Grundlage einer funktionierenden Qualitätssicherung der Brennstofflogistik ist die klare Festlegung der geforderten Qualitätsparameter (z.B. Stückigkeit, Wassergehalt, Rindenanteil, Blatt- / Nadelanteil, Holzsortimente) in einem Brennstoffliefervertrag zwischen Anlagenbetreiber und Brennstofflieferant. Hierbei sollte soweit wie möglich auf die Spezifikationen nach Norm Bezug genommen werden.

- ⇒ Festlegung von Brennstoffspezifikationen im Brennstoffliefervertrag

Bei Anlieferung ist eine Routine-Qualitätskontrolle zum Beispiel durch folgende Maßnahmen möglich:

- ⇒ Sichtkontrolle (z.B. Fremdstoffanteil)
- ⇒ Schablonen zu Bewertung der Stückigkeit
- ⇒ Überschlägige Feuchtemessung durch mobile Messgeräte

Eine detaillierte und exakte Überprüfung der Brennstoffparameter ist erforderlichenfalls durch Laboranalysen möglich. Hierfür ist ggf. auf eine repräsentative Probennahme, ausreichende Probengröße und sachgerechten Transport (luftdicht, vor Verunreinigung geschützt) zu achten. Darüber hinaus sollte die Analyse möglichst umgehend erfolgen, da ansonsten Verfälschungen durch biologische Veränderungen bzw. Austrocknen möglich sind.

In jedem Fall sollte eine umfassende Dokumentation der Qualitätskontrolle erfolgen.

- ⇒ Dokumentation!

Um Schwankungen des Heizwertes aufgrund wechselnder Brennstoffqualität zu kompensieren, hat sich eine Abrechnung der Brennstofflieferung nach Wärmeabgabe hinter dem Biomassekessel mittels geeichten Wärmemengenzählers als zielführend erwiesen. Hierbei sollte, je nach Konstellation, auch die Möglichkeit einer Betriebsführung des Biomassekessels durch den Brennstofflieferanten geprüft werden.

- ⇒ Abrechnung nach Wärmeabgabe



## 6 Konzeption kalter Wärmenetze auf Basis oberflächennaher Geothermie

### 6.1 Funktionale Konzeption

Insbesondere im Bereich energetisch hoch effizienter Neubauten kommt neben den klassischen Nahwärmenetzen (siehe Abschnitt 5) oft auch eine Versorgung durch sogenannte kalte Wärmenetze in Betracht. Die nachfolgende Abbildung zeigt das Konzept im Überblick:

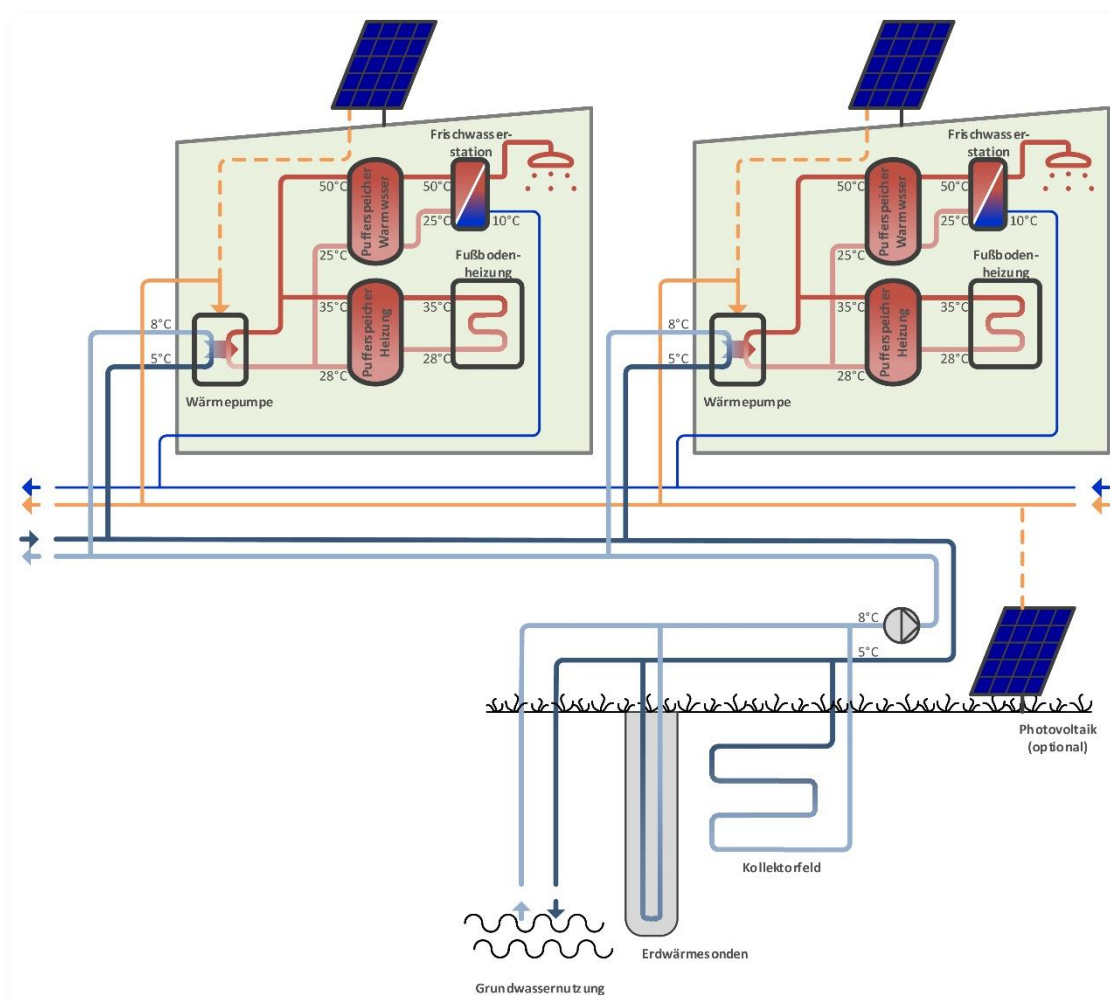


Abb. 51: Übersicht funktionale Konzeption kalte Nahwärme

In **kalten Nahwärmenetzen** liegt die Betriebstemperatur deutlich niedriger als in klassischen Wärmenetzen. Typischerweise liegt das Temperaturniveau bei ca. 8 bis 10°C. Da bei diesen Temperaturen praktisch keine thermische Belastung der Leitungen und kein Wärmeverlust an das umgebende Erdreich stattfinden, kann als Leitungsmaterial hier einfaches PE-Rohr, wie es auch aus der Trinkwasserversorgung bekannt ist, verwendet werden.

Als Wärmequelle für das Netz kann in diesem Konzept, neben ggf. vorhandener Abwärme, die relativ konstante Temperatur des Erdreiches von ca. 10°C genutzt werden. Die Wärme wird hierbei mittels

oberflächennah verlegter Erdkollektoren oder gebohrter Erdsonden aufgenommen (oberflächennahe Geothermie).

Im Vergleich mit Erdsonden benötigen **Kollektorfelder** eine relativ große Grundstücksfläche. In der Regel kann diese jedoch bei richtiger Verlegung weitgehend uneingeschränkt weiter landwirtschaftlich genutzt werden. Aufgrund der relativ geringen Verlegetiefe (ca. 1,5 m) können Erdkollektoren auch bei schwierigeren geologischen und hydrologischen Bedingungen eingesetzt werden. Unter bestimmten Voraussetzungen können die erforderlichen Leitungen im Untergrund eingepflügt werden. In der Regel ist jedoch der Aushub und das Wiedereinbringen größerer Erdmengen erforderlich. Ein Nachteil der oberflächennahen Verlegung ist, dass die Temperaturen in dieser Tiefe im Laufe des Jahres noch merklich schwanken. Dies führt gegebenenfalls zu einem weniger effizienten Betrieb des Gesamtsystems.

Im Gegensatz zu Erdkollektoren werden **Erdsonden** in bis zu 100 m tiefen Bohrungen im Untergrund installiert. Dadurch wird deutlich weniger Grundstücksfläche benötigt als für Erdkollektoren gleicher Leistung. Zu Wartungszwecken ist es in der Regel sinnvoll, eine Zugänglichkeit der Sondenköpfe zu erhalten. Daher ist die weitere Nutzbarkeit der Fläche z.B. durch Schachtdeckel ggf. eingeschränkt. Aufgrund der Bohrtiefe sind bei der Planung und Ausführung die Untergrundbedingungen genau zu beachten. Bei geeigneten Bedingungen ist die Installation von Erdsonden jedoch häufig weniger aufwändig als die, vergleichbarer Kollektoren. Darüber hinaus kann in den entsprechenden Tiefen von ganzjährig konstanten Temperaturen ausgegangen werden, was einen effizienten Anlagenbetrieb ermöglicht.

Unter besonders geeigneten Voraussetzungen kann auch das **Grundwasser** als Wärmequelle genutzt werden. Dies erfordert jedoch in jedem Falle eine genaue Prüfung der hydrologischen Voraussetzungen.

Ganz allgemein kann davon ausgegangen werden, dass die Nutzung oberflächennaher Geothermie innerhalb von Wasserschutzgebieten genehmigungsrechtlich zumindest deutlich erschwert, wenn nicht vollständig ausgeschlossen ist.

Da die Betriebstemperaturen eines kalten Wärmenetzes in der Regel zu niedrig sind, sie direkt zur Beheizung oder Warmwasserbereitung zu nutzen, werden sie bei den Abnehmern mittels **dezentraler Wärmepumpen** auf das erforderliche Temperaturniveau angehoben. Dies erfolgt um so effizienter, desto geringer der Temperaturunterschied zwischen Netz und Heizungsanlage ist (vgl. Abschnitt 4.4). Daher eignen sich kalte Wärmenetze besonders zur Versorgung gut gedämmter Gebäude mit modernen Heizungsanlagen (vorzugsweise Flächenheizungen).

In den Sommermonaten kann das kalte Wärmenetz zusätzlich zur **Kühlung** der angeschlossenen Gebäude genutzt werden. Dies trägt im Übrigen auch zur Regeneration der Wärmequelle und somit zu einem effizienten Heizbetrieb bei.

Von Vorteil ist häufig die Verbindung mit einer gebäudeeigenen **Photovoltaikanlage**. Durch die Verwendung des PV-Stroms zum Betrieb der Wärmepumpe können die Treibhausgasemissionen der Wärmeversorgung minimiert werden. Darüber hinaus sind die Stromgestehungskosten der PV-Anlage in der Regel niedriger, als die Kosten für Netzstrom, sodass sich der Einsatz von PV-Strom auch wirtschaftlich positiv auswirkt.

## 6.2 Versorgungsgebiete

Ausgehend von den Betrachtungen im Rahmen der Bedarfsanalyse sowie den oben beschriebenen Besonderheiten der kalten Nahwärmeversorgung wurden in Abstimmung mit dem Auftraggeber Gebiete mit einer geeigneten Struktur ausgewählt. Von zentraler Bedeutung sind hierfür folgende Kriterien:

- Hoher energetischer Standard (spez. Wärmebedarf  $\leq 100 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ )
- Keine Sonderabnehmer mit erhöhten Temperaturanforderungen
- Verdichtete Bebauungsstruktur
- Lage außerhalb von Wasserschutzgebieten
- Anstehender Tiefbau- / Erschließungsbedarf (Synergienutzung)
- Homogene Gebietsentwicklung / Bauträgerstruktur (hohe Anschlussquote)

Unter Berücksichtigung der genannten Faktoren wurden in folgenden Ortsteilen in Frage kommende Gebiete für eine kalte Nahwärmeversorgung identifiziert:

- Hohen Wieschendorf  
(geplante allgemeine Wohngebiete im B-Plan-Gebiet Nr. 28)
- Niendorf  
(geplantes Ferienhausgebiet lt. B-Plan Nr. 19)

Das geplante Neubaugebiet in Hohenkirchen (B-Plan Nr. 29) kommt aufgrund der Lage im Wasserschutzgebiet nicht in Betracht.

Die gewählten Gebiete können durch folgende Abnehmerstruktur beschrieben werden:

	Gebäude	Wärmebedarf	Auslegungsleistung
Hohen Wieschendorf	90	925 MWh/a	444 kW
Niendorf	67	296 MWh/a	117 kW

Tab. 40: Kenngrößen Versorgungsgebiete Kalte Nahwärme

## 6.3 Versorgungsgebiet Hohen Wieschendorf

### 6.3.1 Räumliche Konzeption

Die nachfolgende Darstellung verdeutlicht die Abgrenzung des Versorgungsgebiets sowie die Lage und Ausdehnung eines möglichen Sondenfeldes und Verlauf einer möglichen Leitungstrasse.



Abb. 52: Karte Versorgungsgebiet kalte Nahwärme Hohen Wieschendorf

### 6.3.2 Auslegung der Hauptkomponenten

Anhand der Bedarfsdaten im Versorgungsgebiet wurden die Hauptkomponenten der Anlage grob dimensioniert. Hierbei wird aufgrund der Neuerschließung und einer homogenen Bauträgerstruktur von einem Anschlussgrad von 100% ausgegangen.

Aufgrund entsprechender Restriktionen im Bebauungsplan wird zunächst kein Einsatz von Photovoltaikanlagen zum Wärmepumpenbetrieb angenommen.

Die erforderlichen Hauptkomponenten werden wie folgt dimensioniert:

#### **Sondenfeld**

- Sondenanzahl: 76
- Sondenlänge: 80 m (je Sonde)
- Grundstücksfläche: ca. 2.800 m<sup>2</sup>

#### **Netzpumpe**

- Auslegungs-Volumenstrom: 55 m<sup>3</sup>/h
- Auslegungs-Förderhöhe: 21 m

### Wärmenetz

- Trassenlänge: 3.450 m
- Max. Querschnitt: DN 100
- Mittl. Querschnitt: DN 40
- Wärmebelegung: 268 kWh/(trm\*a)

### Wärmepumpen (Hausanschlüsse)

- Anzahl: 90
- Summe Anschlussleistung: 444 kW

Detailliertere Informationen zur Auslegung sind im Anhang aufgeführt.

### 6.3.3 Energie- und Treibhausgasbilanz

Basierend auf der Wärmebedarfsanalyse und der gewählten Auslegung wird für das Versorgungsgebiet eine Energiebilanz erstellt.

Die angeschlossenen Abnehmer benötigen demnach jährlich 925 MWh an Nutzwärme. Bei einer mittleren Jahresarbeitszahl der Wärmepumpen von 4,5 werden hiervon 719 MWh aus oberflächennaher Geothermie bereitgestellt. Daneben werden 206 MWh Strom zum Betrieb der Wärmepumpen benötigt.

Eine detaillierte Darstellung der **Energiebilanz** ist im Anhang enthalten. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Ergebnisse:

	Leistung [kW]	Wärme / Arbeit [MWh/a]
Wärmebedarf Abnehmer / Erzeugung Wärmepumpen	444	924,8
<i>mittl. Jahres-Arbeitszahl</i>		4,5
Wärmepumpenstrom		205,5 100,0%
<i>davon Netzstrom</i>		205,5 100,0%
<i>davon PV-Strom</i>		0,0 0,0%
Kalte Wärme (Netz)	311	719,3
Hilfsenergiebedarf (Netzstrom)		4,67

Tab. 41: Energiebilanz kalte Nahwärme Hohen Wieschendorf

Die nachfolgende Abbildung verdeutlicht die Anteile an Umweltwärme und Wärmepumpenstrom an der Wärmebereitstellung.

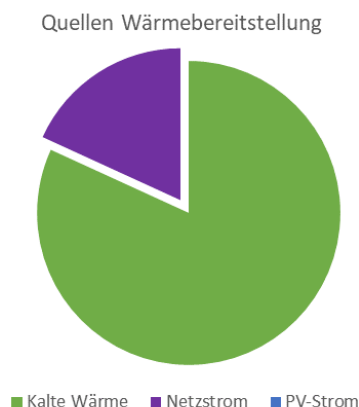


Abb. 53: Anteile Energieträger kalte Nahwärme Hohen Wieschendorf

Aus dem Endenergieverbrauch ergeben sich jährliche Treibhausgasemissionen in Höhe von **102 t<sub>CO<sub>2</sub>-äq.</sub>** Dies entspricht einem spezifischen Emissionsfaktor von 110 g/kWh und liegt damit bei ca. 34% des ortstypischen Brennstoffmix.

Da es sich um eine Neuerschließung handelt, lässt sich eine Treibhausgasminderung hier nicht sinnvoll ausweisen.

	Endenergie	Emissionsfaktor	THG-Emissionen
Netzstrom (allg.)	4,7 MWh/a	484 g/kWh	2,3 t/a
Netzstrom (WP)	206 MWh/a		99,5 t/a
PV-Strom	0 kWh/a	49 g/kWh	0,0 t/a
<b>Summe</b>	<b>210 MWh/a</b>		<b>101,7 t/a</b>

Tab. 42: THG-Emissionen kalte Nahwärme Hohen Wieschendorf

### 6.3.4 Wirtschaftliche Parameter

#### Investitionskosten

Auf Basis der Anlagenauslegung wurden die zu erwartenden **Investitionskosten** kalkuliert. Grundlage hierfür bilden diverse publizierte Preisansätze<sup>45</sup> sowie Erfahrungswerte und Richtpreisangebote zu vergleichbaren Anlagenkonfigurationen.

Für eine **Förderung** des Vorhabens kommen grundsätzlich alternativ folgende Programme in Betracht:

- Bundesförderprogramm Wärmenetze 4.0
- KfW-Programm 271: Erneuerbare Energien – Premium
- Klimaschutz-Förderrichtlinie Mecklenburg-Vorpommern

Welches der Programme im Einzelfall vorteilhaft nutzbar ist, hängt u.a. auch von der Errichter- und Betreiberstruktur ab und bedarf einer detaillierten Prüfung. Für die nachfolgenden Kalkulationen wird von der Nutzung des Programms „Wärmenetze 4.0“ ausgegangen.

<sup>45</sup> U.a. FNR 02

Es ergibt sich ein **Investitionsbedarf von ca. 2,5 Mio. € vor Förderung**. Mit einer **Förderquote von 40%** verbleiben nach Förderung **Investitionskosten von ca. 1,5 Mio. €**.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die kalkulierten Investitionskosten im Überblick. Eine detaillierte Aufstellung zur Investitionsschätzung inklusive der gewählten Kostenansätze ist im Anhang beigefügt. Alle aufgeführten Kosten verstehen sich als Netto-Kosten.

<b>Anlageninvestition</b>	<b>1.936.400 €</b>	<b>78,7%</b>
Unvorhergesehenes	290.500 €	11,8%
Nebenkosten	232.400 €	9,4%
<b>Investition vor Förderung</b>	<b>2.459.300 €</b>	<b>100,0%</b>
<b>Summe Förderung</b>	<b>983.720 €</b>	<b>40,0%</b>
Wärmenetze 4.0	983.720 €	40,0%
<b>Investition nach Förderung</b>	<b>1.475.580 €</b>	

Tab. 43: Investitionsschätzung und Förderung kalte Nahwärme Hohen Wieschendorf

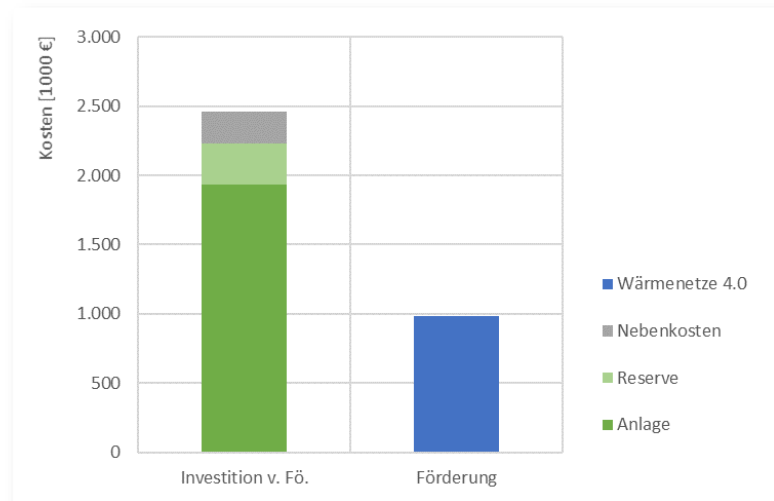


Abb. 54: Investitionsschätzung und Förderung kalte Nahwärme Hohen Wieschendorf

### Betriebs-, Verbrauchs- und Wärmegestehungskosten

Entsprechend der unter 5.3 erläuterten Vorgehensweise wurden auch hier die **Betriebs- und Verbrauchskosten sowie die resultierenden Wärmegestehungskosten** kalkuliert.

Es ergeben sich folgende Kennwerte:

- Betriebskosten: 56.590 €/a
- Verbrauchskosten: 44.810 €/a
- **Wärmegestehungskosten: 182 €/MWh**

Damit liegen die Wärmegestehungskosten hier in etwa in dem Bereich, der auch für andere Wärmeversorgungs-lösungen auf Basis erneuerbarer Energieträger im Neubaubereich zu erwarten ist. Zu beachten ist, dass hier mit sehr energieeffizienten Neubauten (KfW-55-Standard) kalkuliert wurde. Dies geht mit einem niedrigen Wärmebedarf und in Folge dessen bei praktisch allen Versorgungslösungen mit höheren **spezifischen Wärmegestehungskosten** einher.



Thema: Machbarkeitsstudie zur nachhaltigen Energieversorgung in Hohenkirchen

Projekt: T20.54

Bearbeitungsstand: 18.06.2021

Kapitalkosten	67.341 €/a	39,9%
Betriebskosten	56.590 €/a	33,5%
Verbrauchsdaten	44.810 €/a	26,6%
<b>Jahreskosten gesamt</b>	<b>168.740 €/a</b>	<b>100,0%</b>
Jahres-Nutzwärmebedarf	925 MWh/a	
<b>Wärmegestehungskosten</b>	<b>182,47 €/MWh</b>	

Tab. 44: Wärmegestehungskosten kalte Nahwärme Hohen Wieschendorf

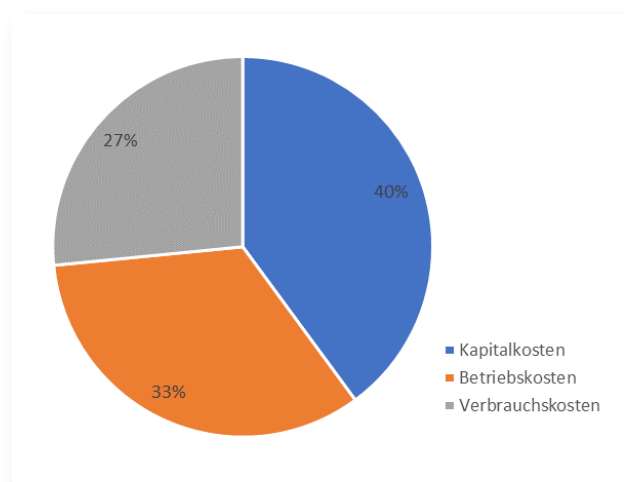


Abb. 55: Wärmegestehungskosten kalte Nahwärme Hohen Wieschendorf

## 6.4 Versorgungsgebiet Niendorf

### 6.4.1 Räumliche Konzeption

Die nachfolgende Darstellung verdeutlicht die Abgrenzung des Versorgungsgebiets sowie die Lage und Ausdehnung eines möglichen Kollektorfeldes und den Verlauf einer möglichen Leitungstrasse.

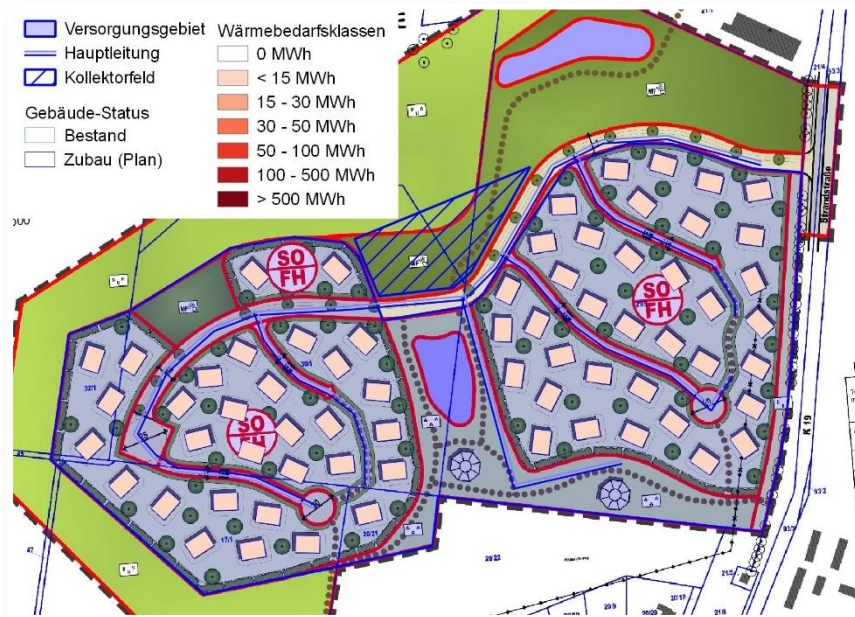


Abb. 56: Karte Versorgungsgebiet kalte Nahwärme Niendorf

### 6.4.2 Auslegung der Hauptkomponenten

Anhand der Bedarfsdaten im Versorgungsgebiet wurden die Hauptkomponenten der Anlage grob dimensioniert. Hierbei wird aufgrund der Neuerschließung und einer homogenen Bauträgerstruktur von einem Anschlussgrad von 100% ausgegangen.

Wegen der zu erwartenden artesischen Grundwasserverhältnisse wird hier ein Erdkollektorfeld als Wärmequelle bevorzugt. Des Weiteren wird die Installation von PV-Anlagen auf den Dächern bzw. Nebengebäuden sowie die teilweise Nutzung des erzeugten PV-Stroms zum Wärmepumpenbetrieb vorausgesetzt.

Die erforderlichen Hauptkomponenten werden wie folgt dimensioniert:

#### Kollektorfeld

- Grundstücksfläche: ca. 3.400 m<sup>2</sup>

#### Netzpumpe

- Auslegungs-Volumenstrom: 14 m<sup>3</sup>/h
- Auslegungs-Förderhöhe: 21 m

### Wärmenetz

- Trassenlänge: 2.205 m
- Max. Querschnitt: DN 65
- Mittl. Querschnitt: DN 32
- Wärmebelegung: 134 kWh/(trm\*a)

### Wärmepumpen (Hausanschlüsse)

- Anzahl: 67
- Summe Anschlussleistung: 117 kW

### PV-Anlagen

- Installierte Leistung gesamt: 201 kWp
- Ø pro Gebäude: 3 kWp

Detailliertere Informationen zur Auslegung sind im Anhang aufgeführt.

### 6.4.3 Energie- und Treibhausgasbilanz

Basierend auf der Wärmebedarfsanalyse und der gewählten Auslegung wird für das Versorgungsgebiet eine Energiebilanz erstellt.

Die angeschlossenen Abnehmer benötigen demnach jährlich 296 MWh an Nutzwärme. Bei einer mittleren Jahresarbeitszahl der Wärmepumpen von 4,5 werden hiervon 230 MWh aus oberflächennaher Geothermie bereitgestellt. Daneben werden 206 MWh Strom zum Betrieb der Wärmepumpen benötigt. Diese stammen zu ca. 33% aus den eigenen PV-Anlagen und zu 67% aus dem Stromnetz.

Eine detaillierte Darstellung der **Energiebilanz** ist im Anhang enthalten. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Ergebnisse:

	Leistung [kW]	Wärme / Arbeit [MWh/a]
Wärmebedarf Abnehmer / Erzeugung Wärmepumpen	117	296,0
<i>mittl. Jahres-Arbeitszahl</i>		4,5
Wärmepumpenstrom		65,8 100,0%
<i>davon Netzstrom</i>		43,9 66,8%
<i>davon PV-Strom</i>		21,8 33,2%
Kalte Wärme (Netz)	82	230,2
Hilfsenergiebedarf (Netzstrom)		1,63

Tab. 45: Energiebilanz kalte Nahwärme Niendorf

Die nachfolgende Abbildung verdeutlicht die Anteile an Umweltwärme und Wärmepumpenstrom an der Wärmebereitstellung.

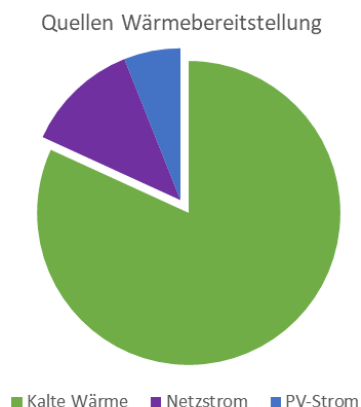


Abb. 57: Anteile Energieträger kalte Nahwärme Niendorf

Aus dem Endenergieverbrauch ergeben sich jährliche Treibhausgasemissionen in Höhe von **22 t<sub>CO2-äqu.</sub>** Dies entspricht einem spezifischen Emissionsfaktor von 75 g/kWh und liegt damit bei ca. 23% des ortstypischen Brennstoffmix.

Da es sich um eine Neuerschließung handelt, lässt sich eine Treibhausgasminderung hier nicht sinnvoll ausweisen.

	Endenergie	Emissionsfaktor	THG-Emissionen
Netzstrom (allg.)	1,6 MWh/a	484 g/kWh	0,8 t/a
Netzstrom (WP)	44 MWh/a		21,3 t/a
PV-Strom	22 kWh/a	49 g/kWh	0,0 t/a
<b>Summe</b>	<b>67 MWh/a</b>		<b>22,1 t/a</b>

Tab. 46: THG-Emissionen kalte Nahwärme Niendorf

#### 6.4.4 Wirtschaftliche Parameter

##### Investitionskosten

Analog der Ansätze unter 6.3 wurden die zu erwartenden **Investitionskosten** kalkuliert.

Es ergibt sich ein **Investitionsbedarf von ca. 1,5 Mio. € vor Förderung**. Mit einer **Förderquote von 40%** verbleiben nach Förderung **Investitionskosten von ca. 0,9 Mio. €**.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die kalkulierten Investitionskosten im Überblick. Eine detaillierte Aufstellung zur Investitionsschätzung inklusive der gewählten Kostenansätze ist im Anhang beigelegt. Alle aufgeführten Kosten verstehen sich als Netto-Kosten.

<b>Anlageninvestition</b>	<b>1.144.600 €</b>	<b>78,7%</b>
Unvorhergesehenes	171.700 €	11,8%
Nebenkosten	137.400 €	9,5%
<b>Investition vor Förderung</b>	<b>1.453.700 €</b>	<b>100,0%</b>
<b>Summe Förderung</b>	<b>581.480 €</b>	<b>40,0%</b>
Wärmenetze 4.0	581.480 €	40,0%
<b>Investition nach Förderung</b>	<b>872.220 €</b>	

Tab. 47: Investitionsschätzung und Förderung kalte Nahwärme Niendorf

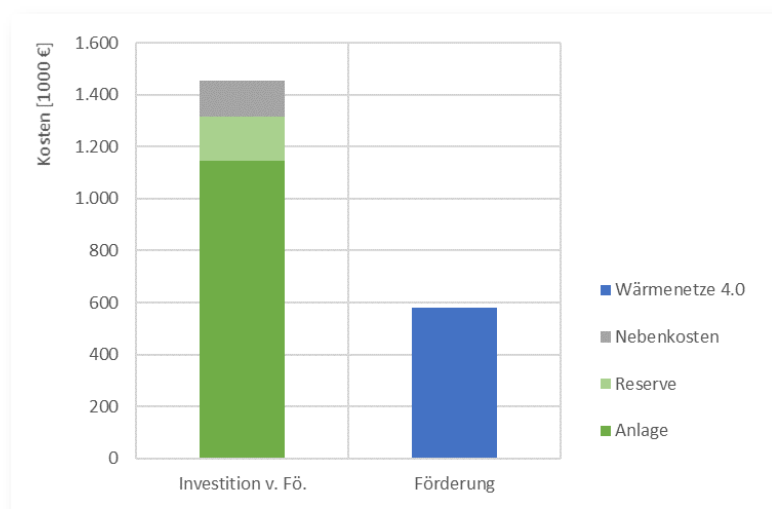


Abb. 58: Investitionsschätzung und Förderung kalte Nahwärme Niendorf

### Betriebs-, Verbrauchs- und Wärmegestehungskosten

Entsprechend der unter 5.3 erläuterten Vorgehensweise wurden auch hier die **Betriebs- und Verbrauchskosten sowie die resultierenden Wärmegestehungskosten** kalkuliert.

Es ergeben sich folgende Kennwerte:

- Betriebskosten: 32.000 €/a
- Verbrauchskosten: 11.960 €/a
- **Wärmegestehungskosten: 297 €/MWh**

Die auch im Vergleich sehr hohen Wärmegestehungskosten erklären sich hier durch den geringen zu erwartenden Wärmebedarf aufgrund des energetischen Standards (KfW-55) einerseits und der vorrangig saisonalen Nutzung in den Sommermonaten andererseits.

Hierdurch führen die relativ hohen investiven Kostenbestandteile zu hohen **spezifischen Wärmegestehungskosten**.

Angesichts dessen erscheint bei der zu erwartenden Nutzungsstruktur eine dezentrale Wärmeversorgung hier aussichtsreicher.

Thema: Machbarkeitsstudie zur nachhaltigen Energieversorgung in Hohenkirchen

Projekt: T20.54

Bearbeitungsstand: 18.06.2021

Kapitalkosten	43.947 €/a	50,0%
Betriebskosten	32.006 €/a	36,4%
Verbrauchsdaten	11.960 €/a	13,6%
<b>Jahreskosten gesamt</b>	<b>87.912 €/a</b>	<b>100,0%</b>
Jahres-Nutzwärmebedarf	296 MWh/a	
<b>Wärmegestehungskosten</b>	<b>297,05 €/MWh</b>	

Tab. 48: Wärmegestehungskosten kalte Nahwärme Niendorf

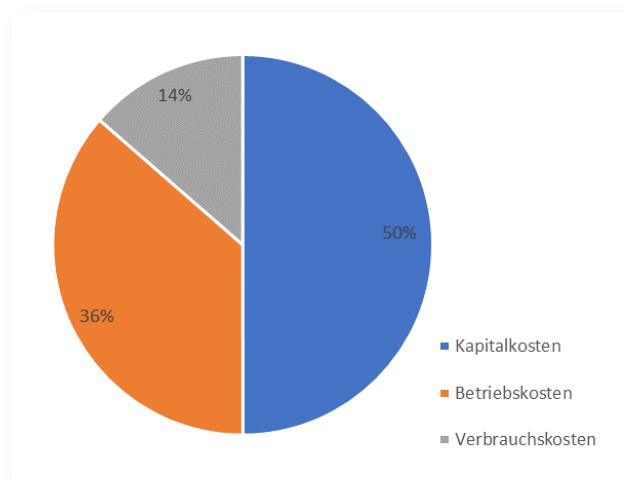


Abb. 59: Wärmegestehungskosten kalte Nahwärme Niendorf

## 7 Alternative Versorgungsmodelle

Um einen Bezugsrahmen für die konzipierten Lösungen abzubilden, wurden verschiedene alternative Versorgungsmöglichkeiten hinsichtlich vergleichbarer ökonomischer und umweltrelevanter Kennwerte untersucht. Zu diesem Zweck wurden jeweils die zu erwartenden Investitionskosten (ggf. nach Förderung), die Wärme gestehungskosten und die Treibhausgasemissionen kalkuliert.

Um einen Vergleich der verschiedenen Varianten zu ermöglichen wurden auch hier die Vollkosten der Wärmeversorgung sowie die Treibhausgasemissionen als CO<sub>2</sub>-Äquivalent betrachtet. Die Kalkulation erfolgt auf Basis diverser veröffentlichter Kennwerte und Erfahrungswerte.<sup>46</sup> Eine detaillierte Darstellung ist im Anhang beigefügt.

### 7.1 Typ-Gebäude

Anhand der Bedarfsanalyse wurden zwei typische Gebäudekonstellationen definiert, für die im Folgenden wesentliche Vergleichskriterien gebäudebezogener Versorgungsformen kalkuliert wurden:

	Bestand	Neubau
Gebäudetyp	Einfamilienhaus	
Nutzfläche	150 m <sup>2</sup>	
Jahres-Wärmebedarf	30.000 kWh/a	11.250 kWh/a
Auslegungsleistung	18 kW	11 kW
Heizungsart	Heizkörper	flächenheizung

Tab. 49: Kennwerte Typ-Gebäude

### 7.2 Heizölkessel

Laut Bedarfsanalyse erfolgt ein Großteil der Wärmeversorgung im Untersuchungsgebiet auf Basis von Heizöl.

Es wurde folgende Konstellation betrachtet:

Die gesamte Wärmeversorgung (Heizung und Warmwasser) erfolgt durch einen Heizöl-Brennwertkessel. Die Brennstofflagerung erfolgt in Kunststoffanks im Gebäude.

Für die Errichtung bzw. den Ersatz der Anlage ist, je nach Gebäudekonstellation, mit **Investitionskosten von ca. 4.200 bis 8.000 €** zu rechnen. Die Wärmeversorgung ist mit **Wärme gestehungskosten von ca. 109 bis 136 €/MWh** sowie mit **spezifischen Treibhausgasemissionen von 357 g/kWh** verbunden.

<sup>46</sup> U.a. BMVBS 01, RECK 01, HMU 01, RENEVA 01, BWP 01,



	Bestand	Neubau
<b>Investitionskosten</b>	<b>8.000 €</b>	<b>4.200 €</b>
Kapitalkosten	646 €/a	339 €/a
Betriebskosten	310 €/a	310 €/a
Verbrauchsdaten	2.305 €/a	880 €/a
<b>Gesamtkosten</b>	<b>3.261 €/a</b>	<b>1.529 €/a</b>
<b>Wärmegestehungskosten</b>	<b>108,71 €/MWh</b>	<b>135,90 €/MWh</b>
THG-Emissionen	10,7 t/a	4,0 t/a
	357 g/kWh	357 g/kWh

Tab. 50: Kennwerte Heizölkessel

### 7.3 Erdgas-Therme

Ein weitere verbreitete Versorgungsform stellt die Wärmeherzeugung aus Erdgas dar.

Es wurde folgende Konstellation betrachtet:

Die gesamte Wärmeversorgung (Heizung und Warmwasser) erfolgt durch eine Erdgas-Brennwerttherme.

Für die Errichtung bzw. den Ersatz der Anlage ist, je nach Gebäudekonstellation, mit **Investitionskosten von ca. 4.400 bis 5.600 €** zu rechnen. Die Wärmeversorgung ist mit **Wärmegestehungskosten von ca. 94 bis 116 €/MWh** sowie mit **spezifischen Treibhausgasemissionen von 260 bis 276 g/kWh** verbunden.

	Bestand	Neubau
<b>Investitionskosten</b>	<b>5.600 €</b>	<b>4.400 €</b>
Kapitalkosten	452 €/a	355 €/a
Betriebskosten	170 €/a	170 €/a
Verbrauchsdaten	2.197 €/a	781 €/a
<b>Gesamtkosten</b>	<b>2.819 €/a</b>	<b>1.307 €/a</b>
<b>Wärmegestehungskosten</b>	<b>93,98 €/MWh</b>	<b>116,16 €/MWh</b>
THG-Emissionen	8,3 t/a	2,9 t/a
	276 g/kWh	260 g/kWh

Tab. 51: Kennwerte Erdgas-Therme

### 7.4 Solarthermie + Erdgas

Häufig wird die Wärmeherzeugung aus konventionellen Energieträgern auch durch den Einsatz einer Solarthermieanlage ergänzt. Diese kann entweder ausschließlich zur Warmwasserbereitung oder zusätzlich auch zur Heizwärmebereitstellung genutzt werden. Letzteres ist jedoch eher für besser gedämmte Gebäude idealerweise mit niedrigen Heiztemperaturen geeignet.

Es wurde folgende Konstellation betrachtet:

Die Wärmeversorgung mittels Erdgas-Therme wird durch eine Solarthermieanlage ergänzt. Im Bestandsgebäude dient diese ausschließlich der Warmwasserbereitung. Im Neubau wird von einer Heizungsunterstützung ausgegangen.

Für die Errichtung bzw. den Ersatz der Anlage ist, je nach Gebäudekonstellation, mit **Investitionskosten (nach Förderung) von ca. 8.900 bis 10.100 €** zu rechnen. Die Wärmeversorgung ist mit **Wärmegestehungskosten von ca. 101 bis 147 €/MWh** sowie mit **spezifischen Treibhausgasemissionen von 186 bis 254 g/kWh** verbunden.

	Bestand	Neubau
<b>Investitionskosten</b>	<b>8.890 €</b>	<b>10.070 €</b>
Kapitalkosten	718 €/a	813 €/a
Betriebskosten	275 €/a	275 €/a
Verbrauchsdaten	2.035 €/a	571 €/a
<b>Gesamtkosten</b>	<b>3.028 €/a</b>	<b>1.659 €/a</b>
<b>Wärmegestehungskosten</b>	<b>100,93 €/MWh</b>	<b>147,46 €/MWh</b>
<b>THG-Emissionen</b>	<b>7,6 t/a</b> <b>254 g/kWh</b>	<b>2,1 t/a</b> <b>186 g/kWh</b>

Tab. 52: Kennwerte Erdgas-Therme + Solarthermie

## 7.5 Holz-Pellets

Eine komfortable Möglichkeit, um auch im Einfamilienhaus Biomasse zur Wärmeversorgung zu nutzen, besteht im Einsatz von Holz-Pellet-Heizungen. Der Vorteil gegenüber anderen Biomasse-Heizverfahren (Hackschnitzel, Scheitholz...) besteht vor allem im geringen Aufwand für Betrieb und Brennstoffbeschaffung. Diesbezüglich sind Pellet-Heizungen vergleichbar mit konventionellen Öl-Heizungen. Dem stehen jedoch entsprechend höhere Brennstoffkosten sowie ein erforderlicheres Brennstofflager gegenüber.

Es wurde folgende Konstellation betrachtet:

Die gesamte Wärmeversorgung (Heizung und Warmwasser) erfolgt durch einen Pelletkessel. Die Brennstofflagerung erfolgt in einem entsprechenden Lagerraum im Gebäude.

Für die Errichtung bzw. den Ersatz der Anlage ist, je nach Gebäudekonstellation, mit **Investitionskosten (nach Förderung) von ca. 10.600 bis 11.900 €** zu rechnen. Die Wärmeversorgung ist mit **Wärmegestehungskosten von ca. 100 bis 164 €/MWh** sowie mit **spezifischen Treibhausgasemissionen von 34 bis 40 g/kWh** verbunden.

	Bestand	Neubau
<b>Investitionskosten</b>	<b>11.875 €</b>	<b>10.575 €</b>
Kapitalkosten	959 €/a	854 €/a
Betriebskosten	300 €/a	300 €/a
Verbrauchsdaten	1.755 €/a	692 €/a
<b>Gesamtkosten</b>	<b>3.014 €/a</b>	<b>1.846 €/a</b>
<b>Wärmegestehungskosten</b>	<b>100,46 €/MWh</b>	<b>164,10 €/MWh</b>
<b>THG-Emissionen</b>	<b>1,0 t/a</b> <b>34 g/kWh</b>	<b>0,5 t/a</b> <b>40 g/kWh</b>

Tab. 53: Kennwerte Pelletkessel

## 7.6 Luft-Wasser-Wärmepumpe

Insbesondere im Neubaubereich bzw. bei energetisch gut sanierten Gebäuden finden zunehmend elektrische Luft-Wasser-Wärmepumpen Anwendung. Hierbei wird die erforderliche Wärme unter Einsatz von Strom direkt der Umgebungsluft entzogen. Da die Effizienz eng mit möglichst geringen Heizmitteltemperaturen verbunden ist, ein Einsatz im nicht- oder nur teilsanierten Altbau in der Regel nicht wirtschaftlich.

Es wurde folgende Konstellation betrachtet:

Im Neubau erfolgt die gesamte Wärmeversorgung (Heizung und Warmwasser) durch eine elektrische Luft-Wasser-Wärmepumpe.

Für die Errichtung bzw. den Ersatz der Anlage ist, mit **Investitionskosten von ca. 9.800 €** zu rechnen. Die Wärmeversorgung ist mit **Wärmegestehungskosten von ca. 139 €/MWh** sowie mit **spezifischen Treibhausgasemissionen von 140 g/kWh** verbunden.

	Bestand	Neubau
Investitionskosten		9.750 €
Kapitalkosten		787 €/a
Betriebskosten		50 €/a
Verbrauchskosten		727 €/a
Gesamtkosten		1.564 €/a
Wärmegestehungskosten		139,06 €/MWh
THG-Emissionen		1,6 t/a 140 g/kWh

Tab. 54: Kennwerte Luft-Wasser-Wärmepumpe

## 8 Variantenvergleich und Szenarien

Im Folgenden wird ein Vergleich der bisher untersuchten Versorgungsvarianten hinsichtlich folgender Parameter dargestellt:

- Investitionskosten
- Wärmegestehungskosten
- Treibhausgasemissionen

### 8.1 Vergleich Versorgungsumfang

Im Zuge der konzipierten netzgebundenen Versorgungsvarianten ist bei den kalkulierten Anschlussgraden von bis zu 37% des Wärmebedarfs im Untersuchungsgebiet möglich. Davon werden können deutlich über 90% aus erneuerbaren, regional verfügbaren Energieträgern bereitgestellt werden.

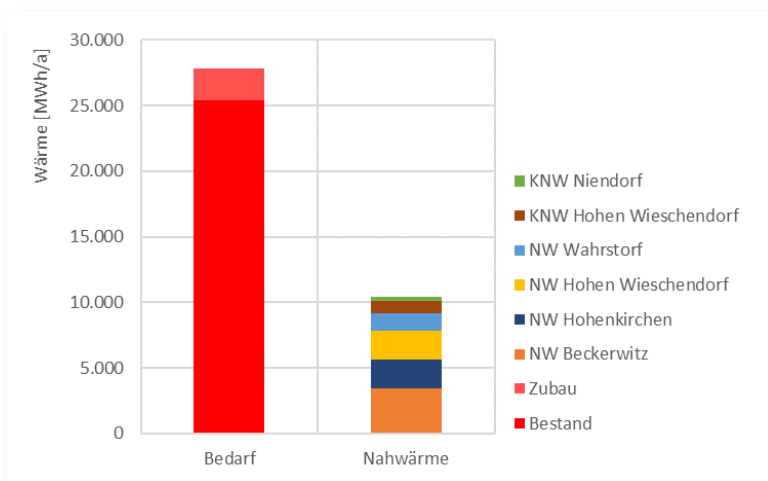


Abb. 60: Versorgungsumfang netzgebundener Anlagen

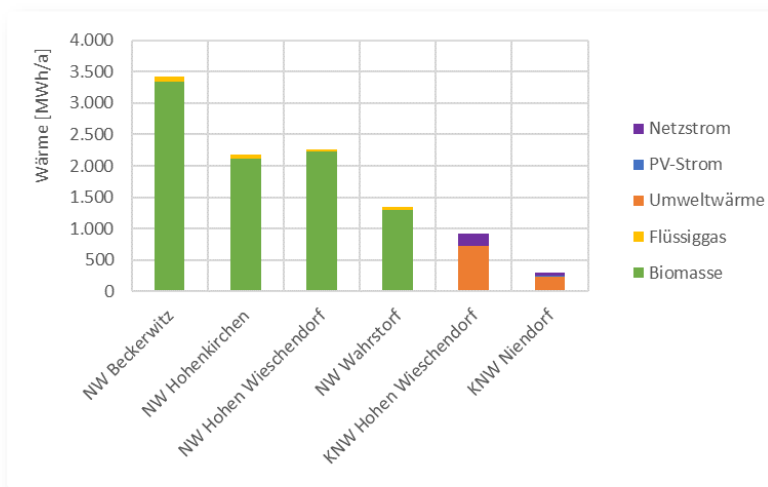


Abb. 61: Variantenvergleich Energieträgereinsatz

	Untersuchungs- gebiet	NW Beckerwitz	NW Hohenkirchen	NW Hohen Wieschendorf	NW Wahrstorf	KNW Hohen Wieschendorf	KNW Niendorf
Biomasse		3.338 MWh/a 98%	2.113 MWh/a 97%	2.229 MWh/a 99%	1.298 MWh/a 97%		
Flüssiggas		83 MWh/a 2%	60 MWh/a 3%	33 MWh/a 1%	42 MWh/a 3%		
Netzstrom						206 MWh/a 22%	44 MWh/a 15%
PV-Strom						0 MWh/a 0%	22 MWh/a 7%
Umweltwärme						719 MWh/a 78%	230 MWh/a 78%
IST	25.427 MWh/a						
Zubau	2.403 MWh/a						
<b>Gesamt</b>	<b>27.830 MWh/a</b>	<b>3.420 MWh/a #####</b>	<b>2.173 MWh/a #####</b>	<b>2.262 MWh/a #####</b>	<b>1.340 MWh/a #####</b>	<b>925 MWh/a #####</b>	<b>296 MWh/a #####</b>
	100%	12%	8%	8%	5%	3%	1%

Tab. 55: Variantenvergleich Versorgungsumfang

## 8.2 Vergleich Investitionskosten

Für die konzipierten netzgebundenen Versorgungslösungen ist, mit Gesamtinvestitionen nach Förderung in Höhe von ca. 6,9 Mio. € zu rechnen. Dem liegt eine Förderquote von ca. 64% (konventionelle Wärmenetze) bzw. 40% (kalte Wärmenetze) zugrunde.

	NW Beckerwitz	NW Hohenkirchen	NW Hohen Wieschendorf	NW Wahrstorf	KNW Hohen Wieschendorf	KNW Niendorf
<b>Anlageninvestition</b>	<b>4.096.000 €</b>	<b>2.552.100 €</b>	<b>2.082.400 €</b>	<b>1.310.700 €</b>	<b>1.936.400 €</b>	<b>1.144.600 €</b>
Unvorhergesehenes	614.400 € 12%	382.800 € 12%	312.400 € 12%	196.600 € 12%	290.500 € 12%	171.700 € 12%
Nebenkosten	491.500 € 9%	306.300 € 9%	249.900 € 9%	157.300 € 9%	232.400 € 9%	137.400 € 9%
<b>Investition vor Förderung</b>	<b>5.201.900 € #####</b>	<b>3.241.200 € #####</b>	<b>2.644.700 € #####</b>	<b>1.664.600 € #####</b>	<b>2.459.300 € #####</b>	<b>1.453.700 € #####</b>
<b>Summe Förderung</b>	<b>3.343.036 € 64%</b>	<b>2.085.340 € 64%</b>	<b>1.695.592 € 64%</b>	<b>1.057.168 € 64%</b>	<b>983.720 € 40%</b>	<b>581.480 € 40%</b>
KfW 271	554.740 € 11%	351.550 € 11%	271.930 € 10%	146.020 € 9%		
KliFöRL MV (EFRE)	2.788.296 € 54%	1.733.790 € 53%	1.423.662 € 54%	911.148 € 55%		
Wärmenetze 4.0					983.720 € 40%	581.480 € 40%
<b>Investition nach Förderung</b>	<b>1.858.864 €</b>	<b>1.155.860 €</b>	<b>949.108 €</b>	<b>607.432 €</b>	<b>1.475.580 €</b>	<b>872.220 €</b>

Tab. 56: Variantenvergleich Investitionskosten

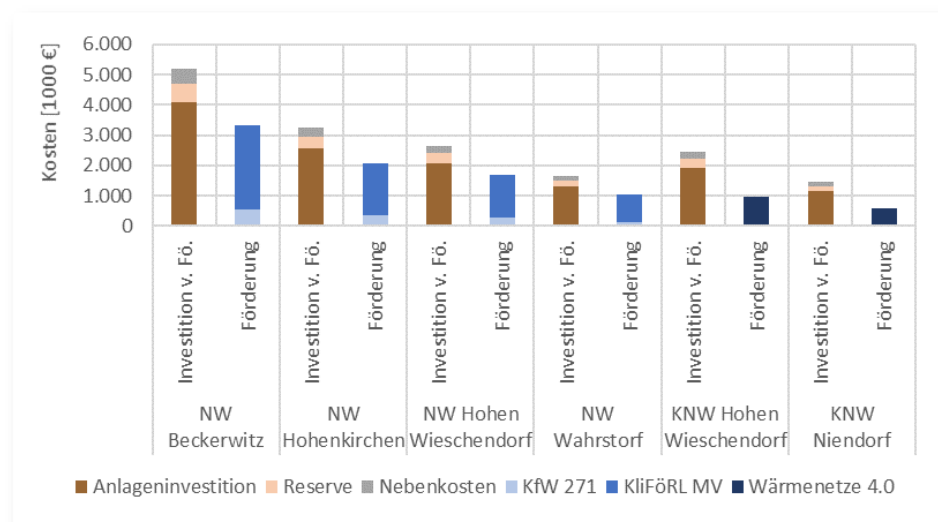


Abb. 62: Variantenvergleich Investitionskosten

Um auch einen Vergleich mit den gebäudebezogenen Versorgungslösungen zu ermöglichen, werden im Folgenden die Investitionskosten (nach Förderung) auf den jeweils zu deckenden Nutzwärmebedarf bezogen und als spezifische Investitionskosten ausgegeben.

Dabei wird deutlich, dass die spezifischen Investitionskosten der konzipierten biomassebasierten Wärmenetze bei einer Förderhöhe von ca. 64% etwa im Bereich der gebäudeindividuellen Versorgungsformen auf Basis erneuerbarer Energien liegen.

Die deutlich höheren spezifischen Investitionen der kalten Wärmenetze liegen vor allem im niedrigen Wärmebedarf der versorgten Neubaugebiete begründet.

	Investitionskosten [€/kWh/a]	
	Bestand	Neubau
NW Beckerwitz	543	
NW Hohenkirchen	532	
NW Hohen Wieschendorf	420	
NW Wahrstorf	453	
KNW Hohen Wieschendorf	1.596	
KNW Niendorf	2.947	
Heizöl	267	373
Erdgas	187	391
ST + Erdgas	296	895
Wärmepumpe		867
Pellets	396	940

Tab. 57: Variantenvergleich spezifische Investitionskosten

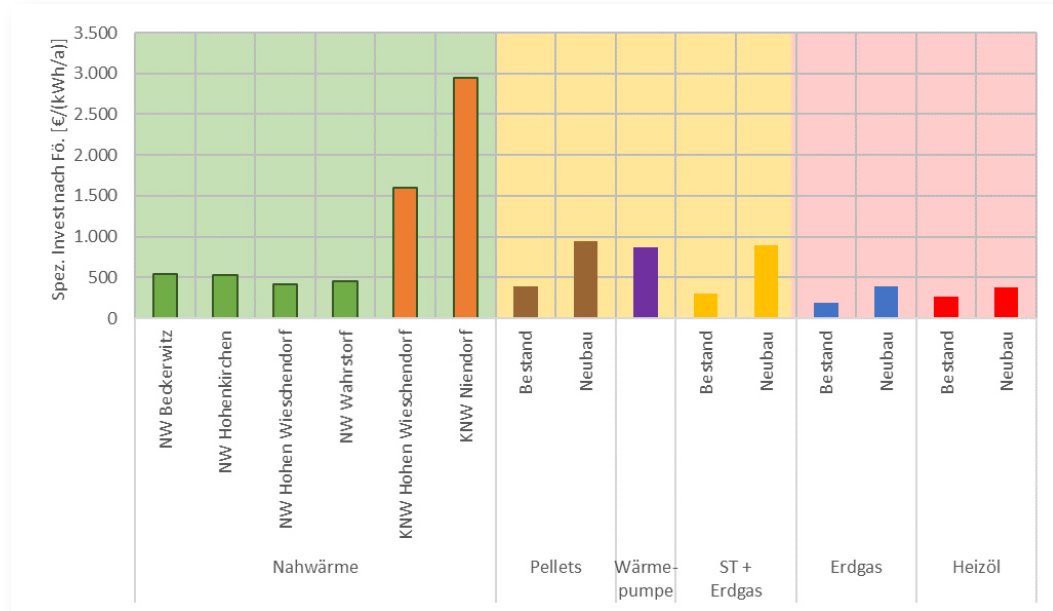


Abb. 63: Variantenvergleich spezifische Investitionskosten

### 8.3 Vergleich Wärmegestehungskosten

Die Wärmegestehungskosten bilden die gesamten mit der Wärmeversorgung zusammenhängenden Kosten (Kapital-, Betriebs- und Verbrauchskosten) ab und können somit als zentrales Vergleichskriterium zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit der Versorgungslösungen herangezogen werden.

	Kapitalkosten [€/kWh]		Betriebskosten [€/kWh]		Verbrauchskosten [€/kWh]		Wärmegestehungs- [€/kWh]	
	Bestand	Neubau	Bestand	Neubau	Bestand	Neubau	Bestand	Neubau
NW Beckerwitz		14,3		35,2		30,8		80,3
NW Hohenkirchen		12,7		34,7		30,7		78,2
NW Hohen Wieschendorf		11,3		29,8		28,8		69,9
NW Wahrstorf		14,0		30,7		29,6		74,3
KNW Hohen Wieschendorf		72,8		61,2		48,5		182,5
KNW Niendorf		148,5		108,1		40,4		297,0
Heizöl	21,5	30,2	10,3	27,6	76,8	78,2	108,7	135,9
Erdgas	15,1	31,6	5,7	15,1	73,2	69,5	94,0	116,2
ST + Erdgas	23,9	72,3	9,2	24,4	67,8	50,7	100,9	147,5
Wärmepumpe		70,0		4,4		64,6		139,1
Pellets	32,0	75,9	10,0	26,7	58,5	61,5	100,5	164,1

Tab. 58: Variantenvergleich Wärmegestehungskosten

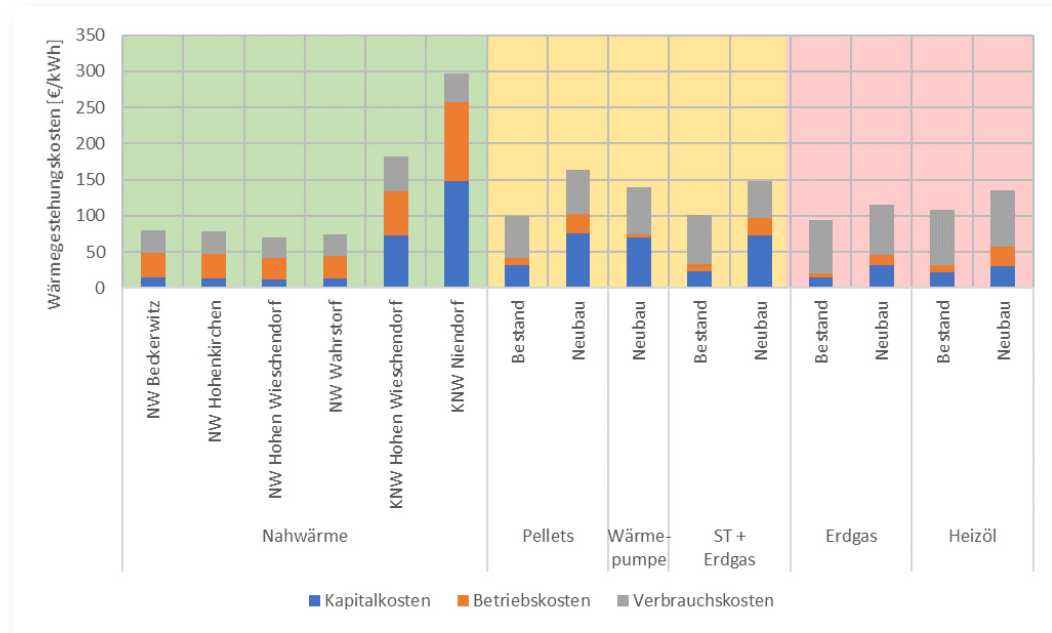


Abb. 64: Variantenvergleich Wärmegestehungskosten

Es wird deutlich, dass die Wärmegestehungskosten der konzipierten biomassebasierten Versorgungslösungen deutlich niedriger sind, als die der betrachteten konventionellen Varianten. Hinzu kommt, dass der potenziell volatile Verbrauchskostenanteil geringer ist. Damit ergibt sich hier eine größere Kostenstabilität gegenüber schwankenden Brennstoffpreisen.

Die konzipierten kalten Wärmenetze sind dagegen mit höheren Wärmegestehungskosten verbunden. Dies liegt auch hier in den geringen erwarteten Wärmebedarfen begründet und ist in ähnlicher Weise



generell für den Neubaubereich zu beobachten. Im Versorgungsgebiet Niendorf kommt die saisonale Nutzung in den Sommermonaten hinzu. Hier ist eine netzgebundene Versorgung daher eher nicht zu empfehlen.

## 8.4 Vergleich Treibhausgasemissionen

Anhand der kalkulierten, auf die Nutzwärme bezogenen Treibhausgasemissionen ist ein Vergleich der klimarelevanten Wirkungen der einzelnen betrachteten Varianten möglich.

	Treibhausgas-Emissionen [g/kWh]	
	Bestand	Neubau
NW Beckerwitz	39	
NW Hohenkirchen	39	
NW Hohen Wieschendorf	31	
NW Wahrstorf	39	
KNW Hohen Wieschendorf	110	
KNW Niendorf	75	
Heizöl	357	357
Erdgas	276	260
ST + Erdgas	254	186
Wärmepumpe		140
Pellets	34	40

Tab. 59: Variantenvergleich Treibhausgasemissionen

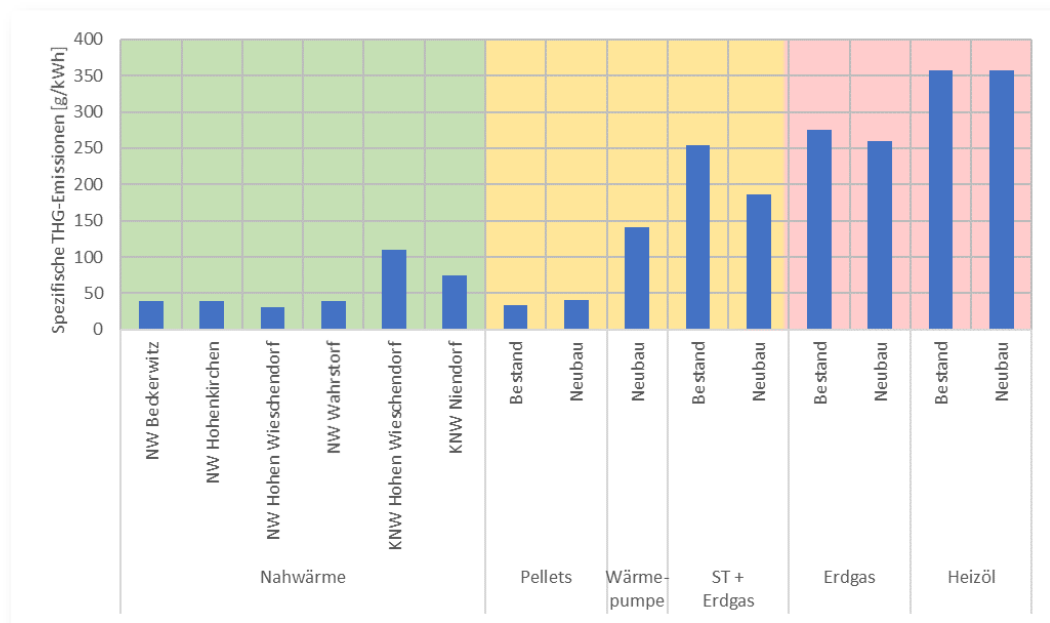


Abb. 65: Variantenvergleich Treibhausgasemissionen

Besonders deutlich wird hier die drastische Reduktion der Treibhausgasemissionen der biomassebasierten Konzepte gegenüber konventionellen Varianten um über 80%. Grund ist dabei vor allem der nur geringe Anteil an fossilen Energieträgern. In den kalten Wärmenetzen ließen sich die Emissionen durch den (ggf. bilanziellen) Einsatz von Ökostrom bzw. PV-Strom weiter minimieren.

## 8.5 Sensitivitätsanalyse

Um die Auswirkungen veränderter Rahmenbedingungen auf das wirtschaftliche Verhalten der konzipierten Versorgungslösungen abschätzen zu können, wurde eine Sensitivitätsanalyse der Wärmegestehungskosten durchgeführt.

Hierbei wurden folgende Parameter variiert:

- Anschlussgrad
- Förderquote
- Brennstoffkosten
- CO<sub>2</sub>-Preis

### Sensitivität „Anschlussgrad“

Eine Variation des Anschlussgrades bewirkt in erster Linie eine Änderung der Wärmeabnahme. Daher können anhand dieser Analyse auch mögliche Auswirkungen eines veränderten Wärmebedarfs durch energetische Sanierung, demografische Veränderungen usw. abgeschätzt werden.

Die Abhängigkeit der Wärmegestehungskosten vom Anschlussgrad stellt sich in den untersuchten biomassebasierten Varianten wie folgt dar:

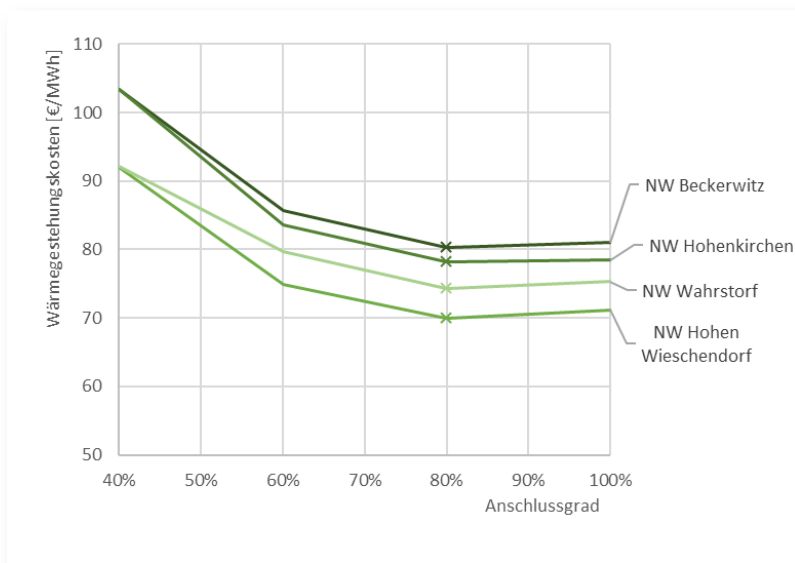


Abb. 66: Sensitivität Anschlussgrad

Wie zu erkennen ist, sinken die Wärmegestehungskosten deutlich mit zunehmendem Wärmedurchsatz. In diesem Sinne sollte ein möglichst hoher Anschlussgrad angestrebt werden. Ggf. ist auch zu prüfen, ob der Ausbau einzelner Teilbereiche mit geringem Anschlussgrad unterbleiben oder zurückgestellt werden sollte. In diesem Zusammenhang ist auf eine sinnvolle Wahl von Ausbaureserven zu achten.

### Sensitivität Förderquote

Eine Variation der Förderquote bewirkt in erster Linie eine Veränderung der Kapitalkosten. Daher können anhand dieser Analyse auch mögliche Auswirkungen veränderter Investitionskosten abgeschätzt werden.

Die Abhängigkeit der Wärmegegestehungskosten von der Förderquote stellt sich in den untersuchten Varianten wie folgt dar:

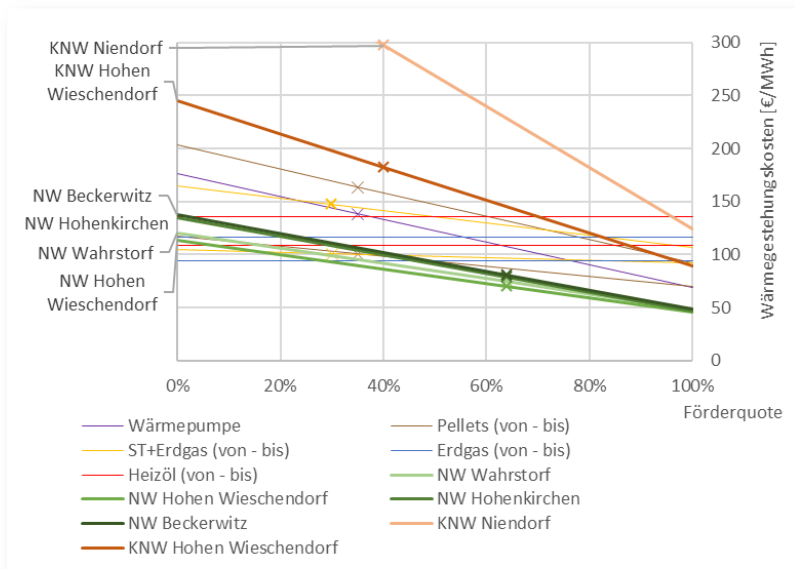


Abb. 67: Sensitivität Förderquote

Wie hier zu erkennen ist, trägt eine günstige Förderkulisse wesentlich zu den erzielbaren attraktiven Wärmegegestehungskosten der netzgebundenen Varianten bei.

### Sensitivität Brennstoffkosten

Um eine Übersichtlichkeit und Vergleichbarkeit zu gewährleisten, wird hier von einer prozentual gleichverteilten Veränderung aller Energieträgerpreise ausgegangen. In der Praxis ist zu berücksichtigen, dass regional verfügbare, erneuerbare Energieträger in der Regel eine deutlich höhere Preisstabilität aufweisen, als weltmarktabhängige fossile Energieträger.

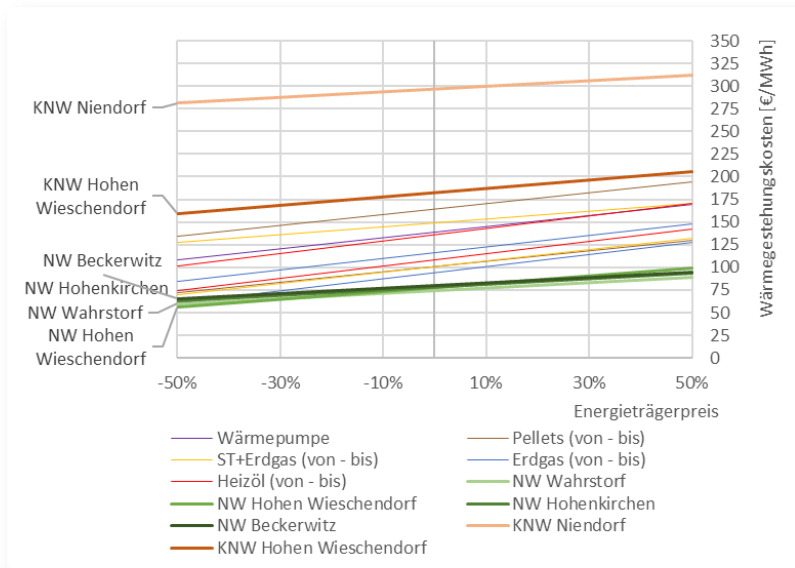


Abb. 68: Sensitivität Brennstoffpreis

Es wird deutlich, dass die Wärmegestehungskosten der konzipierten netzgebundenen Versorgungslösungen im Vergleich zu konventionellen Varianten nur relativ wenig von den Brennstoffkosten abhängig sind. Dies liegt in dem relativ kleinen Anteil verbrauchsgebundener Kosten an den Gesamtkosten begründet. In der Konsequenz ergibt sich eine größere Kostenstabilität auch bei variablem Marktumfeld.

### Sensitivität CO<sub>2</sub>-Preis

Mit dem Jahr 2021 wurde erstmals in Deutschland ein Preis von zunächst 25 €/t für den Ausstoß klimaschädlicher Treibhausgase festgelegt. Dieser soll bis zum Jahr 2025 schrittweise bis auf 55 €/t steigen. Hier ist eine zukünftige Preisentwicklung somit bereits vorgezeichnet.

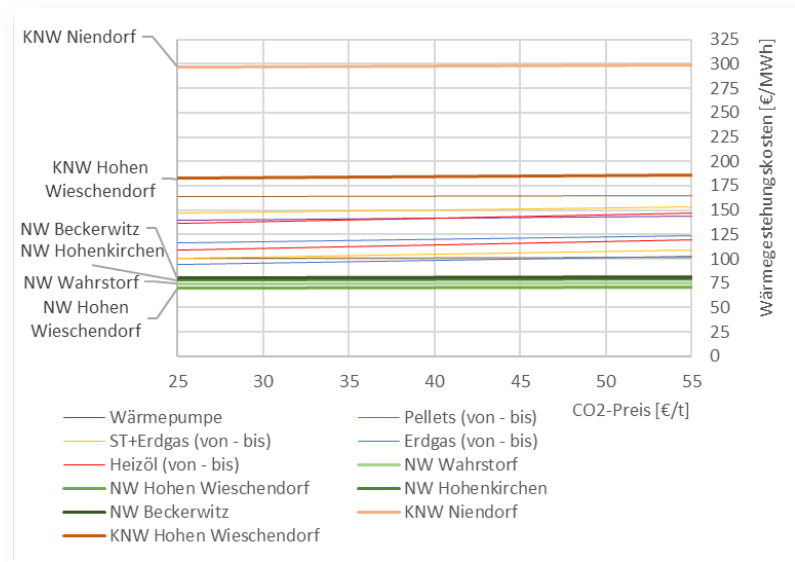


Abb. 69: Sensitivität CO<sub>2</sub>-Preis

Aufgrund der sehr geringen Treibhausgasemissionen der konzipierten netzgebundenen Versorgungslösungen ist absehbar, dass sich der bereits jetzt bestehende Preisvorteil gegenüber konventionellen Versorgungslösungen mit ansteigendem CO<sub>2</sub>-Preis noch vergrößern wird.

## 9 Betreibermodelle

Für den Betrieb einer Biomassefeuerungsanlage bzw. eines Nahwärmenetzes kommen unterschiedliche Betreibermodelle in Betracht, die jeweils verschiedene Vor- und Nachteile aufweisen. Grundsätzlich kann wie folgt unterschieden werden:

### 9.1 Unternehmensformen

#### 9.1.1 Kommunales Unternehmen

Gemeint sind Betriebsformen, bei denen die Gemeinde (bzw. ggf. auch das Amt o.ä.) eine 100% Beteiligung hält. Dies können beispielsweise folgende Unternehmensformen sein:

- kommunaler Eigenbetrieb
- Anstalt öffentlichen Rechts
- kommunale GmbH

#### Vorteile:

- Hohes Vertrauen lokaler Anschlussnehmer / Partner
- Langfristig verlässliche Planungsperspektive
- Hohe Förderquoten bei kommunalen Investitionen
- Hohe lokale Wertschöpfung

#### (Mögliche) Nachteile:

- Teils rechtliche Hürden (Kommunalwirtschaftsrecht, Wettbewerbsrecht...)
- In der Regel Know-How-Aufbau erforderlich
- Investitionsbedarf seitens der Kommune

#### 9.1.2 Gemeinschaftliche Unternehmen

Gemeint sind hier Unternehmensformen, an denen sowohl lokal agierende Unternehmen als auch Privatpersonen beteiligt sein können. Beispielsweise kommen hier folgende Unternehmensformen in Betracht:

- Bürgergenossenschaft (eG)
- GmbH
- GmbH&Co. KG
- GbR

#### Vorteile:

- Je nach Beteiligung hohe Identifikation der Anschlussnehmer (z.B. bei eG)
- Hohe lokale Wertschöpfung
- Überschaubarer rechtlicher Rahmen
- Verteilter Investitionsbedarf
- Ggf. Nutzung vorhandenen Know-Hows (z.B. bei beteiligten Unternehmen)

#### (Mögliche) Nachteile:

- Teils komplizierte Gründung / Steuerung (z.B. eG)
- Langfristige Planungsperspektive muss sichergestellt werden (ggf. auch bei Ausscheiden einzelner Beteiligter)
- i.d.R. geringere Fördersätze bei wirtschaftlich tätigen Unternehmen
- Meist Know-How-Aufbau erforderlich

### 9.1.3 *Privatwirtschaftliches Unternehmen*

Gemeint sind hier Modelle, bei denen etablierte, branchenerfahrene Unternehmen Investition und Betrieb der Anlage und somit die gesamte Wärmeversorgung übernehmen.

#### Vorteile:

- Kein Investitionsbedarf seitens Kommune oder lokale Akteure
- Minimaler Aufwand für die Kommune
- Umfassendes Know-How vorhanden

#### (Mögliche) Nachteile:

- Teils geringes Vertrauen seitens lokaler Anschlussnehmer
- Langfristig planbare Perspektive muss vertraglich sichergestellt werden. Ggf. müssen Betreiberwechsel organisiert werden.
- Geringere Fördersätze
- Geringe lokale Wertschöpfung

## 9.2 *Betreibermodelle*

In der Praxis sind hinsichtlich Investition, Anlagenbetrieb und Brennstoffbelieferung auch gemischte Modelle gängige Praxis. Beispielhaft hierfür können folgende Konstellationen stehen:

### 9.2.1 *Brennstoffzukauf / Wärmeverkauf*

Die Feuerungsanlage und Wärmeverteilung befindet sich in privatem bzw. kommunalem Eigentum und wird durch den Eigentümer betrieben. Der Brennstoff wird durch lokale Lieferanten (i.d.R. frei Anlage) bereitgestellt. Die erzeugte Wärme wird direkt an den Endabnehmer verkauft.

Beim Eigentümer / Betreiber sind das notwendige Know-How sowie entsprechende personelle Ressourcen erforderlich um die Betriebsführung vollständig abwickeln zu können. Ggf. müssen Dienstleistungen extern zugekauft werden.

Bei kommunaler Investition können hohe Förderquoten erzielt werden. Durch die geringe Anzahl beteiligter Akteure können zusätzliche Kosten für entsprechende Margen minimiert werden.



### 9.2.2 *Wärmeliefer-Contracting*

Hierbei befindet sich das Wärmenetz sowie ggf. das Gebäude in der Regel im Eigentum der Kommune (oder ggf. auch eines privatwirtschaftlichen Unternehmens) und wird von dieser betrieben.

Die Wärmeerzeugungsanlage befindet sich im Eigentum einer Betreibergesellschaft aus beispielsweise lokalen Landwirtschaftsbetrieben. Diese mietet ggf. das Gebäude und verkauft Wärme an den Netzbetreiber.

Beim Betreiber der Erzeugungsanlage ist häufig bereits Know-How zur Betriebsführung vorhanden. Des Weiteren werden kritische Schnittstellen im Bereich der Brennstoffbereitstellung und Verbrennung vermieden. Allerdings können bei Investition durch wirtschaftlich tätige Unternehmen für die Anlagentechnik die maximalen Fördersätze häufig nicht ausgeschöpft werden.

### 9.2.3 *Betriebsführungs-Contracting*

Hierbei befindet sich die gesamte Anlage inkl. Gebäude, Wärmeerzeugung und Wärmenetz in der Regel im Eigentum der Kommune (oder ggf. auch eines privatwirtschaftlichen Unternehmens).

Teile der Anlage wie die Wärmeerzeugung oder auch das Netz werden hierbei jedoch an externe Partner (Betreibergesellschaft siehe oben, regionaler Energiedienstleister...) verpachtet und durch diesen betrieben.

In dieser Konstellation können häufig die Vorteile hoher Förderquoten mit der Nutzung fundierten Know-Hows verbunden werden. Im Einzelfall ist jedoch zu prüfen, ob die jeweiligen Förderprogramme dies zulassen (Zweckbindung). Allerdings entstehen unter Umständen durch die Beteiligung mehrerer Akteure zusätzliche Kosten für entsprechende Margen.

## 9.3 *Situation vor Ort*

Im Rahmen der angestellten Untersuchungen konnten grundsätzlich sowohl Potenziale als auch geeignete Abnehmerstrukturen für zentrale, biomasse- bzw. erdwärmebasierte Versorgungslösungen identifiziert werden. Sowohl seitens der Gemeinde als auch seitens vor Ort tätiger Wirtschaftsunternehmen wurde ein deutliches Interesse an der Umsetzung bzw. Nutzung entsprechender Möglichkeiten signalisiert. Insbesondere gilt dies in Zusammenhang mit mehreren im geplanten Bau- und Erschließungsvorhaben.

Seitens der beteiligten Akteure wird jedoch auch ein Vorteil darin gesehen, für den zuverlässigen Betrieb entsprechender Anlagen auf das fundierte Know-How erfahrener Partner zu setzen.

In Hinblick auf eine möglichst hohe Identifikation und eines Vertrauens der potenziellen Anschlussnehmer hat sich in der Vergangenheit die Beteiligung der Kommune als vorteilhaft erwiesen. Zumal auf diese Weise die für sehr günstige Wärmekosten erforderlichen Förderquoten erzielbar sind. Die Gründung einer Bürgergenossenschaft gestaltet sich dagegen der Erfahrung nach aufgrund in der Regel langer Vorlaufzeiten eher schwierig.

Für die konkrete Konstellation wäre somit ein Betriebsführungs-Contracting unter Beteiligung der Kommune, eventueller Bau- und Erschließungsträger sowie externer Partner denkbar.

## 10 Zusammenfassung und Handlungsempfehlungen

Die durchgeführten Untersuchungen haben erhebliche Potenziale zur Nutzung lokal verfügbarer erneuerbarer Energieträger bzw. zur Reduktion des Energiebedarfs in folgenden Bereichen ergeben:

- Energetische Biomassenutzung (Feuerungsanlagen) in Wärmenetzen
- Oberflächennahe Geothermienutzung, ggf. in kalten Wärmenetzen
- Aufdach-Solarenergienutzung
- Energetische Gebäudesanierung

Als rein gebäudespezifische Maßnahmen liegen sowohl die Solarenergienutzung als auch die energetische Gebäudesanierung im Verantwortungsbereich der jeweiligen Gebäudeeigentümer. Die Umsetzbarkeit ist hier sehr spezifisch von der konkreten Konstellation abhängig und erfordert in jedem Fall eine fundierte Fachplanung. In diesem Zusammenhang sollten bestehende unabhängige Informations- und Beratungsangebote, vor Ort gezielt publiziert werden. Darüber hinaus kann eine Vernetzung regional tätiger Handwerks- und Dienstleistungsbetriebe hilfreich sein.

Die energetische Biomassenutzung in Form einer Nahwärmeversorgung auf Basis von Biomasse-Feuerungsanlagen kommt insbesondere in verdichteten Kernlagen der Ortsteile im Gebäudebestand in Betracht. Ein Interesse hierfür besteht sowohl seitens des Auftraggebers als auch aus Teilen der Anwohnerschaft.

Zur Versorgung geplanter Neubaugebiete bietet sich ggf. eine Versorgung aus oberflächennaher Geothermie in Verbindung mit kalten Wärmenetzen an. Vorteilhaft ist hier insbesondere die Möglichkeit einer frühzeitigen Festlegung entsprechender Versorgungsformen im Planungsprozess. Insbesondere im Kontext homogener Bauträgerschaften können auf diese Weise hohe Anschlussgrade realisiert werden.

Um einerseits das erforderliche Vertrauen der Abnehmer und eine möglichst hohe lokale Teilhabe und Wertschöpfung sowie andererseits einen professionellen und verlässlichen Betrieb entsprechender Anlagen sicherzustellen, kommt der Wahl eines geeigneten Betreibermodells und kompetenter Partner eine entscheidende Bedeutung zu. Auch hier wird die Nutzung bestehender Netzwerke und Informationsangebote empfohlen.

Konkret können folgende Handlungsempfehlungen abgeleitet werden:

## 10.1 Planung und Realisierung biomassebasierte Nahwärme

Für die beschriebenen Versorgungsbereiche in den Ortsteilen Beckerwitz, Hohenkirchen, Hohen Wieschendorf und Wahrstorf, wird die Umsetzung von Nahwärmeversorgungskonzepten auf Basis von Biomassefeuerungsanlagen empfohlen.

Im Rahmen der Entwicklung des neuen Wohngebietes in Hohen Wieschendorf sollte die Versorgung mittels kalter Nahwärme frühzeitig in Betracht gezogen werden.

Um den Projektentwicklungs-, Planungs- und Realisierungsprozess effizient und professionell zu gestalten, sollte hierbei die Unterstützung durch erfahrene und kompetente Partner genutzt werden. Hilfreich können in diesem Zusammenhang die oben genannten Netzwerke sein. Auch der Ersteller dieser Studie steht gern mit weiterer Expertise zur Verfügung.

Zur Umsetzung der genannten Vorhaben sind unter anderem folgende Arbeitsschritte erforderlich

- Identifikation und Koordination möglicher Projektbeteiligter
- Festlegung einer Betriebsform
- Kaufmännische Planung
  - Finanzierungsplanung
  - Fördermittelakquise
  - Entwicklung eines Tarifmodells
- Technische Planung
  - Bedarfsermittlung
  - Entwurfsplanung / Umsetzungsplanung
- Genehmigungsplanung
- Vertragsgestaltung
  - Vorvereinbarungen / Absichtserklärungen
  - Anschlussverträge
  - Lieferverträge
  - Betriebsführungsverträge
  - ...
- Ausschreibung und Vergabe
- Bauausführung / Bauüberwachung
- Inbetriebnahme / Betriebsführung

Zu beachten ist hierbei, dass diese Schritte teils in einem mehrstufigen Verfahren sukzessive zu verfeinern und weiterzuentwickeln sind. Von wesentlicher Bedeutung ist dabei jeweils auch die Festlegung geeigneter Abbruchkriterien je nach Projektfortschritt.

## 10.2 Regionale und überregionale Vernetzung

Um konkrete Vorhaben fachlich fundiert und professionell voranzubringen ist ein intensiver Kontakt zu externen Netzwerken wie etwa dem Landeszentrum für erneuerbare Energie (LEE MV), der Landesenergie- und Klimaschutzagentur (LEKA MV) oder der Verbraucherzentrale MV zu empfehlen. Weiterhin empfehlenswert ist die Vernetzung mit benachbarten Ämtern und Gemeinden, um zukünftige Klimaschutzaktivität gemeinsam Abstimmen und so Ressourcen und Synergien optimal nutzen zu können. Hierbei kann insbesondere die Unterstützung des Landkreises hilfreich sein.

### 10.3 Lokale Vernetzung

Um möglichst frühzeitig vielfältige Akteursgruppen in anstehende Gestaltungsprozesse einzubinden, lokal verfügbare Kompetenzen und Ressourcen zu bündeln sowie Engagement und Information in der Breite der Bevölkerung zu fördern wird die Bildung eines lokalen Netzwerks von Akteuren aus verschiedenen Bereichen angeregt. Hierfür kommen beispielsweise in Betracht:

- Lokalverwaltung
- Landkreis
- Lokale Wirtschaft
- Gemeindevertreter
- Interessierte Bürger
- Externe Fachleute

Entsprechend Arbeitsgruppen haben sich in vergleichbaren Konstellationen beispielweise in folgenden Aktivitäten als sehr gutes Format bewährt:

- Regelmäßiger Informations- und Erfahrungsaustausch
- Aktivierung und Einbindung weiterer Akteure
- Vorbereitung und Durchführung von Informationsangeboten (z.B. Anlagenbesichtigungen...)
- Vorbereitung und Unterstützung konkreter Projektvorhaben

### 10.4 Publikation neutraler Energie- und Fördermittelberatungsangebote

Um Aktivitäten der einzelnen Einwohner und Gebäudeeigentümer im Bereich der Energieeinsparung und Nutzung erneuerbarer Energien zu unterstützen, sollten bestehende neutrale Informationsangebote zu Fördermitteln und Energieberatung vor Ort publiziert werden. Dies kann beispielsweise durch Verlinkung entsprechender Förderdatenbanken und Beratungsseiten zu Effizienz- und Klimaschutzmaßnahmen auf den Internetseiten der Gemeinde bzw. des Amtes erfolgen. Beispielhaft sind folgende relevante Ressourcen zu nennen:

- Landeszentrum für erneuerbare Energien MV (Leea)  
<https://www.foerderung-leea-mv.de/>
- Landesförderinstitut MV (Förderfinder)  
<https://www.lfi-mv.de/foerderfinder/>
- KfW – Förderbank des Bundes  
<https://www.kfw.de/kfw.de.html>
- Förderungen des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle  
[https://www.bafa.de/DE/Home/home\\_node.html](https://www.bafa.de/DE/Home/home_node.html)
- Beratungsangebote der Verbraucherzentrale  
<https://www.verbraucherzentrale-energieberatung.de>  
<https://www.verbraucherzentrale-mv.eu>
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie  
<https://www.deutschland-machts-effizient.de>

### *10.5 Schaffung lokaler Beratungsangebote*

Ein weiterer Schritt zur Verbesserung des Informations- und Beratungsangebots vor Ort kann die Durchführung regelmäßiger lokaler Beratungsangebote in der Gemeinde sein. Als Partner kommen hierbei ggf. die Energieberater der Verbraucherzentrale MV e.V. sowie lokale Dienstleistungs- und Handwerksbetriebe in Betracht.

### *10.6 Regionale und überregionale Vernetzung*

Um konkrete Vorhaben fachlich fundiert und professionell voranzubringen ist ein intensiver Kontakt zu externen Netzwerken wie etwa dem Landeszentrum für erneuerbare Energie (LEEA MV), der Landesenergie- und Klimaschutzagentur (LEKA MV) oder der Verbraucherzentrale MV zu empfehlen. Weiterhin empfehlenswert ist die Vernetzung mit benachbarten Ämtern und Gemeinden, um zukünftige Klimaschutzaktivität gemeinsam Abstimmen und so Ressourcen und Synergien optimal nutzen zu können. Hierbei kann insbesondere die Unterstützung des Landkreises hilfreich sein.

## 11 Quelleverzeichnis

Folgende Quellen wurden bei der Erarbeitung der Machbarkeitsstudie genutzt:

- BDEW 01** BDEW/VKU/GEODE Leitfaden  
Abwicklung von Standardlastprofilen Gas  
Hrsg.: BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V.,  
Verband kommunaler Unternehmen e. V. (VKU),  
GEODE – Groupement Européen des entreprises et Organismes de Distribution d'Énergie  
Berlin, 2018
- BMVBS 01** Ermittlung von spezifischen Kosten energiesparender Bauteil-, Beleuchtungs-, Heizungs- und  
Klimatechnikausführungen bei Nichtwohngebäuden für die Wirtschaftlichkeitsuntersuchung  
zur EnEV 2012  
Hrsg.: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS)  
BMVBS-Online-Publikation, Nr. 08/2012
- BNA 01** Marktstammdatenregister  
Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen  
Tulpenfeld 4, 53113 Bonn  
Zugang via: <https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR>
- BWP 01** Online-Rechner für Wärmepumpen  
Bundesverband Wärmepumpe e.V.  
<https://www.waermepumpe.de/normen-technik/jazrechner/>
- DWD 01** DWD Climate Data Center (CDC)  
Tägliche Stationsmessungen der mittleren Lufttemperatur auf 2 m Höhe in °C - TMK\_MN004  
(diverse Standorte)  
Deutscher Wetterdienst  
CDC-Vertrieb Klima und Umwelt  
Frankfurter Straße 135, 63067 Offenbach  
Zugang via: <https://cdc.dwd.de/portal/>
- FNR 01** Basisdaten Bioenergie Deutschland 2019  
Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR)  
OT Gülzow, Hofplatz 1, 18276 Gülzow-Prüzen
- FNR 02** Leitfaden Feste Biobrennstoffe, 4. Aufl. 2014  
Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR)  
OT Gülzow, Hofplatz 1, 18276 Gülzow-Prüzen
- FNR 03** Handbuch zum Qualitätsmanagement von Holzhackschnitzeln, 1. Aufl. 2017  
Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR)  
OT Gülzow, Hofplatz 1, 18276 Gülzow-Prüzen  
Bundesverband Bioenergie e.V. (BBE)  
Godesberger Allee 142–148, 53175 Bonn
- FNR 04** Strohheizungsanlage Gülzow - Demonstration einer Strohheizung mit Nahwärmenetz, 2013  
Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR)  
OT Gülzow, Hofplatz 1, 18276 Gülzow-Prüzen
- FRAUNH 01** Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland

Thema: Machbarkeitsstudie zur nachhaltigen Energieversorgung in Hohenkirchen  
Projekt: T20.54  
Bearbeitungsstand: 18.06.2021

Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE  
Heidenhofstr. 2, 79110 Freiburg  
Zugang via: <http://www.pv-fakten.de/>

- GEMIS Ergebnisse aus GEMIS Version 4.95  
IINAS GmbH – Internationales Institut für Nachhaltigkeitsanalysen und -strategien  
Excel-Tabelle: 2017\_GEMIS-Ergebnisse-Auszug.xlsx, Datenstand: Apr. 2017
- HMU 01 Lerneinheit Solarthermie - Didaktische Handreichung  
Hrg: Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz  
Wiesbaden und Kassel 2011
- LAiV 01 WMS WebAtlas M-V (WMS MV WebAtlasDE/MV)  
Landesamt für innere Verwaltung M-V, Amt für Geoinformation, Vermessung und Katasterwesen  
Lübecker Straße 289, 19059 Schwerin  
URL des WMS-Dienstes: [https://www.geodaten-mv.de/dienste/webatlasde\\_wms/service?](https://www.geodaten-mv.de/dienste/webatlasde_wms/service?)
- LAiV 02 WMS Digitale Orthophotos M-V (WMS\_MV\_DOP)  
Landesamt für innere Verwaltung M-V, Amt für Geoinformation, Vermessung und Katasterwesen  
Lübecker Straße 289, 19059 Schwerin  
URL des WMS-Dienstes: [http://www.geodaten-mv.de/dienste/adv\\_dop?](http://www.geodaten-mv.de/dienste/adv_dop?)
- LAiV 03 WFS Digitale Verwaltungsgrenzen (DVG)  
Landesamt für innere Verwaltung M-V, Amt für Geoinformation, Vermessung und Katasterwesen  
Lübecker Straße 289, 19059 Schwerin  
URL des WMS-Dienstes: [https://www.geodaten-mv.de/dienste/dvg\\_laiv\\_wfs?](https://www.geodaten-mv.de/dienste/dvg_laiv_wfs?)
- LAiV 04 WFS Digitale Flurgrenzen (DFG)  
Landesamt für innere Verwaltung M-V, Amt für Geoinformation, Vermessung und Katasterwesen  
Lübecker Straße 289, 19059 Schwerin  
URL des WMS-Dienstes: [https://www.geodaten-mv.de/dienste/dfg\\_wfs?](https://www.geodaten-mv.de/dienste/dfg_wfs?)
- LAiV 05 WMS Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem M-V (WMS\_MV\_ALKIS)  
Landesamt für innere Verwaltung M-V, Amt für Geoinformation, Vermessung und Katasterwesen  
Lübecker Straße 289, 19059 Schwerin  
URL des WMS-Dienstes: [https://www.geodaten-mv.de/dienste/alkis\\_wms?](https://www.geodaten-mv.de/dienste/alkis_wms?)
- LAiV 06 WMS Gebäude2D (MV 2D-Gebäude WMS)  
Landesamt für innere Verwaltung M-V, Amt für Geoinformation, Vermessung und Katasterwesen  
Lübecker Straße 289, 19059 Schwerin  
URL des WMS-Dienstes: [http://www.geodaten-mv.de/dienste/gebaeude\\_wms?](http://www.geodaten-mv.de/dienste/gebaeude_wms?)
- LAiV 07 Statistischer Bericht  
Bevölkerungsstand der Kreise, Ämter und Gemeinden in Mecklenburg-Vorpommern  
Stand: 31.12.2019  
Statistisches Amt Mecklenburg-Vorpommern  
Lübecker Str. 287, 19059 Schwerin
- LAiV 08 Statistischer Bericht  
Bevölkerung, Haushalte und Familien in Mecklenburg-Vorpommern (Mikrozensus)  
Stand: 2019  
Statistisches Amt Mecklenburg-Vorpommern



Thema: Machbarkeitsstudie zur nachhaltigen Energieversorgung in Hohenkirchen  
Projekt: T20.54  
Bearbeitungsstand: 18.06.2021



Lübecker Str. 287, 19059 Schwerin

- LAiV 09 Statistischer Bericht  
Bestand an Wohngebäuden und Wohnungen (Fortschreibung) in Mecklenburg-Vorpommern  
Stand:2019  
Statistisches Amt Mecklenburg-Vorpommern  
Lübecker Str. 287, 19059 Schwerin
- LAiV 10 Statistischer Bericht  
Bodenfläche nach Art der tatsächlichen Nutzung in Mecklenburg-Vorpommern  
Stand:2019  
Statistisches Amt Mecklenburg-Vorpommern  
Lübecker Str. 287, 19059 Schwerin
- LAND MV 01 Bau- und Planungsportal M-V  
Ministerpräsidentin des Landes Mecklenburg-Vorpommern - Staatskanzlei -  
Schloßstraße 2-4, D-19053 Schwerin  
URL: <https://bplan.geodaten-mv.de/>
- LK NWM 01 Energieportal des Landkreises Nordwestmecklenburg  
<https://www.geoport-nwm.de/de/energie.html>  
Inkl. bereitgestellter Geo-Web-Dienste  
Landkreis Nordwestmecklenburg  
Rostocker Straße 76, 23970 Wismar
- LUNG 01 WMS Regionale Raumentwicklungsprogramme (MV RREP)  
Landesamt fuer Umwelt, Naturschutz und Geologie M-V  
Goldberger Straße 12b, 18273 Güstrow  
URL des WMS-Dienstes: [https://www.umweltkarten.mv-regierung.de/script/mv\\_ax\\_rrep\\_wms.php?](https://www.umweltkarten.mv-regierung.de/script/mv_ax_rrep_wms.php?)
- LUNG 02 WMS Schutzgebiete (MV Schutzgebiete)  
Landesamt fuer Umwelt, Naturschutz und Geologie M-V  
Goldberger Straße 12b, 18273 Güstrow  
URL des WMS-Dienstes: [https://www.umweltkarten.mv-regierung.de/script/mv\\_a2\\_schutzgeb\\_wms.php?](https://www.umweltkarten.mv-regierung.de/script/mv_a2_schutzgeb_wms.php?)
- LUNG 03 WMS Biotope (MV Biotope)  
Landesamt fuer Umwelt, Naturschutz und Geologie M-V  
Goldberger Straße 12b, 18273 Güstrow  
URL des WMS-Dienstes: [https://www.umweltkarten.mv-regierung.de/script/mv\\_a2\\_biotope\\_wms.php?](https://www.umweltkarten.mv-regierung.de/script/mv_a2_biotope_wms.php?)
- LUNG 04 WMS MV Erdwärmeauskunft  
Landesamt fuer Umwelt, Naturschutz und Geologie M-V  
Goldberger Straße 12b, 18273 Güstrow  
URL des WMS-Dienstes: [https://www.umweltkarten.mv-regierung.de/script/mv\\_a7\\_geothermie\\_erdwaerme\\_wms.php?](https://www.umweltkarten.mv-regierung.de/script/mv_a7_geothermie_erdwaerme_wms.php?)
- RECK 01 Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik  
73. Auflage  
Prof. Dr. Ing. Ernst-Rudolf Schramek (Hrsg.)  
© 2007 Oldenbourg Industrieverlag
- RENEWA 01 Informationsportal energieheld.de  
RENEWA GmbH, Dorotheenstraße 84, 22301 Hamburg

Thema: Machbarkeitsstudie zur nachhaltigen Energieversorgung in Hohenkirchen

Projekt: T20.54

Bearbeitungsstand: 18.06.2021

TRIGENIUS  
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG

<https://www.energieheld.de/>

- RPV WM 01 Regionales Raumentwicklungsprogramm Westmecklenburg  
Teilfortschreibung Entwurf des Kapitels 6.5 Energie  
zur 2. Stufe des Beteiligungsverfahrens  
Regionaler Planungsverband Westmecklenburg  
c/o Amt für Raumordnung und Landesplanung Westmecklenburg  
Wismarsche Straße 159, 19053 Schwerin
- RPV WM 02 Regionales Energiekonzept Westmecklenburg  
Regionaler Planungsverband Westmecklenburg  
c/o Amt für Raumordnung und Landesplanung Westmecklenburg  
Wismarsche Straße 159, 19053 Schwerin
- RPV WM 03 Kleinräumige Bevölkerungsprognose  
für den Regionalen Planungsverband Westmecklenburg  
Gertz Gutsche Rümenapp GbR  
Ruhrstraße 11, 22761 Hamburg  
veröffentlicht durch den Regionalen Planungsverband Westmecklenburg  
Stand: 2010
- SOL 01 SOLARANLAGEN.DE  
Informationsportal für Sonnenenergie  
Be Around GmbH  
Potsdamer Platz 11, 10785 Berlin  
Zugang via: <https://www.solaranlage.de/>
- WIKI 01 Übersicht zu Energiebedarf verschiedener Baustandards  
<https://de.wikipedia.org/wiki/Energiestandard#Deutschland>  
Abgerufen: 02/2021

Thema: Machbarkeitsstudie zur nachhaltigen Energieversorgung in Hohenkirchen

Projekt: T20.54

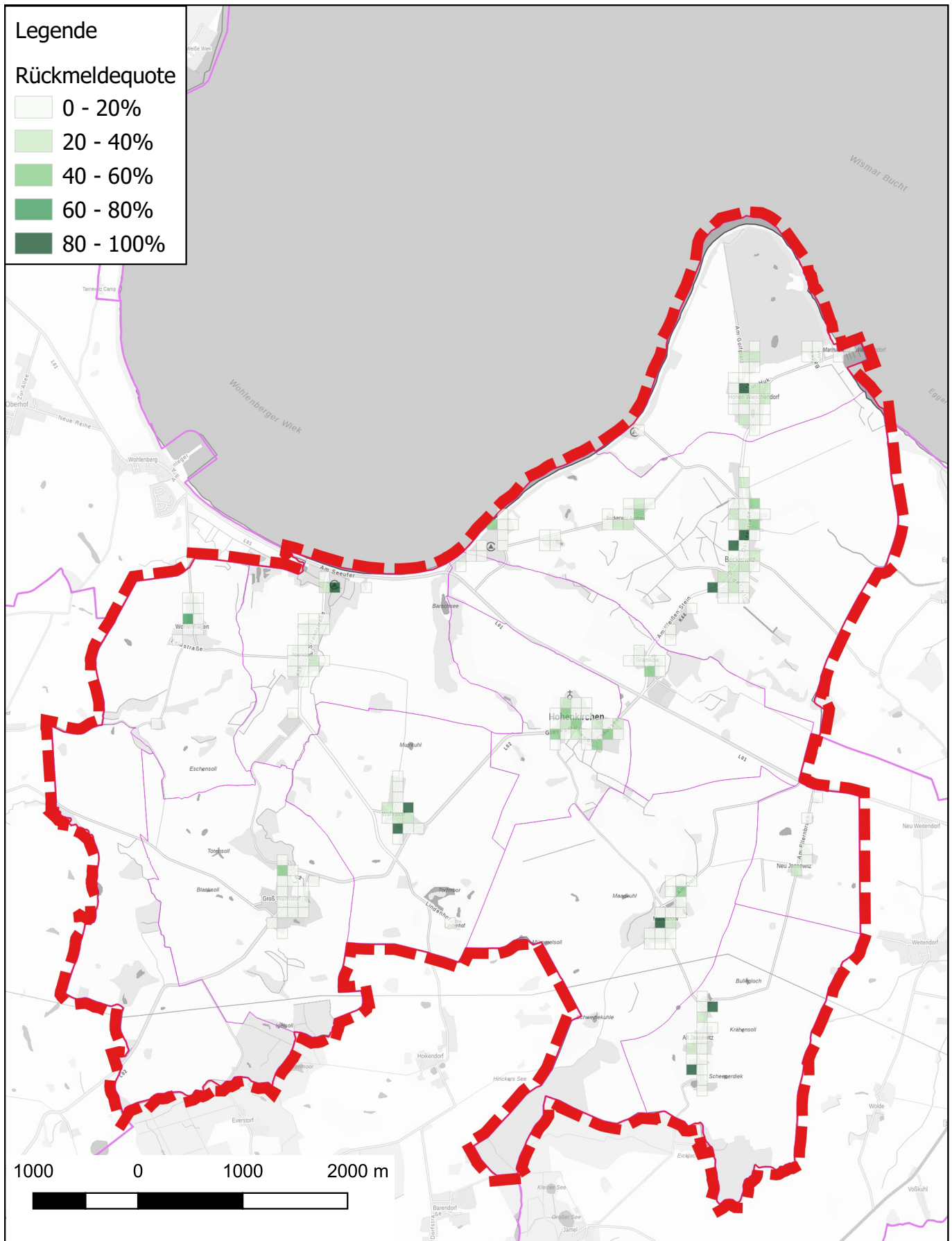
Bearbeitungsstand: 18.06.2021

TRIGENIUS  
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG

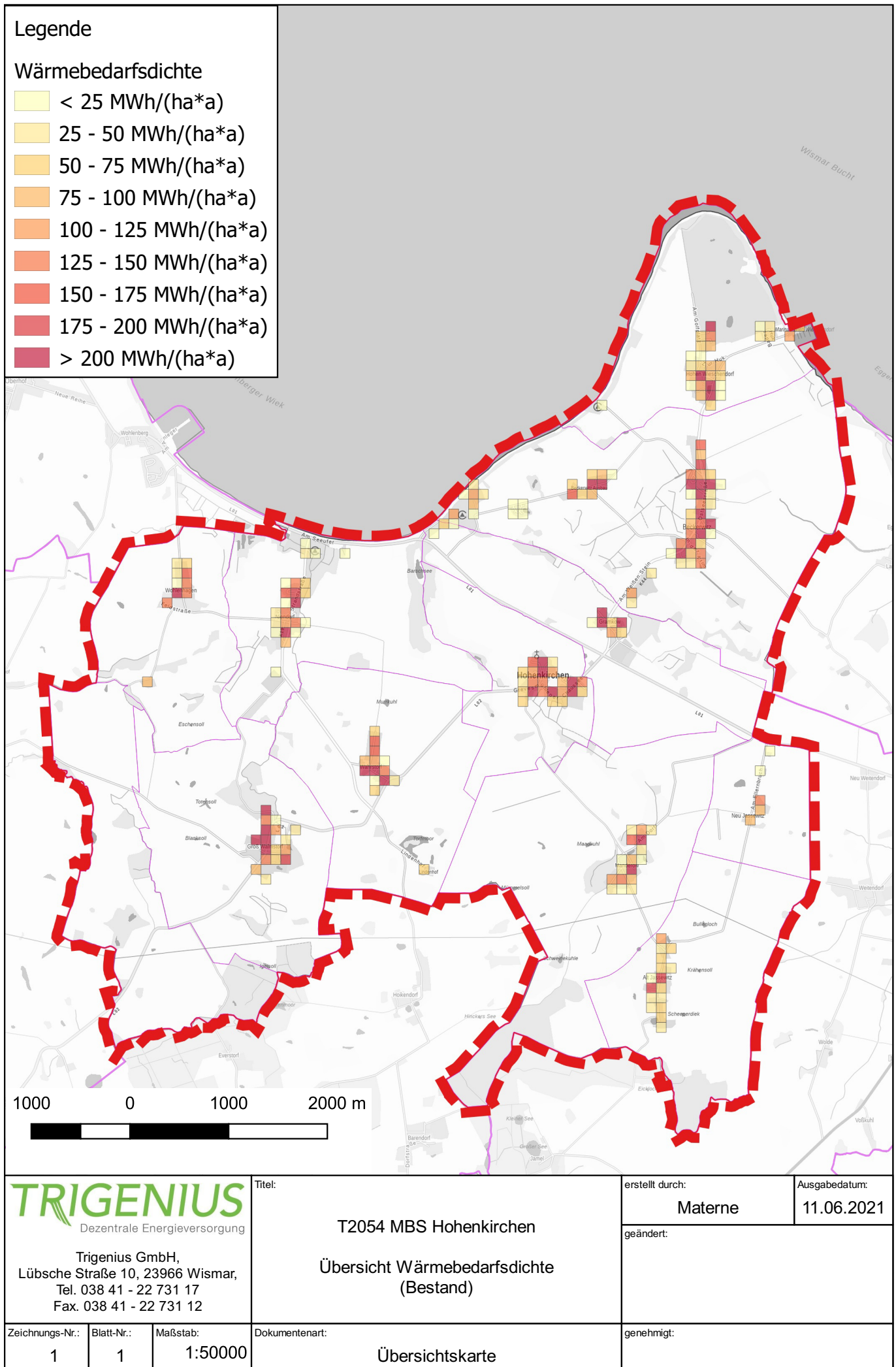
## Anhang 1

---

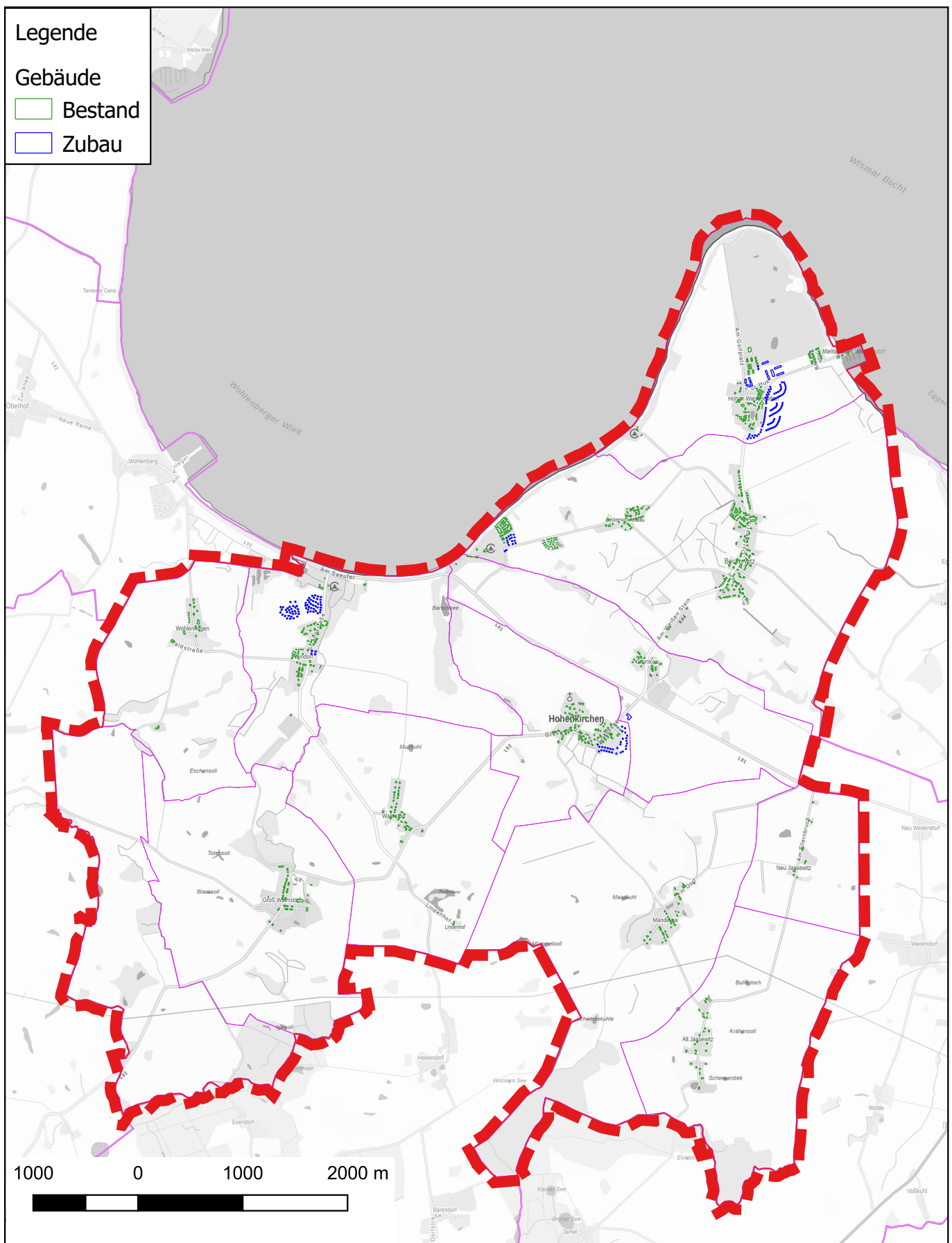
### *Karten*



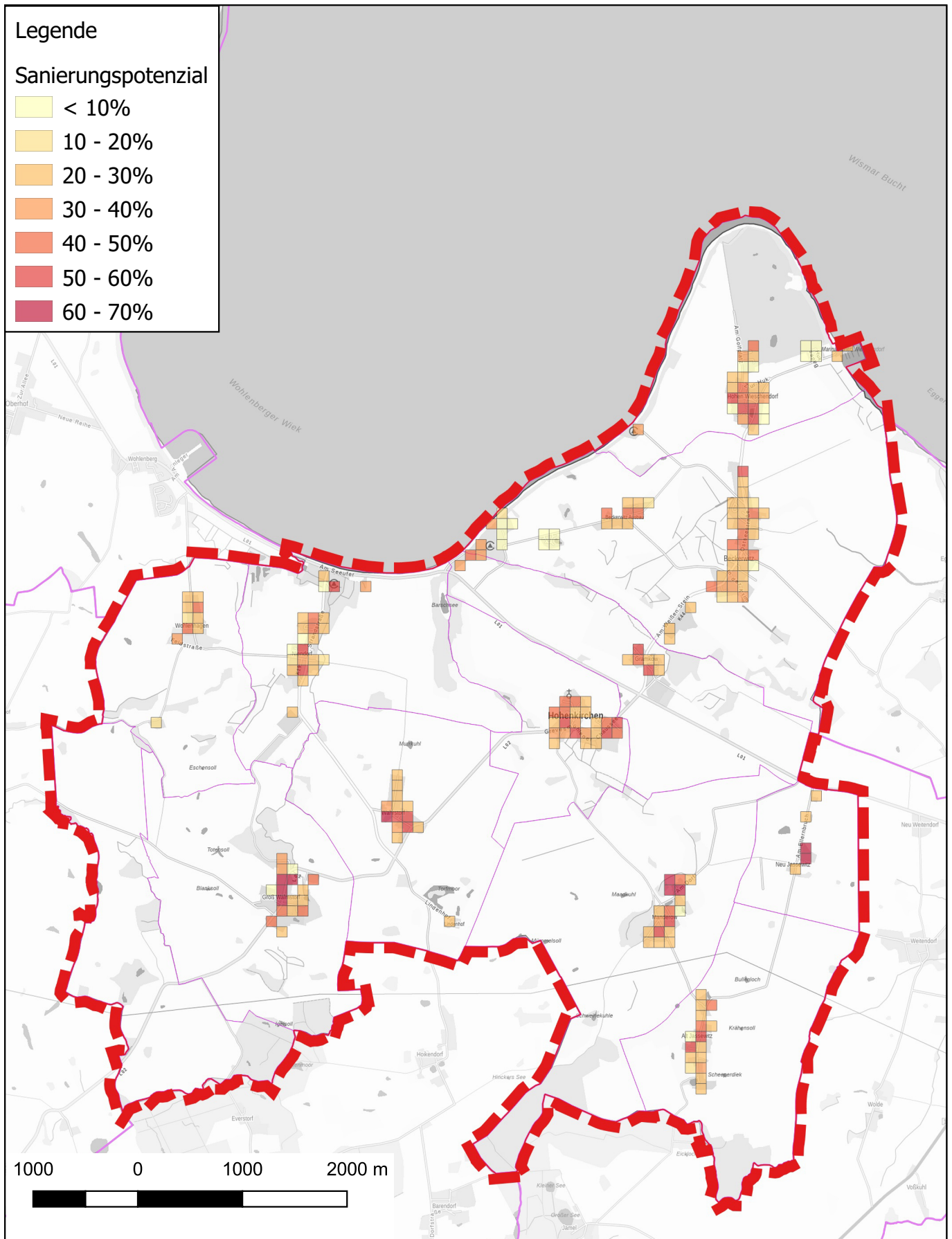
<b>TRIGENIUS</b> Dezentrale Energieversorgung Trigenius GmbH, Lübsche Straße 10, 23966 Wismar, Tel. 038 41 - 22 731 17 Fax. 038 41 - 22 731 12			Titel: <b>T2054 MBS Hohenkirchen</b> <b>Übersicht Rückmeldequote</b>	erstellt durch: <b>Materne</b>	Ausgabedatum: <b>11.06.2021</b>
				geändert:	
Zeichnungs-Nr.: <b>1</b>	Blatt-Nr.: <b>1</b>	Maßstab: <b>1:50000</b>	Dokumentenart: <b>Übersichtskarte</b>	genehmigt:	







<b>TRIGENIUS</b> Dezentrale Energieversorgung Trigenius GmbH, Lübsche Straße 10, 23966 Wismar, Tel. 038 41 - 22 731 17 Fax. 038 41 - 22 731 12			Titel:  <b>T2054 MBS Hohenkirchen</b>  <b>Übersicht geplanter Zubau</b>	erstellt durch: <b>Materne</b>	Ausgabedatum: <b>11.06.2021</b>
Zeichnungs-Nr.: <b>1</b>			Blatt-Nr.: <b>1</b>	geändert:	
Maßstab: <b>1:50000</b>			Dokumentenart: <b>Übersichtskarte</b>	genehmigt:	



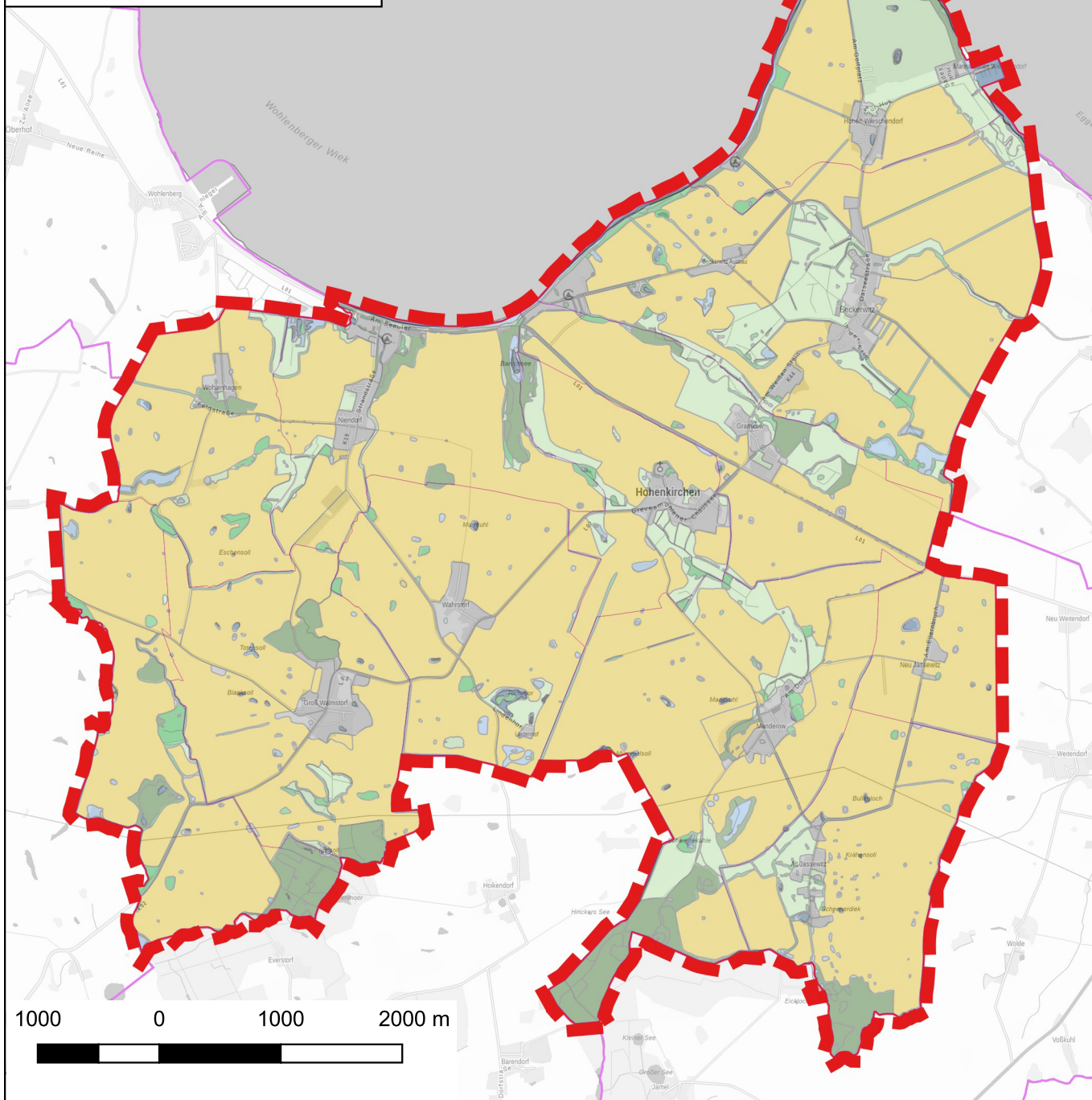
<b>TRIGENIUS</b> Dezentrale Energieversorgung Trigenius GmbH, Lübsche Straße 10, 23966 Wismar, Tel. 038 41 - 22 731 17 Fax. 038 41 - 22 731 12			Titel: <b>T2054 MBS Hohenkirchen</b> <b>Sanierungspotenzial</b>	erstellt durch: <b>Materne</b>	Ausgabedatum: <b>11.06.2021</b>
				geändert:	
Zeichnungs-Nr.: <b>1</b>	Blatt-Nr.: <b>1</b>	Maßstab: <b>1:50000</b>	Dokumentenart: <b>Übersichtskarte</b>	genehmigt:	



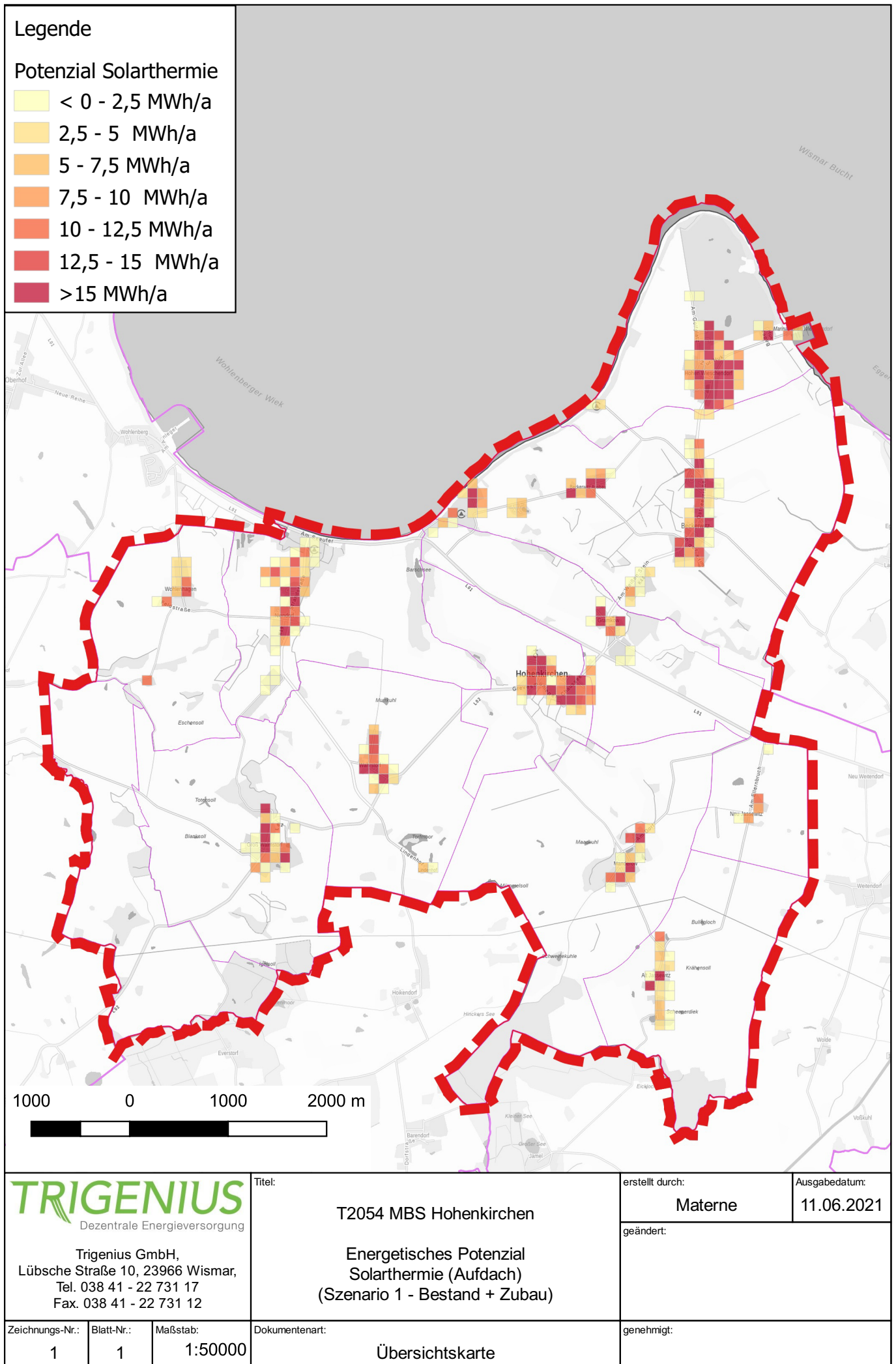
## Legende

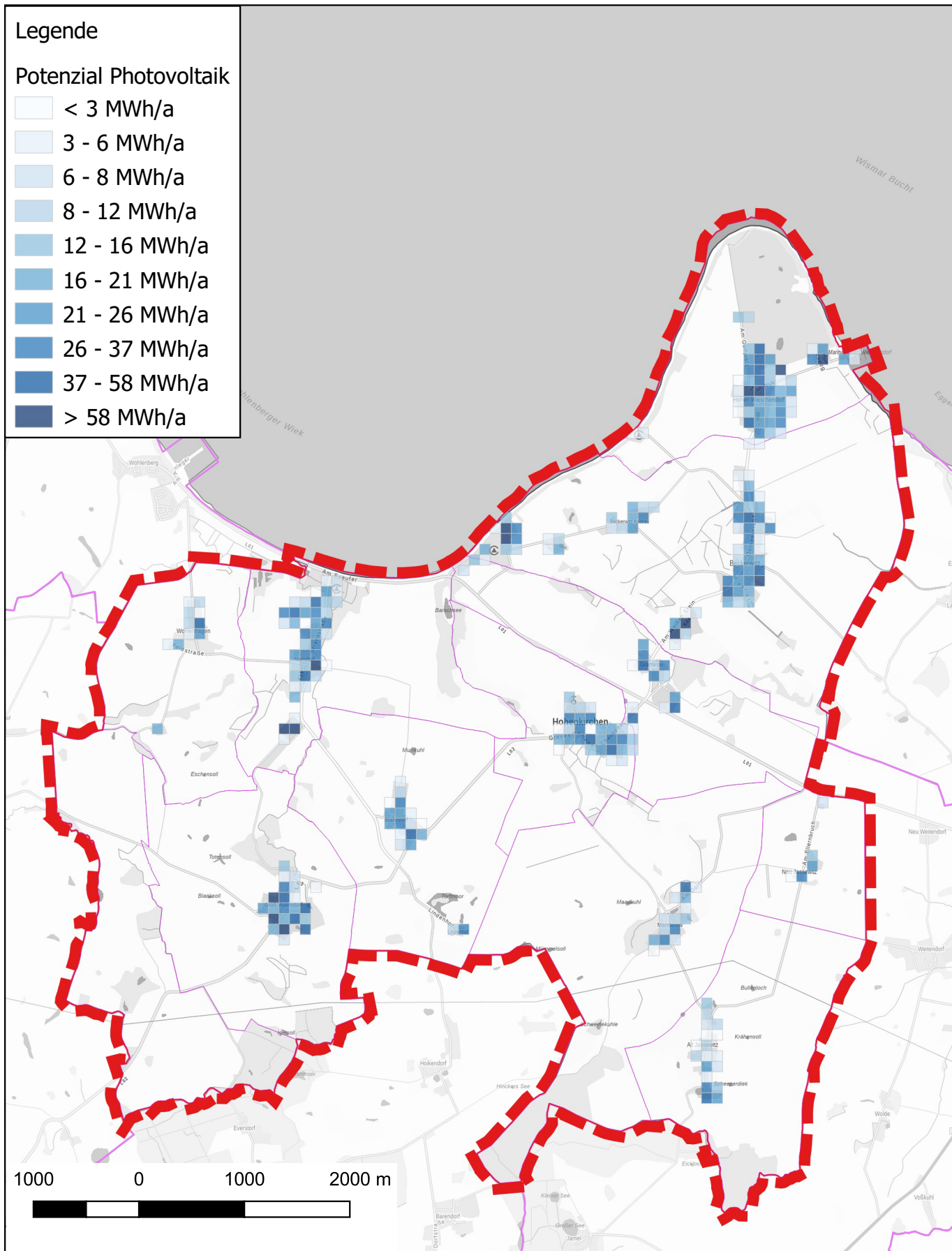
### Bodennutzungstypen


- Wald / Gehölz
- Hecke / Gebüsch / Knick...
- Grünland
- Acker
- Gewässer / Feuchtflächen
- Sonstige



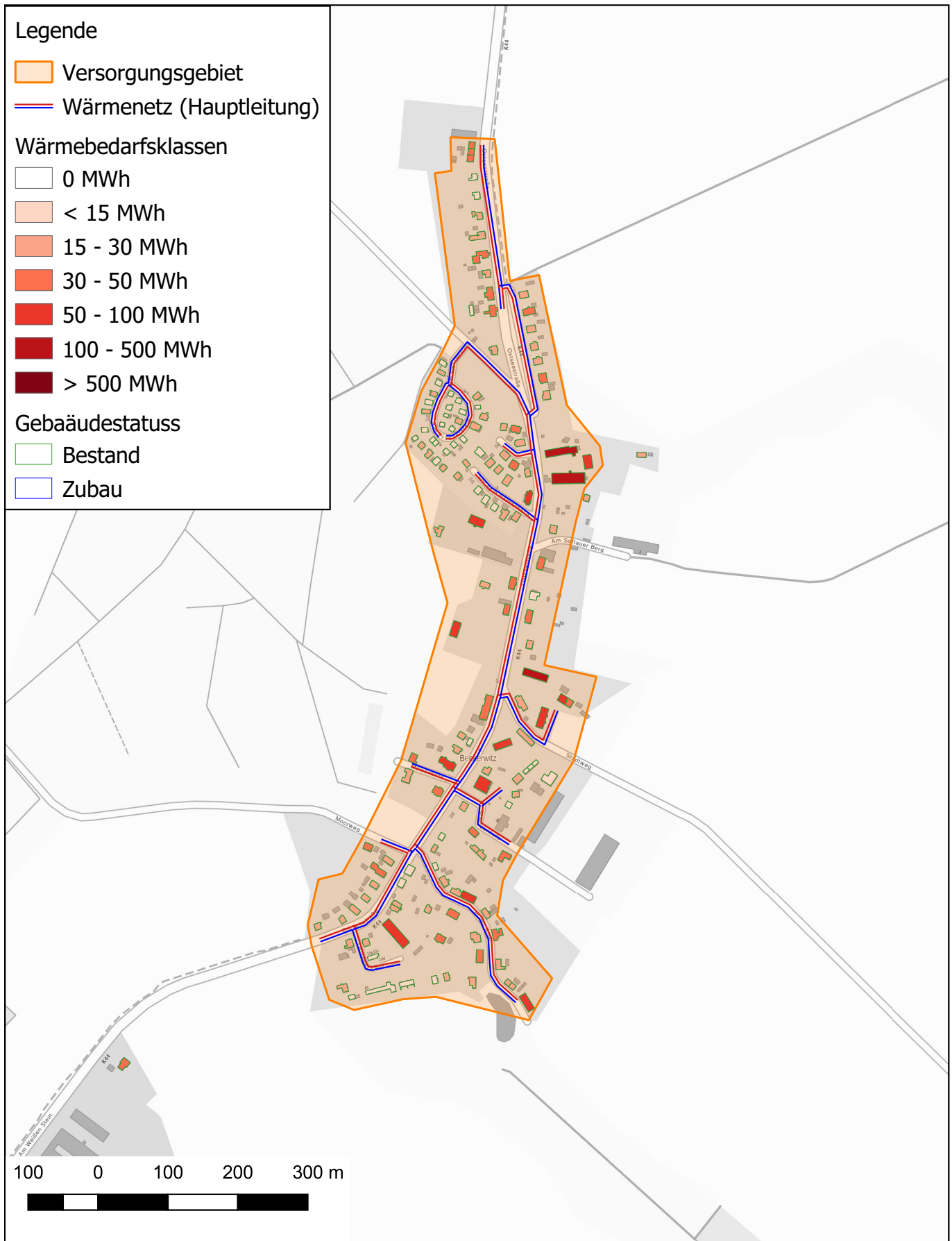
<b>TRIGENIUS</b> Dezentrale Energieversorgung  Trigenius GmbH, Lübsche Straße 10, 23966 Wismar, Tel. 038 41 - 22 731 17 Fax. 038 41 - 22 731 12			Titel:  <b>T2054 MBS Hohenkirchen</b>  <b>Übersicht Bodennutzungstypen</b>	erstellt durch: <b>Materne</b>	Ausgabedatum: <b>11.06.2021</b>
				geändert:	
Zeichnungs-Nr.: <b>1</b>	Blatt-Nr.: <b>1</b>	Maßstab: <b>1:50000</b>	Dokumentenart: <b>Übersichtskarte</b>	genehmigt:	



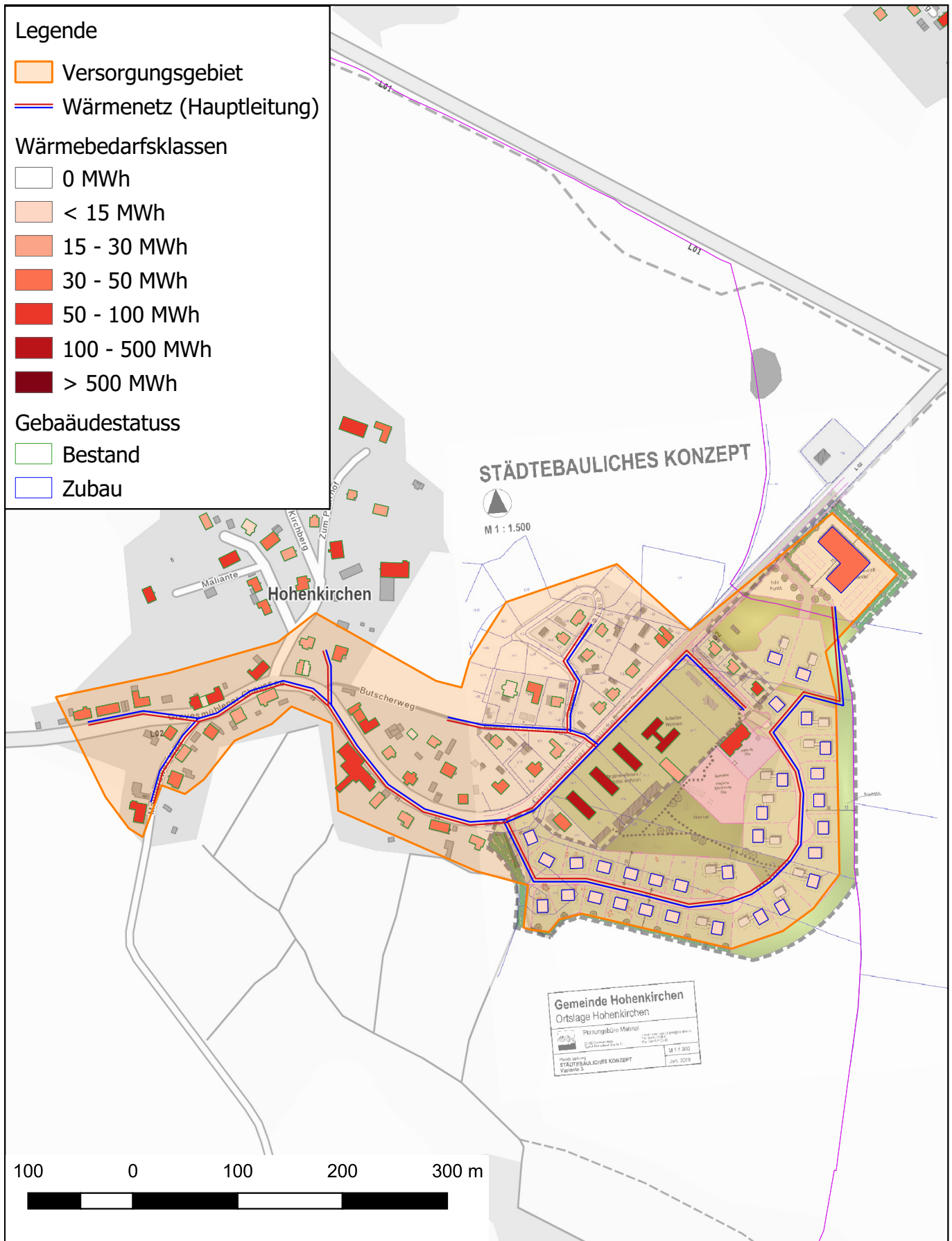


 <p>Dezentrale Energieversorgung</p> <p>Trigenius GmbH, Lübsche Straße 10, 23966 Wismar, Tel. 038 41 - 22 731 17 Fax. 038 41 - 22 731 12</p>			<p><b>Titel:</b></p> <p>T2054 MBS Hohenkirchen</p> <p><b>Energetisches Potenzial Photovoltaik (Aufdach) (Szenario 2 - Bestand + Zubau)</b></p>	<p><b>erstellt durch:</b></p> <p>Materne</p>	<p><b>Ausgabedatum:</b></p> <p>11.06.2021</p>
				<p><b>geändert:</b></p>	
<p><b>Zeichnungs-Nr.:</b></p> <p>1</p>	<p><b>Blatt-Nr.:</b></p> <p>1</p>	<p><b>Maßstab:</b></p> <p>1:50000</p>	<p><b>Dokumentenart:</b></p> <p>Übersichtskarte</p>	<p><b>genehmigt:</b></p>	

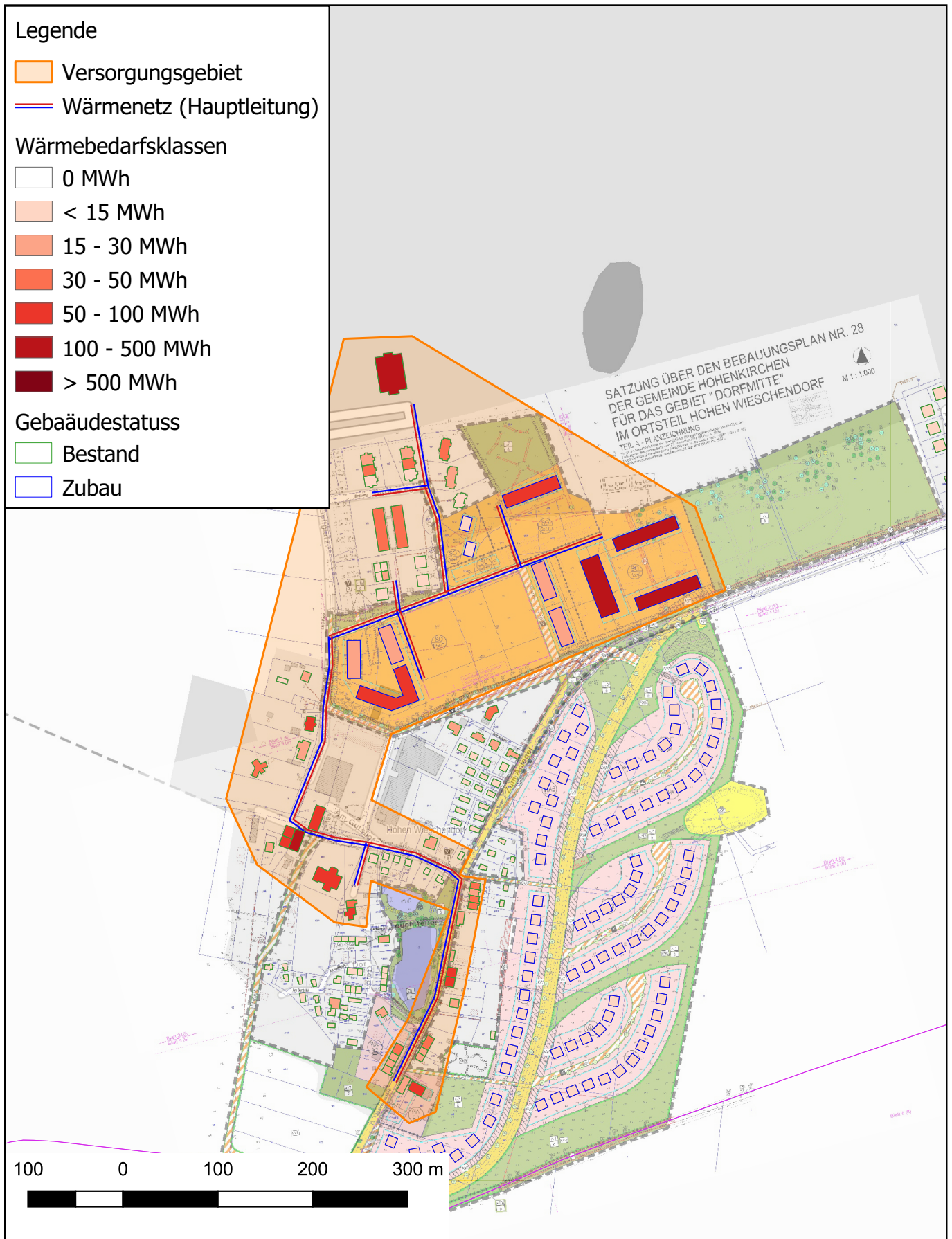





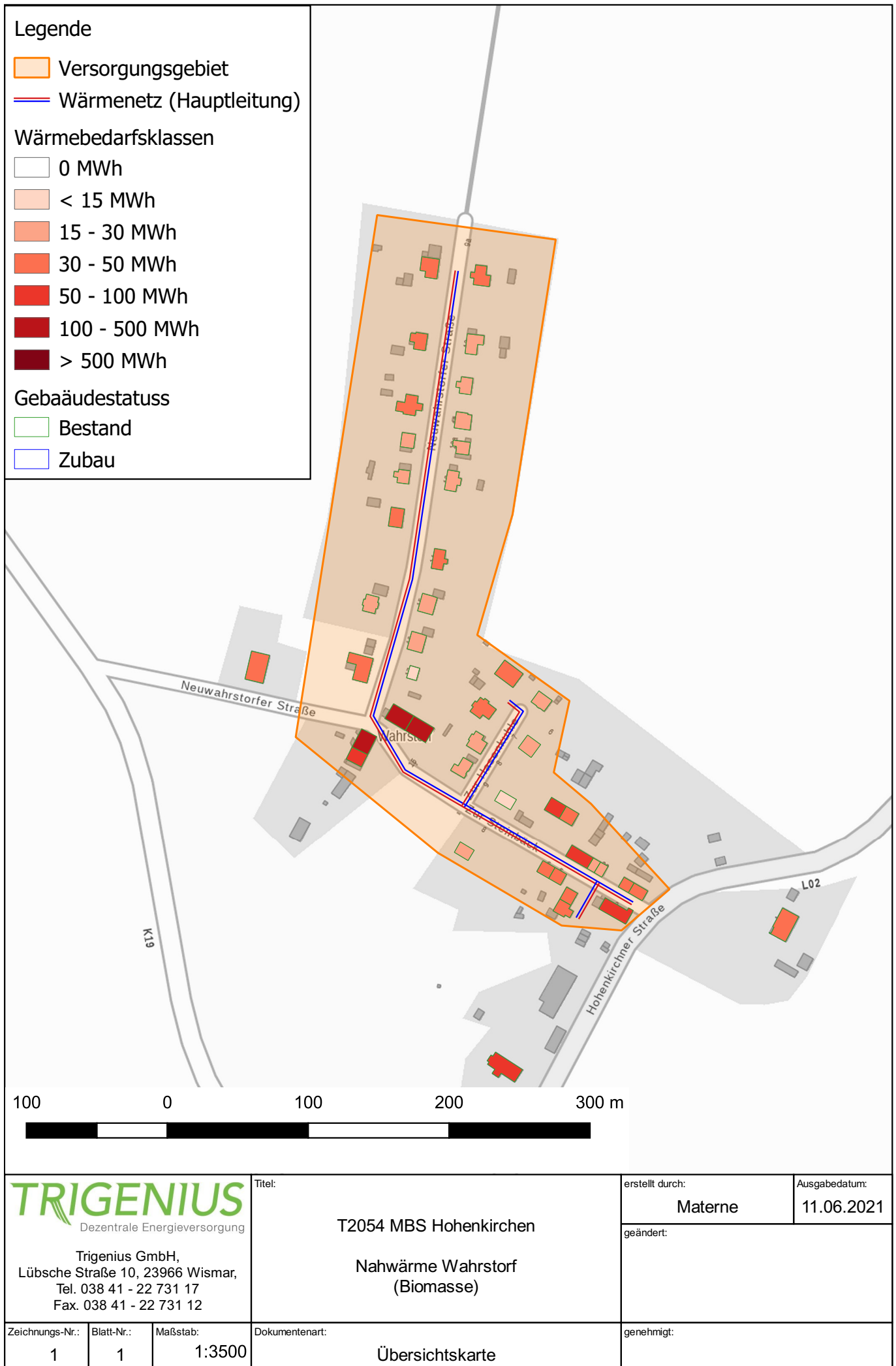
<b>TRIGENIUS</b> Dezentrale Energieversorgung Trigenius GmbH, Lübsche Straße 10, 23966 Wismar, Tel. 038 41 - 22 731 17 Fax. 038 41 - 22 731 12			Titel: <b>T2054 MBS Hohenkirchen</b> <b>Nahwärme Beckerwitz</b> <b>(Biomasse)</b>		erstellt durch: <b>Materne</b>	Ausgabedatum: <b>11.06.2021</b>
Zeichnungs-Nr.: <b>1</b>			Blatt-Nr.: <b>1</b>		geändert:	
Maßstab: <b>1:7500</b>			Dokumentenart: <b>Übersichtskarte</b>		genehmigt:	



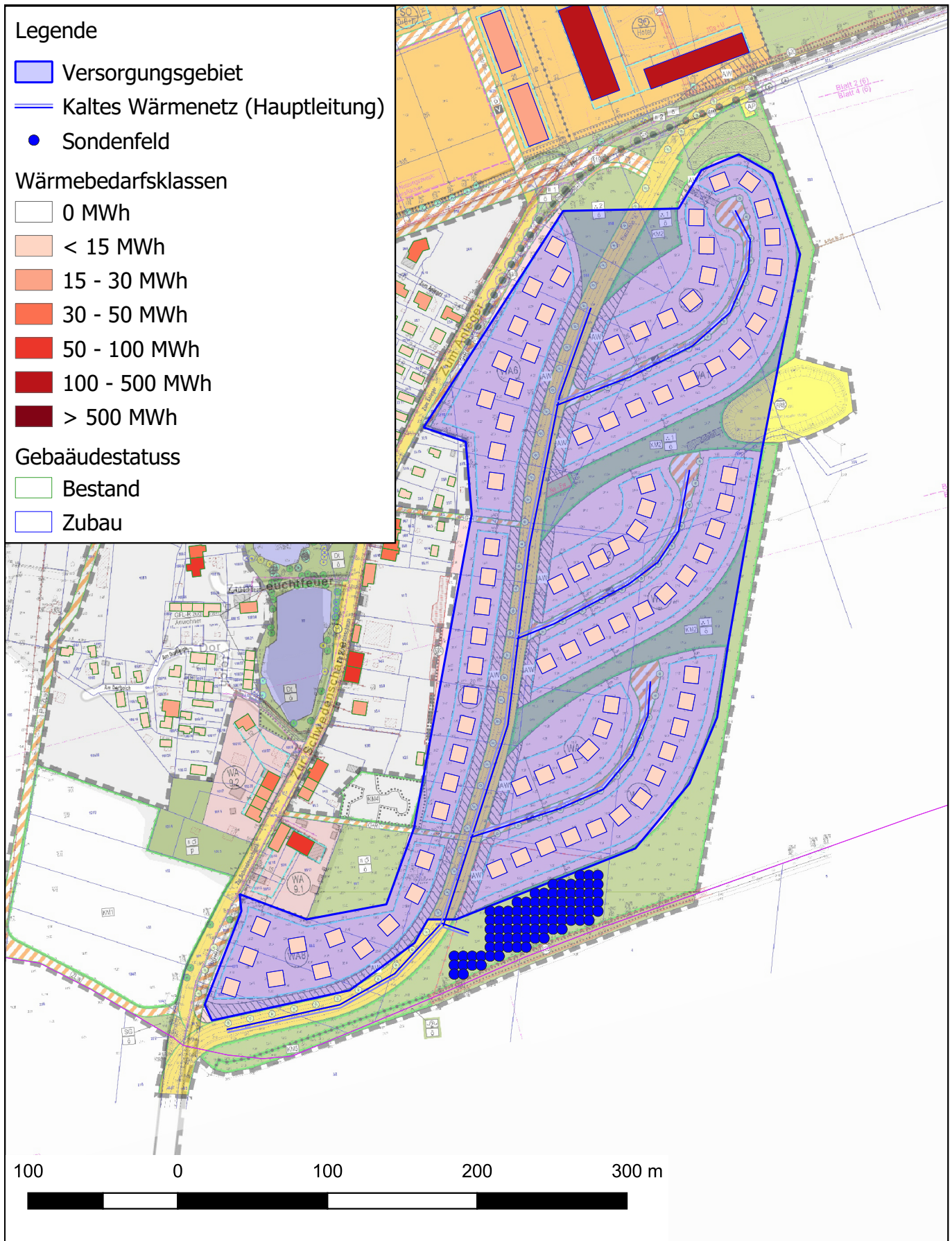
<b>TRIGENIUS</b> Dezentrale Energieversorgung  Trigenius GmbH, Lübsche Straße 10, 23966 Wismar, Tel. 038 41 - 22 731 17 Fax. 038 41 - 22 731 12			Titel:  <b>T2054 MBS Hohenkirchen</b>  <b>Nahwärme Hohenkirchen</b> <b>(Biomasse)</b> <b>(Bestandsentwicklung lt. B-Plan)</b>	erstellt durch: <b>Materne</b>	Ausgabedatum: <b>11.06.2021</b>
				geändert:	
Zeichnungs-Nr.: <b>1</b>	Blatt-Nr.: <b>1</b>	Maßstab: <b>1:5000</b>	Dokumentenart: <b>Übersichtskarte</b>	genehmigt:	



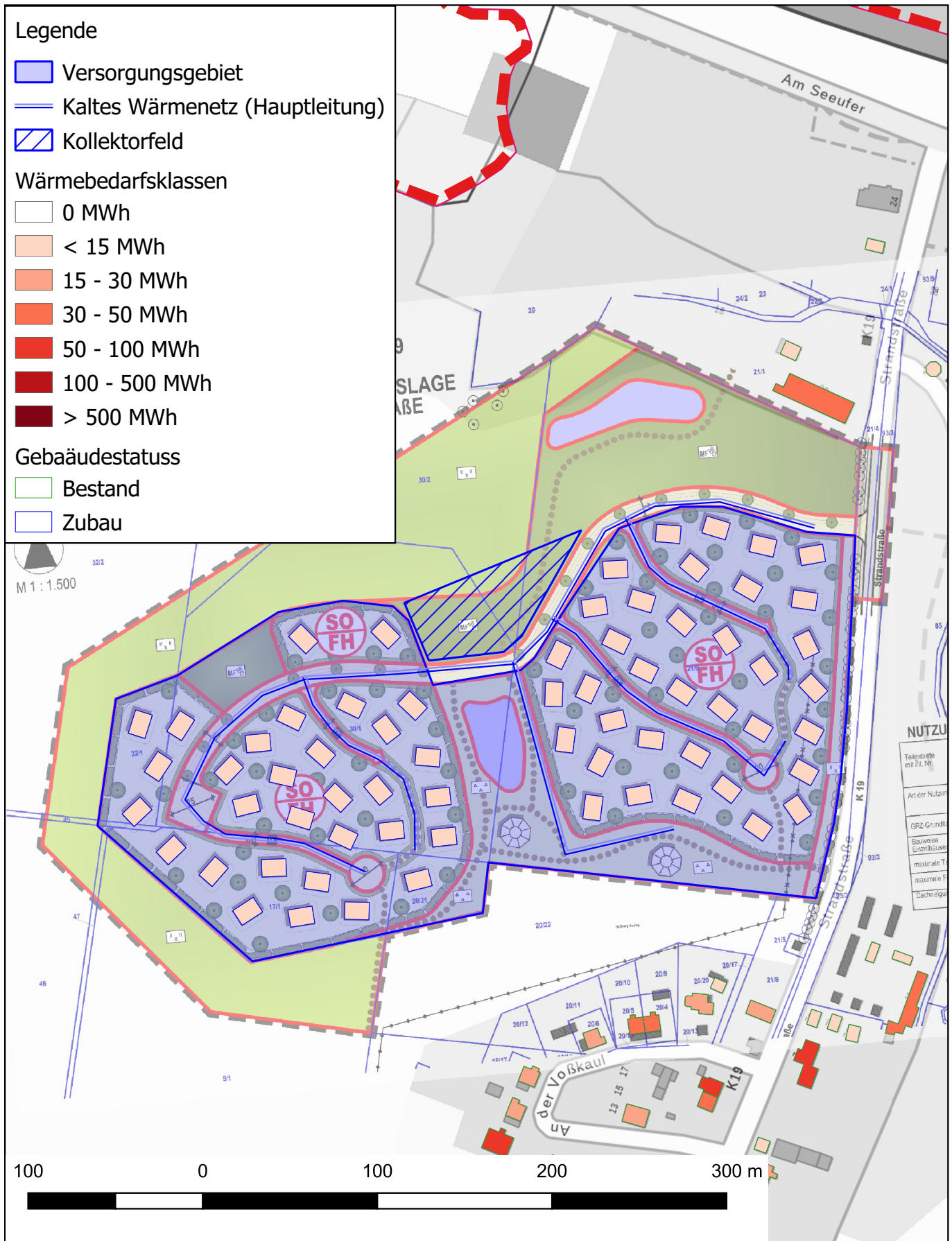
 Dezentrale Energieversorgung Trigenius GmbH, Lübsche Straße 10, 23966 Wismar, Tel. 038 41 - 22 731 17 Fax. 038 41 - 22 731 12			Titel: <b>T2054 MBS Hohenkirchen</b> <b>Nahwärme Hohen Wieschendorf</b> <b>(Biomasse)</b> <b>(exemplarische Bestandsentwicklung lt. B-Plan)</b>	erstellt durch: <b>Materne</b>	Ausgabedatum: <b>11.06.2021</b>
				geändert:	
Zeichnungs-Nr.: <b>1</b>	Blatt-Nr.: <b>1</b>	Maßstab: <b>1:5513</b>	Dokumentenart: <b>Übersichtskarte</b>	genehmigt:	







<b>TRIGENIUS</b> Dezentrale Energieversorgung Trigenius GmbH, Lübsche Straße 10, 23966 Wismar, Tel. 038 41 - 22 731 17 Fax. 038 41 - 22 731 12			Titel: <b>T2054 MBS Hohenkirchen</b> Kalte Nahwärme Hohen Wieschendorf (oberflächennahe Geothermie) (exemplarische Bestandsentwicklung lt. B-Plan)	erstellt durch: <b>Materne</b>	Ausgabedatum: <b>11.06.2021</b>
Zeichnungs-Nr.: <b>1</b>			Blatt-Nr.: <b>1</b>	geändert:	
Maßstab: <b>1:3500</b>			Dokumentenart: <b>Übersichtskarte</b>	genehmigt:	



<b>TRIGENIUS</b> Dezentrale Energieversorgung Trigenius GmbH, Lübsche Straße 10, 23966 Wismar, Tel. 038 41 - 22 731 17 Fax. 038 41 - 22 731 12			Titel: <b>T2054 MBS Hohenkirchen</b>  <b>Kalte Nahwärme Niendorf</b> <b>(oberflächennahe Geothermie)</b> <b>(Bestandsentwicklung lt. B-Plan)</b>	erstellt durch: <b>Materne</b>  geändert:	Ausgabedatum: <b>11.06.2021</b>
Zeichnungs-Nr.: <b>1</b>	Blatt-Nr.: <b>1</b>	Maßstab: <b>1:3000</b>	Dokumentenart: <b>Übersichtskarte</b>	genehmigt:	

Thema: Machbarkeitsstudie zur nachhaltigen Energieversorgung in Hohenkirchen

Projekt: T20.54

Bearbeitungsstand: 18.06.2021

TRIGENIUS  
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG

## Anhang 2

---

### *Fragebogen der Anwohnerbefragung*





## Gemeinde Hohenkirchen im Amt Klützer Winkel

### Liebe Bürgerinnen und Bürger der Gemeinde Hohenkirchen, *wir alle erleben derzeit einen Wandel.*

Während die Corona-Pandemie uns in Atem hält, fordert der Klimawandel auch weiterhin unsere Aufmerksamkeit. Starkregenereignisse, Trockenheit und ausgedehnte Waldbrände führen uns vor Augen: ***Es ist höchste Zeit umzusteuern!***

Auch die Politik hat darauf reagiert und die Anstrengungen zum Schutz des Klimas verstärkt. So soll in den nächsten Jahren klimaschädlich erzeugte Energie aus Kohle, Öl und Erdgas durch die Einführung eines Preises für Treibhausgase deutlich teurer werden. Angesichts dessen wird zunehmend klar, dass wir vor einer ***grundlegenden Umgestaltung unserer Energieversorgung*** stehen.

Als Gemeinde Hohenkirchen sind wir entschlossen, die mit den notwendigen Veränderungen verbunden ***Chancen für unsere Region*** bestmöglich zu nutzen. Unser Anspruch ist es, aus dem anstehenden Wandel noch attraktiver für Bürger, Gäste und Unternehmen hervorzugehen.

Mit diesem Ziel haben wir eine Studie in Auftrag gegeben, in der Möglichkeiten für eine zukünftige Versorgung unserer Orte aus regional gewonnenen, erneuerbaren Energien untersucht werden sollen. Damit wollen wir die Grundlage für eine ***zukunftsfähige Energieversorgung unserer Gemeinde*** legen. Ziel ist es, langfristig ***Kosten zu sparen***, die lokale ***Wirtschaft zu stärken*** und gleichzeitig einen Beitrag zum ***Schutz des Klimas*** zu leisten.

### ***Dazu benötigen wir Ihre Unterstützung!***

Um den Energieverbrauch in unserer Gemeinde realistisch einschätzen zu können, haben wir den beiliegenden Fragebogen entwickelt.

***Wir bitten Sie, diesen Fragebogen bis zum 25.04.2021 auszufüllen und zurückzusenden oder online an der Befragung teilzunehmen.***

Sollten Sie ***Unterstützung*** benötigen, können Sie sich an die Mitarbeiter der von uns beauftragten Trigenius GmbH wenden. Diese helfen Ihnen gern weiter. Die Teilnahme ist selbstverständlich ***freiwillig und unverbindlich***. Informationen zum Datenschutz finden Sie umseitig.

Bereits im Vorab bedanke ich mich für Ihre Unterstützung.

Mit freundlichen Grüßen

Ihr Jan van Leeuwen  
Bürgermeister der Gemeinde Hohenkirchen

### Haushaltsbefragung

Machbarkeitsstudie Nachhaltige Energieversorgung und Nutzung regenerativer Ressourcen

**Termin: bis 25.04.2021**

### Rückgabe & Informationen

Trigenius GmbH  
Lübsche Str. 10, 23966 Wismar  
E-Mail: [b.materne@trigenius-gmbh.de](mailto:b.materne@trigenius-gmbh.de)  
Tel.: 0 38 41 / 22 731 17  
Fax: 0 38 41 / 22 731 12

### Fragebogen zum ausdrucken

[www.kluetzer-winkel.de](http://www.kluetzer-winkel.de)

### Online teilnehmen

[www.umfrageonline.com/s/mbs\\_hohenkirchen](http://www.umfrageonline.com/s/mbs_hohenkirchen)



gefördert durch



### **Informationen zur Freiwilligkeit und zum Datenschutz**

Die Teilnahme an der Befragung ist freiwillig und begründet keinerlei weitere Verbindlichkeiten oder Verpflichtungen.

***Zweck der Befragung:*** Erstellung einer Machbarkeitsstudie zur nachhaltigen Energieversorgung

***Information zu Betroffenenrechten:*** Auf Ihre Rechte zu Auskunft, Berichtigung, Löschung, Einschränkung der Verarbeitung, Datenübertragbarkeit und Widerspruch bezüglich aller Ihrer verarbeiteten personenbezogenen Daten weisen wir Sie an dieser Stelle ausdrücklich hin. Rechtsgrundlagen hierfür sind die Art. 15 bis 21 DS-GVO. Beruht die Verarbeitung personenbezogener Daten auf Ihrer Einwilligung, können Sie diese jederzeit mit Wirkung für die Zukunft widerrufen. Sie haben das Recht, Beschwerden beim Landesbeauftragten für Datenschutz und Informationsfreiheit Mecklenburg-Vorpommern zu erheben: Postanschrift: Schloss Schwerin, Lennéstraße 1, 19053 Schwerin, Tel.: 0385 / 59494-0 oder E-Mail: [info@datenschutz-mv.de](mailto:info@datenschutz-mv.de).

***Verbleib und Aufbewahrung der Daten:*** Die erhobenen Daten werden vertraulich und ausschließlich zum genannten Zweck verwendet. Die Befragung erfolgt durch die Gemeinde Hohenkirchen. Mit der Auswertung der gesammelten Daten ist durch die Gemeinde Hohenkirchen die Trigenius GmbH, Lübsche Str. 10, 23966 Wismar, betraut. Der Datenschutz wird in allen Arbeitsschritten durch geeignete technische und organisatorische Maßnahmen sichergestellt. Die Daten werden nur so lange aufbewahrt, wie dies zur Erstellung der Machbarkeitsstudie sowie zur ggf. erforderlichen Nachweisführung gegenüber Dritten (z.B. Fördermittelgeber) erforderlich ist. Anschließend werden sie vollständig gelöscht / vernichtet. Dieser Zeitraum beträgt maximal 10 Jahre.

***Einwilligung in die Datenverarbeitung*** nach Art. 6 Abs. 1 Buchstabe a) in Verbindung mit Art. 7 DSGVO: Der Teilnehmer stimmt der Datenverarbeitung bei der Umfrage ausdrücklich zu, indem er den ausgefüllten Fragebogen abgibt / zusendet bzw. an der Online-Befragung teilnimmt.



## Haushaltsbefragung zur Energiebedarfsermittlung

im Rahmen der Machbarkeitsstudie „Nachhaltige Energieversorgung“

### 1. Gebäudeanschrift

1.1	PLZ, Ort	.....	
1.2	Straße, Hausnummer	.....	
1.3	Ggf. Adresszusatz	.....	⇒ z.B. Nebengebäude...

### 2. Interessenlagen

2.1	Ich bin an der Nutzung von erneuerbaren Energien im Haushalt:	<input type="checkbox"/> interessiert <input type="checkbox"/> nicht interessiert <input type="checkbox"/> interessiert, unter folgenden Bedingungen: ..... .....	
-----	---	---	--

### 3. Gebäude und Nutzung

3.1	Gebäudetyp:	.....	⇒ z.B. Einfamilien-, Doppel-, Reihenhaus...
3.2	Wohn- / Nutzfläche:	..... m² davon beheizt..... m²	⇒ beheizbare Bereiche
3.3	Etagen:	.....	⇒ beheizbare Bereiche
3.4	Baujahr:	.....	
3.5	Dämmmaßnahmen:	<input type="checkbox"/> Fenster: ..... <input type="checkbox"/> Fassade: ..... <input type="checkbox"/> Dach: ..... <input type="checkbox"/> Sonstiges: .....	⇒ Bitte Art, Umfang und Jahr der Maßnahmen angeben.
3.6	Nutzungsart:	.....	⇒ z.B. Wohnen, Gewerbe, Büro...
3.7	Bewohner / Nutzer:	..... Personen	
3.8	Besonderheiten:	.....	⇒ z.B. Saisonale Nutzung, Leerstand...
3.9	Die Angaben beziehen sich auf:	<input type="checkbox"/> das gesamte Gebäude <input type="checkbox"/> den von mir genutzten Gebäudeteil	⇒ z.B. Mietwohnung...

Für Rückfragen stehen Ihnen die folgenden Ansprechpartner gern zur Verfügung:

Ansprechpartner Gemeinde Hohenkirchen:

Bearbeiter Trigenius GmbH:

Herr Materne,

E-Mail: [b.materne@trigenius-gmbh.de](mailto:b.materne@trigenius-gmbh.de)

Tel: 0 384 1 – 22 731 17,

Alle Angaben sind freiwillig und werden vertraulich behandelt.

#### 4. Heizung und Warmwasser

4.1	Wärmeerzeugung: (Heizkessel, Therme...)	Energieträger: <input type="checkbox"/> Heizöl <input type="checkbox"/> Holz <input type="checkbox"/> Erdgas <input type="checkbox"/> Strom <input type="checkbox"/> Flüssiggas <input type="checkbox"/> Sonstiges: ..... Nennleistung: ..... kW Baujahr: .....	⇒ Bei mehreren Wärme- erzeugern, bitte jeden einzeln, ggf. auf einem extra Blatt, aufführen.  ⇒ z.B. laut Typenschild ⇒ z.B. laut Typenschild
4.2	Wärmeverteilung:	<input type="checkbox"/> Gebäudezentralheizung <input type="checkbox"/> Etagenheizung <input type="checkbox"/> Einzelraumheizung	
4.3	Wärmeabgabe:	<input type="checkbox"/> Fußboden- / Flächenheizung: ..... % <input type="checkbox"/> Heizkörper: ..... % <input type="checkbox"/> Sonstiges: ..... %	⇒ Bitte ungefähre Aufteilung nach Nutzfläche angeben.
4.4	Nachtbetrieb:	<input type="checkbox"/> normale <input type="checkbox"/> reduzierte <input type="checkbox"/> keine Beheizung	
4.5	Kamine, Kaminöfen...	<input type="checkbox"/> gelegentlich betrieben: ..... Stück <input type="checkbox"/> regelmäßig Betrieben: ..... Stück	
4.6	Warmwasser- bereitung:	<input type="checkbox"/> zentral, durch beschriebenen Wärmeerzeuger <input type="checkbox"/> zentral, durch ein separates Heizgerät <input type="checkbox"/> dezentral (z.B. Boiler, Durchlauferhitzer...)	
4.7	Zentrale Lüftungsanlage:	<input type="checkbox"/> nicht vorhanden <input type="checkbox"/> vorhanden	⇒ nicht gemeint sind WC- Lüfter, Dunstabzugs- hauben...

#### 5. Energieverbrauch

5.1	Brennstoffverbrauch:	<input type="checkbox"/> 2018: ..... <input type="checkbox"/> 2019: ..... <input type="checkbox"/> 2020: ..... <input type="checkbox"/> durchschnittlich pro Jahr: .....	⇒ Bei mehreren Energie- trägen (siehe 4.1), bitte einzeln aufführen! ⇒ Bitte Einheit angeben (z.B. kWh, l, m³, kg) ⇒ Laut Abrechnung
5.2	Zusätzlich Holz für Kaminöfen...	durchschnittlich pro Jahr: .....	⇒ Bitte Einheit angeben (z.B. kg, fm, rm)
5.3	Stromverbrauch:	durchschnittlich pro Jahr: ..... kWh	⇒ Laut Abrechnung

#### 6. Solarenergienutzung

6.1	Solarthermieanlage: (Solarwärme)	<input type="checkbox"/> nicht vorhanden <input type="checkbox"/> vorhanden, zur Warmwasserbereitung <input type="checkbox"/> vorhanden, zur Heizungsunterstützung	
6.2	Photovoltaikanlage: (Solarstrom)	<input type="checkbox"/> nicht vorhanden <input type="checkbox"/> vorhanden Nennleistung: ..... kWp Baujahr: .....	

Thema: Machbarkeitsstudie zur nachhaltigen Energieversorgung in Hohenkirchen

Projekt: T20.54

Bearbeitungsstand: 18.06.2021

TRIGENIUS  
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG

## Anhang 3

---

### *Energetisches Biomassepotenzial*



### Energetisches Biomassepotenzial

Waldrestholz (WRH)			
<b>Endenergiepotenzial (theoretisch)</b>			
Fläche	209,0 ha	Wald	LUNG 01
Spez. Ertrag	1,9 t/(ha*a)	WRH w=55%, umgerechnet aus w=15%	FNR 01,02
Mittl. Heizwert	9,4 MJ/kg	WRH w=55%, umgerechnet aus w=15%	FNR 01,02
Biomasse (Aufkommen)	394,8 t/a	WRH w=55%, umgerechnet aus w=15%	
	1.031,6 MWh/a	WRH w=55%, umgerechnet aus w=15%	

<b>Endenergiepotenzial (nutzbar)</b>			
Nutzungseinschränkung	43,5%	Wald in FFH-Gebiet	LUNG 02
Bereitstellungsverluste	5%	Bergung / Aufbereitung / Transport	typ. Betriebswert
Lagerverluste	10%	bezogen auf Trockensubstanz	FNR 02
Mittl. Heizwert	13,3 MJ/kg	WRH w=30%, umgerechnet aus w=15%	FNR 01,02
Biomasse (verfügbar)	122,5 t/a	WRH w=30%, umgerechnet aus w=15%	
	451,8 MWh/a	WRH w=30%, umgerechnet aus w=15%	

<b>Nutzenergieverbrauch IST</b>			
Biomasseverbrauch	451,8 MWh/a	in Privathaushalte lt. Energie- und Treibhausgasbilanz, überwiegend Einzelfeuerung, Kaminöfen... bez. auf gesamten Nutzenergiebedarf "Wärme"	Anwohnerbefragung
JNG Umwandlung	80%		typ. Betriebswert
Wärme (genutzt)	361,5 MWh/a 1,4%		

<b>Nutzenergiepotenzial (Szen. 1. inkl. IST)</b>			
JNG Umwandlung	85%		FNR 02
Verteilverlust Wärme	12%	bez. auf Wärmeerzeugung	typ. Betriebswert
Hilfsenergiebedarf	2,50%	bez. auf Wärmeerzeugung	typ. Betriebswert
Wärme (nutzbar)	361,5 MWh/a	Wärme frei Abnehmer	
	1,4%	bez. auf gesamten Nutzenergiebedarf "Wärme"	
Hilfsenergiebedarf	0,0 MWh/a	Strom	

<b>Nutzenergiepotenzial (Szen. 2. inkl. IST)</b>			
JNG Biomassekessel	88%		FNR 02
$\eta_{el}$ Turbogenerator	15%	Bsp. ORC, netto	FNR 02
$\eta_{therm}$ Turbogenerator	80%	Bsp. ORC	FNR 02
Verteilverlust Wärme	12%		typ. Betriebswert
Hilfsenergiebedarf	2,50%	bez. auf Wärmeerzeugung, exkl. ORC	typ. Betriebswert
Wärme (nutzbar)	361,5 MWh/a	Wärme frei Abnehmer	
	1,4%	bez. auf gesamten Nutzenergiebedarf "Wärme"	
Strom (nutzbar)	0,0 MWh/a	Strom ab HKW	
		bez. auf gesamten Nutzenergiebedarf "Strom"	
Hilfsenergiebedarf	0,0 MWh/a	Strom	

### Energetisches Biomassepotenzial

Landschaftspflegeholz (LPH)			
<b>Endenergiepotenzial (theoretisch)</b>			
Fläche	160,0 ha	Hecken, Knicks	LUNG 01
Spez. Ertrag	16,7 t/(ha*a)	LPH w=40%, abgeleitet	nach BWS 01
Mittl. Heizwert	11,6 MJ/kg	LPH w=40%, umgerechnet aus w=15%	FNR 01,02
Biomasse (Aufkommen)	2.666,7 t/a	LPH w=40%, umgerechnet aus w=15%	
	8.583,9 MWh/a		

<b>Endenergiepotenzial (nutzbar)</b>			
Nutzungseinschränkung	9,4%		
Bereitungsverluste	5%	Bergung / Aufbereitung / Transport	typ. Betriebswert
Lagerverluste	10%	bezogen auf Trockensubstanz	FNR 02
Mittl. Heizwert	13,1 MJ/kg	LPH w=30%, umgerechnet aus w=15%	FNR 01,02
Biomasse (verfügbar)	1.771,1 t/a	LPH w=30%, umgerechnet aus w=15%	
	6.451,1 MWh/a	LPH w=30%, umgerechnet aus w=15%	

### Nutzenergieverbrauch IST

Biomasseverbrauch	3.294,2 MWh/a		Angabe Betrieb
JNG Umwandlung	80%	Biomassefeuerung Gut Walmstorf + anteilig Kleinf Feuerung	typ. Betriebswert
Wärme (genutzt)	2.635,3 MWh/a		
	10,4%	bez. auf gesamten Nutzenergiebedarf "Wärme"	

### Nutzenergiepotenzial (Szen. 1. inkl. IS)

JNG Umwandlung	85%		FNR 02
Verteilverlust Wärme	12%	bez. auf Wärmeerzeugung	typ. Betriebswert
Hilfsenergiebedarf	2,50%	bez. auf Wärmeerzeugung	typ. Betriebswert
Wärme (nutzbar)	4.996,7 MWh/a	Wärme frei Abnehmer	
	19,7%	bez. auf gesamten Nutzenergiebedarf "Wärme"	
Hilfsenergiebedarf	67,1 MWh/a	Strom	

### Nutzenergiepotenzial (Szen. 2. inkl. IS)

JNG Biomassekessel	88%		FNR 02
$\eta_{el}$ Turbogenerator	15%	Bsp. ORC, netto	FNR 02
$\eta_{therm}$ Turbogenerator	80%	Bsp. ORC	FNR 02
Verteilverlust Wärme	12%		typ. Betriebswert
Hilfsenergiebedarf	2,50%	bez. auf Wärmeerzeugung, exkl. ORC	typ. Betriebswert
Wärme (nutzbar)	4.591,1 MWh/a	Wärme frei Abnehmer	
	18,1%	bez. auf gesamten Nutzenergiebedarf "Wärme"	
Strom (nutzbar)	416,7 MWh/a	Strom ab HKW	
		bez. auf gesamten Nutzenergiebedarf "Strom"	
Hilfsenergiebedarf	55,6 MWh/a	Strom	

### Energetisches Biomassepotenzial

Getreidestroh (STROH)			
<b>Endenergiepotenzial (theoretisch)</b>			
Fläche	3.020,0 ha	38% d. Ackerfläche (Weizenanbau NWM)	LUNG 01, FNR 03, LAiV 01
Spez. Ertrag	6,0 t/(ha*a)	STROH w=15%	FNR 01,02
Mittl. Heizwert	14,3 MJ/kg	STROH w=15%	FNR 01,02
Biomasse (Aufkommen)	18.120,0 t/a	STROH w=15%	
	71.976,7 MWh/a		

<b>Endenergiepotenzial (nutzbar)</b>			
Nutzungseinschränkung	50,0%	lok. landwirtschaftliche Praxis	
Bereitstellungsverluste	2%	Bergung / Aufbereitung / Transport	typ. Betriebswert
Lagerverluste	2%	bezogen auf Trockensubstanz	FNR 02
Mittl. Heizwert	14,3 MJ/kg	STROH w=15%, umgerechnet aus w=15%	FNR 01,02
Biomasse (verfügbar)	8.701,2 t/a	STROH w=15%, umgerechnet aus w=15%	
	34.563,2 MWh/a	STROH w=15%, umgerechnet aus w=15%	

### Nutzenergieverbrauch IST

Biomasseverbrauch	
JNG Umwandlung	
Wärme (genutzt)	

### Nutzenergiepotenzial (Szen. 1. inkl. IS)

JNG Umwandlung	83%		FNR 03
Verteilverlust Wärme	12%	bez. auf Wärmeerzeugung	typ. Betriebswert
Hilfsenergiebedarf	2,50%	bez. auf Wärmeerzeugung	typ. Betriebswert
Wärme (nutzbar)	25.245,0 MWh/a	Wärme frei Abnehmer	
	99,3%	bez. auf gesamten Nutzenergiebedarf "Wärme"	
Hilfsenergiebedarf	717,2 MWh/a	Strom	

### Nutzenergiepotenzial (Szen. 2. inkl. IS)

JNG Biomassekessel	88%		FNR 02
$\eta_{el}$ Turbogenerator	15%	Bsp. ORC, netto	FNR 02
$\eta_{therm}$ Turbogenerator	80%	Bsp. ORC	FNR 02
Verteilverlust Wärme	12%		typ. Betriebswert
Hilfsenergiebedarf	2,50%	bez. auf Wärmeerzeugung, exkl. ORC	typ. Betriebswert
Wärme (nutzbar)	21.412,6 MWh/a	Wärme frei Abnehmer	
	84,2%	bez. auf gesamten Nutzenergiebedarf "Wärme"	
Strom (nutzbar)	4.562,3 MWh/a	Strom ab HKW	
		bez. auf gesamten Nutzenergiebedarf "Strom"	
Hilfsenergiebedarf	608,3 MWh/a	Strom	

### Energetisches Biomassepotenzial

Landschaftspflegeheu (HEU)			
<b>Endenergiepotenzial (theoretisch)</b>			
Fläche	404,0 ha	Grünland	LUNG 01
Spez. Ertrag	4,5 t/(ha*a)	HEU w=15%	FNR 01,02
Mittl. Heizwert	14,4 MJ/kg	HEU w=15%	FNR 01,02
Biomasse (Aufkommen)	1.818,0 t/a	HEU w=15%	
	7.272,0 MWh/a		

<b>Endenergiepotenzial (nutzbar)</b>			
Nutzungseinschränkung	50,0%	teilweise konkurrierende Nutzung	
Bereitungsverluste	2%	Bergung / Aufbereitung / Transport	typ. Betriebswert
Lagerverluste	2%	bezogen auf Trockensubstanz	FNR 02
Mittl. Heizwert	14,4 MJ/kg	HEU w=15%, umgerechnet aus w=15%	FNR 01,02
Biomasse (verfügbar)	873,0 t/a	STROH w=15%, umgerechnet aus w=15%	
	3.492,0 MWh/a	STROH w=15%, umgerechnet aus w=15%	

### Nutzenergieverbrauch IST

Biomasseverbrauch
JNG Umwandlung
Wärme (genutzt)

### Nutzenergiepotenzial (Szen. 1. inkl. IS)

JNG Umwandlung	83%		FNR 03
Verteilverlust Wärme	12%	bez. auf Wärmeerzeugung	typ. Betriebswert
Hilfsenergiebedarf	2,50%	bez. auf Wärmeerzeugung	typ. Betriebswert
Wärme (nutzbar)	2.550,6 MWh/a	Wärme frei Abnehmer	
	10,0%	bez. auf gesamten Nutzenergiebedarf "Wärme"	
Hilfsenergiebedarf	72,5 MWh/a	Strom	

### Nutzenergiepotenzial (Szen. 2. inkl. IS)

JNG Biomassekessel	88%		FNR 02
$\eta_{el}$ Turbogenerator	15%	Bsp. ORC, netto	FNR 02
$\eta_{therm}$ Turbogenerator	80%	Bsp. ORC	FNR 02
Verteilverlust Wärme	12%		typ. Betriebswert
Hilfsenergiebedarf	2,50%	bez. auf Wärmeerzeugung, exkl. ORC	typ. Betriebswert
Wärme (nutzbar)	2.163,4 MWh/a	Wärme frei Abnehmer	
	8,5%	bez. auf gesamten Nutzenergiebedarf "Wärme"	
Strom (nutzbar)	460,9 MWh/a	Strom ab HKW	
		bez. auf gesamten Nutzenergiebedarf "Strom"	
Hilfsenergiebedarf	61,5 MWh/a	Strom	

Thema: Machbarkeitsstudie zur nachhaltigen Energieversorgung in Hohenkirchen

Projekt: T20.54

Bearbeitungsstand: 18.06.2021

TRIGENIUS  
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG

## Anhang 4

---

### *Kalkulation Nahwärme Beckerwitz (Biomasse)*

## Zusammenfassung Wärmenetz

### Netzstruktur

Abnehmer	120
Netzlänge	4.879 trm
Wärmebelegung	701 kWh/(trm*a)

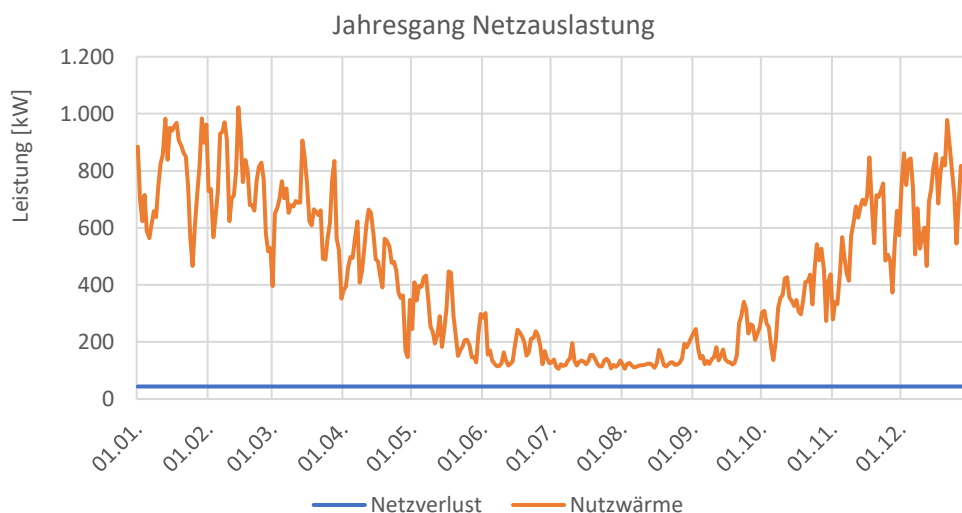
### Wärmebilanz

	Leistung [kW]	Wärme [MWh/a]	
Summe Abnehmer	1.766,5	3.420,4	89,9%
Gleichzeitigkeit	0,76	---	
Netzverlust	44,0	385,0	10,1%
Netzeingang	1.394,9	3.805,5	100,0%

Pumpe (Hilfsenergie)	19,1	10.242 kWh/a
----------------------	------	--------------

### Leitungsbemessung

	Hauptl.	Anschlussl.	Gesamt
Länge	2.599 trm	2.280 trm	4.879 trm
Nennweite (mittel)	DN 80	DN 20	DN 50
Nennweite (max)			DN 100



## Zusammenfassung

### Solarthermie

Kollektorfläche (brutto)	[m <sup>2</sup> ]	0
Grundstücksfläche	[m <sup>2</sup> ]	0

<b>Pufferspeicher</b>	[m <sup>3</sup> ]	24
-----------------------	-------------------	----

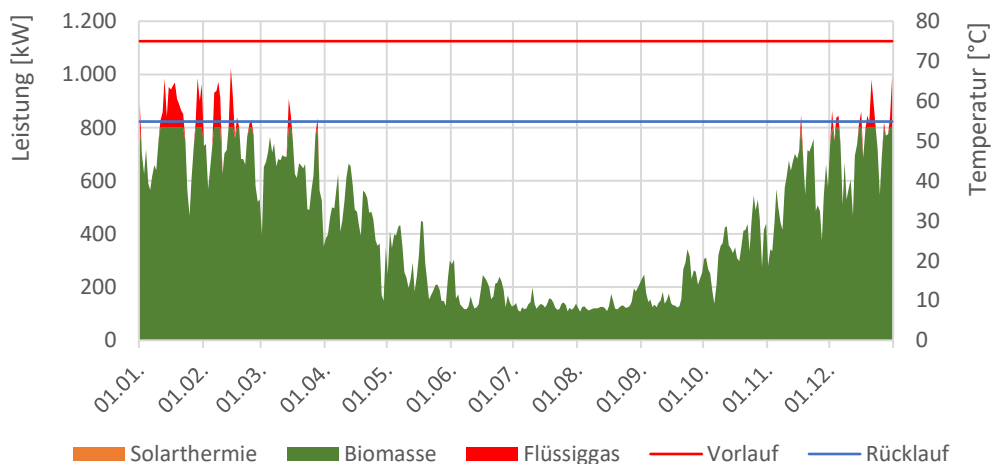
### Wärmeerzeugung

	Leistung [kW]		Wärme [MWh/a]		Auslastung [h/a]
Bedarf frei Netz	1.395	100%	3.805	100%	
Speicherverluste	2	0%	14	0%	
Summe Bedarf	1.397	100%	3.820	100%	
Summe Erzeugung	2.200	158%	3.820	100%	
Solarthermie	---		0	0%	
Biomassekessel	800	57%	3.727	98%	4.659
Gaskessel	1.400	100%	92	2%	66

### Endenergiebedarf

		Biomasse	Flüssiggas	Summe
Brennstoffbedarf	[MWh/a]	4.385,0	97,3	4.482,2
Hilfsenergiebedarf	[kWh/a]	37.272	99	37.371

Jahresgang Wärmeerzeugung



**NW Beckerwitz - Anschlussgrad 80%**

**Investitionskostenschätzung**

(Preise sind Nettopreise)

	EP	GP
Gebäude (Heizzentrale) psch.		<b>458.000 €</b>

<b>Wärmeerzeugung</b>			<b>915.300 €</b>
Solarthermie-Anlage (inkl. Peripherie)	0 m <sup>2</sup>	866 €/m <sup>2</sup>	0 €
Biomassekesselanlage (inkl. Peripherie)	800 kW	541 €/kW	<b>432.800 €</b>
Spitzenlastkessel (inkl. Peripherie)	1.400 kW	195 €/kW	<b>273.000 €</b>
Pufferspeicher	24 m <sup>3</sup>	1.106 €/m <sup>3</sup>	<b>26.500 €</b>
Leittechnik / Sonstige Peripherie	psch.		<b>183.000 €</b>

<b>Wärmeverteilung</b>			<b>2.722.700 €</b>
Netzpumpe	psch.		<b>9.900 €</b>
Nahwärmeleitung	4.879 trm	406 €/trm	<b>1.980.800 €</b>
Hausanschlüsse	120 Stk.	6.100 €/Stk.	<b>732.000 €</b>

Zwischensumme			<b>4.096.000 €</b>
Unvorhergesehenes	15%		<b>614.400 €</b>
Nebenkosten	12%		<b>491.500 €</b>

<b>Investition vor Förderung</b>		<b>5.201.900 €</b>
<b>Summe Förderung</b>	<b>64,3%</b>	<b>3.343.036 €</b>
<b>KfW 271 (Erneuerb. Energien - Premium)</b>	<b>10,7%</b>	<b>554.740 €</b>
Solarthermie	0%	0 €
Biomassekessel	50 €/kW	40.000 €
Pufferspeicher	250 €/m <sup>3</sup>	6.000 €
Wärmenetz	60 €/trm	292.740 €
Hausanschlüsse	1.800 €/Stk.	216.000 €
<b>RegEnversFöRL MV (ELER)</b>	<b>OPTIONAL: 10,1%</b>	<b>526.529 €</b>
Solarthermie	67%	0 €
Biomassekessel	67%	526.529 €
Pufferspeicher	0%	0 €
Wärmenetz	0%	0 €
<b>KliFöRL MV (EFRE)</b>	<b>53,6%</b>	<b>2.788.296 €</b>
Grundförderung	50%	2.323.580 €
Bonus-Förderung	10%	464.716 €
<b>Investition nach Förderung</b>		<b>1.858.864 €</b>



### **Betriebskostenschätzung**

(Preise sind Nettopreise)

Personalkosten (TBF / KBF)	41.000 €/a
Wartung / Instandhaltung	45.500 €/a
Betriebsmittel / Entsorgung	4.000 €/a
Versicherungen / Abgaben...	30.000 €/a
<b>Summe Betriebskosten</b>	<b>120.500 €/a</b>

### **Verbrauchskostenschätzung**

(Preise sind Nettopreise)

Holz-Hackschnitzel (frei Anlage)	4.385 MWh/a	19,00 €/MWh	83.310 €/a
Flüssiggas	97 MWh/a	70,00 €/MWh	6.810 €/a
Hilfsenergie (Strom)	47.613 kWh/a	25,00 ct/kWh	11.900 €/a
CO <sub>2</sub> -Preis-Umlage	133 t/a	25,00 €/t	3.330 €/a
<b>Summe Verbrauchskosten</b>			<b>105.350 €/a</b>

### **Berechnung Wärmegestehungskosten**

(Preise sind Nettopreise)

<b>Jährliche Kapitalkosten (Annuitätenmethode)</b>	<b>48.938 €</b>
--	-----------------

Zinssatz	1,55% p.a.
Laufzeit	20 a
Restwert	1.391.193 €
KWF	0,0585
RVF	0,0430

<b>Jährliche Betriebskosten (siehe oben)</b>	<b>120.500 €</b>
--	------------------

<b>Jährliche Verbrauchskosten (siehe oben)</b>	<b>105.350 €</b>
--	------------------

<b>Jahreskosten gesamt</b>	<b>274.788 €</b>
Jahresnutzwärmebedarf	3.420 MWh
<b>Wärmegestehungskosten</b>	<b>80,34 €/MWh</b>

Thema: Machbarkeitsstudie zur nachhaltigen Energieversorgung in Hohenkirchen

Projekt: T20.54

Bearbeitungsstand: 18.06.2021

TRIGENIUS  
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG

## Anhang 5

---

### *Kalkulation Nahwärme Hohenkirchen (Biomasse)*

## Zusammenfassung Wärmenetz

### Netzstruktur

Abnehmer	72
Netzlänge	3.220 trm
Wärmebelegung	675 kWh/(trm*a)

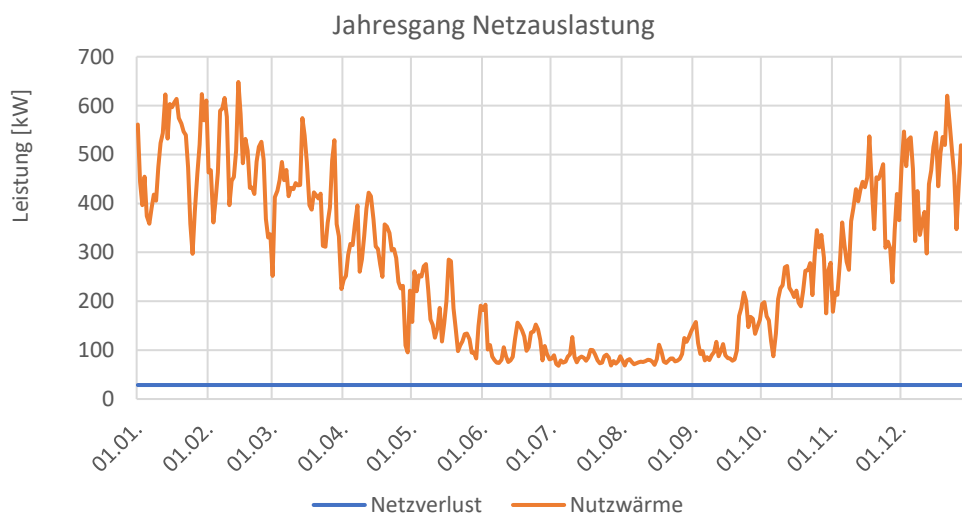
### Wärmebilanz

	Leistung [kW]	Wärme [MWh/a]	
Summe Abnehmer	1.117,7	2.172,7	89,6%
Gleichzeitigkeit	0,92	---	
Netzverlust	28,7	251,0	10,4%
Netzeingang	1.057,2	2.423,8	100,0%

Pumpe (Hilfsenergie)	10,6	3.294 kWh/a
----------------------	------	-------------

### Leitungsbemessung

	Hauptl.	Anschlussl.	Gesamt
Länge	1.780 trm	1.440 trm	3.220 trm
Nennweite (mittel)	DN 80	DN 20	DN 50
Nennweite (max)			DN 100



## Zusammenfassung

### Solarthermie

Kollektorfläche (brutto)	[m <sup>2</sup> ]	0
Grundstücksfläche	[m <sup>2</sup> ]	0

<b>Pufferspeicher</b>	[m <sup>3</sup> ]	15
-----------------------	-------------------	----

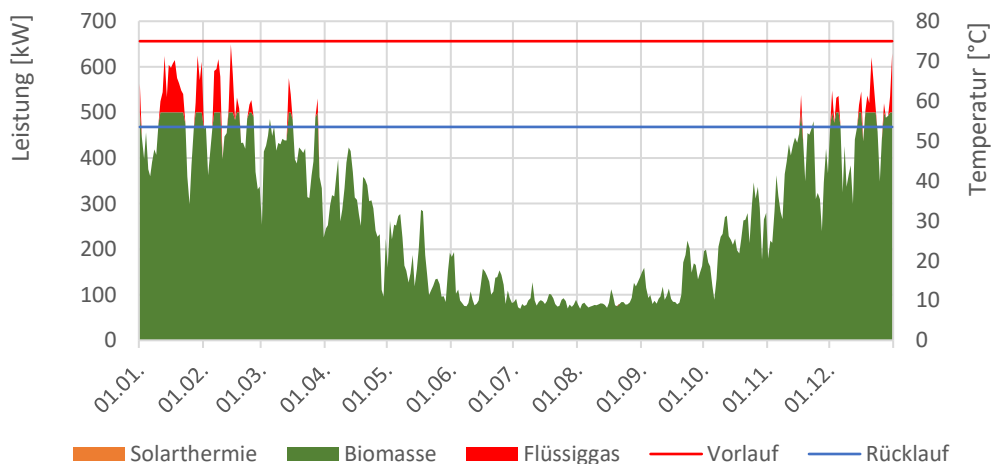
### Wärmeerzeugung

	Leistung [kW]		Wärme [MWh/a]		Auslastung [h/a]
Bedarf frei Netz	1.057	100%	2.424	100%	
Speicherverluste	1	0%	9	0%	
Summe Bedarf	1.058	100%	2.433	100%	
Summe Erzeugung	1.600	151%	2.433	100%	
Solarthermie	---		0	0%	
Biomassekessel	500	47%	2.366	97%	4.731
Gaskessel	1.100	104%	67	3%	61

### Endenergiebedarf

		Biomasse	Flüssiggas	Summe
Brennstoffbedarf	[MWh/a]	2.783,1	70,4	2.853,5
Hilfsenergiebedarf	[kWh/a]	23.657	91	23.748

Jahresgang Wärmeerzeugung



**NW Hohenkirchen - Anschlussgrad 80%**

**Investitionskostenschätzung**

(Preise sind Nettopreise)

		EP	GP
Gebäude (Heizzentrale) psch.			314.000 €
<b>Wärmeerzeugung</b>			<b>628.300 €</b>
Solarthermie-Anlage (inkl. Peripherie)	0 m <sup>2</sup>	866 €/m <sup>2</sup>	0 €
Biomassekesselanlage (inkl. Peripherie)	500 kW	541 €/kW	270.500 €
Spitzenlastkessel (inkl. Peripherie)	1.100 kW	195 €/kW	214.500 €
Pufferspeicher	15 m <sup>3</sup>	1.150 €/m <sup>3</sup>	17.300 €
Leittechnik / Sonstige Peripherie	psch.		126.000 €
<b>Wärmeverteilung</b>			<b>1.609.800 €</b>
Netzpumpe	psch.		6.600 €
Nahwärmeleitung	3.220 trm	408 €/trm	1.315.200 €
Hausanschlüsse	72 Stk.	4.000 €/Stk.	288.000 €
Zwischensumme			2.552.100 €
Unvorhergesehenes	15%		382.800 €
Nebenkosten	12%		306.300 €
<b>Investition vor Förderung</b>			<b>3.241.200 €</b>
<b>Summe Förderung</b>		<b>64,3%</b>	<b>2.085.340 €</b>
<b>KfW 271 (Erneuerb. Energien - Premium)</b>		<b>10,8%</b>	<b>351.550 €</b>
Solarthermie	0%		0 €
Biomassekessel	50 €/kW		25.000 €
Pufferspeicher	250 €/m <sup>3</sup>		3.750 €
Wärmenetz	60 €/trm		193.200 €
Hausanschlüsse	1.800 €/Stk.		129.600 €
<b>RegEnversFöRL MV (ELER)</b>		<b>OPTIONAL: 10,1%</b>	<b>328.904 €</b>
Solarthermie	67%		0 €
Biomassekessel	67%		328.904 €
Pufferspeicher	0%		0 €
Wärmenetz	0%		0 €
<b>KliFöRL MV (EFRE)</b>		<b>53,5%</b>	<b>1.733.790 €</b>
Grundförderung	50%		1.444.825 €
Bonus-Förderung	10%		288.965 €
<b>Investition nach Förderung</b>			<b>1.155.860 €</b>

### **Betriebskostenschätzung**

(Preise sind Nettopreise)

Personalkosten (TBF / KBF)	26.100 €/a
Wartung / Instandhaltung	28.200 €/a
Betriebsmittel / Entsorgung	2.500 €/a
Versicherungen / Abgaben...	18.700 €/a
<b>Summe Betriebskosten</b>	<b>75.500 €/a</b>

### **Verbrauchskostenschätzung**

(Preise sind Nettopreise)

Holz-Hackschnitzel (frei Anlage)	2.783 MWh/a	19,00 €/MWh	52.880 €/a
Flüssiggas	70 MWh/a	70,00 €/MWh	4.930 €/a
Hilfsenergie (Strom)	27.042 kWh/a	25,00 ct/kWh	6.760 €/a
CO <sub>2</sub> -Preis-Umlage	85 t/a	25,00 €/t	2.140 €/a
<b>Summe Verbrauchskosten</b>			<b>66.710 €/a</b>

### **Berechnung Wärmegestehungskosten**

(Preise sind Nettopreise)

<b>Jährliche Kapitalkosten (Annuitätenmethode)</b>	<b>27.691 €</b>
--	-----------------

Zinssatz	1,55% p.a.
Laufzeit	20 a
Restwert	928.702 €
KWF	0,0585
RVF	0,0430

<b>Jährliche Betriebskosten (siehe oben)</b>	<b>75.500 €</b>
--	-----------------

<b>Jährliche Verbrauchskosten (siehe oben)</b>	<b>66.710 €</b>
--	-----------------

<b>Jahreskosten gesamt</b>	<b>169.901 €</b>
Jahresnutzwärmebedarf	2.173 MWh
<b>Wärmegestehungskosten</b>	<b>78,20 €/MWh</b>

Thema: Machbarkeitsstudie zur nachhaltigen Energieversorgung in Hohenkirchen

Projekt: T20.54

Bearbeitungsstand: 18.06.2021

TRIGENIUS  
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG

## Anhang 6

---

### *Kalkulation Nahwärme Hohen Wieschendorf (Biomasse)*



## Zusammenfassung Wärmenetz

### Netzstruktur

Abnehmer	57
Netzlänge	2.343 trm
Wärmebelegung	965 kWh/(trm*a)

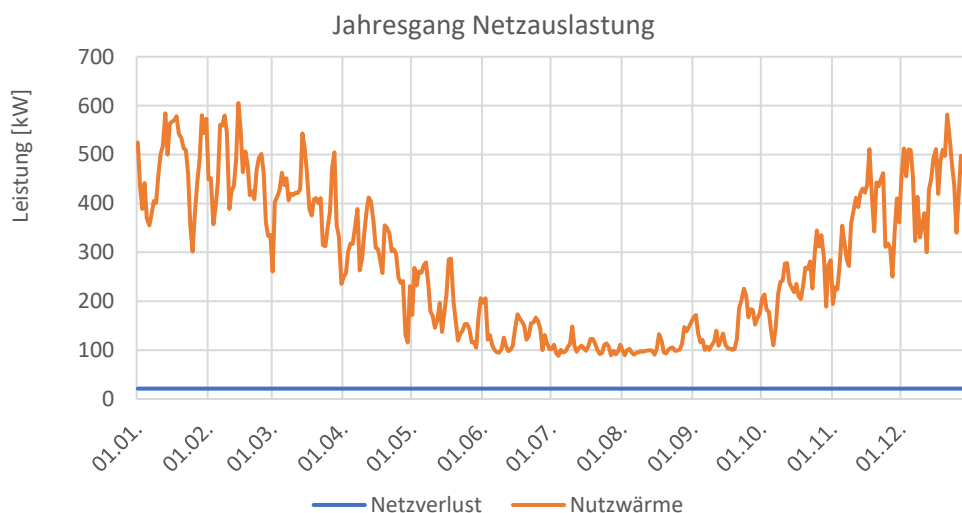
### Wärmebilanz

	Leistung [kW]	Wärme [MWh/a]	
Summe Abnehmer	1.009,8	2.261,5	92,4%
Gleichzeitigkeit	0,97	---	
Netzverlust	21,3	186,3	7,6%
Netzeingang	998,0	2.447,8	100,0%

Pumpe (Hilfsenergie)	6,0	2.030 kWh/a
----------------------	-----	-------------

### Leitungsbemessung

	Hauptl.	Anschlussl.	Gesamt
Länge	1.374 trm	969 trm	2.343 trm
Nennweite (mittel)	DN 65	DN 20	DN 40
Nennweite (max)			DN 80



## Zusammenfassung

### Solarthermie

Kollektorfläche (brutto)	[m <sup>2</sup> ]	0
Grundstücksfläche	[m <sup>2</sup> ]	0

<b>Pufferspeicher</b>	[m <sup>3</sup> ]	15
-----------------------	-------------------	----

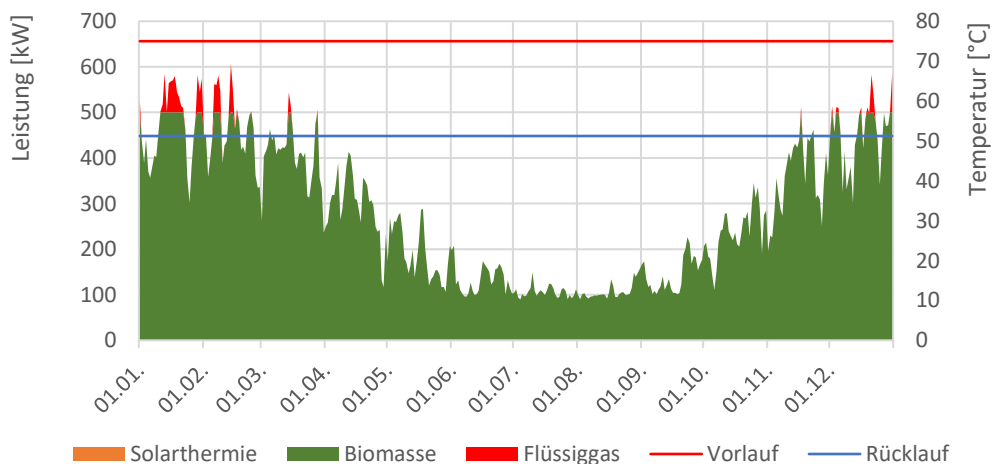
### Wärmeerzeugung

	Leistung [kW]		Wärme [MWh/a]		Auslastung [h/a]
Bedarf frei Netz	998	100%	2.448	100%	
Speicherverluste	1	0%	8	0%	
Summe Bedarf	999	100%	2.456	100%	
Summe Erzeugung	1.500	150%	2.456	100%	
Solarthermie	---		0	0%	
Biomassekessel	500	50%	2.421	99%	4.842
Gaskessel	1.000	100%	35	1%	35

### Endenergiebedarf

		Biomasse	Flüssiggas	Summe
Brennstoffbedarf	[MWh/a]	2.848,1	37,3	2.885,4
Hilfsenergiebedarf	[kWh/a]	24.209	53	24.262

Jahresgang Wärmeerzeugung



**NW Hohen Wieschendorf - Anschlussgrad 80%**

**Investitionskostenschätzung**

(Preise sind Nettopreise)

	EP	GP
Gebäude (Heizzentrale) psch.		<b>302.000 €</b>

<b>Wärmeerzeugung</b>			<b>603.800 €</b>
Solarthermie-Anlage (inkl. Peripherie)	0 m <sup>2</sup>	866 €/m <sup>2</sup>	0 €
Biomassekesselanlage (inkl. Peripherie)	500 kW	541 €/kW	<b>270.500 €</b>
Spitzenlastkessel (inkl. Peripherie)	1.000 kW	195 €/kW	<b>195.000 €</b>
Pufferspeicher	15 m <sup>3</sup>	1.150 €/m <sup>3</sup>	<b>17.300 €</b>
Leittechnik / Sonstige Peripherie	psch.		<b>121.000 €</b>

<b>Wärmeverteilung</b>			<b>1.176.600 €</b>
Netzpumpe	psch.		<b>4.600 €</b>
Nahwärmeleitung	2.343 trm	393 €/trm	<b>921.200 €</b>
Hausanschlüsse	57 Stk.	4.400 €/Stk.	<b>250.800 €</b>

Zwischensumme			<b>2.082.400 €</b>
Unvorhergesehenes	15%		<b>312.400 €</b>
Nebenkosten	12%		<b>249.900 €</b>

<b>Investition vor Förderung</b>		<b>2.644.700 €</b>
<b>Summe Förderung</b>	<b>64,1%</b>	<b>1.695.592 €</b>
<b>KfW 271 (Erneuerb. Energien - Premium)</b>	<b>10,3%</b>	<b>271.930 €</b>
Solarthermie	0%	0 €
Biomassekessel	50 €/kW	25.000 €
Pufferspeicher	250 €/m <sup>3</sup>	3.750 €
Wärmenetz	60 €/trm	140.580 €
Hausanschlüsse	1.800 €/Stk.	102.600 €
<b>RegEnversFöRL MV (ELER)</b>	<b>OPTIONAL: 12,4%</b>	<b>329.173 €</b>
Solarthermie	67%	0 €
Biomassekessel	67%	329.173 €
Pufferspeicher	0%	0 €
Wärmenetz	0%	0 €
<b>KliFöRL MV (EFRE)</b>	<b>53,8%</b>	<b>1.423.662 €</b>
Grundförderung	50%	1.186.385 €
Bonus-Förderung	10%	237.277 €
<b>Investition nach Förderung</b>		<b>949.108 €</b>

### **Betriebskostenschätzung**

(Preise sind Nettopreise)

Personalkosten (TBF / KBF)	27.100 €/a
Wartung / Instandhaltung	22.900 €/a
Betriebsmittel / Entsorgung	2.000 €/a
Versicherungen / Abgaben...	15.300 €/a
<b>Summe Betriebskosten</b>	<b>67.300 €/a</b>

### **Verbrauchskostenschätzung**

(Preise sind Nettopreise)

Holz-Hackschnitzel (frei Anlage)	2.848 MWh/a	19,00 €/MWh	54.110 €/a
Flüssiggas	37 MWh/a	70,00 €/MWh	2.610 €/a
Hilfsenergie (Strom)	26.292 kWh/a	25,00 ct/kWh	6.570 €/a
CO <sub>2</sub> -Preis-Umlage	77 t/a	25,00 €/t	1.930 €/a
<b>Summe Verbrauchskosten</b>			<b>65.220 €/a</b>

### **Berechnung Wärmegestehungskosten**

(Preise sind Nettopreise)

<b>Jährliche Kapitalkosten (Annuitätenmethode)</b>	<b>25.579 €</b>
--	-----------------

Zinssatz	1,55% p.a.
Laufzeit	20 a
Restwert	696.555 €
KWF	0,0585
RVF	0,0430

<b>Jährliche Betriebskosten (siehe oben)</b>	<b>67.300 €</b>
--	-----------------

<b>Jährliche Verbrauchskosten (siehe oben)</b>	<b>65.220 €</b>
--	-----------------

<b>Jahreskosten gesamt</b>	<b>158.099 €</b>
Jahresnutzwärmebedarf	2.262 MWh
<b>Wärmegestehungskosten</b>	<b>69,91 €/MWh</b>

Thema: Machbarkeitsstudie zur nachhaltigen Energieversorgung in Hohenkirchen

Projekt: T20.54

Bearbeitungsstand: 18.06.2021

TRIGENIUS  
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG

## Anhang 7

---

### *Kalkulation Nahwärme Wahrstorf (Biomasse)*

## Zusammenfassung Wärmenetz

### Netzstruktur

Abnehmer	33
Netzlänge	1.152 trm
Wärmebelegung	1.164 kWh/(trm*a)

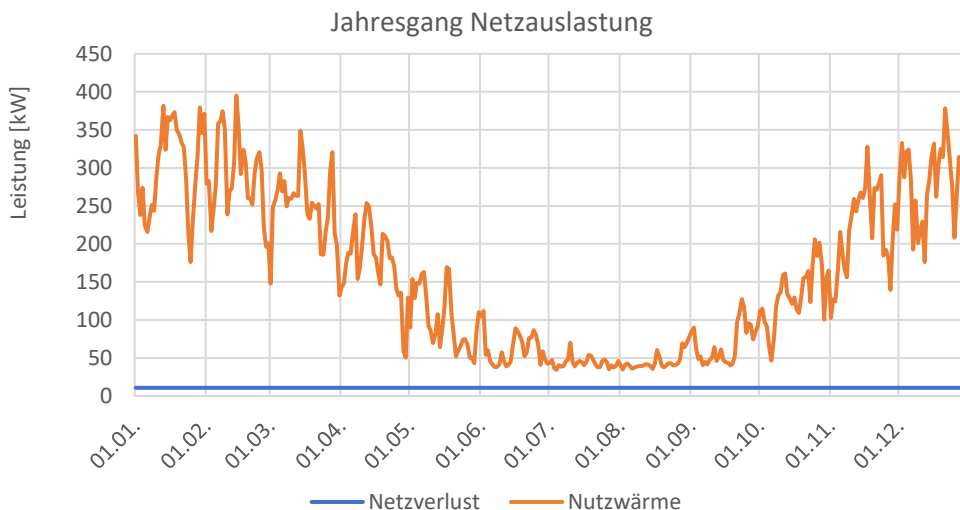
### Wärmebilanz

	Leistung [kW]	Wärme [MWh/a]	
Summe Abnehmer	696,6	1.340,0	93,4%
Gleichzeitigkeit	0,95	---	
Netzverlust	10,8	94,7	6,6%
Netzeingang	671,0	1.434,7	100,0%

Pumpe (Hilfsenergie)	4,6	1.272 kWh/a
----------------------	-----	-------------

### Leitungsbemessung

	Hauptl.	Anschlussl.	Gesamt
Länge	657 trm	495 trm	1.152 trm
Nennweite (mittel)	DN 65	DN 20	DN 40
Nennweite (max)			DN 80



## Zusammenfassung

### Solarthermie

Kollektorfläche (brutto)	[m <sup>2</sup> ]	0
Grundstücksfläche	[m <sup>2</sup> ]	0

<b>Pufferspeicher</b>	[m <sup>3</sup> ]	9
-----------------------	-------------------	---

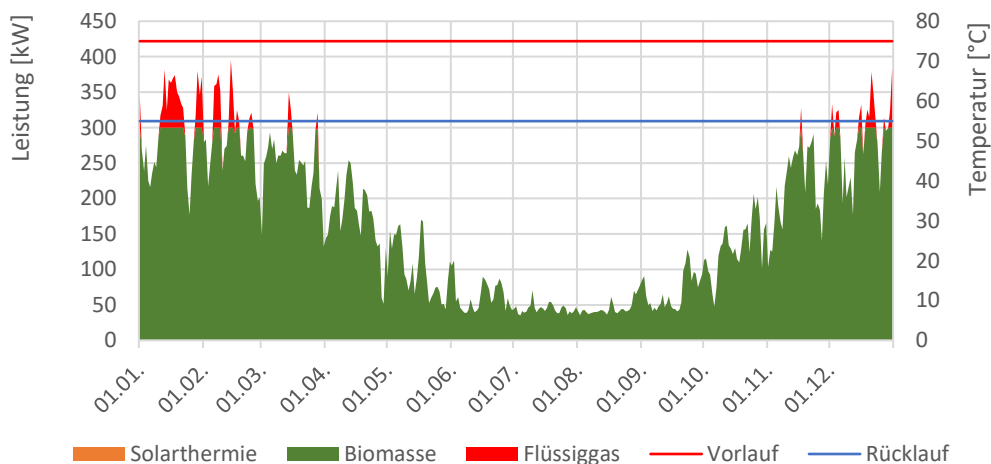
### Wärmeerzeugung

	Leistung [kW]		Wärme [MWh/a]		Auslastung [h/a]
Bedarf frei Netz	671	100%	1.435	100%	
Speicherverluste	1	0%	5	0%	
Summe Bedarf	672	100%	1.440	100%	
Summe Erzeugung	1.000	149%	1.440	100%	
Solarthermie	---		0	0%	
Biomassekessel	300	45%	1.395	97%	4.651
Gaskessel	700	104%	45	3%	64

### Endenergiebedarf

		Biomasse	Flüssiggas	Summe
Brennstoffbedarf	[MWh/a]	1.641,4	47,2	1.688,6
Hilfsenergiebedarf	[kWh/a]	13.952	96	14.048

Jahresgang Wärmeerzeugung





## NW Wahrstorf - Anschlussgrad 80%

### Investitionskostenschätzung

(Preise sind Nettopreise)

	EP	GP
Gebäude (Heizzentrale) psch.		237.000 €

<b>Wärmeerzeugung</b>			<b>474.900 €</b>
Solarthermie-Anlage (inkl. Peripherie)	0 m <sup>2</sup>	866 €/m <sup>2</sup>	0 €
Biomassekesselanlage (inkl. Peripherie)	300 kW	773 €/kW	231.900 €
Spitzenlastkessel (inkl. Peripherie)	700 kW	195 €/kW	136.500 €
Pufferspeicher	10 m <sup>3</sup>	1.150 €/m <sup>3</sup>	11.500 €
Leittechnik / Sonstige Peripherie	psch.		95.000 €

<b>Wärmeverteilung</b>			<b>598.800 €</b>
Netzpumpe	psch.		2.300 €
Nahwärmeleitung	1.152 trm	392 €/trm	451.300 €
Hausanschlüsse	33 Stk.	4.400 €/Stk.	145.200 €

Zwischensumme			1.310.700 €
Unvorhergesehenes	15%		196.600 €
Nebenkosten	12%		157.300 €

<b>Investition vor Förderung</b>		<b>1.664.600 €</b>
<b>Summe Förderung</b>	<b>63,5%</b>	<b>1.057.168 €</b>
<b>KfW 271 (Erneuerb. Energien - Premium)</b>	<b>8,8%</b>	<b>146.020 €</b>
Solarthermie	0%	0 €
Biomassekessel	50 €/kW	15.000 €
Pufferspeicher	250 €/m <sup>3</sup>	2.500 €
Wärmenetz	60 €/trm	69.120 €
Hausanschlüsse	1.800 €/Stk.	59.400 €
<b>RegEnversFöRL MV (ELER)</b>	<b>OPTIONAL: 17,1%</b>	<b>285.344 €</b>
Solarthermie	67%	0 €
Biomassekessel	67%	285.344 €
Pufferspeicher	0%	0 €
Wärmenetz	0%	0 €
<b>KliFöRL MV (EFRE)</b>	<b>54,7%</b>	<b>911.148 €</b>
Grundförderung	50%	759.290 €
Bonus-Förderung	10%	151.858 €
<b>Investition nach Förderung</b>		<b>607.432 €</b>

### **Betriebskostenschätzung**

(Preise sind Nettopreise)

Personalkosten (TBF / KBF)	16.100 €/a
Wartung / Instandhaltung	14.200 €/a
Betriebsmittel / Entsorgung	1.300 €/a
Versicherungen / Abgaben...	9.600 €/a
<b>Summe Betriebskosten</b>	<b>41.200 €/a</b>

### **Verbrauchskostenschätzung**

(Preise sind Nettopreise)

Holz-Hackschnitzel (frei Anlage)	1.641 MWh/a	19,00 €/MWh	31.190 €/a
Flüssiggas	47 MWh/a	70,00 €/MWh	3.300 €/a
Hilfsenergie (Strom)	15.319 kWh/a	25,00 ct/kWh	3.830 €/a
CO <sub>2</sub> -Preis-Umlage	52 t/a	25,00 €/t	1.290 €/a
<b>Summe Verbrauchskosten</b>			<b>39.610 €/a</b>

### **Berechnung Wärmegestehungskosten**

(Preise sind Nettopreise)

<b>Jährliche Kapitalkosten (Annuitätenmethode)</b>	<b>18.766 €</b>
--	-----------------

Zinssatz	1,55% p.a.
Laufzeit	20 a
Restwert	390.138 €
KWF	0,0585
RVF	0,0430

<b>Jährliche Betriebskosten (siehe oben)</b>	<b>41.200 €</b>
--	-----------------

<b>Jährliche Verbrauchskosten (siehe oben)</b>	<b>39.610 €</b>
--	-----------------

<b>Jahreskosten gesamt</b>	<b>99.576 €</b>
Jahresnutzwärmebedarf	1.340 MWh
<b>Wärmegestehungskosten</b>	<b>74,31 €/MWh</b>

Thema: Machbarkeitsstudie zur nachhaltigen Energieversorgung in Hohenkirchen

Projekt: T20.54

Bearbeitungsstand: 18.06.2021

TRIGENIUS  
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG

## Anhang 8

---

### *Kalkulation kalte Nahwärme Hohen Wieschendorf (oberflächennahe Geothermie)*

## Zusammenfassung Kaltes Wärmenetz

### Netzstruktur

Abnehmer	90
Netzlänge	3.450 trm

### Energiebilanz

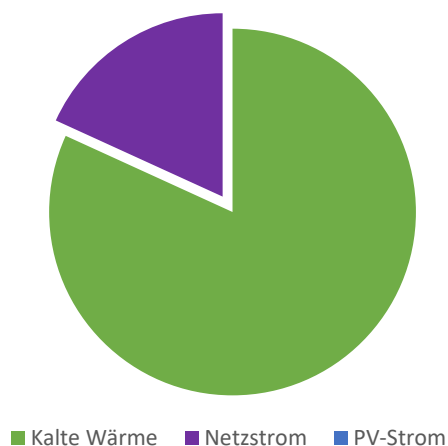
	Leistung [kW]	Wärme / Arbeit [MWh/a]
Wärmebedarf Abnehmer / Erzeugung Wärmepumpen	444	924,8
<i>mittl. Jahres-Arbeitszahl</i>		4,5
Wärmepumpenstrom		205,5 100,0%
<i>davon Netzstrom</i>		205,5 100,0%
<i>davon PV-Strom</i>		0,0 0,0%
Kalte Wärme (Netz)	311	719,3

Netzpumpe (Hilfsenergie)	8,7	3,23 MWh/a
--------------------------	-----	------------

### Leitungsbemessung

	Hauptl.	Anschlussl.	Gesamt
Länge	1.200 trm	2.250 trm	3.450 trm
Nennweite (mittel)	DN 80	DN 20	DN 40
Nennweite (max)			DN 100

Quellen Wärmebereitstellung



## **Zusammenfassung Oberflächennahe Geothermie**

### **Auslegung**

Sondenfeld		
Sondenanzahl	[Stk ]	76
Sondenlänge	[m]	80
Grundfläche	[m²]	2.736

Kollektorfeld		
Anzahl Kollektorstränge	[Stk ]	78
Stranglänge	[m]	200
Grundfläche	[m²]	12.480

### **Energiebilanz**

Bedarf frei Netz = Entzug	[MWh/a]	719	
Hilfsenergiebedarf	[MWh/a]	1,44	0,76

### Kalte Nahwärme Hohen Wieschendorf - ohne PV

#### Investitionskostenschätzung

(Preise sind Nettopreise)

		EP	GP
Sondenfeld (inkl. Verrohrung)	76 Stk	6.900 €/Stk.	524.400 €
Kaltwärmenetz	3.450 trm	80 €/trm	276.000 €
Hausanschlüsse	90 Stk	2.100 €/Stk	189.000 €
Wärmepumpen inkl. Speicher	90 Stk	10.000 €/Stk	900.000 €
Peripherie	psch.		47.000 €
Zwischensumme			1.936.400 €
Unvorhergesehenes	15%		290.500 €
Nebenkosten	12%		232.400 €

<b>Investition vor Förderung</b>		<b>2.459.300 €</b>
<b>Summe Förderung</b>	<b>40,0%</b>	<b>983.720 €</b>
<b>Wärmenetze 4.0</b>	<b>40,0%</b>	<b>983.720 €</b>
Grundförderung	30%	737.790 €
KMU-Bonus	10%	245.930 €
<b>Investition nach Förderung</b>		<b>1.475.580 €</b>

#### Betriebskostenschätzung

(Preise sind Nettopreise)

Personalkosten (TBF / KBF)	5.500 €/a
Wartung / Instandhaltung	36.890 €/a
Versicherungen / Abgaben...	14.200 €/a
<b>Summe Betriebskosten</b>	<b>56.590 €/a</b>

#### Verbrauchskostenschätzung

(Preise sind Nettopreise)

PV-Strom (Wärmepumpen)	0 MWh/a	10,00 ct/kWh	0 €/a
Wärmepumpenstrom (Netz)	206 MWh/a	20,00 ct/kWh	41.100 €/a
Hilfsenergie (Strom - Netz)	5 MWh/a	25,00 ct/kWh	1.170 €/a
CO <sub>2</sub> -Preis-Umlage	102 t/a	25,00 €/t	2.540 €/a
<b>Summe Verbrauchskosten</b>			<b>44.810 €/a</b>

#### Berechnung Wärmegestehungskosten

(Preise sind Nettopreise)

<b>Jährliche Kapitalkosten (Annuitätenmethode)</b>	<b>67.341 €</b>
--	-----------------

Zinssatz	1,55% p.a.
Laufzeit	20 a
Restwert	442.213 €
KWF	0,0585
RVF	0,0430

<b>Jährliche Betriebskosten (siehe oben)</b>	<b>56.590 €</b>
--	-----------------

<b>Jährliche Verbrauchskosten (siehe oben)</b>	<b>44.810 €</b>
--	-----------------

<b>Jahreskosten gesamt</b>	<b>168.740 €</b>
Jahresnutzwärmebedarf	925 MWh
<b>Wärmegestehungskosten</b>	<b>182,47 €/MWh</b>

Thema: Machbarkeitsstudie zur nachhaltigen Energieversorgung in Hohenkirchen

Projekt: T20.54

Bearbeitungsstand: 18.06.2021

TRIGENIUS  
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG

## Anhang 9

---

### *Kalkulation kalte Nahwärme Niendorf (oberflächennahe Geothermie)*



## Zusammenfassung Kaltes Wärmenetz

### Netzstruktur

Abnehmer	67
Netzlänge	2.205 trm

### Energiebilanz

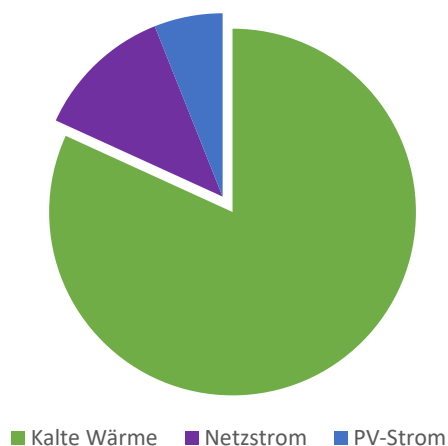
	Leistung [kW]	Wärme / Arbeit [MWh/a]
Wärmebedarf Abnehmer / Erzeugung Wärmepumpen	117	296,0
<i>mittl. Jahres-Arbeitszahl</i>		4,5
Wärmepumpenstrom		65,8 100,0%
<i>davon Netzstrom</i>		43,9 66,8%
<i>davon PV-Strom</i>		21,8 33,2%
Kalte Wärme (Netz)	82	230,2

Netzpumpe (Hilfsenergie)	2,3	1,32 MWh/a
--------------------------	-----	------------

### Leitungsbemessung

	Hauptl.	Anschlussl.	Gesamt
Länge	1.200 trm	1.005 trm	2.205 trm
Nennweite (mittel)	DN 50	DN 20	DN 32
Nennweite (max)			DN 65

Quellen Wärmebereitstellung



## **Zusammenfassung Oberflächennahe Geothermie**

### **Auslegung**

Sondenfeld		
Sondenanzahl	[Stk ]	17
Sondenlänge	[m]	100
Grundfläche	[m²]	612

Kollektorfeld		
Anzahl Kollektorstränge	[Stk ]	21
Stranglänge	[m]	200
Grundfläche	[m²]	3.360

### **Energiebilanz**

Bedarf frei Netz = Entzug	[MWh/a]	230	
Hilfsenergiebedarf	[MWh/a]	0,47	0,30

## Kalte Nahwärme Niendorf - mit PV

### Investitionskostenschätzung

(Preise sind Nettopreise)

		EP	GP
Kollektorfeld (inkl. Verrohrung)	3.500 m <sup>2</sup>	37 €/m <sup>2</sup>	129.500 €
Kaltwärmenetz	2.205 trm	80 €/trm	176.400 €
Hausanschlüsse	67 Stk	2.100 €/Stk	140.700 €
Wärmepumpen inkl. Speicher	67 Stk	10.000 €/Stk	670.000 €
Peripherie	psch.		28.000 €
Zwischensumme			1.144.600 €
Unvorhergesehenes	15%		171.700 €
Nebenkosten	12%		137.400 €

<b>Investition vor Förderung</b>		<b>1.453.700 €</b>
<b>Summe Förderung</b>	<b>40,0%</b>	<b>581.480 €</b>
<b>Wärmenetze 4.0</b>	<b>40,0%</b>	<b>581.480 €</b>
Grundförderung	30%	436.110 €
KMU-Bonus	10%	145.370 €
<b>Investition nach Förderung</b>		<b>872.220 €</b>

### Betriebskostenschätzung

(Preise sind Nettopreise)

Personalkosten (TBF / KBF)	1.800 €/a
Wartung / Instandhaltung	21.806 €/a
Versicherungen / Abgaben...	8.400 €/a
<b>Summe Betriebskosten</b>	<b>32.006 €/a</b>

### Verbrauchskostenschätzung

(Preise sind Nettopreise)

PV-Strom (Wärmepumpen)	21,8 MWh/a	10,00 ct/kWh	2.180 €/a
Wärmepumpenstrom (Netz)	43,9 MWh/a	20,00 ct/kWh	8.790 €/a
Hilfsenergie (Strom - Netz)	1,6 MWh/a	25,00 ct/kWh	410 €/a
CO <sub>2</sub> -Preis-Umlage	23 t/a	25,00 €/t	580 €/a
<b>Summe Verbrauchskosten</b>			<b>11.960 €/a</b>

### Berechnung Wärmegestehungskosten

(Preise sind Nettopreise)

<b>Jährliche Kapitalkosten (Annuitätenmethode)</b>	<b>43.947 €</b>
--	-----------------

Zinssatz	1,55% p.a.
Laufzeit	20 a
Restwert	165.159 €
KWF	0,0585
RVF	0,0430

<b>Jährliche Betriebskosten (siehe oben)</b>	<b>32.006 €</b>
--	-----------------

<b>Jährliche Verbrauchskosten (siehe oben)</b>	<b>11.960 €</b>
--	-----------------

<b>Jahreskosten gesamt</b>	<b>87.912 €</b>
Jahresnutzwärmebedarf	296 MWh
<b>Wärmegestehungskosten</b>	<b>297,05 €/MWh</b>