

# Gemeinde Kalkhorst

## Beschlussvorlage

BV/04/23/066

öffentlich

## Projektentwicklung Regenerative Energieversorgung, hier: Abschluss der integrierten Quartierskonzepte

<i>Organisationseinheit:</i> Bauwesen <i>Bearbeiter:</i> Antje Hettenhaußen	<i>Datum</i> 23.08.2023 <i>Verfasser:</i> Hettenhaußen, Antje
--	--

<i>Beratungsfolge</i>	<i>Geplante Sitzungstermine</i>	<i>Ö / N</i>
Gemeindevertretung Kalkhorst (Entscheidung)	29.08.2023	Ö

### Sachverhalt:

Die von der Gemeindevertretung beschlossenen Integrativen Quartierskonzepte liegen nun vor.

Die Quartierskonzepte für die Ortsteile Kalkhorst, Elmenhorst und Groß Schwansee werden durch die KfW-Bank gefördert und sind die Voraussetzung für die Förderung eines Sanierungsmanagers. Dieser wird in den Wärmeversorgungsprojekten als Koordinator und Ansprechpartner für die Haushalte/Eigentümer fungieren.

Die Quartierskonzepte basieren zum größten Teil auf der Machbarkeitsstudie zur Regenerativen Energieversorgung aus dem Jahr 2021 und wurden um die von der KfW vorgegebenen Themen ergänzt.

Die Gemeinde wird gebeten, den Konzepten zuzustimmen.

### Beschlussvorschlag:

Die Gemeindevertretung der Gemeinde Kalkhorst beschließt, die integrierten Quartierskonzepte der Ortsteile Kalkhorst, Elmenhorst und Groß Schwansee (Stand: Juli 2023) zu bestätigen.

### 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	T2303 20230713 Bericht QK Groß Schwansee KOMPLETT öffentlich
2	T2304 20230713 Bericht QK Kalkhorst KOMPLETT öffentlich
3	T2302 20230713 Bericht QK Elmenhorst KOMPLETT öffentlich

# Integriertes Quartierskonzept

## *für das Quartier Groß Schwansee*



**Auftraggeber:**

Gemeinde Kalkhorst  
Über das Amt Klützer Winkel  
Klimaschutzmanagement  
Schloßstraße 1  
23948 Klütz

**Erstellt durch:**

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



## Inhaltsverzeichnis

1	Hintergrund und Aufgabenstellung .....	5
2	Grundlagenermittlung .....	6
2.1	Geografische Lage .....	6
2.2	Quartier Groß Schwansee .....	7
2.3	Demografische Lage .....	8
2.4	Wirtschaftlich-infrastrukturelle Situation: .....	8
2.5	Kartografische Daten .....	8
2.6	Statistische Daten .....	10
2.7	Auswertung der planerischen Situation .....	10
2.8	Lokale Akteure .....	10
2.9	Analyse der aktuellen Anbindung an ÖPNV, Radwegenetz, Ladeinfrastruktur .....	10
3	Energie- und Treibhausgasbilanz .....	14
3.1	Wärme- und Strombedarf .....	14
3.2	Vorhandene Anlagen zur Nutzung Erneuerbarer Energien .....	16
3.3	Bilanzierungsergebnisse .....	16
4	Potenzialanalyse .....	23
4.1	Grundlegendes zur Potenzialanalyse .....	23
4.2	Energetische Gebäudesanierung .....	24
4.3	Energetische Biomassenutzung .....	25
4.4	Solar-Aufdachanlagen .....	29
4.5	PV-Freiflächen .....	32
4.6	Windenergie .....	32
4.7	Zusammenfassung .....	32
5	Versorgungslösungen .....	35
5.1	Stufe 1 (2030): Biomassefeuerung .....	35
5.2	Stufe 2 (2035): Biomassefeuerung + Solarthermie .....	48
5.3	Stufe 3 (2040): Solarthermie, Wärmepumpe und Saisonalwärmespeicher .....	54
5.4	Sensitivitätsanalyse .....	62
6	Betreibermodelle .....	64
6.1	Unternehmensformen .....	64
6.2	Betreibermodelle .....	65
6.3	Situation vor Ort .....	66
7	Maßnahmen .....	67
7.1	Maßnahmenübersicht .....	67
7.2	Maßnahmen im Detail .....	68
8	Sonstiges .....	75
9	Zusammenfassung und Handlungsempfehlungen .....	78
9.1	Planung und Realisierung biomassebasierte Nahwärme .....	79
9.2	Regionale und überregionale Vernetzung .....	80
9.3	Lokale Vernetzung .....	80
9.4	Publikation neutraler Energie- und Fördermittelberatungsangebote .....	81
9.5	Schaffung lokaler Beratungsangebote .....	81
10	Quellverzeichnis .....	82



## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Lageübersicht.....	6
Abb. 2: Überblick Quartier .....	7
Abb. 3: Straßenverkehrsplan Groß Schwansee (ORKa.MV) .....	11
Abb. 4: Liniennetz NAHBUS-GmbH .....	12
Abb. 5: Karte Ladesäulen; Quelle: Ladesäulenregister der Bundesnetzagentur .....	13
Abb. 6: Nutzfläche nach Sektor .....	17
Abb. 7: Rückmeldequote und Interessenlage .....	17
Abb. 8: Wärmebedarf nach Sektor .....	18
Abb. 9: Karte: Wärmebedarfsdichte .....	19
Abb. 10: Strombedarf nach Sektor und Ortsteil.....	20
Abb. 11 - Karte Strombedarf.....	20
Abb. 12: Endenergiebedarf nach Energieträger .....	21
Abb. 13: Treibhausgasemissionen nach Energieträger .....	22
Abb. 14: Wärme-Einsparpotenzial Gebäudesanierung .....	25
Abb. 15: Karte Bodennutzungsarten .....	26
Abb. 16: Energetisches Potenzial Biomasse.....	28
Abb. 17: Treibhausgasminderungspotenzial Biomasse .....	29
Abb. 18: Energetisches Potenzial solarer Aufdachanlagen .....	31
Abb. 19: Treibhausgasminderungspotenzial solarer Aufdachanlagen.....	31
Abb. 20: Zusammenfassung energetische Potenziale .....	33
Abb. 21: Zusammenfassung Treibhausgasminderungspotenzial .....	34
Abb. 22: Übersicht funktionale Konzeption Stufe 1 .....	36
Abb. 23: Heizhaus (Beispiel) .....	36
Abb. 24: Flächenbedarf Biomasseheizwerke .....	37
Abb. 25: Raumkonzept Heizzentrale (500 kW Biomasse) .....	38
Abb. 26: Raumkonzept Heizwerk (12 MW Biomasse) .....	38
Abb. 27: Brennstoffanlieferung .....	39
Abb. 28: Holz-Hackschnitzelkessel .....	40
Abb. 29: Pufferspeicher .....	40
Abb. 30: Nahwärmeleitungen .....	41
Abb. 31: Wärmeübergabestation.....	41
Abb. 32: Karte Versorgungsgebiet Stufe 1 .....	42
Abb. 33: Jahresgang Stufe 1 (AG 80%) .....	44
Abb. 34: Treibhausgaseinsparung Stufe 1 (AG 80%) .....	45
Abb. 35: Investitionsschätzung und Förderung Stufe 1 (AG 80%).....	46
Abb. 36: Wärmegestehungskosten Stufe 1 (AG 80%) .....	47
Abb. 37: Übersicht funktionale Konzeption Stufe 2 .....	48
Abb. 38: Beispiel Solarthermie-Freifläche .....	49
Abb. 39: Solarthermie-Kalkulation mit ScenoCalc (Bsp.) .....	50
Abb. 40: Karte Versorgungsgebiet Stufe 2 .....	51
Abb. 41: Jahresgang Stufe 2 (AG 100%) .....	53
Abb. 42: Treibhausgaseinsparung Stufe 2 (AG 100%) .....	54
Abb. 43: Übersicht funktionale Konzeption Stufe 3 .....	55
Abb. 44: Karte Versorgungsgebiet Stufe 3 .....	57
Abb. 45: Jahresgang Stufe 3 (AG 100%) .....	59
Abb. 46: Treibhausgaseinsparung Stufe 3 (AG 100%) .....	60
Abb. 47: Alternative Standorte zur Energiegewinnung .....	61

Abb. 48: Sensitivität Anschlussgrad .....	62
Abb. 49: Sensitivität Förderquote .....	63
Abb. 50: Sensitivität Brennstoffpreis .....	63

## Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Emissionsfaktoren nach GEMIS .....	15
Tab. 2: Nutzfläche nach Sektor .....	16
Tab. 3: Rückmeldequote und Interessenlage nach Ortsteilen .....	17
Tab. 4: Wärmebedarf nach Sektor .....	18
Tab. 5: Strombedarf nach Sektor .....	19
Tab. 6: Endenergiebedarf der Wärmeversorgung nach Energieträger .....	21
Tab. 7: Treibhausgasemissionen der Wärmeversorgung nach Energieträger .....	22
Tab. 8: Wärme-Einsparpotenzial Gebäudesanierung nach Sektor .....	25
Tab. 9: THG-Einsparpotenzial Gebäudesanierung .....	25
Tab. 10: Energetisches Potenzial Biomasse .....	28
Tab. 11: Treibhausgasminderungspotenzial Biomasse .....	29
Tab. 12: Energetisches Potenzial solarer Aufdachanlagen .....	31
Tab. 13: Treibhausgasminderungspotenzial solarer Aufdachanlagen .....	31
Tab. 14: Zusammenfassung energetische Potenziale .....	33
Tab. 15: Zusammenfassung Treibhausgasminderungspotenzial .....	33
Tab. 16: Wärmebilanz Stufe 1 (AG 80%) .....	43
Tab. 17: Endenergiebedarf und THG-Emissionen Stufe 1 (AG 80%) .....	44
Tab. 18: Investitionsschätzung und Förderung Stufe 1 (AG 80%) .....	46
Tab. 19: Wärmegestehungskosten Stufe 1 (AG 80%) .....	47
Tab. 20: Wärmebilanz Stufe 2 (AG 100%) .....	52
Tab. 21: Endenergiebedarf und THG-Emissionen Stufe 2 (AG 100%) .....	53
Tab. 22: Wärmebilanz Stufe 3 (AG 100%) .....	58
Tab. 23: Endenergiebedarf und THG-Emissionen Stufe 3 (AG 100%) .....	59

## Anhänge

Anhang 1:	Karten
Anhang 2:	Kalkulation Ausbaustufe1-3

# 1 Hintergrund und Aufgabenstellung

Die Gemeinde Kalkhorst 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 tiefgreifenden 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 sowie Industrie 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 Erstellung eines integrierten Quartierskonzepts. Als Basis hierfür soll eine bereits vorhandene Machbarkeitsstudie dienen, in der neben der kompletten Gemeinde und ihren unterschiedlichen Potenzialen auch schon die maßgeblichen Energieverbrauchssektoren der einzelnen Ortsteile und der möglichen Aufbau einer Energieversorgungsinfrastruktur auf Basis regional verfügbarer erneuerbarer Energiequellen betrachtet wurden. Nachdem in dem vorausgegangenen Konzept die komplette Gemeinde Kalkhorst betrachtet wurde, soll jetzt in den vielversprechendsten Quartieren der Fokus auf die Potenziale für ein Nahwärmenetz, die Sanierung wohnungswirtschaftlicher Gebäude, die ergänzende Betrachtung des Stromsektors und den Ausbau der quartiersbezogenen Mobilität gelegt werden. Als eines dieser Quartiere wurde Groß Schwansee identifiziert.

Ziel ist die Darstellung und Bewertung bestehender Energiebedarfe und Potenziale sowie die umsetzungsorientierte Ableitung möglicher Handlungsansätze zur Steigerung der Energieeffizienz, zum Aufbau einer Energieversorgung auf Basis regional verfügbarer Quellen sowie zur Verbesserung der quartiersbezogenen Mobilität. Das Quartierskonzept soll damit eine belastbare Entscheidungs- und Planungsgrundlage für nachfolgende konkrete Schritte zur Schaffung einer zukunftsfähigen und nachhaltigen Versorgungsinfrastruktur bilden. 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.

## 2 Grundlagenermittlung

### 2.1 Geografische Lage

Die Gemeinde Kalkhorst gehört mit neun weiteren Gemeinden zum Amt Klützer Winkel. Das Amt Klützer Winkel befindet sich im Nordwesten des Bundeslandes Mecklenburg-Vorpommern, in Nachbarschaft zu den ebenfalls zum Landkreis Nordwestmecklenburg gehörenden Ämtern Schönberger Land, Grevesmühlen – Land sowie Gadebusch. Des Weiteren grenzt im Westen das Schleswig-Holsteinische Herzogtum Lauenburg an. Die Gemeinde Groß Schwansee liegt damit in unmittelbarer Nähe zum Ostseeraum mit den Hansestädten Lübeck und Wismar sowie in relativer Nähe zur Landeshauptstadt Schwerin.



Abb. 1: Lageübersicht

## 2.2 Quartier Groß Schwansee

In Absprache mit dem Auftraggeber und relevanten größeren Akteuren, wurde ein Quartier identifiziert, das besonders geeignet scheint, um Maßnahmen zur dezentralen Wärmeversorgung umzusetzen und dabei umliegende Potenziale von erneuerbaren Energiequellen optimal zu nutzen. Das Quartier Groß Schwansee erstreckt sich über Seeweg, Buchenweg, Strandweg und Lindenstraße, wie nachfolgend in Abb. 2 dargestellt.



Abb. 2: Überblick Quartier

Das Quartier ist maßgeblich durch private Wohngebäude bzw. Ein- und Mehrfamilienhäuser geprägt. Aufgrund des alten Sanierungsstandards der Gebäude und veralteter Technik zur Wärmebereitstellung sowie teilweise nicht vorhandener Gasinfrastruktur in der Gemeinde Kalkhorst ist das Quartier besonders gut geeignet, um mit einem hohen Anschlussgrad durch Nahwärme versorgt zu werden.

## 2.3 Demografische Lage

Die Altersstruktur in der Gemeinde Kalkhorst<sup>1</sup> wird von der Altersklasse 35-74-jähriger (ca. 63%) dominiert. Das Maximum liegt dabei in den Altersgruppen von 55 - 64 Jahren. Der Anteil bis 20-jähriger liegt im Jahr 2020 bei ca. 20% und entspricht somit in etwa dem bundesdeutschen Durchschnitt. Der Anteil an Einwohnern über 65 Jahre liegt bei ca. 17%. Dabei herrscht in der Region ein relativ ausgeglichenes Geschlechterverhältnis.

## 2.4 Wirtschaftlich-infrastrukturelle Situation:

Die Gemeinde Kalkhorst ist nur durch das Liniennetz der NAHBUS Nordwestmecklenburg GmbH an den öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) angeschlossen.

Durch die Bundesstraße B105 und Landesstraße L01 ist Groß Schwansee zudem indirekt an die Bundesautobahn (BAB) 20 angeschlossen und hat somit auch einen direkten Zugang zum Seehafen in Wismar sowie zum nahegelegenen Regionalflughafen Lübeck.

Die nächstgelegenen Mittelzentren Grevesmühlen und Wismar sowie das Oberzentrum Schwerin sind mittels öffentlicher Verkehrsmittel mehrmals täglich erreichbar. Zudem ist die Region als Teil der Metropolregion Hamburg (MRH) in einem ständigen Informationsaustausch und profitiert von den dynamischen und innovativen Entwicklungsprozessen aller Mitglieder der MRH.

Die Versorgung der Bevölkerung durch Einzelhandel und kleinere gewerbliche Wirtschaftsstrukturen ist flächendeckend gegeben.

Auch die kommunale Bildungsinfrastruktur ist durch ein flächendeckendes Netz an wohnortnahen Grund- und Regionalschulen, sowie durch eine gute Ausstattung an Kindertagesstätten gesichert. Es gibt für Schüler in der Region Zugang zu mehreren Gymnasien innerhalb und außerhalb des Landkreises.

Die Hochschule Wismar bietet zudem vielfältige Möglichkeiten im Bereich der höheren Bildung. Mit ihren Fakultäten für Ingenieurwissenschaften, Wirtschaftswissenschaften und Gestaltung bietet sie ein breites Bildungsangebot.

Auch die medizinische Versorgung ist durch ein flächendeckendes Angebot an allgemeinmedizinischer Betreuung gesichert. Die fachmedizinische Versorgung wird insbesondere durch entsprechende Einrichtungen in den Ober- bzw. Mittelzentren Schwerin, Lübeck und Wismar geleistet.

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:

## 2.5 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.

---

<sup>1</sup> [LAiV 04]

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:

### Topografische Informationen

- Topografische Karte (WebAtlas MV)<sup>2</sup>
- Digitale Orthophotos (DOP)<sup>3</sup>
- Bodennutzungstypen (BNT)<sup>4</sup>
- Offenen Regionalkarte Mecklenburg-Vorpommern (ORKa.MV)<sup>5</sup>

### Administrative Gliederung

- Digitale Verwaltungsgrenzen (DVG)<sup>6</sup>
- Digitale Flurgrenzen (DFG)<sup>7</sup>
- Amtliches Liegenschaftskataster-Informationssystem (ALKIS®)<sup>8</sup>

### Planerische Situation

- Regionales Raumentwicklungsprogramm (RREP)<sup>9</sup> inkl. Teilfortschreibungsentwurf<sup>10</sup>
- Geltende bzw. in Aufstellung befindliche Bebauungspläne<sup>11</sup>
- Gebäudebestand<sup>12</sup>

---

<sup>2</sup> LAiV 01

<sup>3</sup> LAiV 02

<sup>4</sup> LUNG 03

<sup>5</sup> ORKa.MV

<sup>6</sup> LAiV 03

<sup>7</sup> LAiV 04

<sup>8</sup> LAiV 05

<sup>9</sup> LUNG 01

<sup>10</sup> RPV WM 01

<sup>11</sup> LAND MV 01 sowie ergänzende Pläne, bereitgestellt durch Auftraggeber

<sup>12</sup> LAiV 06



### Energetische Situation

- Fachkarten Erdwärmenutzung<sup>13</sup>

### Naturschutzfachliche Belange

- Schutzgebiete<sup>14</sup>
- Geschützte Biotope<sup>15</sup>

## 2.6 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>16</sup>
- Bestand an Wohngebäuden und Wohnungen<sup>17</sup>
- Bodenfläche nach Art der tatsächlichen Nutzung<sup>18</sup>
- Regionales Energiekonzept Westmecklenburg<sup>19</sup>
- Kleinräumige Bevölkerungsprognose<sup>20</sup>

## 2.7 Auswertung der planerischen Situation

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

## 2.8 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 Knowhow möglichst frühzeitig in das Vorhaben zu integrieren. Es wurden Akteure aus folgenden Bereichen kontaktiert:

- Wohnungswirtschaft/ private Haushalte
- Öffentliche Verwaltung / Liegenschaftsverwaltung

## 2.9 Analyse der aktuellen Anbindung an ÖPNV, Radwegenetz, Ladeinfrastruktur

Die aktuelle Ist-Situation im Hinblick auf ÖPNV, Radwegenetz und Ladeinfrastruktur wird analysiert und abgebildet. Hierzu werden insbesondere folgende Informationsquellen ausgewertet:

---

<sup>13</sup> LUNG 04

<sup>14</sup> LUNG 02

<sup>15</sup> LUNG 03

<sup>16</sup> LAiV 07

<sup>17</sup> LAiV 09

<sup>18</sup> LAiV 10

<sup>19</sup> RPV WM 02

<sup>20</sup> RPV WM 03



## Radwege

Aus dem untersuchten Kartenmaterial geht hervor, dass alle Gebäude im Untersuchungsgebiet mit dem Fahrrad zu erreichen sind, jedoch sind diese nicht als Radwege ausgewiesen, sondern entsprechen eher einem gemischten Fuß-Rad-Weg oder Radfahrer müssen am Straßenverkehr teilnehmen. Entlang Seeweg und der Lindenstraße, die als Hauptstraße durch das Quartier verläuft, würde ein Radfahrstreifen zur Sicherheit von Radfahrern beitragen. Entlang der Binsenkoppel neben dem Quartier könnte ein Radfahrstreifen ebenfalls sinnvoll, da diese Straße auch als Zufahrt dient. Insgesamt ist bei einem Quartier dieser Größe nur ein geringes Verkehrsaufkommen zu erwarten. Dementsprechend besteht hier wenig Potenzial zur Steigerung der Attraktivität und Sicherheit der Nutzung von Fahrrädern. Solche Maßnahmen sollten sich dennoch möglichst nicht nur auf das Quartier beschränken. Um die maximale Wirkung einer solchen Maßnahme zu erzielen, sollte sie im gesamten Gemeindegebiet durchgeführt werden da auch Personen, die nicht im Quartier wohnen davon profitieren würden.



Abb. 3: Straßenverkehrsplan Groß Schwansee (ORKa.MV)<sup>21</sup>

## Fahrpläne und Auslastung ÖPNV

Groß Schwansee ist bereits an den ÖPNV in ganz Nordwest-Mecklenburg angebunden. An Schultagen besteht mehrmals täglich Busverbindung nach Kalkhorst bzw. Dassow und Klütz mit entsprechenden Weiterfahrt-Möglichkeiten. Die Anbindung per ÖPNV zu den nächsten Mittelzentren Grevesmühlen und Wismar sowie die Oberzentrum Schwerin und Lübeck ist somit nur in eingeschränktem Umfang gegeben. Die Anbindung an Bahnhöfe und somit an die benachbarten Zentren sowie Metropolregionen ist nur durch die Busverbindung gegeben. Die Verbesserung der Anbindung ist wünschenswert, aufgrund der ländlichen Lage jedoch grundsätzlich schwer umzusetzen.

<sup>21</sup> ORKa.MV

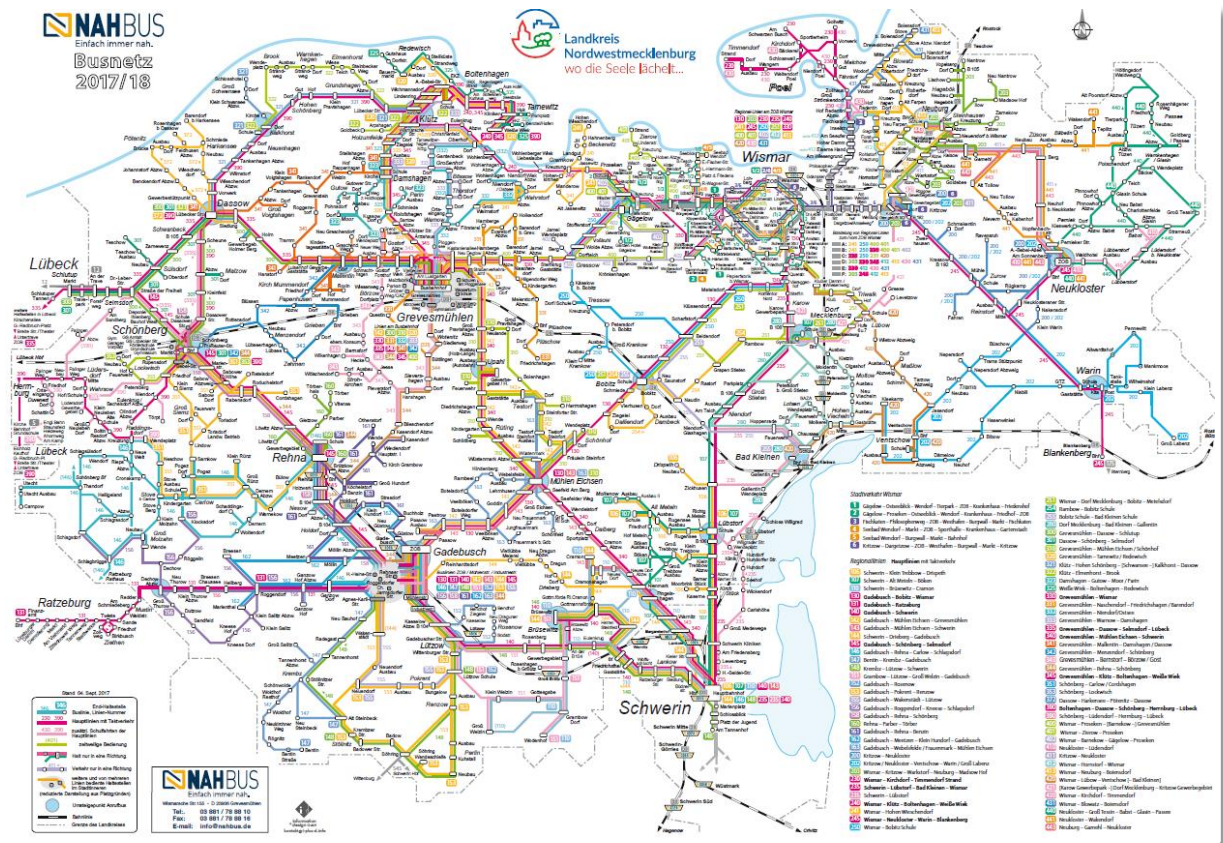


Abb. 4: Liniennetz NAHBUS-GmbH

## Ladeinfrastruktur

Aus dem Ladesäulenregister der Bundesnetzagentur geht hervor, dass sich **keine** Ladesäule in Groß Schwansee befinden soll. Der nächstgelegene Ladepunkt befindet sich im Gemeindezentrum in Kalkhorst. Weitere Ladesäulen finden sich in der näheren Umgebung in Groß Schwansee am Schlossgut, in Neuenhagen und in Boltenhagen. Die bestehenden Ladesäulen liegen nah am Quartier Groß Schwansee, aber sind langfristig nicht ausreichen in Hinblick auf eine zukünftig breitere Nutzung von Elektromobilität. Erst in nahegelegenen Mittel- und Oberzentren ist aktuell eine breiter ausgebaute Ladeinfrastruktur gewährleistet.

Thema: Integriertes Quartierskonzept für das Quartier Groß Schwansee

Projekt: T23.02

Bearbeitungsstand: 13.07.2023

TRIGENIUS  
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG



Abb. 5: Karte Ladesäulen; Quelle: Ladesäulenregister der Bundesnetzagentur

## 3 Energie- und Treibhausgasbilanz

### 3.1 Wärme- und Strombedarf

#### 3.1.1 Bedarfsermittlung anhand lokal verfügbarer Daten

Die Ermittlung des Endenergiebedarfs zur Wärme- und Stromversorgung erfolgte im Rahmen der Machbarkeitsstudie im Sinne einer Kurzbilanz zunächst auf Basis lokal verfügbarer Daten sowie regionaler und bundesweiter Durchschnittswerte.

Die Erfassung erfolgte hierbei GIS-basiert und gebäudescharf. Alle im Untersuchungsgebiet bekannten wärmebedarfsrelevanten Gebäude wurden tabellarisch und kartografisch (GIS) erfasst und den Sektoren „private Haushalte“ (PRV), „kommunale Gebäude“ (KOM) und „Gewerbe / Handel / Dienstleistung“ (GHD) zugeordnet.

Insbesondere wurden folgende Quellen ausgewertet:

- Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem (ALKIS) <sup>22</sup>
- Digitales Oberflächenmodell (DOM) <sup>23</sup>
- Wärmekataster des Energieportals Nordwestmecklenburg <sup>24</sup>
- Statistik zum Stand an Wohngebäuden und Wohnungen in M-V <sup>25</sup>
- Standard-Bedarfswerte nach EnEV
- Diverse weiter veröffentlichte Standard-Bedarfswerte <sup>26, 27</sup>
- Konzessionsabrechnungen zum Strom- und Gasverbrauch

#### 3.1.2 Anwohner- und Gewerbebefragung

Im Rahmen der Machbarkeitsstudie wurde zur detaillierteren Bedarfsermittlung im Jahr 2021 eine Anwohnerbefragung im gesamten Gemeindegebiet durchgeführt. Anhand der Befragungsergebnisse konnte die zuvor auf Basis lokal verfügbarer Daten sowie regionaler und bundesweiter Durchschnittswerte ermittelten Wärme- und Strombedarfe verifiziert und verfeinert werden. Darüber hinaus waren Rückschlüsse über die jeweils verwendeten Endenergieträger und Versorgungstechnologien möglich.

Auf dieser Grundlage wurden Nutz- und Endenergiebedarfe sowie die korrespondierenden Treibhausgasemissionen abgeleitet.

#### 3.1.3 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:

---

<sup>22</sup> [LAiV 05]

<sup>23</sup> [LAiV 06]

<sup>24</sup> [NWM 01]

<sup>25</sup> [LAiV 01]

<sup>26</sup> [Recknagel]

<sup>27</sup> [IWU 01]



- Erdgas / Flüssiggas: 0,91
- Gas-BHKW: 0,45 elektrisch / 0,45 thermisch
- Heizöl: 0,90
- Holz 0,80 (Mix Kleinf Feuerung und Zentralkesselanlage)
- Strom (via Wärmepumpe): 4,40 (Mix Luft- und Erdwärmepumpen)
- Strom (konventionell): 0,95

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.

Die genutzten Emissionsfaktoren wurden den veröffentlichten Ergebnisdaten des vom Internationalen Institut für Nachhaltigkeitsanalysen und -strategien (IINAS) entwickelten GEMIS-Modells<sup>28</sup> bzw. Fachveröffentlichungen der Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe (FNR)<sup>29</sup> und der Deutschen Energie-Agentur (dena)<sup>30</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
Biomethan	Brennstoff (Endenergie)	100,0	dena (Mittelwert)
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
Biogas (Bestand)	Strom (Endenergie)	67,0	Gemis Biogas-Gülle-BHKW
	Wärme (Nutzenergie)	114,0	Gemis Nahwärme-Biogas-mix-BHKW

Tab. 1: Emissionsfaktoren nach GEMIS

<sup>28</sup> GEMIS

<sup>29</sup> FNR 04

<sup>30</sup> DENA 01

## 3.2 Vorhandene Anlagen zur Nutzung Erneuerbarer Energien

Entsprechend dem Prinzip der endenergiebasierten Territorialbilanz erfolgt eine Gutschrift der im Untersuchungsgebiet durch Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien vermiedenen Treibhausgasemissionen.

Zu diesem Zweck wurden die vorhandenen Erzeugungsanlagen auf Basis des zentralen Anlagenregisters der Bundesnetzagentur<sup>31</sup> ermittelt. Zu beachten ist, dass diese Datenbasis nur Anlagen umfasst, die Strom nach den Regelungen des Erneuerbare-Energien-Gesetzes in das Stromnetz einspeisen. Dies ist jedoch für die überwiegende Mehrzahl aller Bestandsanlagen der Fall. Anhand der gelisteten Anlagenleistung und typischer Anlagenerträge wurde der jährliche Stromertrag aus erneuerbaren Energien kalkuliert.

Die vermiedenen Treibhausgasemissionen wurden mit Hilfe geeigneter Vermeidungsfaktoren ermittelt. Diese leiten sich aus den entsprechenden Emissionsfaktoren laut GEMIS gegenüber dem bundesweiten Strommix ab.

Bestehende Anlagen zur Nutzung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich (z.B. Holzfeuerung, Umweltwärmepumpen) sind in der Bilanzierung im Endenergeträgermix berücksichtigt.

## 3.3 Bilanzierungsergebnisse

### 3.3.1 Gebäudebestand

Im Untersuchungsgebiet wurden **insgesamt 112 Gebäude** identifiziert, die einen relevanten Energiebedarf aufweisen. Zu einem überwiegenden Anteil von ca. 92% sind diese dem privaten Sektor zuzuordnen.

Der beschriebene Gebäudebestand umfasst insgesamt eine **Nutzfläche von ca. 20.510 m<sup>2</sup>**. Auch hier stellt der private Sektor mit 90,6% den größten Anteil dar.

Ortsteil	Nutzfläche (beheizt) [ m <sup>2</sup> ]			
	Sektor			
	privat	gewerbl.	öffentl.	gesamt
Groß Schwansee	18.585	1.926	0	<b>20.510</b> 100,0%
	90,6%	9,4%	0,0%	100,0%

Tab. 2: Nutzfläche nach Sektor

<sup>31</sup> [BNA 01]

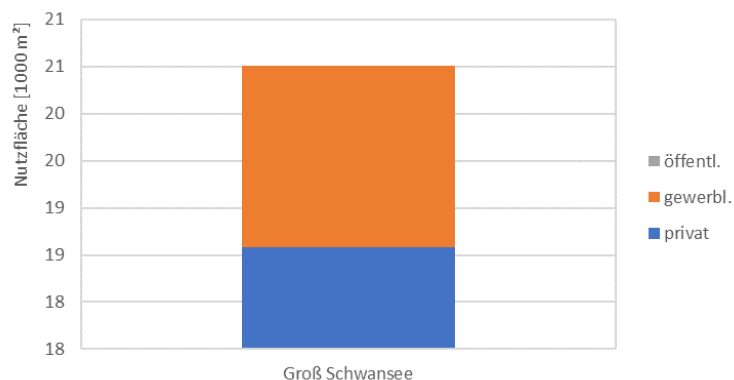


Abb. 6: Nutzfläche nach Sektor

### 3.3.2 Befragungsrücklauf

Die durchgeführten Befragungen von Anwohnern, Gewerbe und Wohnungswirtschaft sowie der öffentlichen Verwaltung ergab verwertbare Rückmeldungen zu 26 der 112 erfassten Gebäude. Dies entspricht einer **Rückmeldequote von 23,2%**.

In ca. 20,5% der Rückmeldungen erklärten die Befragten ein grundsätzliches Interesse an Maßnahmen zur effizienteren und Klimafreundlichen Energieversorgung. 2,7% sind nicht interessiert und die restlichen Rückmeldungen haben dazu keine Angabe gemacht.

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

Ortsteil	Rückmeldungen			
	[ - ]			
	interessiert (ggf. bedingt)	nicht interessiert	keine Angabe	gesamt
Groß Schwansee	23 20,5%	3 2,7%	0 0,0%	26 23,2%

Tab. 3: Rückmeldequote und Interessenlage nach Ortsteilen

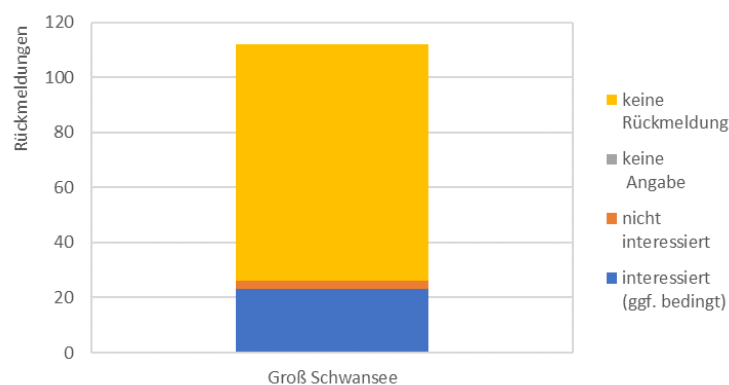


Abb. 7: Rückmeldequote und Interessenlage

### 3.3.3 Wärmebedarf

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

Ortsteil	Wärmebedarf [MWh/a]			
	Sektor			Gesamt
	privat	gewerblich	kommunal	
Groß Schwansee	2.418	291	0	2.710 100,0%
	89,2%	10,8%	0,0%	100,0%

Tab. 4: Wärmebedarf nach Sektor

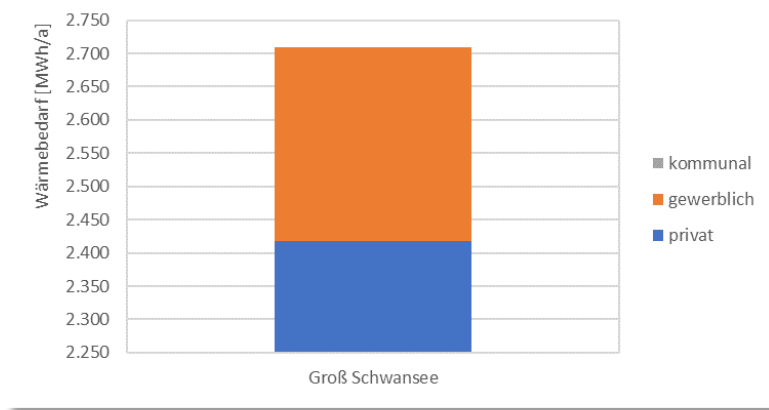


Abb. 8: Wärmebedarf nach Sektor

Es wurde ein **Gesamt-Wärmebedarf von ca. 2.710 MWh/a** im Untersuchungsgebiet ermittelt. Hiervon entfallen ca. 89,2 % auf die Wohnbebauung.

Die Verteilung der Wärmebedarfsdichte im Untersuchungsgebiet ergibt sich wie folgt:





Abb. 9: Karte: Wärmebedarfsdichte

### 3.3.4 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	
Groß Schwansee	357	34	0	392 100,0%
	91,2%	8,8%	0,0%	100,0%

Tab. 5: Strombedarf nach Sektor

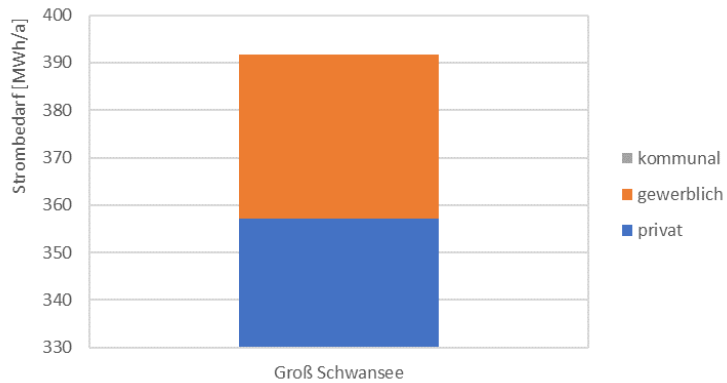


Abb. 10: Strombedarf nach Sektor und Ortsteil

Es wurde ein **Gesamt-Strombedarf von ca. 392 MWh/a** im Untersuchungsgebiet ermittelt. Hiervon entfallen ca. 91,2% auf die Wohnbebauung und ca. 8,8% auf den gewerblichen Sektor.

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.

Die Verteilung der Strombedarfsdichte im Untersuchungsgebiet ergibt sich wie folgt:



Abb. 11 - Karte Strombedarf

### 3.3.5 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 Befragungsergebnisse abgeschätzt.

Für die Bereitstellung von Wärme ergibt sich insgesamt ein **Endenergiebedarf von ca. 2.886 MWh/a**. Als Endenergieträger kommen überwiegend Heizöl (44,9%) und Erdgas 34%) zum Einsatz. Die nachfolgende Tabelle zeigt die Aufteilung im Detail:

	Endenergiebedarf zur Wärmebereitstellung [MWh/a]						
	Erdgas	Flüssiggas	Heizöl	Feststoff	Strom (Wärme)	Solar- thermie	Summe
Groß Schwansee	983	119	1.295	339	151	0	<b>2.886</b> 100,0%
	34,0%	4,1%	44,9%	11,7%	5,2%	0,0%	100,0%

Tab. 6: Endenergiebedarf der Wärmeversorgung nach Energieträger

Zusätzlich zum Endenergieaufwand der Wärmeversorgung fließt Stromverbrauch in Höhe von 392 MWh/a in den gesamten Endenergiebedarf mit ein. Die nachfolgende Abbildung zeigt diesen im Überblick:

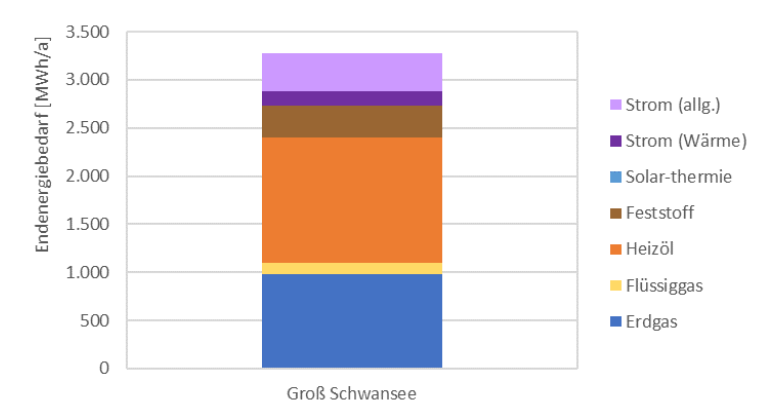


Abb. 12: Endenergiebedarf nach Energieträger

Anhand der oben genannten Emissionsfaktoren wurden die **Treibhausgasemissionen der Wärmeversorgung mit insgesamt ca. 771 t/a CO<sub>2</sub>-äqu.** bestimmt. Dies entspricht einem spezifischen Emissionsfaktor von **284 g/kWh CO<sub>2</sub>-äqu. bezogen auf die Nutzwärme**. Zu ca. 53,6% werden diese durch den Einsatz von Heizöl und zu weiteren 32% durch Erdgas verursacht. Die nachfolgende Tabelle zeigt die Zusammensetzung im Einzelnen:

	Treibhausgasemissionen der Wärmebereitstellung						
	[t/a]						
	Erdgas	Flüssiggas	Heizöl	Feststoff	Strom	Solar-thermie	Summe
Groß Schwansee	246	33	413	6	73	0	771 100,0%
	31,9%	4,3%	53,6%	0,8%	9,5%	0,0%	100,0%

Tab. 7: Treibhausgasemissionen der Wärmeversorgung nach Energieträger

Hinzu kommen die **Treibhausgasemissionen der Stromversorgung** in Höhe von ca. **190 t/a CO<sub>2</sub>-äqu.**

Die nachfolgende Abbildung verdeutlicht die Aufteilung:

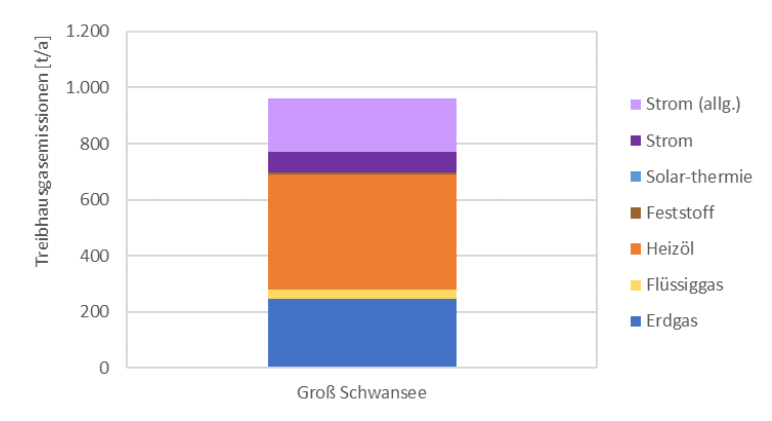


Abb. 13: Treibhausgasemissionen nach Energieträger

## 4 Potenzialanalyse

### 4.1 Grundlegendes zur Potenzialanalyse

#### 4.1.1 Bezugsrahmen

Die Energie- und Treibhausgasbilanz dient im Folgenden als Bezugsrahmen der Potenzialanalyse. In diesem Zusammenhang stehen vor allem die Bereiche des lokalen Strom und Wärmeverbrauchs sowie entsprechende Versorgungsmöglichkeiten im Fokus der Aufgabenstellung.

Um diesbezüglich aussagekräftige Ergebnisse zu erzielen, wird der Bezugsrahmen im Folgenden auf den Bereich des stationären Energieverbrauchs ohne Mobilität begrenzt.

Ein wesentliches Ziel des Quartierskonzepts ist es, möglichst praxisnahe und umsetzungsorientierte Maßnahmenvorschläge zu erarbeiten. Hierbei stehen in der Regel konkrete Versorgungsaufgaben der Wärme- und Stromversorgung im Vordergrund. Aus diesem Grunde wird im Folgenden neben der Ausweisung der Endenergiepotenziale eine Einordnung der entsprechenden nutzenergetischen Potenziale erfolgen.

#### 4.1.2 Potenzialnutzung und Szenarien

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 Energie- und Treibhausgasbilanz 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 bereits im zugrunde gelegten lokalen Energieträger-Mix berücksichtigt. Aus diesem Grunde wird ein Treibhausgasminderungspotenzial 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<sup>32</sup> 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:

---

<sup>32</sup> [GEMIS]

- **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.

## 4.2 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 ca. 679 MWh/a**. Dies entspricht ca. **25 %** des bestehenden Wärmebedarfs.

Bei ansonsten gleichbleibender Versorgungsstruktur bedeutet dies eine Verminderung der Treibhausgasemissionen der Wärmeversorgung um ca. 193 t/a. Die nachfolgenden Übersichten zeigen die Ergebnisse im Überblick.

Dieses Einsparpotenzial ist im Vergleich zu ähnlichen durchgeführten Untersuchungen als sehr hoch einzuschätzen und spiegelt einen im Durchschnitt recht alten und wenig sanierten Gebäudebestand wieder.

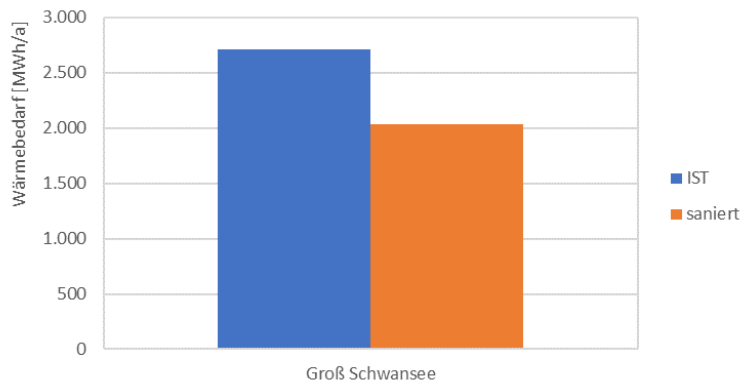


Abb. 14: Wärme-Einsparpotenzial Gebäudesanierung

Ortsteil	Wärme-Einsparpotenzial Gebäudesanierung [MWh/a]				gesamt
	privat	gewerbl.	öffentl.		
Groß Schwansee	-580 -24,0%	-99 -33,9%	0		-679 -25,1%

Tab. 8: Wärme-Einsparpotenzial Gebäudesanierung nach Sektor

Ortsteil	THG-Einsparpotenzial Gebäudesanierung [t/a]
Groß Schwansee	-193 -25,1%

Tab. 9: THG-Einsparpotenzial Gebäudesanierung

### 4.3 Energetische Biomassenutzung

Ein wichtiges energetisches Potenzial und somit einen Schwerpunkt der Aufgabenstellung liegt auf der energetischen Nutzung lokal verfügbarer fester Biomasse. Untersucht wurde in diesem Zusammenhang das Potenzial einer Wärme- und / oder Stromnutzung lokal verfügbarer biogener Reststoffe aus Land- und Forstwirtschaft sowie der Industrie. Detaillierte Berechnungsansätze sind dem Klimaschutzkonzept 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>33</sup>
- Anbaustatistiken des Statistischen Amtes MV<sup>34</sup>
- Diverse publizierte Daten zu spezifischen Erträgen und Brennstoffeigenschaften, u.a. bereitgestellt durch die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR)<sup>35</sup>

<sup>33</sup> LUNG 03

<sup>34</sup> LAiV 10

<sup>35</sup> FNR01, FNR02



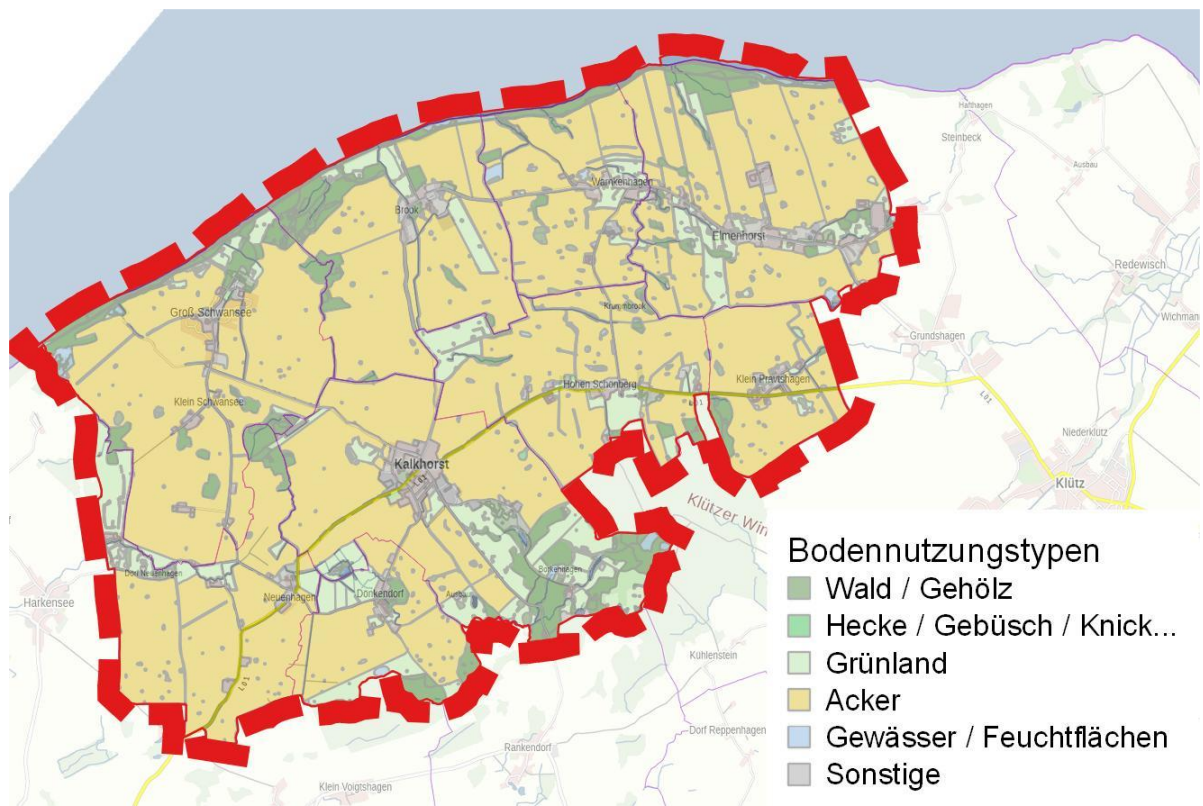


Abb. 15: Karte Bodennutzungsarten

### Untersuchte Technologien

In gewissem Umfang werden lokale Holzbrennstoffe bereits in Kleinfeuerungsanlagen (Kamine etc.) im häuslichen Umfeld eingesetzt. (Siehe auch Bedarfsanalyse).

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

### Untersuchte Stoffgruppen

#### Waldrestholz (WRH)

- Rest- und Kronenhölzer, die im Rahmen der Forstbewirtschaftung anfallen
- Flächenbezug: Forstfläche im Gemeindegebiet abzgl. Flächen in Naturschutzgebieten



- Aufkommen laut Ansätzen der FNR

#### Landschaftspflegeholz (LPH)

- Restholz aus der Landschaftspflege, insb. Heckenschnitt
- Flächenbezug und Aufkommen laut amtsinterner Erhebung und lokaler Praxis

#### Industrierestholz (IRH)

- Energetisch nutzbares Restholz aus gewerblicher und industrieller Tätigkeit
- Aufkommen laut Aussagen lokal tätiger Unternehmen

#### 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
- Mengengrenzung: 50% (lokale Praxis zwecks Bodenwerterhalt)

#### Landschaftspflegeheu (HEU)

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

#### Tierische Reststoffe

Energetisch nutzbare Reststoffe aus der Tierhaltung fallen nach Aussagen lokal tätiger Landwirtschaftsbetriebe nur in geringem Umfang und saisonal schwankend im Gemeindegebiet an. Im gemeindenahen Umfeld anfallende Reststoffe werden bereits weitgehend energetisch genutzt.

Eine weitere Betrachtung unterbleibt daher.

### Energetisches Potenzial und Treibhausgasminderungspotenzial

Durch den Einsatz der untersuchten Biomassegruppen zur Energiegewinnung ergibt sich, je nach Szenario, ein energetisches Potenzial von bis zu ca. **20.399 MWh/a Wärme** und bis zu ca. **3.026 MWh/a Strom**. Dies entspricht ca. **753 % des vorliegenden Wärmebedarfs** bzw. **772,5% 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	Strom
Waldrestholz			754 27,8%	713 26,3%	41 10,5%	
Landschaftspflegeholz	3.618		4.498 166,0%	4.257 157,1%	247 63,1%	
Getreidestroh			11.619 428,8%	9.855 363,7%	2.100 536,1%	
Landschaftspflegeheu			3.528 130,2%	2.992 110,4%	638 162,9%	
<b>gesamt</b> <i>Bestand</i> <i>zzgl. Zubau</i>	<b>2.710</b>	<b>392</b>	<b>20.399 753%</b>	<b>17.817 657%</b>	<b>3.026 772,5%</b>	

Tab. 10: Energetisches Potenzial Biomasse

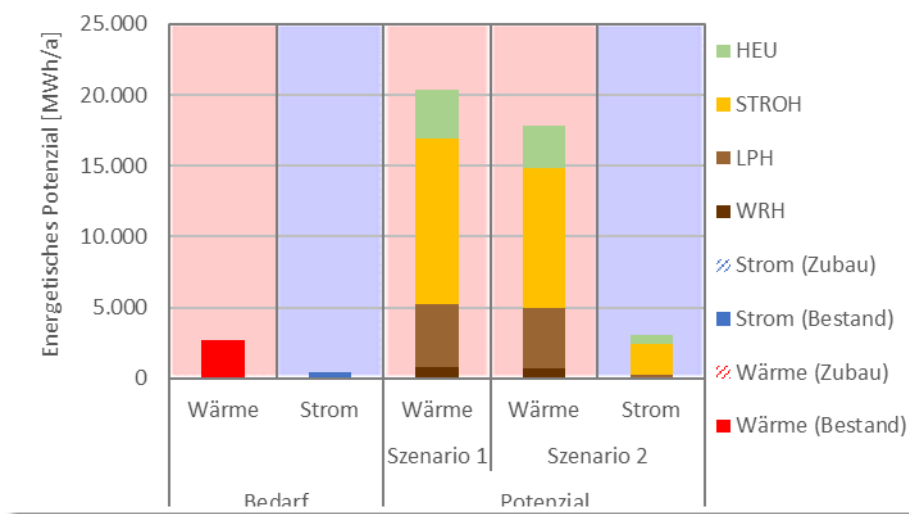


Abb. 16: Energetisches Potenzial Biomasse

Bezogen auf die in der Bedarfsanalyse dargestellte Versorgungsstruktur im Untersuchungsgebiet ergibt sich hieraus rechnerisch ein **Treibhausgasminderungspotenzial** von je nach Szenario ca. **4.327 bis 5.093 t/a**. Dies entspricht **ca. 530 – 561%** der Treibhausgasemissionen im IST-Zustand.

Stoffgruppe	THG-Emissionen [t/a]			THG-Minderungspotenzial [t/a]					
	IST			Szenario 1		Szenario 2			
	Wärme	Strom	gesamt	Wärme	Wärme	Strom	gesamt	gesamt	gesamt
Waldrestholz	0			185	24,0%	177	22,9%	18	2,4%
Landschaftspflegeholz	6			216	28,0%	158	20,5%	111	14,3%
Industrierestholz	0			0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
Restholz (regional)	0			0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
Getreidestroh	0			3.012	390,5%	2.582	334,8%	969	125,6%
Landschaftspflegeheu	0			914	118,6%	784	101,6%	294	38,2%
<b>gesamt Bestand</b>	<b>771</b>	<b>190</b>	<b>961</b>	<b>4.327</b>	<b>561%</b>	<b>3.701</b>	<b>480%</b>	<b>1.392</b>	<b>734,3%</b>
								<b>5.093</b>	<b>530%</b>

Tab. 11: Treibhausgasminderungspotenzial Biomasse

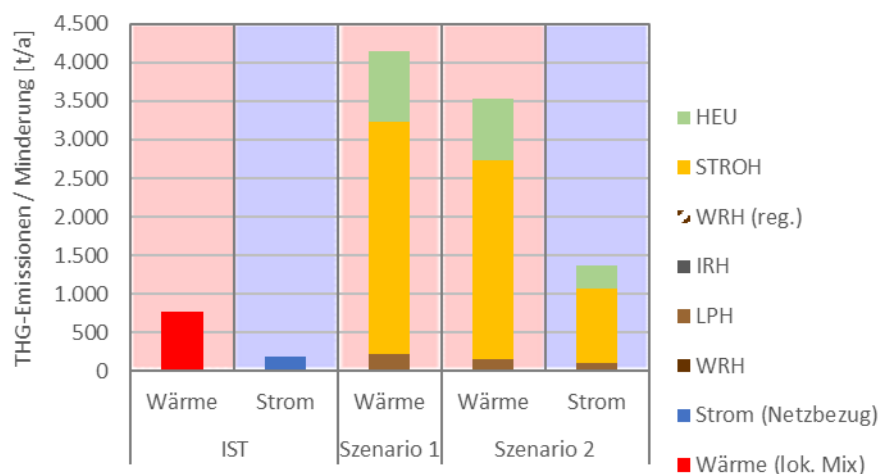


Abb. 17: Treibhausgasminderungspotenzial Biomasse

#### 4.4 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 amtlichen Liegenschaftskataster-Informationssystems (ALKIS)<sup>36</sup>
- Luftbildaufnahmen<sup>37</sup>
- Daten des Marktstammdatenregisters<sup>38</sup>
- Ergebnisse der Anwohnerbefragung

<sup>36</sup> LAiV 05

<sup>37</sup> LAiV 02

<sup>38</sup> BNA 01

### Ansätze und Szenarien

Als potenziell geeignet wurden folgende Dachflächen mit den Ausrichtungen Süd, Ost / / West sowie Flachdächer identifiziert.

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. Abweichend hiervon wurden für zu erwartende Hallenbauten die gesamte Dachfläche als geeignet für eine aufgeständerte Solar-Belegung eingestuft. 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 auf Basis des Online-Tools PVGIS<sup>39</sup> der Europäischen Kommission 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.

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

### Energetisches Potenzial und Treibhausgasminderungspotenzial

Durch den Ausbau der Aufdach-Solarenergienutzung ergibt sich im Gebäudebestand, je nach Szenario, ein energetisches Potenzial von bis zu ca. **587 MWh/a Wärme** und bis zu ca. **759 MWh/a Strom**. Dies entspricht ca. **22% des vorliegenden Wärmebedarfs** bzw. **194% des Strombedarfs**.

Das **Treibhausgasminderungspotenzial beträgt ca. 33 - 34%**.

Die nachfolgenden Übersichten zeigen die Aufteilung dieser Potenziale.

---

<sup>39</sup> PVGIS

Ortsteil	IST-Situation [MWh/a]						Energetisches Potenzial [MWh/a]					
	Bedarf		Solarenergienutzung				Szenario 1				Szenario 2	
	Wärme	Strom	ST		PV		ST		PV		PV	
Groß Schwansee	2.710	392	0	0,0%	0	0,0%	587	22%	374	95%	759	194%

Tab. 12: Energetisches Potenzial solarer Aufdachanlagen

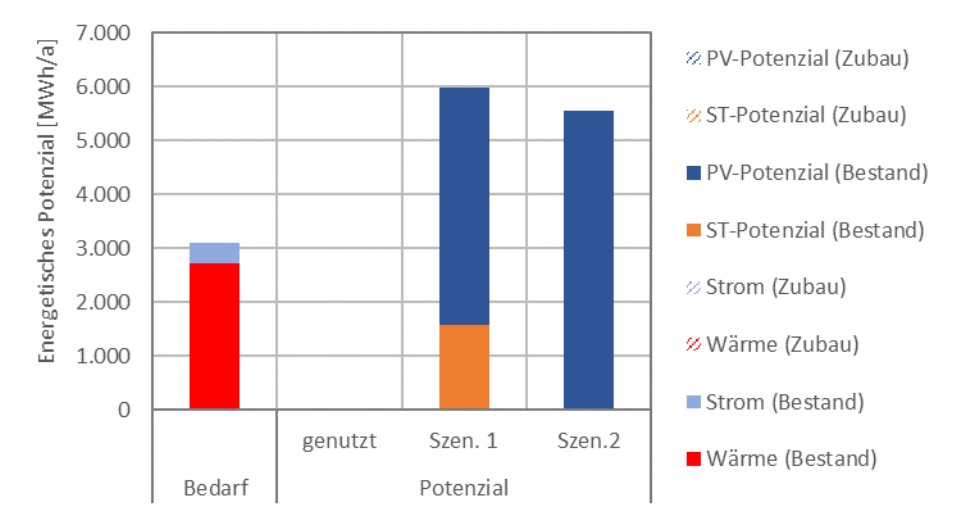


Abb. 18: Energetisches Potenzial solarer Aufdachanlagen

	THG-Emissionen [t/a]			THG-Minderungspotenzial [t/a]													
Ortsteil	IST			realisiert(*)				Szenario 1				Szenario 2					
	Wärme	Strom	gesamt	PV		gesamt		ST		PV		gesamt		PV		gesamt	
Groß Schwan	771	190	961	0	0%	0	0%	152	19,8%	163	86%	315	33%	330	174%	330	34%

Tab. 13: Treibhausgasminderungspotenzial solarer Aufdachanlagen

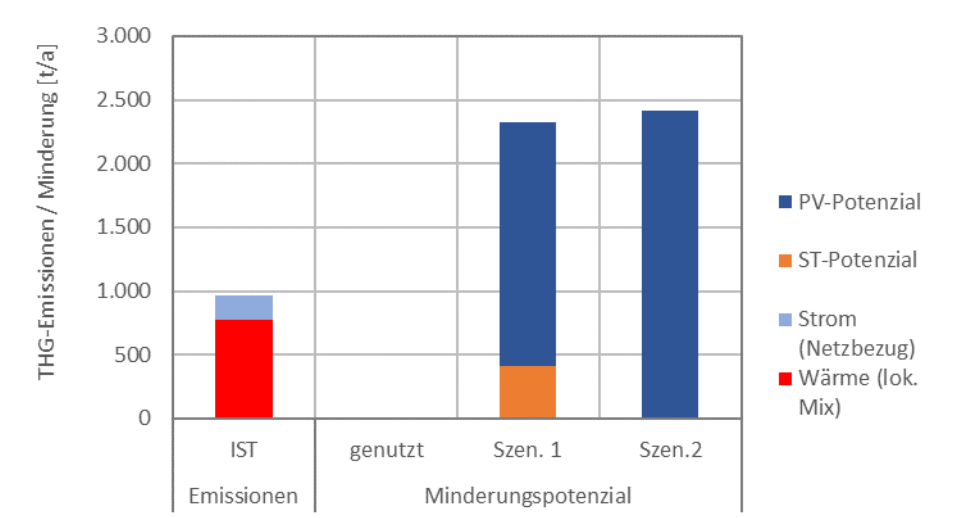


Abb. 19: Treibhausgasminderungspotenzial solarer Aufdachanlagen

## 4.5 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 eine PV-Freiflächennutzung ausgewiesen.

Dies bedeutet jedoch nicht, dass die Errichtung entsprechender Anlagen grundsätzlich ausgeschlossen ist. Allerdings besteht außerhalb der genannten Flächenkulisse 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.

## 4.6 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.

Laut Markstammdatenregister sind derzeit im Untersuchungsgebiet 2 Windenergieanlagen mit einer Gesamtleistung von 1.200 kW in Betrieb. Diese liefern einen jährlichen Stromertrag von ca. 1.920 MWh/a.

Für beide Anlagen ist jedoch der Vergütungszeitraum nach Erneuerbare-Energie-Gesetz (EEG) abgelaufen. Ein Ersatz der bestehenden Anlagen (Repowering) ist nicht zu erwarten, insbesondere da die derzeit geltenden Abstandskriterien zur Wohnbebauung in diesem Fall nicht eingehalten werden könnten. Insofern ist davon auszugehen, dass auch diese beiden Windkraftanlagen in absehbarer Zeit außer Betrieb gehen werden.

Ein Potenzial für die Windenergienutzung konnte insofern im Untersuchungsgebiet nicht identifiziert werden.

## 4.7 Zusammenfassung

Wie die vorangestellten Untersuchungen zeigen, liegen im Bereich der Wärmeversorgung die größten Potenziale in der energetischen Biomassennutzung. Diese könnte, je nach Szenario, bis zu 800 % des lokalen Wärmebedarfs decken. Zu beachten ist hierbei, dass in diesem Potenzial auch Stoffmengen enthalten sind, deren tatsächliche Verfügbarkeit und Nutzbarkeit aktuell nicht abschließend bewertet werden können (z.B. Anteile halmgutartiger Biomasse). Andererseits ist in diesem Bereich eine Nutzung von Brennstoffen aus dem regionalen Umfeld über die Gemeindegrenzen hinaus durchaus üblich.

Ein erhebliches Potenzial im Wärmebereich liegt grundsätzlich in der energetischen Gebäudesanierung. Ausgehend von der vorhandenen Bebauungsstruktur sind hier Einsparungen von bis zu 26% des Wärmebedarfs möglich. Bislang war die Nutzung dieses Potenzials allenfalls mittel- bis langfristig möglich. Inwiefern die aktuell veränderten energiepolitischen Rahmenbedingungen hier zu einer konkreten Beschleunigung führen, bleibt abzuwarten.

Für die Entwicklung konkreter Versorgungsmodelle insbesondere im Wärmebereich sollte auch die Einbeziehung lokal erzeugter Strommengen im Sinne eines sektorenübergreifend vernetzten Energiesystems berücksichtigt werden.

	Nutzenergiebedarf		Nutzenergiepotenzial					
			Szenario 1			Szenario 2		
	Wärme	Strom	Wärme	Strom		Wärme	Strom	
	[MWh/a]							
Gebäudesanierung			679	25%		679	25%	
Biomasse (fest)			20.399	753%		17.817	657%	3.026 772%
Solar (Aufdach)			587	22%	374 95%			759 194%
Umweltwärme			15	1%		15	1%	
gesamt (Bestand)	2.710 100%	392 100%	21.680 800%		374 95%	18.511 683%		3.785 966%
zzgl. Zubau								

Tab. 14: Zusammenfassung energetische Potenziale

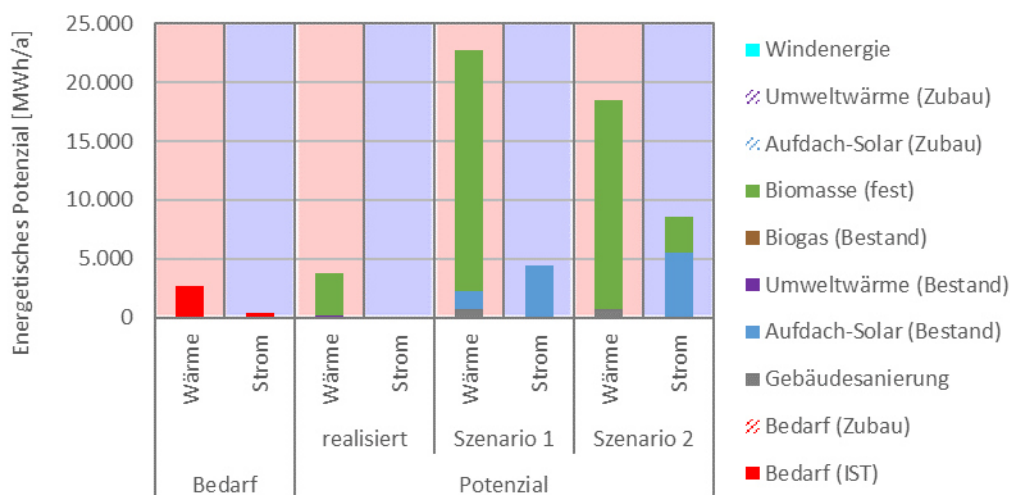


Abb. 20: Zusammenfassung energetische Potenziale

Insbesondere aufgrund der hohen Potenzialüberschüsse in den Bereichen Biomasse und Solaranlagen ist eine Reduktion der Treibhausgasemissionen im Untersuchungsgebiet rechnerisch um bis zu 585% möglich. Das bedeutet, dass die Gemeinde Groß Schwansee bilanziell eine CO<sub>2</sub>-Senke darstellen würde.

	THG-Emissionen			THG-Minderungspotenzial														
	IST			Szenario 1					Szenario 2									
	Wärme	Strom	gesamt	Wärme	Strom	gesamt	Wärme	Strom	gesamt									
	[t/a]																	
Gebäudesanierung				193	25%		193	20%	193	25%		193	20%					
Biomasse (fest)				4.327	561%		4.327	450%	3.701	480%	1.392	734%	5.093	530%				
Solar (Aufdach)				152	20%	163	86%	315	33%		330	174%	330	34%				
Umweltwärme				0	0%		0	0%	0	0%			0	0%				
gesamt (Bestand)	771	100%	190	100%	961	100%	4.673	606%	163	86%	4.835	503%	3.894	505%	1.722	908%	5.617	585%

Tab. 15: Zusammenfassung Treibhausgasminderungspotenzial

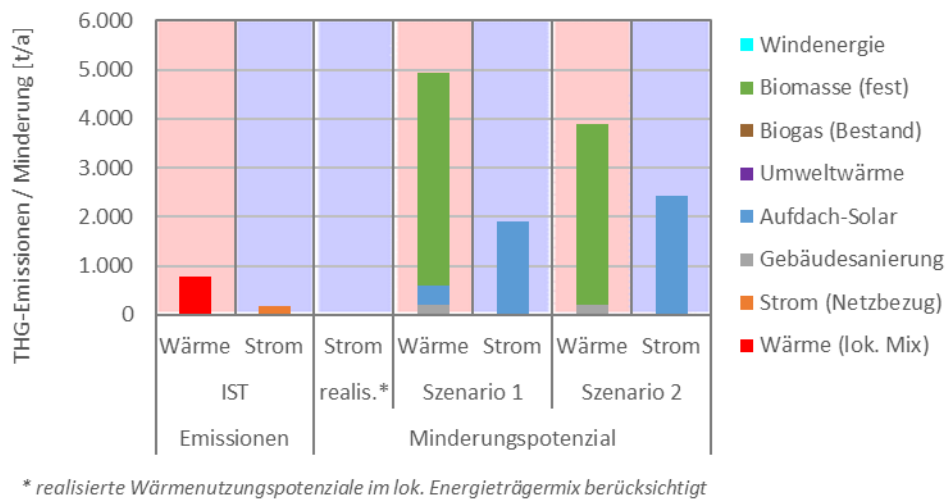


Abb. 21: Zusammenfassung Treibhausgasminderungspotenzial



## 5 Versorgungslösungen

Aufbauend auf der vorangestellten Wärmebedarfs- und Potenzialanalyse wurden für das untersuchte Quartier Groß Schwansee geeignete Versorgungslösungen konzipiert. Es wird ein Pfad aufgezeigt, wie dieses Wärmenetz in weiteren Ausbau- und Sanierungsstufen klimaneutral betrieben werden kann.

Die Ausgangsvariante bildet eine Wärmeversorgung auf Grundlage der verfügbaren Biomasse-Potenziale. Mit Blick auf die sich abzeichnende Weiterentwicklung der Fördermittelsituation wurde dabei in der Anlagenkonzeption als zweite Ausbaustufe eine solarthermische Freiflächenanlage ergänzt und es wird ein Anschlussgrad von 100% zugrunde gelegt. In der letzten Stufe wird ein Saisonalwärmespeicher ergänzt.

Die Hauptkomponenten der jeweiligen Versorgungslösungen wurden 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 5.4 im Rahmen von Sensitivitätsanalysen betrachtet.

### 5.1 Stufe 1 (2030): Biomassefeuerung

#### 5.1.1 Überblick

Wie im Rahmen der Potenzialanalyse festgestellt wurde, stellt die energetische Biomassenutzung ein erhebliches Potenzial zur regenerativen Wärmeversorgung des Quartiers Groß Schwansee dar. Gerade in Hinblick auf den weitgehend bereits älteren Gebäudebestand bietet sie den Vorteil, zuverlässig und effizient auch höhere Heizmedientemperaturen bereitstellen zu können.

Als weitere Erkenntnis wurde in der Potenzialanalyse festgestellt, dass die regenerative Stromproduktion den Bedarf im Untersuchungsgebiet bereits heute übersteigt und weitere große Ausbaupotenziale aufweist. Im Wärmebereich sind die Potenziale dagegen eher begrenzt. Aus diesem Grunde wird hier auf eine gekoppelte Stromproduktion aus Biomasse (KWK) zugunsten der Wärmeversorgung verzichtet.

Als eine weitere Konsequenz der aktuellen Entwicklung der Energie- und Förderpolitischen Rahmenbedingungen wird in der Auslegung auf einen in der Vergangenheit üblichen konventionellen Spitzenlastkessel verzichtet.

Nachfolgend wird die funktionale Konzeption dargestellt. Anschließend erfolgt die technische und wirtschaftliche Kalkulation zum einen für die Versorgung des Quartiers Groß Schwansee (Ausbaustufe 1) sowie zusätzlich nur technisch für die weiteren Ausbaustufen.

#### 5.1.2 Funktionale Konzeption

Die nachfolgende Darstellung zeigt die wesentlichen Komponenten der konzipierten Versorgungslösung im Überblick. In der Folge wird auf die jeweiligen Baugruppen im Einzelnen eingegangen.

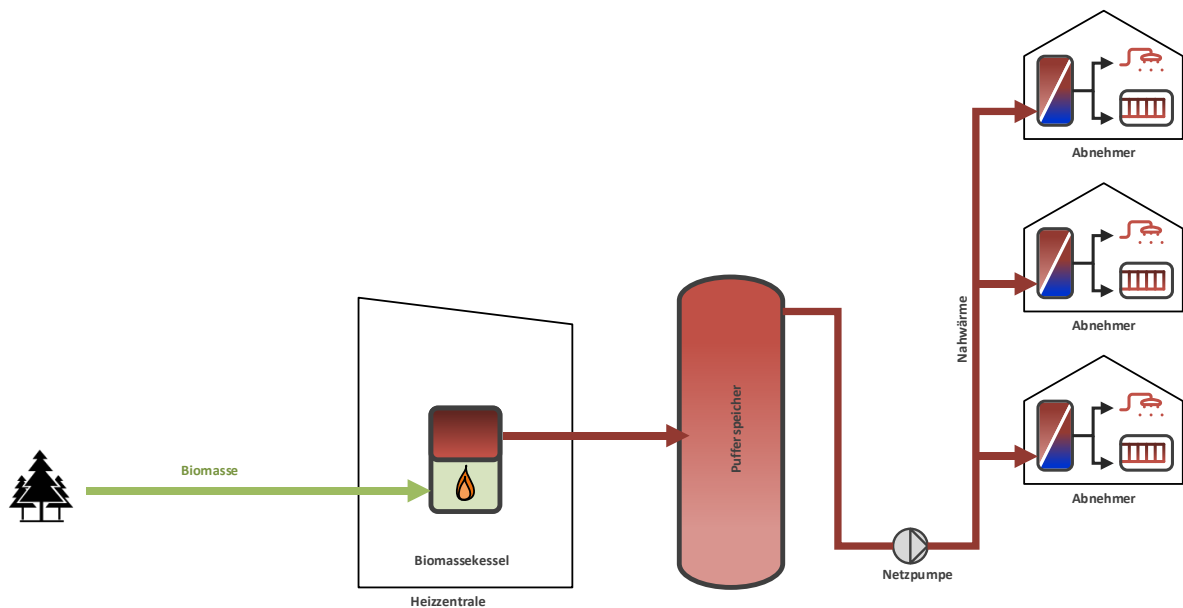


Abb. 22: Übersicht funktionale Konzeption Stufe 1

### Heizzentrale

Die Wärmeerzeugung 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 unabhängig von der Anlagenleistung u.a. in folgenden Bereichen:



Abb. 23: 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.

Im Einzelnen unterscheiden sich die Abmessungen und somit auch die benötigte Grundstücksfläche nach der Anlagenleistung. So benötigt eine Heizzentrale mit einer Biomassefeuerungsanlage von 300 kW inklusive Außenanlage ca. 225 m<sup>2</sup> Grundstücksfläche. Für eine 5-MW-Anlage beträgt der Flächenbedarf ca. 860 m<sup>240</sup>. Die nachfolgende Abbildung veranschaulicht die Größenverhältnisse:

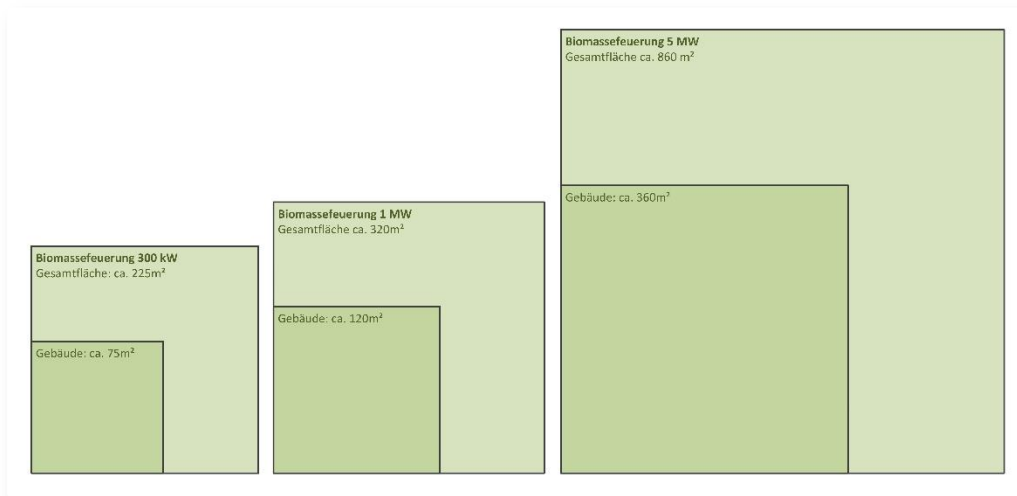


Abb. 24: Flächenbedarf Biomasseheizwerke

Exemplarisch sind nachfolgend zwei Raumkonzepte für zwei Biomasse-Feuerungsanlagen mit 500 kW bzw. 12 MW Kesselleistung dargestellt:

<sup>40</sup> FNR 02

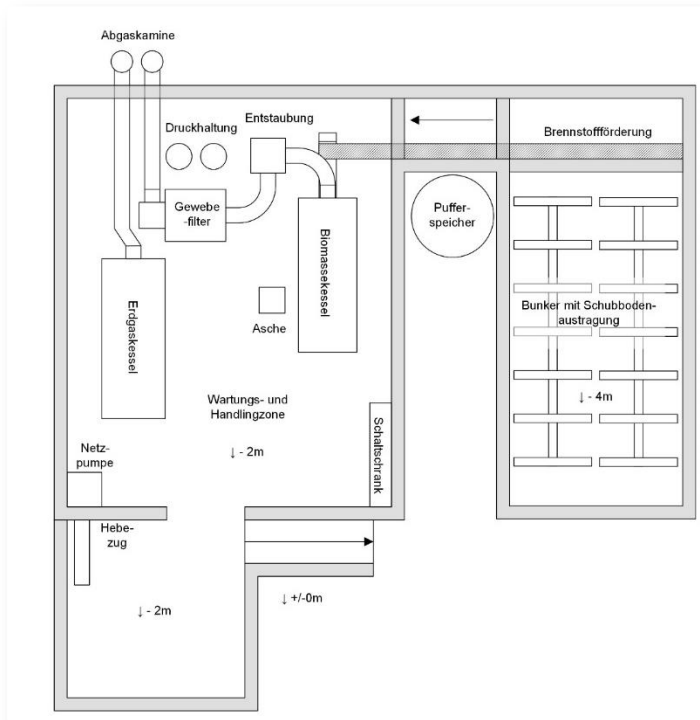


Abb. 25: Raumkonzept Heizzentrale (500 kW Biomasse)

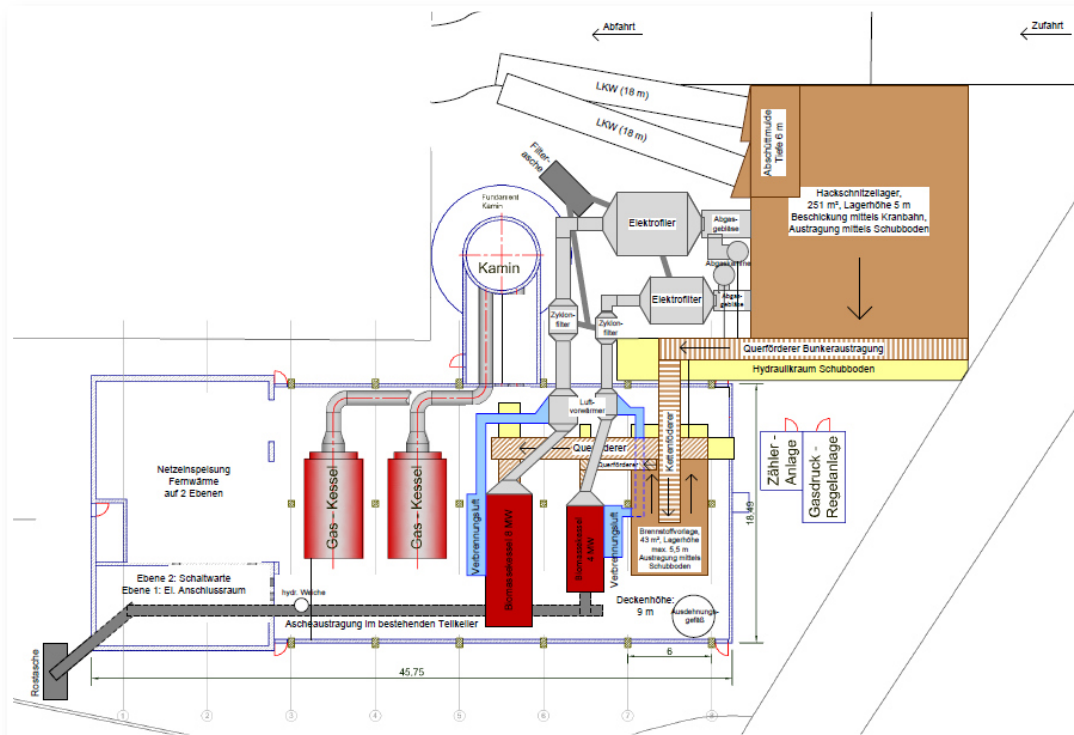


Abb. 26: Raumkonzept Heizwerk (12 MW Biomasse)

### Biogene Festbrennstoffe

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.

Darüber hinaus lässt sich die Verfügbarkeit der vorhandenen Potenziale halmgutartiger Biomasse im Kontext der lokalen Landwirtschaftspraxis nicht abschließend bewerten.

Aus diesem Grund werden in der Folge Versorgungslösungen auf Basis von holzartiger Biomasse dargestellt und kalkuliert. Aus technologischer Sicht wäre für die genannten Standorte 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.

### Brennstoffanlieferung

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



Abb. 27: Brennstoffanlieferung

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

Alternativ kommt, insbesondere bei größeren Anlagenleistungen ab ca. 2 MW, auch die Errichtung im Hochbau in Betracht, wobei die Beladung mittels Hallenkran aus Abschüttbunkern erfolgen kann.

Die Brennstoffanlieferung ist grundsätzlich mit einer großen Bandbreite marktüblicher Förderfahrzeuge möglich. Die Palette reicht hierbei über Landwirtschaftliche Schüttgut-Anhänger (ab ca. 25 m<sup>3</sup>) über Abrollcontainer mit Hakenlift (ca. 40 m<sup>3</sup>) bis hin zu Walking-Floor-Fahrzeugen (ca. 90 m<sup>3</sup>).

### Feuerungstechnik

Der der Mittellastbereich sowie je nach Verfügbarkeit solarthermischer und PtX-Abwärme auch der Grundlastbereich 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. 28: Holz-Hackschnitzelkessel

Hinsichtlich der Feuerungstechnologie existiert eine große Bandbreite. Ausschlaggeben 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. 29: Pufferspeicher

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

Aus Platzgründen und um eine kompakte Bauweise des Heizzentrale zu erzielen, wird der Pufferspeicher häufig im Außenbereich aufgestellt.



### 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. 30: 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. 31: 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.



### 5.1.1 Versorgungsgebiet und Räumliche Konzeption

Die nachfolgende Darstellung verdeutlicht die Abgrenzung des Versorgungsgebiets sowie den Verlauf einer möglichen Nahwärmetrasse bis 2030. Als Standort der Heizzentrale wird ein Grundstück der Stadt im Bereich der Binsenkoppel vorgeschlagen.

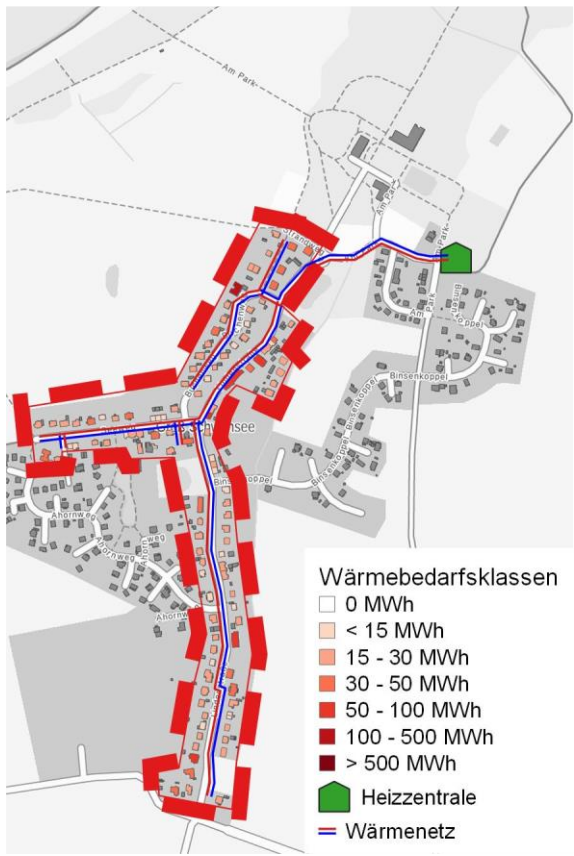


Abb. 32: Karte Versorgungsgebiet Stufe 1

Nachfolgend wird der vorgeschlagene Konzeptansatz einer netzgebundenen Wärmeversorgung auf Basis einer Biomasse-Feuerungsanlage für das Versorgungsgebiet Groß Schwansee dimensioniert und kalkuliert.

#### 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: 820 kW
- Jahresnutzungsgrad: 0,85

### **Pufferspeicher**

- Volumen: 24,6 m³

### **Wärmenetz**

- Trassenlänge: 3.250 m
- Max. Querschnitt: DN 80
- Mittl. Querschnitt: DN 40
- Wärmebelegung: 667 kWh/(trm\*a)

### **Hausanschlüsse**

- Anzahl: 91
- Summe Anschlussleistung: 1.108 kW

Detailliertere Informationen zur Auslegung sind im Anhang aufgeführt.

## 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 **2.476 MWh an Nutzwärme**. Diese werden über das Nahwärmenetz zu **100% aus Biomasse** bereitgestellt. Dabei betragen die **Netzverluste ca. 12,4%**.

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	1.108 kW	2.168 MWh/a 87,6%
Gleichzeitigkeitsfaktor	0,703	
Verluste	35,2 kW 4,3%	308 MWh/a 12,4%
Netz	33,3 kW	292 MWh/a
Speicher	1,8 kW	16 MWh/a
<b>Summe Bedarf</b>	<b>814 kW 100,0%</b>	<b>2.476 MWh/a 100,0%</b>
<b>Summe Erzeugung</b>	<b>820 kW 100,8%</b>	<b>2.476 MWh/a 100,0%</b>
Solarthermie	---	0 MWh/a 0,0%
Biomasse-Kessel	820 kW 100,8%	2.476 MWh/a 100,0%
Gaskessel	0 kW 0,0%	0 MWh/a 0,0%

Tab. 16: Wärmebilanz Stufe 1 (AG 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.

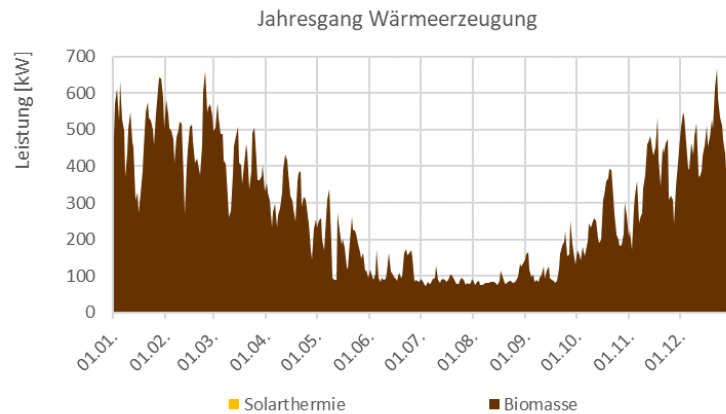


Abb. 33: Jahresgang Stufe 1 (AG 80%)

### Endenergie- und Treibhausgasbilanz

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

	Endenergie	Emissionsfaktor	THG-Emissionen
Wärme Solarthermie	0 MWh/a	25 g/kWh	0,0 t/a
Biomasse	2.913 MWh/a 3.237 sm <sup>3</sup> /a	19 g/kWh	55,3 t/a
Erdgas	0 MWh/a	250 g/kWh	0,0 t/a
Strom (Hilfsenergie)	30.175 kWh/a	484 g/kWh	14,6 t/a
Heizwerk	24.800 kWh/a		
Netz	5.375 kWh/a		
<b>Summe</b>	<b>2.943 MWh/a</b>		<b>70,0 t/a</b>

Tab. 17: Endenergiebedarf und THG-Emissionen Stufe 1 (AG 80%)

Die spezifischen Treibhausgasemissionen der Nahwärmeversorgung betragen 32 g/kWh bezogen auf die Nutzwärme. Gegenüber dem, laut Bedarfsanalyse, festgestellten ortstypischen Brennstoffmix (295 g/kWh) ergibt sich somit eine spezifischer Vermeidungsfaktor von 252 g/kWh.

Durch die kalkulierte Versorgungsvariante können bei einem Anschlussgrad von 80% demnach jährlich **547 tCO<sub>2</sub>-äqu. Treibhausgase eingespart** werden.

**In den versorgten Objekten entspricht dies einer Verminderung um ca. 88,7 %.**

**Bezogen auf die gesamte Versorgungszone beträgt die Einsparung ca. 70,9%.**

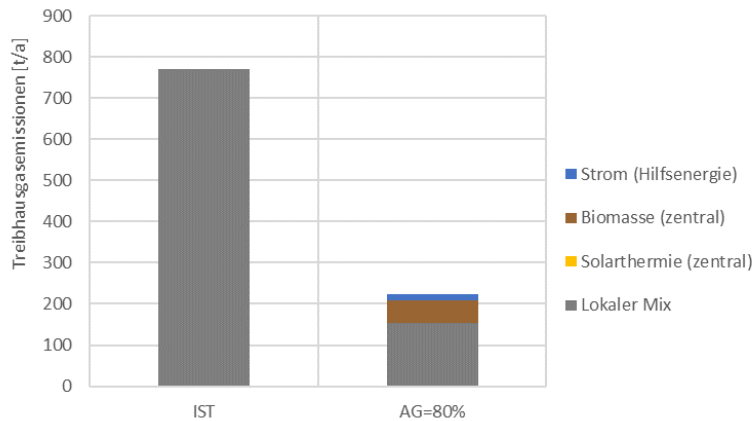


Abb. 34: Treibhausgaseinsparung Stufe 1 (AG 80%)

### 5.1.2 Wirtschaftliche Parameter

#### Investitionskosten

Auf Basis der Anlagenauslegung wurden die zu erwartenden **Investitionskosten** kalkuliert. Grundlage hierfür bilden diverse publizierte Preisansätze<sup>41</sup> sowie Erfahrungswerte und Richtpreisangebote zu vergleichbaren Anlagenkonfigurationen.

Das **Förderumfeld** für die Errichtung von regenerativen netzgebundenen Wärmeversorgungsanlagen befindet sich derzeit in der Umgestaltung. So trat auf Bundesebene kürzlich das Bundesförderprogramm effiziente Wärmenetze (BEW) in Kraft. Die auf Landesebene für die Ausreichung von EU-Mitteln maßgebliche Klimaschutzförderrichtlinie befindet sich derzeit noch in der Überarbeitung. Mit einer Veröffentlichung wird kurzfristig gerechnet.

Auf Grundlage der bislang bekannten Richtlinien bzw. Programmentwürfe werden für die Förderung des beschriebenen Vorhabens folgende Programme in Betracht kommen:

- Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEW)
- Klimaschutz-Förderrichtlinie Mecklenburg-Vorpommern (KliFöRL-MV) – Stand Verbandsanhörung

Zu beachten ist, dass hinsichtlich der finalen Ausgestaltung und realen Auslegungspraxis der entsprechenden Förderprogramme derzeit noch Unschärfen bestehen.

Es ergibt sich ein **Investitionsbedarf von ca. 4,3 Mio. € vor Förderung**. Mit einer **Förderquote von 65%** verbleiben nach Förderung **Investitionskosten von ca. 2,8 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.

<sup>41</sup> U.a. FNR 02

Gebäude (Heizhaus)	333.000 €	7,8%
Wärmeerzeugung (Anlagentechnik)	666.800 €	15,5%
Wärmeverteilung (Netz)	2.383.200 €	55,5%
<b>Zwischensumme</b>	<b>3.383.000 €</b>	
Unvorhergesehenes	507.500 €	11,8%
Nebenkosten	406.000 €	9,4%
<b>Investition vor Förderung</b>	<b>4.296.500 €</b>	<b>100,0%</b>
<b>Summe Förderung</b>	<b>2.792.725 €</b>	<b>65,0%</b>
BEW	1.718.600 €	40,0%
KliFöRL MV	1.074.125 €	25,0%
<b>Investition nach Förderung</b>	<b>1.503.775 €</b>	

Tab. 18: Investitionsschätzung und Förderung Stufe 1 (AG 80%)

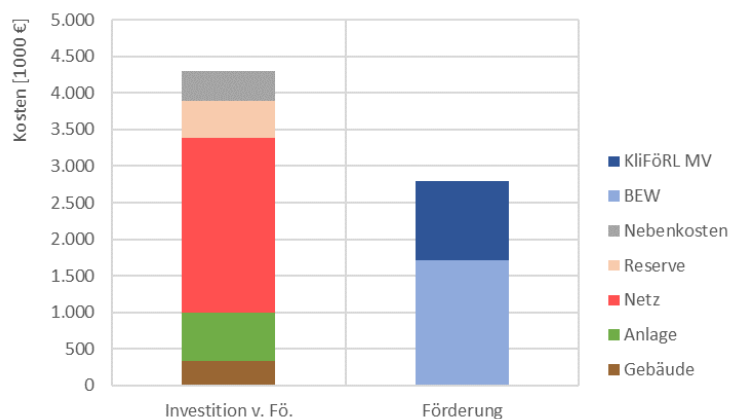


Abb. 35: Investitionsschätzung und Förderung Stufe 1 (AG 80%)

### 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>42</sup>.

Es ergeben sich zu erwartende **Betriebskosten von ca. 87.200 €** 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 30 €/t (Stand 2023) angesetzt.

Es ist demnach mit **Verbrauchskosten in Höhe von ca. 111.980 €** pro Jahr zu rechnen.

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

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

### **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.

Für die netzgebundene Wärmeversorgung ergeben sich **Wärmegestehungskosten von durchschnittlich ca. 130,04 €/MWh**.

Im Vergleich zu konventionellen Wärmeerzeugungstechnologien (Erdgas: ca. 210 €/MWh, Heizöl: ca. 180 €/MWh) ist die vorgeschlagene Variante damit sehr attraktiv.

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

Kapitalkosten	82.736 €/a	29,3%
Betriebskosten	87.200 €/a	30,9%
Verbrauchskosten	111.980 €/a	39,7%
<b>Jahreskosten gesamt</b>	<b>281.916 €/a</b>	<b>100,0%</b>
Jahres-Nutzwärmebedarf	2.168 MWh/a	
<b>Wärmegestehungskosten</b>	<b>130,04 €/MWh</b>	

Tab. 19: Wärmegestehungskosten Stufe 1 (AG 80%)

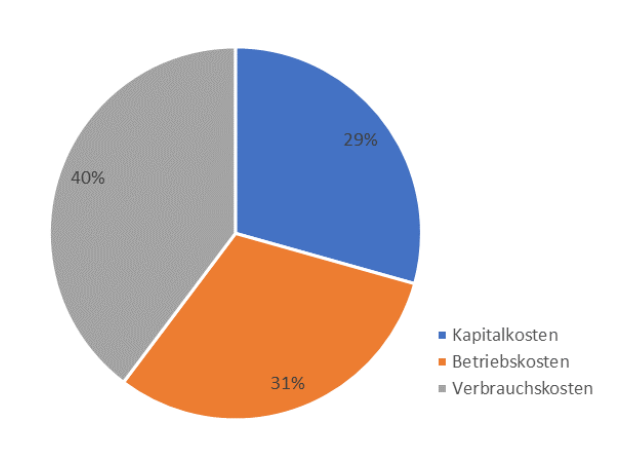


Abb. 36: Wärmegestehungskosten Stufe 1 (AG 80%)

## 5.2 Stufe 2 (2035): Biomassefeuerung + Solarthermie

### 5.2.1 Überblick und Funktionale Konzeption

In einer zweiten Ausbaustufe wird eine Ergänzung des zuvor beschriebenen Nahwärmenetzes durch eine Solarthermie-Freiflächenanlage bei gleichzeitig sukzessiver energetischer Sanierung der angeschlossenen Gebäude vorgeschlagen.

Die nachfolgende Darstellung zeigt die wesentlichen Komponenten der konzipierten Versorgungslösung im Überblick. In der Folge wird auf die jeweiligen Baugruppen im Einzelnen eingegangen.

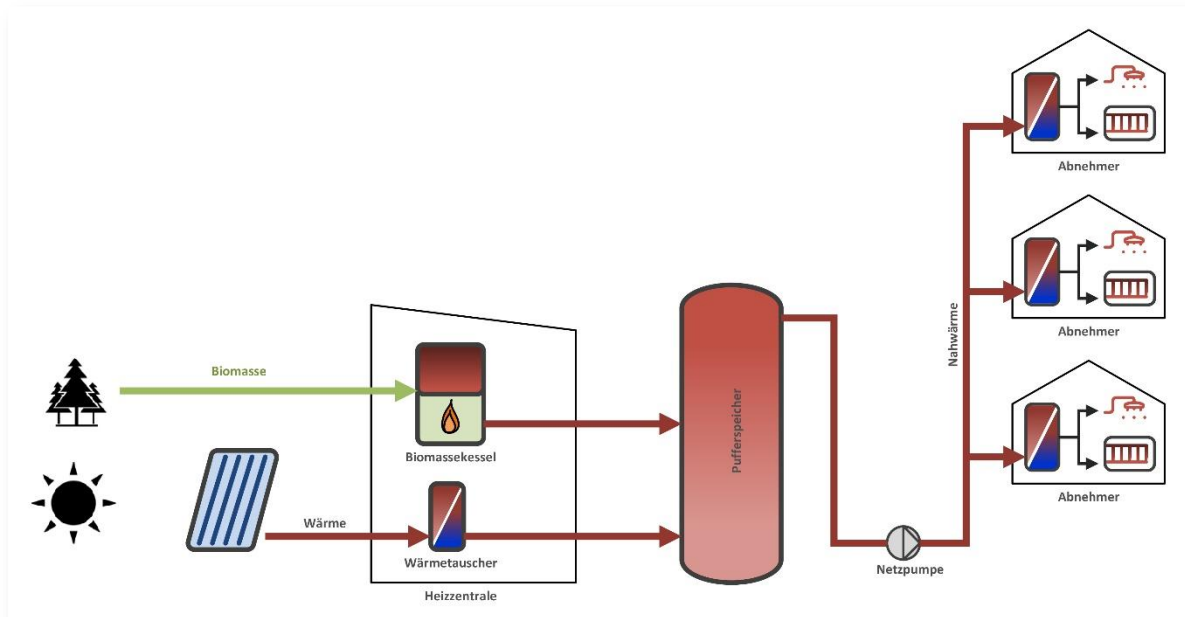


Abb. 37: Übersicht funktionale Konzeption Stufe 2

Die Erläuterungen zu den Hauptkomponenten gelten analog zu Stufe 1 (vgl. 5.1.2).

Mit der Neugestaltung der Fördermittellandschaft für regenerative Wärmeversorgungskonzepte treten vermehrt auch brennstofffreie Versorgungslösungen in den Vordergrund. Hier ist u.a. die Einbindung großer Solarthermieranlagen zu nennen. Im Sinne eines sparsamen Umgangs mit begrenzten Biomasse-Ressourcen kann auf diese Weise insbesondere in den Sommermonaten ein Großteil der benötigten Wärme bereitgestellt werden, ohne zusätzlich Brennstoff zu verbrauchen. So kann gerade auch in der lastschwachen Zeit der tendenziell ineffizientere Teillastbetrieb der Biomassefeuerung vermieden werden. Das für eine Nahwärmeversorgung benötigte Temperaturniveau kann hierbei beispielsweise durch den Einsatz von Vakuum-Röhrenkollektoren erreicht werden.

Von Vorteil für die Effizienz entsprechender Anlagen sind möglichst niedrige Systemtemperaturen (Vorlauf / Rücklauf). Dies kann perspektivisch insbesondere durch die energetische Sanierung der angeschlossenen Gebäude erreicht werden. In der Kalkulation wird daher für die zweite Ausbaustufe von einem Sanierungsgrad von 50% im Quartier ausgegangen.

Die solarthermisch genutzten Flächen sollten sich hierfür möglichst in räumlicher Nähe zur Heizzentrale liegen, da auch die solarthermisch erzeugte Wärme in den zentralen Pufferspeicher einfließt. Bevorzugt geeignet sind hierfür Flächen mit geringer naturschutzfachlicher Relevanz (Flächen an Verkehrswegen, versiegelte oder vorbelastete Flächen usw.). Beispielsweise auch in brachliegenden Bereichen mit



einsetzender Verbuschung kann diese durch Installation von Solarthermieranlagen aufgehoben und so wertvolle Lebensräume für bodenbrütende Vögel und Offenlandhabitate für Flora und Fauna erhalten werden.



Abb. 38: Beispiel Solarthermie-Freifläche

Quelle: Erik Christensen - Eigenes Werk, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=9097625>

Die Kalkulation der benötigten Kollektorfläche erfolgt mit Hilfe der frei verfügbaren, vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie geförderten Software ScenoCalc<sup>43</sup>. Diese erlaubt es, den solaren Nutzwärmeertrag von in Wärmenetze eingebundenen Solarthermieranlagen zu berechnen.

In Anlehnung an realisierte Anlagen wird hierbei als Kalkulationsziel eine solare Deckungsrate von ca. 25% angestrebt. Die von der Solarthermieranlage bereitgestellte Wärme wird hierbei stets vorrangig im System genutzt (Grundlast).

---

<sup>43</sup> SOL 02

Thema: Integriertes Quartierskonzept für das Quartier Groß Schwansee

Projekt: T23.02

Bearbeitungsstand: 13.07.2023

TRIGENIUS  
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG

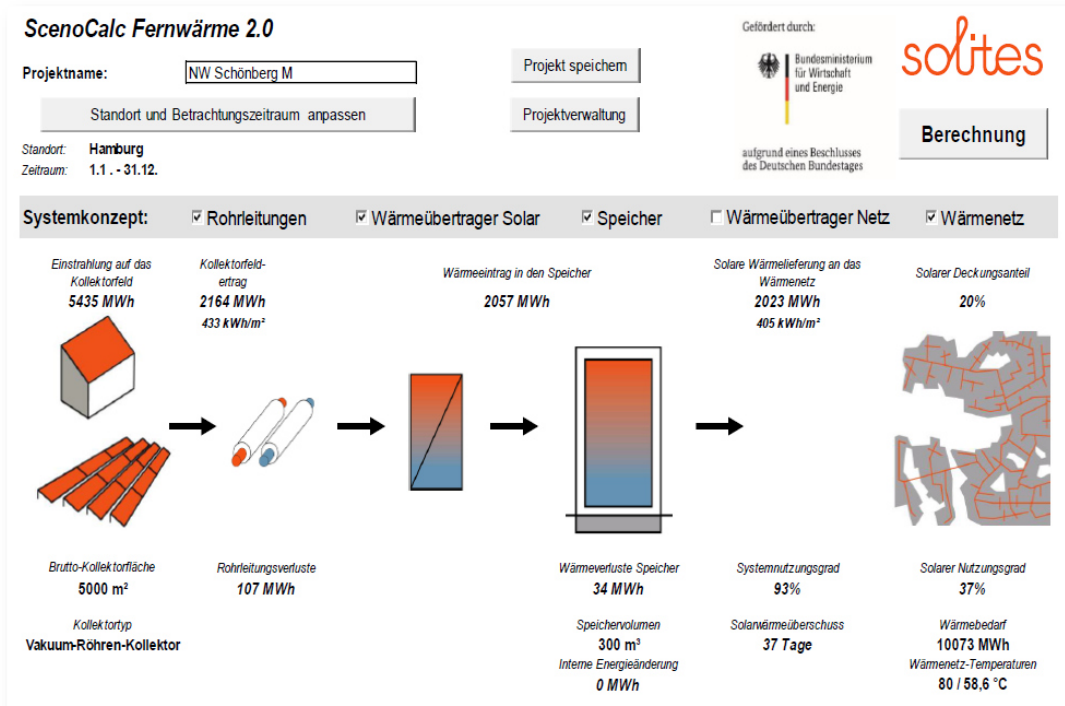


Abb. 39: Solarthermie-Kalkulation mit ScenoCalc (Bsp.)

### 5.3.2 Versorgungsgebiet und Räumliche Konzeption

Die nachfolgende Darstellung verdeutlicht die Abgrenzung des Versorgungsgebiets sowie den Verlauf einer möglichen Nahwärmetrasse bis 2035. Als Standort der Solarthermie-Freiflächenanlage wird ein Grundstück der Stadt im Bereich der Binsenkoppel vorgeschlagen.

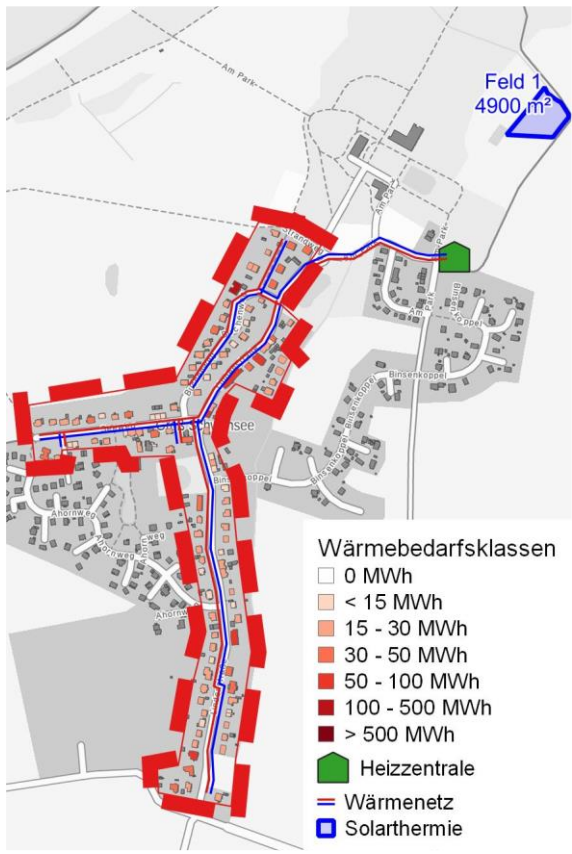


Abb. 40: Karte Versorgungsgebiet Stufe 2

Nachfolgend wird der vorgeschlagene Konzeptansatz einer netzgebundenen Wärmeversorgung auf Basis einer Biomasse-Feuerungsanlage und Solarthermie-Freiflächenanlage für das Versorgungsgebiet Groß Schwansee dimensioniert und kalkuliert.

#### Auslegung der Hauptkomponenten

Anhand der Bedarfsdaten im Versorgungsgebiet wurden die Hauptkomponenten der Anlage grob dimensioniert. Hierbei wird von einem Anschlussgrad von 100% ausgegangen.

Die erforderlichen Hauptkomponenten werden wie folgt dimensioniert:

##### **Solarthermie-Freiflächenanlage**

- Modultyp: Vakuum-Röhrenkollektoren
- Brutto-Modulfläche: 2.000 m²
- Benötigte Grundstücksfläche: ca. 4.880 m²

##### **Biomassekessel**

- Nennleistung: 820 kW
- Jahresnutzungsgrad: 0,85

### **Pufferspeicher**

- Volumen: 75 m³

### **Wärmenetz**

- Trassenlänge: 3.601 m
- Max. Querschnitt: DN 80
- Mittl. Querschnitt: DN 40
- Wärmebelegung: 658 kWh/(trm\*a)

### **Hausanschlüsse**

- Anzahl: 112
- Summe Anschlussleistung: 1.211,4 kW

Detailliertere Informationen zur Auslegung sind im Anhang aufgeführt.

## 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 100% ausgegangen. Die nachfolgend dargestellte Bilanz bezieht sich auf die versorgten Gebäude.

Die angeschlossenen Abnehmer benötigen demnach jährlich **2.708 MWh an Nutzwärme**. Diese werden über das Nahwärmenetz zu **24,4% aus Solarthermie** und zu **75,6% aus Biomasse** bereitgestellt. Dabei betragen die **Netzverluste ca. 12,5%**.

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	1.211 kW	2.370 MWh/a 87,5%
Gleichzeitigkeitsfaktor	0,644	
Verluste	38,6 kW 4,7%	338 MWh/a 12,5%
Netz	36,9 kW	324 MWh/a
Speicher	1,6 kW	14 MWh/a
<b>Summe Bedarf</b>	<b>818 kW 100,0%</b>	<b>2.708 MWh/a 100,0%</b>
<b>Summe Erzeugung</b>	<b>820 kW 100,2%</b>	<b>2.708 MWh/a 100,0%</b>
Solarthermie	---	662 MWh/a 24,4%
Biomasse-Kessel	820 kW 100,2%	2.047 MWh/a 75,6%
Gaskessel	0 kW 0,0%	0 MWh/a 0,0%

Tab. 20: Wärmebilanz Stufe 2 (AG 100%)

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.

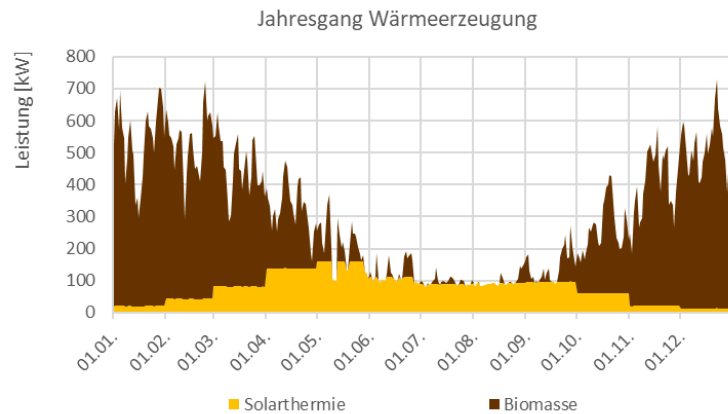


Abb. 41: Jahresgang Stufe 2 (AG 100%)

### Endenergie- und Treibhausgasbilanz

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

	Endenergie	Emissionsfaktor	THG-Emissionen
Wärme Solarthermie	662 MWh/a	25 g/kWh	16,5 t/a
Biomasse	2.408 MWh/a 2.675 sm³/a	19 g/kWh	45,7 t/a
Erdgas	0 MWh/a	250 g/kWh	0,0 t/a
Strom (Hilfsenergie)	27.461 kWh/a	484 g/kWh	13,3 t/a
Heizwerk	20.465 kWh/a		
Netz	6.996 kWh/a		
<b>Summe</b>	<b>3.097 MWh/a</b>		<b>75,6 t/a</b>

Tab. 21: Endenergiebedarf und THG-Emissionen Stufe 2 (AG 100%)

Die spezifischen Treibhausgasemissionen der Nahwärmeversorgung betragen 32 g/kWh bezogen auf die Nutzwärme. Gegenüber dem laut Bedarfsanalyse festgestellten ortstypischen Brennstoffmix (295 g/kWh) ergibt sich somit eine spezifischer Vermeidungsfaktor von 253 g/kWh.

Durch die kalkulierte Versorgungsvariante können bei einem Anschlussgrad von 100% demnach jährlich **600 tCO<sub>2</sub>-äqu. Treibhausgase eingespart** werden.

**In den versorgten Objekten entspricht dies einer Verminderung um ca. 89 %.**

**Bezogen auf die gesamte Versorgungszone beträgt die Einsparung ca. 89%.**

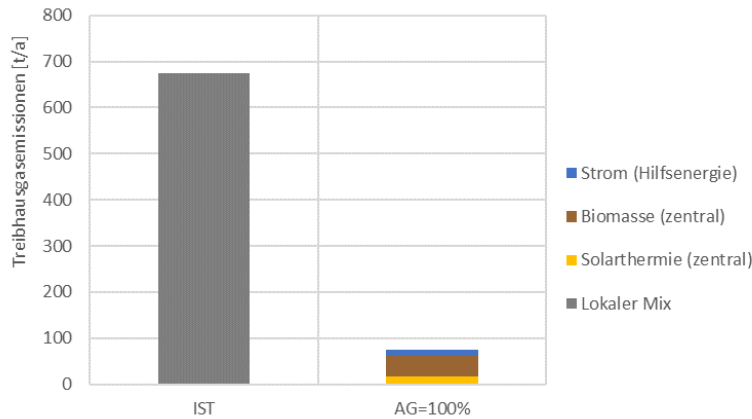


Abb. 42: Treibhausgaseinsparung Stufe 2 (AG 100%)

### 5.3 Stufe 3 (2040):

#### *Solarthermie, Wärmepumpe und Saisonalwärmespeicher*

##### 5.3.1 Überblick und Funktionale Konzeption

In einer dritten Ausbaustufe wird langfristig eine Umstellung der Wärmeversorgung im Quartier auf 100% Solarthermie vorgeschlagen. Hierzu ist eine Erweiterung der in Stufe 2 vorgeschlagenen Solarthermieranlage sowie die Ergänzung eines saisonalen Wärmespeichers sowie einer Wärmepumpe zur Temperaturanpassung erforderlich. Voraussetzung hierfür ist, dass nach umfassender energetischer Sanierung der angeschlossenen Gebäude die Netztemperaturen weiter abgesenkt werden können.

Rechnerisch kann in diesem Fall dann perspektivisch auf den Biomassekessel verzichtet werden. Ob dieser dennoch, beispielsweise zur Absicherung, beibehalten werden soll, ist zu gegebener Zeit unter Berücksichtigung der dann gegebenen Rahmenbedingung zu entscheiden.

Die nachfolgende Darstellung zeigt die wesentlichen Komponenten der konzipierten Versorgungslösung im Überblick. In der Folge wird auf die jeweiligen Baugruppen im Einzelnen eingegangen.

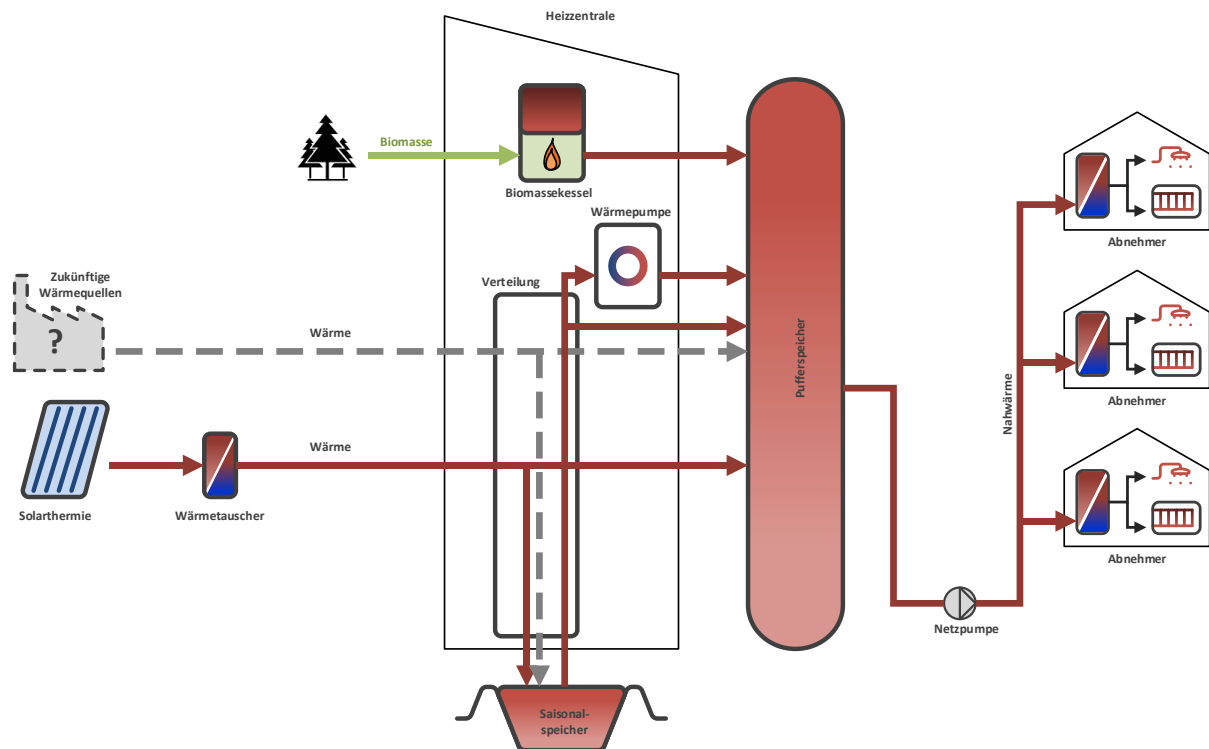


Abb. 43: Übersicht funktionale Konzeption Stufe 3

Die Erläuterungen zu den Hauptkomponenten gelten analog zu Stufe 2 (vgl. 5.2.1).

Die Nutzung von Freiflächen-Solarthermie hat den Nachteil, dass die größte Wärmemenge in den Sommermonaten mit dem geringsten Wärmebedarf zur Verfügung steht. Dies hat zur Folge, dass, je nach Dimensionierung, entweder der Anteil dieser Quellen an der Gesamt-Wärmebereitstellung begrenzt ist oder aber hohe sommerliche Wärmeüberschüsse ungenutzt bleiben.

Eine Möglichkeit dem zu begegnen, stellt die Einbindung eines saisonalen Wärmespeichers in das Versorgungssystem dar. Dieser ermöglicht es, sommerliche Wärmeüberschüsse zumindest teilweise für bedarfsstärkere Zeiten im Herbst und Winter zu speichern. Hierzu existieren verschiedene technische Ansätze mit unterschiedlichen Anwendungsbereichen und Entwicklungsständen.

Im Bereich der kommunalen Wärmeversorgung ist beispielsweise in Dänemark das Konzept des Erdbeckenspeichers seit Jahren etabliert. In Deutschland werde derzeit erste Vorhaben nach dänischem Vorbild auch in kleineren Kommunen umgesetzt. So zum Beispiel im schleswig-holsteinischen Meldorf.<sup>44</sup>

Für einen Erdbeckenspeicher wird zunächst eine Grube ausgehoben und das Aushubmaterial wallartig darum aufgeschüttet. Das entstehende Becken wird mit speziellen Folien ausgekleidet und abgedichtet. Anschließend wird es mit Wasser als Speichermedium befüllt. Den oberen Abschluss findet der Speicher durch eine isolierte Schwimmdecke. Mittels spezieller Ein- und Auslassbauwerke kann der Speicher je nach Wärmebedarf und -aufkommen be- oder entladen werden.

Sowohl auf Grund des variierenden Ladezustands als auch wegen unvermeidbarer Wärmeverluste ist die Speichertemperatur über Jahr nicht konstant. Um dennoch die zum Netzbetrieb erforderliche Vorlauftemperatur zu erreichen, kann eine Wärmepumpe zur Temperaturerhöhung eingesetzt werden.

<sup>44</sup> NDR 01



Thema: Integriertes Quartierskonzept für das Quartier Groß Schwansee

Projekt: T23.02

Bearbeitungsstand: 13.07.2023

**TRIGENIUS**  
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG

Im Kontext der hohen festgestellten Potenziale im Strombereich ist ein Betrieb dieser mit lokal erzeugtem Windstrom naheliegend. Hierfür bestehen derzeit häufig jedoch hohe Hürden hinsichtlich der regulatorischen und insbesondere energierechtlichen Rahmenbedingungen. Die Möglichkeit einer solchen Direktversorgung ist daher von einer Vielzahl von Faktoren inkl. der Betreibermodelle der Wärmeversorgungs- und der Windenergie-Anlagen abhängig. Aufgrund der Komplexität der zu beachtenden Rechtsnormen ist in jedem Falle eine detaillierte rechtliche Prüfung erforderlich.

Als Wärmequellen kommen neben einer zu errichtenden Solarthermieranlage auch vielfältige weitere Wärmequellen in Frage. Die Nutzung von Abwärme aus Gewerbe oder Power-to-Heat aus PV- oder Wind-Strom sind im Zuge der Sektorenkopplung und des Netzmanagements als zukünftige Wärmequelle vorstellbar.

### 5.3.2 Versorgungsgebiet und Räumliche Konzeption

Die nachfolgende Darstellung verdeutlicht die Abgrenzung des Versorgungsgebiets sowie den Verlauf einer möglichen Nahwärmetrasse bis 2040. Als Standort des Saisonalwärmespeichers wird ein Grundstück direkt neben der Solarthermie-Freiflächenanlage vorgeschlagen.

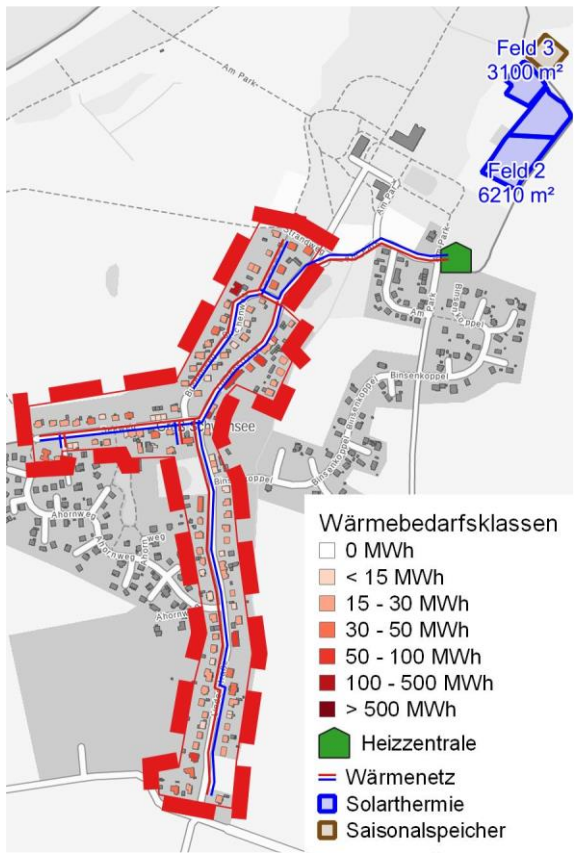


Abb. 44: Karte Versorgungsgebiet Stufe 3

Nachfolgend wird der vorgeschlagene Konzeptansatz einer netzgebundenen Wärmeversorgung auf Basis einer Solarthermie-Freiflächenanlage mit Wärmepumpe und Saisonalwärmespeicher für das Versorgungsgebiet Groß Schwansee dimensioniert und kalkuliert.

#### Auslegung der Hauptkomponenten

Anhand der Bedarfsdaten im Versorgungsgebiet wurden die Hauptkomponenten der Anlage grob dimensioniert. Hierbei wird von einem Anschlussgrad von 100% ausgegangen.

Die erforderlichen Hauptkomponenten werden wie folgt dimensioniert:

#### **Saisonalwärmespeicher**

- Grundfläche: ca. 2.400 m<sup>2</sup>
- Volumen: ca. 12.615 m<sup>3</sup>

#### **Wärmepumpe**

- Therm. Leistung: 530 kW
- Vollbetriebsstunden: 1.164 h/a
- JAZ: 7

### Solarthermie-Freiflächenanlage

- Modultyp: Vakuüm-Röhrenkollektoren
- Brutto-Modulfläche: 5.700 m<sup>2</sup>
- Benötigte Grundstücksfläche: ca. 13.902 m<sup>2</sup>

### Pufferspeicher

- Volumen: 75 m<sup>3</sup>

### Wärmenetz

- Trassenlänge: 3.601 m
- Max. Querschnitt: DN 100
- Mittl. Querschnitt: DN 50
- Wärmebelegung: 564 kWh/(trm\*a)

### Hausanschlüsse

- Anzahl: 112
- Summe Anschlussleistung: 1.038 kW

Detailliertere Informationen zur Auslegung sind im Anhang aufgeführt.

## 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 100% ausgegangen. Die nachfolgend dargestellte Bilanz bezieht sich auf die versorgten Gebäude.

Die angeschlossenen Abnehmer benötigen demnach jährlich **2.799 MWh an Nutzwärme**. Diese werden über das Nahwärmenetz zu **96,9% aus Solarthermie** und zu **3,1% aus dem Stromanteil der Wärmepumpe** bereitgestellt. Dabei betragen die **Gesamtverluste (Speicher + Netz) ca. 27,4%**.

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

	Leistung	Wärme
Bedarf frei Abnehmer	1.038 kW	2.031 MWh/a 72,6%
Gleichzeitigkeitsfaktor	0,639	
Verluste	15,9 kW 2,3%	768 MWh/a 27,4%
Netz	15,1 kW	133 MWh/a
Speicher	0,8 kW	635 MWh/a
<b>Summe Bedarf</b>	<b>679 kW 100,0%</b>	<b>2.799 MWh/a 100,0%</b>
<b>Summe Erzeugung</b>	<b>820 kW 120,7%</b>	<b>2.799 MWh/a 100,0%</b>
Solarthermie	---	2.713 MWh/a 96,9%
Wärmepumpe (Stromanteil)	---	86 MWh/a 3,1%
Biomasse-Kessel	820 kW 120,7%	0 MWh/a 0,0%
Gaskessel	0 kW 0,0%	0 MWh/a 0,0%

Tab. 22: Wärmebilanz Stufe 3 (AG 100%)

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.

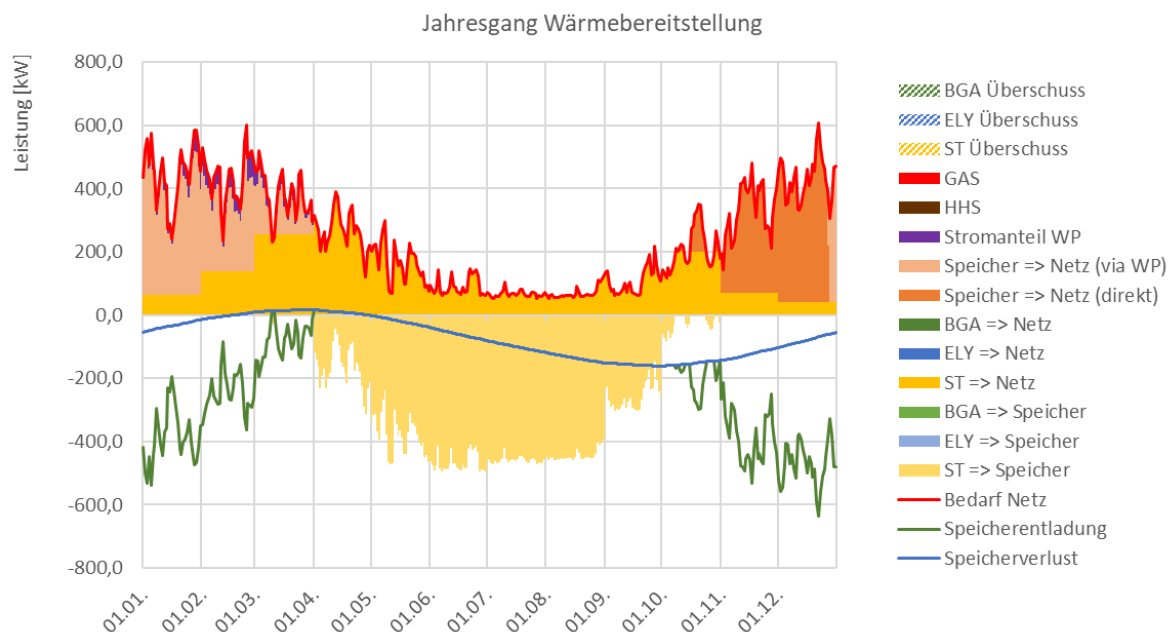


Abb. 45: Jahresgang Stufe 3 (AG 100%)

### Endenergie- und Treibhausgasbilanz

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

	Endenergie	Emissionsfaktor	THG-Emissionen
Wärme Solarthermie	2.713 MWh/a	25 g/kWh	67,8 t/a
Biomasse	0 MWh/a 0 sm³/a	19 g/kWh	0,0 t/a
Erdgas	0 MWh/a	250 g/kWh	0,0 t/a
Strom (Wärmepumpe)	86 MWh/a	15 g/kWh	1,3 t/a
Strom (Hilfsenergie)	12.233 kWh/a	484 g/kWh	5,9 t/a
Heizwerk	0 kWh/a		
Netz	12.233 kWh/a		
<b>Summe</b>	<b>2.725 MWh/a</b>		<b>75,0 t/a</b>

Tab. 23: Endenergiebedarf und THG-Emissionen Stufe 3 (AG 100%)

Die spezifischen Treibhausgasemissionen der Nahwärmeversorgung betragen 37 g/kWh bezogen auf die Nutzwärme. Gegenüber dem laut Bedarfsanalyse festgestellten ortstypischen Brennstoffmix (295 g/kWh) ergibt sich somit ein spezifischer Vermeidungsfaktor von 248 g/kWh.

Durch die kalkulierte Versorgungsvariante können bei einem Anschlussgrad von 100% demnach jährlich **696,2 tCO<sub>2</sub>-äqu. Treibhausgase eingespart** werden.

**In den versorgten Objekten entspricht dies einer Verminderung um ca. 90,3 %.**

**Bezogen auf die gesamte Versorgungszone beträgt die Einsparung ca. 90,3 %.**

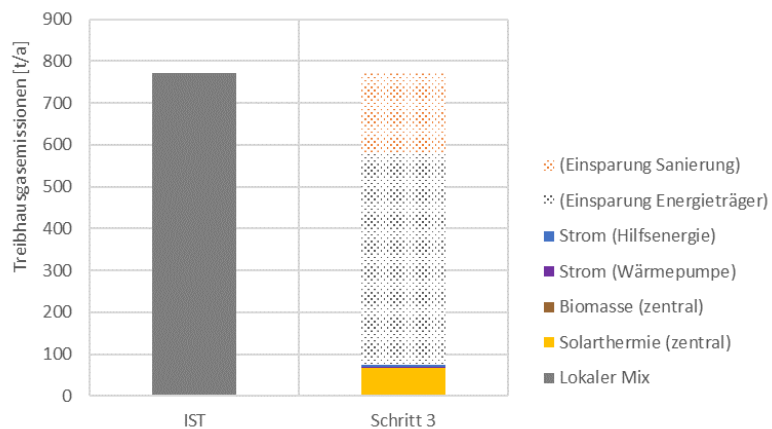


Abb. 46: Treibhausgaseinsparung Stufe 3 (AG 100%)

### 5.3.3 Alternativer Standort Gesamtanlage

Die nachfolgende Darstellung zeigt des Versorgungsgebiets sowie alternative Flächen, die potenziell zur Energiegewinnung infrage kommen. Die Flächen sind aufgrund ihrer günstigeren Möglichkeiten zur Verlegung eines Nahwärmenetzes attraktiv. Die tatsächliche Eignung und Verfügbarkeit dieser Flächen kann zu diesem Zeitpunkt nicht abschließend bewertet werden und wird derzeit geprüft.



Abb. 47: Alternative Standorte zur Energiegewinnung

## 5.4 Sensitivitätsanalyse

Um die Auswirkungen veränderter Rahmenbedingungen auf das wirtschaftliche Verhalten der konzipierten Versorgungslösung abschätzen zu können, wurde eine Sensitivitätsanalyse der Wärmegegestehungskosten für Stufe 1 durchgeführt. Für die weiteren Ausbaustufen können zu diesem Zeitpunkt keine belastbaren Kosten im Zusammenhang mit dem zeitlichen Horizont der Stufen abgeschätzt werden.

Hierbei wurden folgende Parameter variiert:

- Anschlussgrad
- Förderquote
- Brennstoffkosten

### 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 Wärmegegestehungskosten vom Anschlussgrad stellt sich in der untersuchten biomassebasierten Variante wie folgt dar:

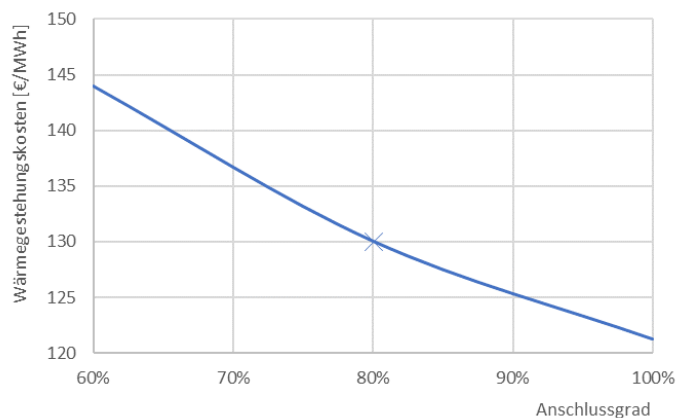


Abb. 48: Sensitivität Anschlussgrad

Wie zu erkennen ist, sinken die Wärmegegestehungskosten 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 Wärmegestehungskosten von der Förderquote stellt sich in der untersuchten Variante wie folgt dar:

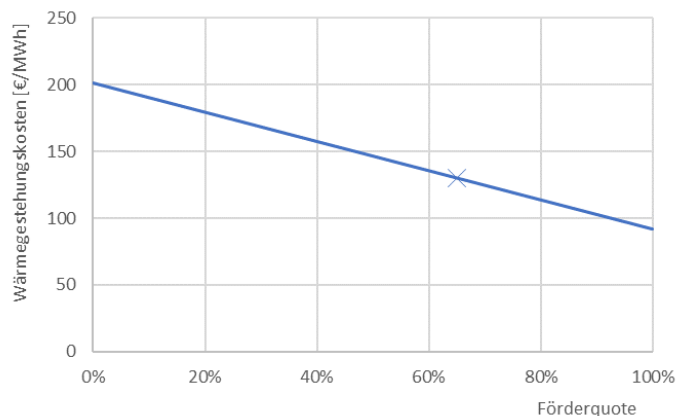


Abb. 49: Sensitivität Förderquote

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

### Sensitivität Brennstoffkosten

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

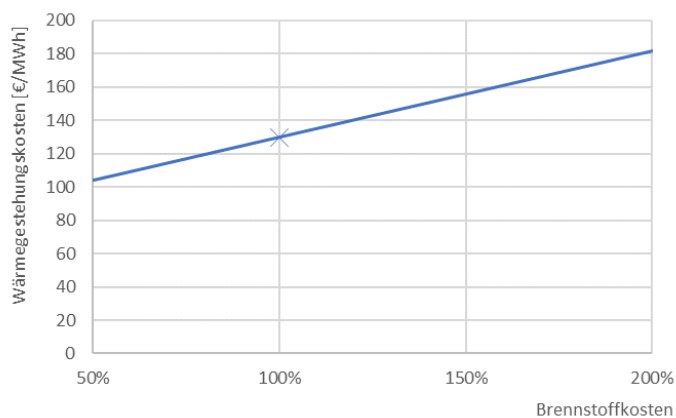


Abb. 50: Sensitivität Brennstoffpreis

## 6 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:

### 6.1 Unternehmensformen

#### 6.1.1 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 Knowhow-Aufbau erforderlich
- Investitionsbedarf seitens der Kommune

#### 6.1.2 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 Knowhows (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 Knowhow-Aufbau erforderlich

### 6.1.3 *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 Knowhow 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

## 6.2 *Betreibermodelle*

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

### 6.2.1 *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 Knowhow 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.

### *6.2.2 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 Knowhow 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.

### *6.2.3 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 Knowhows 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.

## *6.3 Situation vor Ort*

Im Rahmen der angestellten Untersuchungen konnten grundsätzlich sowohl Potenziale als auch geeignete Abnehmerstrukturen für zentrale Versorgungslösungen auf Basis regional verfügbarer erneuerbarer Energieträger identifiziert werden. Von verschiedenen Seiten wurde vor Ort ein Interesse an der Umsetzung bzw. Nutzung entsprechender Möglichkeiten signalisiert.

Seitens der beteiligten Akteure wird jedoch auch ein Vorteil darin gesehen, für den zuverlässigen Betrieb entsprechender Anlagen auf das fundierte Knowhow 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.

## 7 Maßnahmen

### 7.1 Maßnahmenübersicht

POS.	Maßnahme	Investition	THG Einsparungen [ t / Jahr ]	Amortisation
<b>M Maßnahmenbereich Mobilität</b>				
M1	Ausbau der Ladeinfrastruktur	-	-	-
M2	Ausbau der Radwege- Infrastruktur	-	-	-
<b>W Maßnahmenbereich: Wärmeversorgung</b>				
W1	Aufbau einer netzgebundenen Wärmeversorgung auf Basis von Biomasse (Holzhackschnitzel) – Stufe 1	ca. 4,3 Mio vor Förderung	bis ca. 547 t/a, ca. 70,9% im versorgten Bereich	langfristig
W2	Ergänzung einer Solarthermie- Freiflächenanlage zur Nahwärmeversorgung – Stufe 2	hoch	bis ca. 599 t/a, ca. 88,8% im versorgten Bereich durch Stufe 1 und 2 in Summe	langfristig
W3	Vergrößerung Solarthermie- Freiflächenanlage Ergänzung saisonaler Wärmespeicher – Stufe 3	hoch	hoch (bis ca. 696 t/a, ca. 90,3% im versorgten Bereich durch Stufe 1 bis 3 in Summe)	langfristig
<b>A Allgemeine Maßnahmen</b>				
A1	Neutrale Energie- und Fördermittelberatung	-	-	-

## 7.2 Maßnahmen im Detail

### 7.2.1 Mobilität

M1	
Maßnahmenbereich: Mobilität	
Bezeichnung der Maßnahme:	Ausbau der Ladeinfrastruktur
Ziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>Schaffung optimaler Voraussetzungen für die verstärkte Nutzung von Elektromobilität</li> </ul>
Zielgruppe	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bürger, private Haushalte</li> <li>Gewerbe, Handel &amp; Dienstleistungsunternehmen</li> <li>Amts- und Gemeindeeinrichtungen</li> </ul>
Akteure	<ul style="list-style-type: none"> <li>Private Wohnungswirtschaft</li> <li>Energieversorgungsunternehmen</li> <li>Amtsverwaltung, ggf. Sanierungsmanager</li> </ul>
Kurzbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bedarfsgerechter Ausbau der Ladeinfrastruktur im Quartier unter Berücksichtigung zukünftiger Flottenzusammensetzung</li> <li>Verschaffung eines Überblicks der aktuellen Fördermöglichkeiten</li> </ul>
Handlungsschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>Abschätzung des zukünftigen Bedarfs an Ladepunkten nach Art, Kapazität und räumlicher Verteilung</li> <li>Klärung technischer Voraussetzungen, z.B. Stromnetzkapazität</li> <li>Identifikation möglicher und geeigneter Standorte</li> <li>Recherche verfügbarer Fördermöglichkeiten</li> <li>Aufbau und Koordination einer Akteurskooperation</li> <li>Begleitung der Realisierung</li> </ul>
Bearbeitungszeitraum	mittelfristig
Investitionskosten	mittel
Gestehungskosten	-
Amortisation	-
THG - Einsparungen	hoch bei Maßnahmenumsetzung und Inanspruchnahme
Förderung	 <p>Bank aus Verantwortung</p>  <p>Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle</p>

Thema: Integriertes Quartierskonzept für das Quartier Groß Schwansee

Projekt: T23.02


Bearbeitungsstand: 13.07.2023

**TRIGENIUS**  
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG

<b>M2</b>	
<b>Maßnahmenbereich: Mobilität</b>	
<b>Bezeichnung der Maßnahme:</b>	
<b>Ausbau der Radwege-Infrastruktur</b>	
Ziel	<ul style="list-style-type: none"><li>Steigerung der Sicherheit und Attraktivität des innerstädtischen Radverkehrs</li></ul>
Zielgruppe	<ul style="list-style-type: none"><li>Bürger, private Haushalte</li></ul>
Akteure	<ul style="list-style-type: none"><li>Amtsverwaltung, ggf. Sanierungsmanager</li><li>Straßenbauverwaltung</li></ul>
Kurzbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"><li>Vernetzung und Ausbau bestehender Radwege</li><li>Schaffung von Fahrradstreifen im Quartier und übergreifend</li></ul>
Handlungsschritte	<ul style="list-style-type: none"><li>Auswertung des Verkehrsflusses</li><li>Identifikation relevanter Routen</li><li>Prüfung maßgeblicher rechtlicher und baulicher Voraussetzungen</li><li>Recherche verfügbarer Fördermöglichkeiten</li><li>Aufbau und Koordination einer Akteurskooperation</li><li>Begleitung der Realisierung</li></ul>
Bearbeitungszeitraum	mittelfristig
Investitionskosten	gering - mittel
Gestehungskosten	-
Amortisation	-
THG - Einsparungen	hoch bei Maßnahmenumsetzung und Inanspruchnahme
Förderung	<div><p>Bank aus Verantwortung</p></div> <div><p>Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle</p></div>



## 7.2.2 Wärmeversorgung

W 1 Maßnahmenbereich: Wärmeversorgung	
Bezeichnung der Maßnahme:	Aufbau einer netzgebundenen Wärmeversorgung auf Basis von Biomasse (Holzhackschnitzel) – Stufe 1
Ziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>Schaffung einer zukunftsfähigen Wärmeversorgungs-Infrastruktur im Quartier</li> <li>Senkung der wärmebezogenen Treibhausgasemissionen</li> </ul>
Zielgruppe	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wohnungswirtschaft</li> <li>Gewerbe, Handel &amp; Dienstleistungsunternehmen</li> <li>Amts- und Gemeindeeinrichtungen</li> <li>Bürger, private Haushalte</li> </ul>
Akteure	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wohnungswirtschaft</li> <li>Amtsverwaltung, ggf. Sanierungsmanager</li> <li>Externe Planer und ggf. Energiedienstleister</li> <li>Industrie, lokale Land- und Forstwirtschaft (Brennstoffversorgung)</li> </ul>
Kurzbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planung und Errichtung eines Nahwärmenetzes zur Wärmeversorgung (Heizung, Warmwasser) der Gebäude im Quartier</li> <li>Planung und Errichtung einer Heizzentrale zur Wärmeerzeugung auf Basis von Holzhackschnitzeln aus regionaler Forstwirtschaft und Landschaftspflege sowie Industrie</li> </ul>  <p>Wärmebedarfsklassen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>0 MWh</li> <li>&lt; 15 MWh</li> <li>15 - 30 MWh</li> <li>30 - 50 MWh</li> <li>50 - 100 MWh</li> <li>100 - 500 MWh</li> <li>&gt; 500 MWh</li> <li>Heizzentrale</li> <li>Wärmenetz</li> </ul>
Handlungsschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>Information, Motivation und Koordination möglicher Anschlussnehmer und Akteure</li> <li>Klärung der Fördermittelsituation, Beantragung von Fördermitteln</li> <li>Detaillierte Wärmebedarfsermittlung und Prüfung der Anschlussvoraussetzungen in den Gebäuden</li> <li>Fachplanung Wärmenetz und Erzeugungsanlage</li> <li>Erlangung notwendiger Genehmigungen</li> <li>Klärung des Logistikkonzeptes</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entwicklung eines Betriebsmodells</li> <li>Begleitung der Realisierung</li> </ul>
Bearbeitungszeitraum	Beginn kurzfristig, Bearbeitung mittelfristig
Investitionskosten	Hoch (ca. 4,3 Mio vor Förderung)
Gestehungskosten	Ca. 130 €/MWh (netto)
Amortisation	Mittel - langfristig
THG - Einsparungen	hoch (bis ca. 547 t/a, ca. 70,9% im versorgten Bereich)
Förderung	<ul style="list-style-type: none"> <li>BEW: bis 40%</li> <li>KliFöRL MV: bis ca. 25% (Entwurf)</li> </ul>

<b>W 2</b>	<b>Maßnahmenbereich: Wärmeversorgung</b>
<b>Bezeichnung der Maßnahme:</b>	<b>Ergänzung einer Solarthermie-Freiflächenanlage zur Nahwärmeversorgung – Stufe 2</b>
<b>Ziel</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Weitere Senkung der wärmebezogenen Treibhausgasemissionen</li> <li>Reduktion des Brennstoffverbrauchs</li> </ul>
<b>Zielgruppe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wohnungswirtschaft</li> <li>Gewerbe, Handel &amp; Dienstleistungsunternehmen</li> <li>Amts- und Gemeindeeinrichtungen</li> <li>Bürger, private Haushalte</li> </ul>
<b>Akteure</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wohnungswirtschaft</li> <li>Amtsverwaltung, ggf. Sanierungsmanager</li> <li>Externe Planer und ggf. Energiedienstleister</li> <li>Industrie, lokale Land- und Forstwirtschaft (Brennstoffversorgung)</li> </ul>
<b>Kurzbeschreibung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ergänzung einer Solarthermie-Freiflächenanlage zur in Stufe 1 errichteten Nahwärmeversorgung</li> </ul> 

Handlungsschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>Information, Motivation und Koordination der Akteure</li> <li>Klärung der Fördermittelsituation, Beantragung von Fördermitteln</li> <li>Prüfung und Identifikation geeigneter Anlagenstandorte</li> <li>Fachplanung Solarthermieanlage und Zuleitung</li> <li>Erlangung notwendiger Genehmigungen</li> <li>Ggf Anpassung des Betriebsmodells</li> <li>Begleitung der Realisierung</li> </ul>
Bearbeitungszeitraum	Mittelfristig (ca.2035)
Investitionskosten	hoch
Gestehungskosten	-
Amortisation	Mittel - langfristig
THG - Einsparungen	hoch (bis ca. 599 t/a, ca. 88,8% im versorgten Bereich durch Stufe 1 und 2 in Summe)
Förderung	Abhängig von gültiger Fördermittelkulisse zum Umsetzungszeitpunkt

<b>W 3</b>	<b>Maßnahmenbereich: Wärmeversorgung</b>
<b>Bezeichnung der Maßnahme:</b>	<b>Vergrößerung Solarthermie-Freiflächenanlage Ergänzung saisonaler Wärmespeicher – Stufe 3</b>
Ziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>Weitere Senkung der wärmebezogenen Treibhausgasemissionen</li> <li>Vermeidung des Brennstoffverbrauchs (100% Solarthermie)</li> </ul>
Zielgruppe	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wohnungswirtschaft</li> <li>Gewerbe, Handel &amp; Dienstleistungsunternehmen</li> <li>Amts- und Gemeindeeinrichtungen</li> <li>Bürger, private Haushalte</li> </ul>
Akteure	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wohnungswirtschaft</li> <li>Amtsverwaltung, ggf. Sanierungsmanager</li> <li>Externe Planer und ggf. Energiedienstleister</li> <li>Industrie, lokale Land- und Forstwirtschaft (Brennstoffversorgung)</li> </ul>
Kurzbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ausbau der Solarthermie-Freiflächenanlage (Stufe 2)</li> <li>Errichtung eines saisonalen Wärmespeichers</li> </ul>

Handlungsschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>Information, Motivation und Koordination der Akteure</li> <li>Klärung der Fördermittelsituation, Beantragung von Fördermitteln</li> <li>Prüfung und Identifikation geeigneter Anlagenstandorte</li> <li>Fachplanung Solarthermieanlage, Wärmespeicher</li> <li>Erlangung notwendiger Genehmigungen</li> <li>Ggf Anpassung des Betriebsmodells</li> <li>Begleitung der Realisierung</li> </ul>
Bearbeitungszeitraum	Langfristig (ca.2040)
Investitionskosten	hoch
Gestehungskosten	-
Amortisation	Mittel - langfristig
THG - Einsparungen	hoch (bis ca. 696 t/a, ca. 90,3% im versorgten Bereich durch Stufe 1 bis 3 in Summe)
Förderung	Abhängig von gültiger Fördermittelkulisse zum Umsetzungszeitpunkt

### 7.2.3 Allgemeine Maßnahmen

A1 Maßnahmenbereich: Allgemeine Maßnahmen	
Bezeichnung der Maßnahme:	Neutrale Energie- und Fördermittelberatung
Ziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bereitstellung von Beratungsmöglichkeiten zu Energieeffizienzmaßnahmen sowie Energie- und Klimaschutzförderungen</li> </ul>
Zielgruppe	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bürger, private Haushalte, Wohnungswirtschaft</li> <li>Gewerbe, Handel &amp; Dienstleistungsunternehmen</li> <li>Amts- und Gemeindevertretungen</li> </ul>
Akteure	<ul style="list-style-type: none"> <li>AG Daseinsvorsorge</li> <li>Gemeindevertretungen</li> <li>Amtsverwaltung, ggf. Klimaschutzmanager</li> </ul>
Kurzbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verschaffung eines Überblicks der aktuellen Fördermöglichkeiten</li> <li>Gebäudebezogene Energieberatung der Verbraucherzentrale MV (kostenlos)</li> </ul>
Handlungsschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verlinkung der Amtshomepage mit neutralen Beratungsplattformen auf Bundes- und Landesebene  <a href="https://www.foerderung-leea-mv.de/foerderung/">https://www.foerderung-leea-mv.de/foerderung/</a></li> <li>Landesförderinstitut MV (Förderfinder)  <a href="https://www.lfi-mv.de/foerderfinder/">https://www.lfi-mv.de/foerderfinder/</a></li> <li>Effizienzförderung für Unternehmen in MV  <a href="https://www.mv-effizient.de">https://www.mv-effizient.de</a></li> <li>KfW – Förderbank des Bundes  <a href="https://www.kfw.de/kfw.de.html">https://www.kfw.de/kfw.de.html</a></li> <li>Förderungen des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle  <a href="https://www.bafa.de/DE/Home/home_node.html">https://www.bafa.de/DE/Home/home_node.html</a>  <a href="https://www.verbraucherzentrale-energieberatung.de">https://www.verbraucherzentrale-energieberatung.de</a>  <a href="https://www.verbraucherzentrale-mv.eu">https://www.verbraucherzentrale-mv.eu</a></li> <li>Aufbau einer Kooperation mit der AG Daseinsvorsorge und Verbraucherzentrale MV</li> <li>Schaffung regelmäßige Beratungsangebote auf regionaler Ebene</li> <li>Einbeziehung regionaler Handwerksbetriebe</li> </ul>
Bearbeitungszeitraum	Die Maßnahme sollte kurzfristig angegangen werden und als Dienstleistung verstetigt werden
Investitionskosten	nicht investiv
Gestehungskosten	-
Amortisation	-
THG - Einsparungen	mittel / hoch bei Maßnahmenumsetzung



## 8 Sonstiges

### **Controlling-Konzept**

Die Rückkopplung erreichter Ziele über festgelegte Indikatoren ist eine wichtige Methode zur Wahrung einer nachhaltigen Entwicklung in der Kommune. Der Prozess beginnt mit der Erarbeitung von Maßnahmen und den dazugehörigen Planungsprozessen, wie im Quartierskonzept geschehen. Nach einer Entscheidungsphase wird ein Beschluss zur Durchführung eines Projektes / einer Maßnahme gefasst. Anschließend wird das Projekt realisiert und während der Realisierungsphase begleitet. Zeitpläne werden überprüft und Planungsprozesse ggf. angepasst. Nach der Fertigstellung eines Projektes soll die Bewertung der Maßnahme erfolgen und deren Effekte auf den Klimaschutz beurteilt werden. Mit dieser Erkenntnis sollen dann zukünftige Planungen angepasst und verbessert werden.

Die Nutzung von etablierten online Bilanzierungs- oder Benchmark-Instrumenten stellt hierbei ebenfalls ein gutes Instrument des Controllings dar. Insbesondere mit der Einführung eines langfristigen städtischen- und amtsübergreifenden Klimaschutzmanagements und einem gezielten Monitoring kann sichergestellt werden, dass die langfristigen Ziele erreicht werden.

Folgende konkrete Schritte sollten diesbezüglich in Angriff genommen werden:

- Festlegung eines Controllingbeauftragten (optimalerweise Sanierungsmanager)
- Festlegung konkreter Datenformate und Datenquelle für die regelmäßigen Erhebungen und Sachstandsprüfungen
- Regelmäßige Überprüfung der Zeitpläne und ggf. Anpassung der Planungsabläufe
- Festlegung konkreter jährlicher Meldefristen und Meldekettten von den datenhaltenden Stellen zum Controllingbeauftragten.

**Beachtung von bestehenden Klimaschutz- Klimaanpassungskonzepten, integrierten Stadtteilentwicklungskonzepten oder wohnungswirtschaftlichen Konzepten bzw. von integrierten Konzepten auf Quartiersebene:**

Das vorliegende Quartierskonzept baut auf der zuvor Erarbeiteten Machbarkeitsstudie auf, die durch die Richtlinie für die Gewährung von Zuwendungen des Landes Mecklenburg-Vorpommern zur regenerativen Energieversorgung für Kommunen im ländlichen Raum (Regenerative

Energieversorgungsförderrichtlinie - RegEnversFöRL M-V) gefördert wurde. Darüberhinausgehende Studien und Konzepte sind bis auf die in Aufstellung befindlichen Bebauungspläne nicht bekannt und wurden für die Erarbeitung des Quartierskonzeptes nicht berücksichtigt.

***Beachtung der baukulturellen Zielstellungen unter besonderer Berücksichtigung von Denkmälern, erhaltenswerter Bausubstanz und Stadtbildqualität:***

Die Ortskerne der untersuchten Ortschaften bestehen z.T. aus historischen, und denkmalgeschützten Gebäuden und erhaltenswerter Bausubstanz. Mit der Fokussierung der energetischen Quartiersentwicklung auf die Etablierung einer regenerativ versorgten, netzgebundenen Wärmeversorgung soll der Erhaltung des Dorfbildes Rechnung getragen werden. Ein Nahwärmenetz bietet jedem angeschlossenen Gebäude die Möglichkeit, einen Energieträgerwechsel hin zu einem regenerativen Energieträger zu vollziehen und damit den Primärenergiefaktor abzusenken. Darüberhinausgehende Wärmedämmmaßnahmen an den Gebäuden können sich dadurch auf ein sinnvolles Maß begrenzt werden.

***Bestandsaufnahme von Grünflächen, Retentionsflächen, Beachtung von naturschutzfachlichen Zielstellungen und der vorhandenen natürlichen Kühlungsfunktion der Böden***

Die Gemeinde befindet sich im ländlichen Raum an der Ostseeküste des Bundeslandes Mecklenburg-Vorpommern. Mit einer Einwohnerdichte von 35 Einwohnern /m<sup>2</sup> ist die Region sehr dünn besiedelt, Ortschaften sind mit privaten und öffentlichen Grünflächen durchzogen. Es gibt neben Naturschutz- und Landschaftsschutzgebieten auch zahlreiche geschützte Biotop sowie Europäische Schutzgebiete wie z.B. Natura 2000 Gebiete

***Bezugnahme auf Klimaschutzziele der Bundesregierung und energetische Zielsetzungen auf kommunaler Ebene***

Die abgebildeten Maßnahmen im Quartierskonzept ermöglichen insbesondere im Bereich der Wärmeversorgung eine von der Bundesregierung angestrebte Klimaneutralität im Gebäudesektor bis 2045. Dies gilt für die an das potenziellen Wärmenetz angeschlossenen Gebäude.

Durch Aufklärungskampagnen und Beratungsleistungen des Sanierungsmanagements sollen zudem Alternativen für Hauseigentümer aufgezeigt werden, die nicht an das Wärmenetz angeschlossen werden können

***Analyse möglicher Umsetzungshemmnisse und deren Überwindungsmöglichkeiten***

Die Etablierung eines Wärmenetzes ist ein langwieriger Prozess. Im Rahmen von Öffentlichkeitsarbeit muss ein Bewusstsein für diese technische Lösung und die mit ihren verbundenen Vorteilen in der Bevölkerung geschaffen werden. Zentrales Element hierfür soll das projektbegleitende Sanierungsmanagement in den Kommunen sein. Neben individueller Beratung der potenziellen Anschlussnehmer sollen mit Hilfe öffentlicher Veranstaltungen die Vorteile klar aufgeführt werden.



Thema: Integriertes Quartierskonzept für das Quartier Groß Schwansee

Projekt: T23.02

Bearbeitungsstand: 13.07.2023

TRIGENIUS  
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG

Als Hemmnisse wurden die folgenden identifiziert:

Hohe Dichte an Medienleitungen im Straßenverlauf

Lösungsansatz:

- Prüfen von alternativen Trassenverläufen
- Nutzung von flexiblen

Schlechte Verfügbarkeit von Bauteilen

- Vorzeitige Abfrage zu Lieferengpässen bestimmter Materialien/ Baustoffe
- Frühzeitige Prüfung alternativer Planungsvarianten

Schlechte Verfügbarkeit von Fachfirmen zur Umsetzung

- Frühzeitige Kontaktierung/ Einbindung potenzieller Fachbetriebe für die Umsetzung der Maßnahmen

Geringe Anschlussdichte bei der Umsetzung der Nahwärmekonzepte

- Frühzeitige und kontinuierliche Kommunikation mit den Einwohnern.
- Beantragung eines Sanierungsmanagements als Planungsbegleitende Unterstützung bei der Entwicklung des Projektes

Wechselnde politisch rechtliche Rahmenbedingungen

- Austausch mit Fachverbänden und Innungen zu sich ändernden rechtlichen und politischen Rahmenbedingungen

## 9 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
- Solarthermie-Freiflächenanlagen in Wärmenetzen
- Energetische Gebäudesanierung
- Eventuell Einbindung von Stromüberschüssen in die Wärmeversorgung

Als rein gebäudespezifische Maßnahmen liegen sowohl die Aufdach-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 Fernwärmeversorgung auf Basis von Solarthermie und energetischer Biomassenutzung kommt insbesondere im unmittelbaren Bereich des Quartiers Groß Schwansee in Betracht. In Hinblick auf die geplante Entwicklung eines grünen Quartiers kann der Aufbau eines multivalenten Wärmenetzes mit Saisonspeicher eine interessante Option sein.

Von besonderer Bedeutung für die weitere Entwicklung wird in diesem Zusammenhang die Klärung möglicher Schnittstellen zu lokalen Akteuren (z.B. Wohnungsgenossenschaften) sowie die Berücksichtigung naturschutzrechtlicher Belange in Hinblick auf eine Querung der Radegast sein.

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:

## 9.1 Planung und Realisierung biomassebasierte Nahwärme

Für die beschriebenen Versorgungsbereiche in der Ortslage Groß Schwansee wird die Umsetzung einer netzgebundenen Wärmeversorgung empfohlen. Hierfür wurden verschiedene Konzeptansätze vorgeschlagen und verglichen.

Bei der Wahl eines präferierten Ansatzes (Einbindung von Solarthermie, mit oder ohne Saisonspeicher) sollten folgende Aspekte in der Abwägung berücksichtigt werden:

- Treibhausgaseinsparung
- Wärmegestehungskosten
- Finanzierbarkeit
- Realisierbarkeit von Schnittstellen
- Flächenbedarf- und Verfügbarkeit
- Umsetzungshorizont
- Entwicklungsperspektive weiterer Projekte (PV-Freifläche, Grünes Quartier)

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.

Empfehlenswert erscheint für die konkrete Vorbereitung entsprechender Maßnahmen die nach KfW-Programm 432 zu 75% förderfähige Vorgehensweise zum Sanierungsmanagement. Hierbei werden durch einen Sanierungsmanager die erforderlichen Aufgaben hinsichtlich Projektentwicklung und Koordination übernommen werden.

Zur Umsetzung der genannten Vorhaben sind unter anderem folgende Arbeitsschritte erforderlich

- Identifikation und Koordination möglicher Projektbeteiligter
- Unterstützung bei der 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.

## 9.2 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 (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.

## 9.3 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

## 9.4 *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>

## 9.5 *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 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/>
- DENA 01** Biomethan in der Wärmewende  
Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)  
Chausseestraße 128 a, 10115 Berlin  
2018
- 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

Thema: Integriertes Quartierskonzept für das Quartier Groß Schwansee

Projekt: T23.02

Bearbeitungsstand: 13.07.2023

TRIGENIUS  
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR)  
OT Gülzow, Hofplatz 1, 18276 Gülzow-Prüzen

FNR 05 Leitfaden Biogas – Von der Gewinnung zur Nutzung  
Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR)  
OT Gülzow, Hofplatz 1, 18276 Gülzow-Prüzen

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  
Hrsg.: 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: 30.06.2021  
Statistisches Amt Mecklenburg-Vorpommern  
Lübecker Str. 287, 19059 Schwerin

LAiV 09 Statistischer Bericht  
Bestand an Wohngebäuden und Wohnungen (Fortschreibung) in Mecklenburg-Vorpommern  
Stand: 2020  
Statistisches Amt Mecklenburg-Vorpommern



Thema: Integriertes Quartierskonzept für das Quartier Groß Schwansee

Projekt: T23.02

Bearbeitungsstand: 13.07.2023

Lübecker Str. 287, 19059 Schwerin

LAiV 10	Statistischer Bericht Bodenfläche nach Art der tatsächlichen Nutzung in Mecklenburg-Vorpommern Stand:2020 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: <a href="https://bplan.geodaten-mv.de/">https://bplan.geodaten-mv.de/</a>
LUNG 01	WMS Regionale Raumentwicklungsprogramme (MV RREP) Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie M-V Goldberger Straße 12b, 18273 Güstrow URL des WMS-Dienstes: <a href="https://www.umweltkarten.mv-regierung.de/script/mv_ax_rrep_wms.php?">https://www.umweltkarten.mv-regierung.de/script/mv_ax_rrep_wms.php?</a>
LUNG 02	WMS Schutzgebiete (MV Schutzgebiete) Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie M-V Goldberger Straße 12b, 18273 Güstrow URL des WMS-Dienstes: <a href="https://www.umweltkarten.mv-regierung.de/script/mv_a2_schutzgeb_wms.php?">https://www.umweltkarten.mv-regierung.de/script/mv_a2_schutzgeb_wms.php?</a>
LUNG 03	WMS Biotope (MV Biotope) Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie M-V Goldberger Straße 12b, 18273 Güstrow URL des WMS-Dienstes: <a href="https://www.umweltkarten.mv-regierung.de/script/mv_a2_biotope_wms.php?">https://www.umweltkarten.mv-regierung.de/script/mv_a2_biotope_wms.php?</a>
LUNG 04	WMS MV Erdwärmeauskunft Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie M-V Goldberger Straße 12b, 18273 Güstrow URL des WMS-Dienstes: <a href="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?</a>
NDR 01	Der erste Erdbeckenspeicher Deutschlands wird in SH gebaut Meldung des NDR vom 01.09.2022 <a href="https://www.ndr.de/nachrichten/info/Der-erste-Erdbeckenspeicher-Deutschlands-wird-in-SH-gebaut,erdbeckenspeicher100.html">https://www.ndr.de/nachrichten/info/Der-erste-Erdbeckenspeicher-Deutschlands-wird-in-SH-gebaut,erdbeckenspeicher100.html</a> Norddeutscher Rundfunk Anstalt des öffentlichen Rechts Rothenbaumchaussee 132, 20149 Hamburg
PVGIS	PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM Zugang via: <a href="https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/de/">https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/de/</a> © European Union, 1995-2022
RECK 01	Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik 73. Auflage Prof. Dr. Ing. Ernst-Rudolf Schramek (Hrsg.) © 2007 Oldenbourg Industrieverlag
RPV WM 01	Regionales Raumentwicklungsprogramm Westmecklenburg

Thema: Integriertes Quartierskonzept für das Quartier Groß Schwansee

Projekt: T23.02

Bearbeitungsstand: 13.07.2023

TRIGENIUS  
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG

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 02 Solites  
Steinbeis Forschungsinstitut für solare und zukunftsfähige thermische Energiesysteme  
Meitnerstr. 8, D – 70563 Stuttgart  
<https://www.scfw.de/>

WIKI 01 Übersicht zu Energiebedarf verschiedener Baustandards  
<https://de.wikipedia.org/wiki/Energiestandard#Deutschland>  
Abgerufen: 02/2022

WIP 01 Nachhaltige Wärmenutzung von Biogasanlagen  
Dominik Rutz  
© 2012, WIP Renewable Energies, München, Deutschland

Thema: Integriertes Quartierskonzept für das Quartier Groß Schwansee

Projekt: T23.03

Bearbeitungsstand: 31.05.2023

TRIGENIUS  
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG

## Anhang 1

---

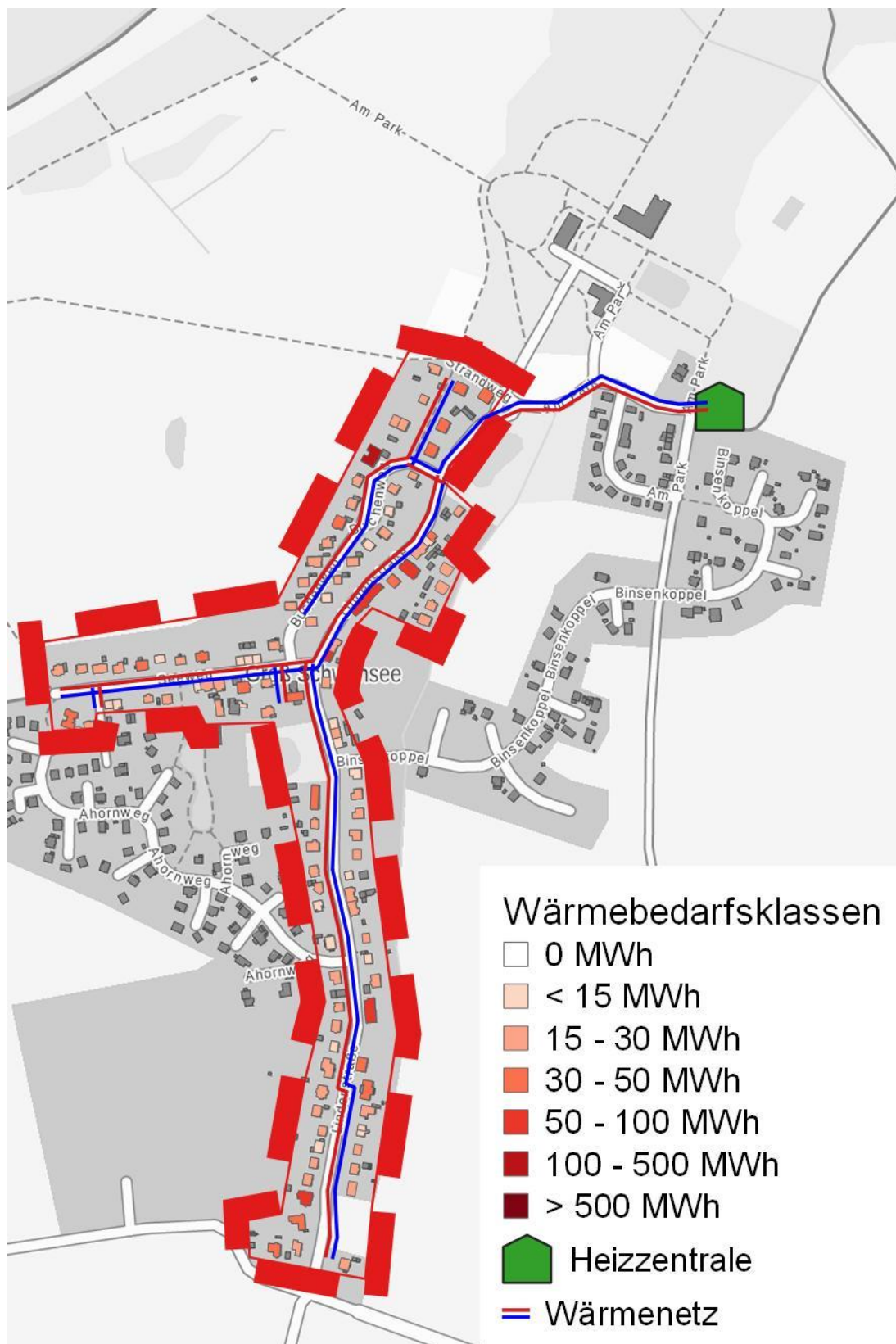
*Karten*

Thema: Integriertes Quartierskonzept für das Quartier Groß Schwansee

Projekt: T23.03

Bearbeitungsstand: 31.05.2023

TRIGENIUS  
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG

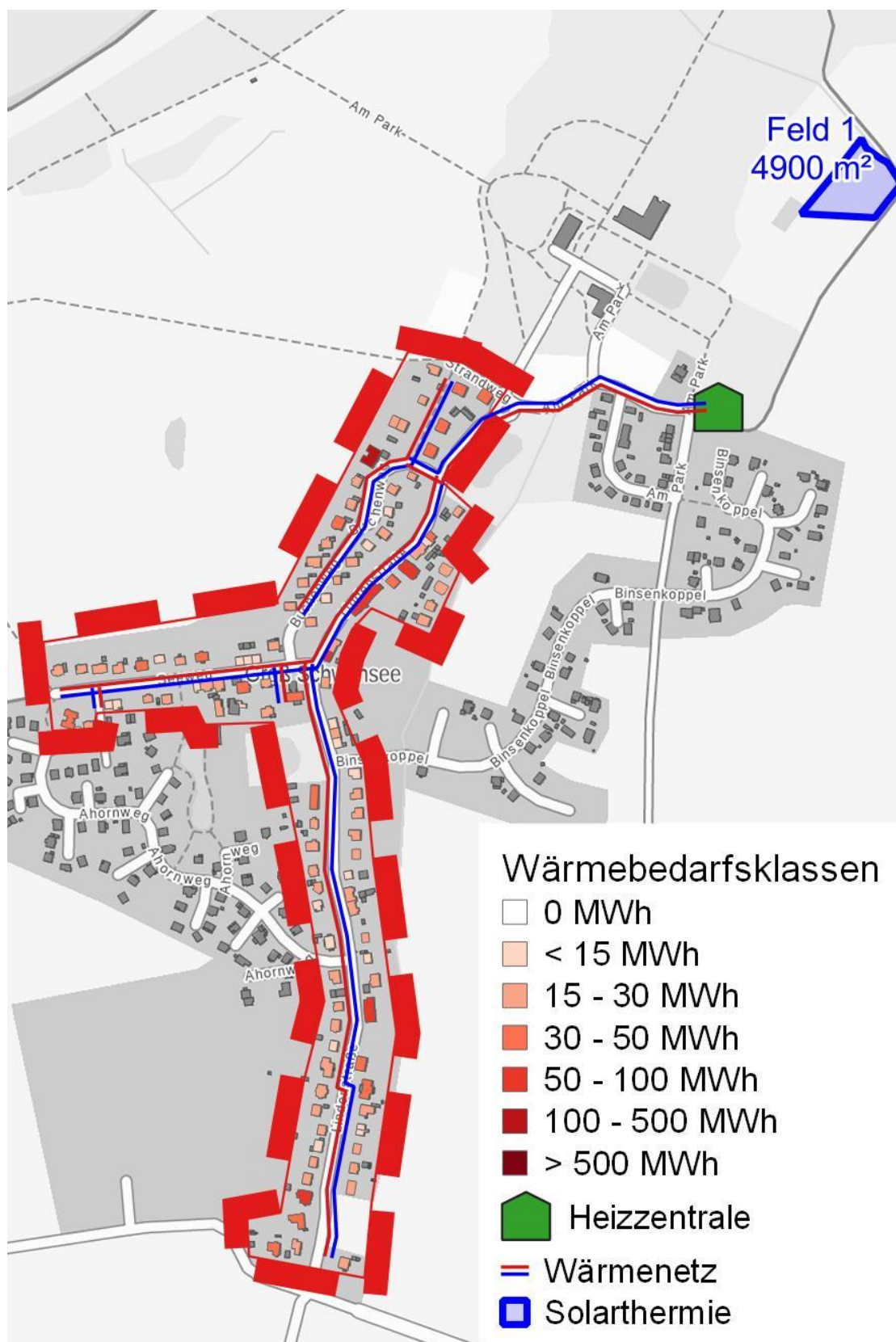


Thema: Integriertes Quartierskonzept für das Quartier Groß Schwansee

Projekt: T23.03

Bearbeitungsstand: 31.05.2023

TRIGENIUS  
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG



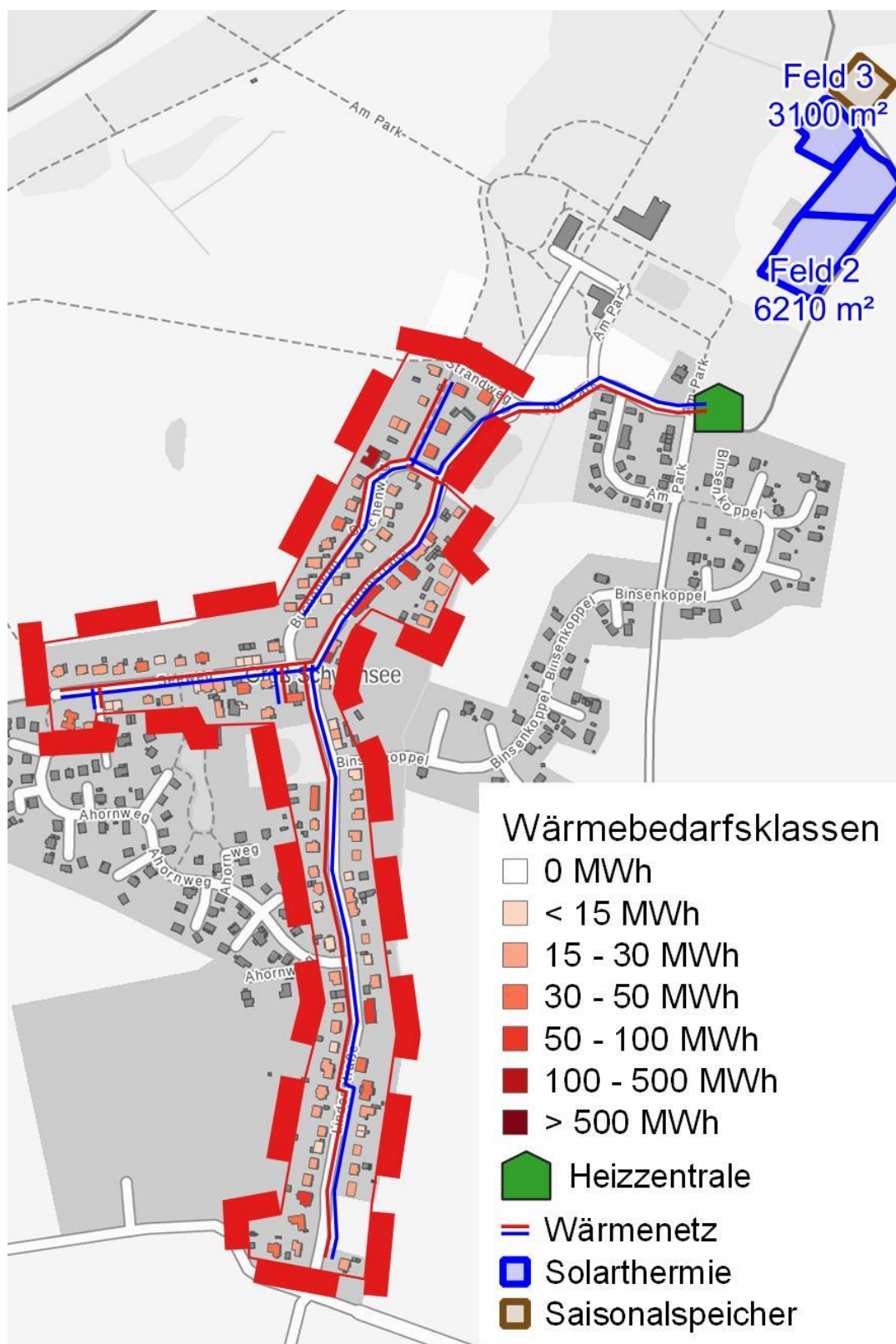


Thema: Integriertes Quartierskonzept für das Quartier Groß Schwansee

Projekt: T23.03

Bearbeitungsstand: 31.05.2023

TRIGENIUS  
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG



Thema: Integriertes Quartierskonzept für das Quartier Groß Schwansee

Projekt: T23.03

Bearbeitungsstand: 31.05.2023

TRIGENIUS  
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG





Thema: Integriertes Quartierskonzept für das Quartier Groß Schwansee

Projekt: T23.03

Bearbeitungsstand: 31.05.2023

TRIGENIUS  
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG

## Anhang 2

---

### *Kalkulation Ausbaustufe 1-3*

## Zusammenfassung

### **Solarthermie**

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

<b>Pufferspeicher</b>	[m <sup>3</sup> ]	24,6
-----------------------	-------------------	------

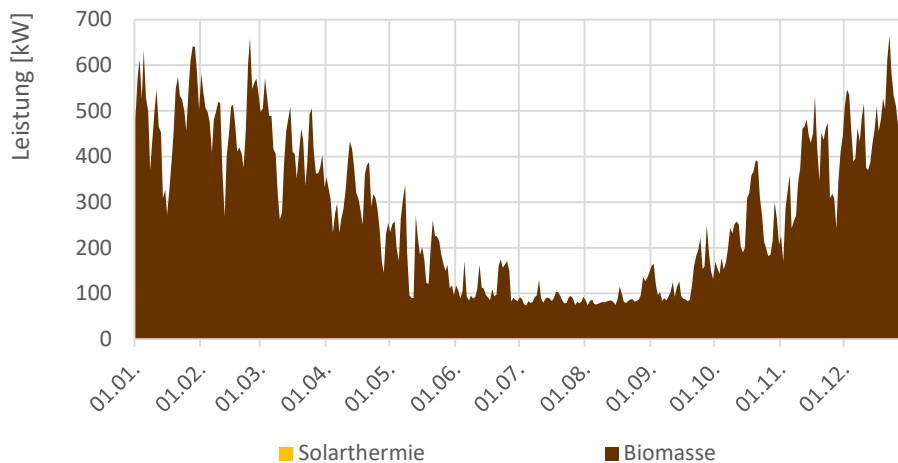
### **Wärmeerzeugung**

	Leistung [kW]		Wärme [MWh/a]		Auslastung [h/a]
Bedarf frei Netz	812	100%	2.460	99%	
Speicherverluste	2	0%	16	1%	
Summe Bedarf	814	100%	2.476	100%	
Summe Erzeugung	820	101%	2.476	100%	
Solarthermie	---		0	0%	---
Biomassekessel	820	101%	2.476	100%	3.020
Gaskessel	0	0%	0	0%	0

### **Endenergiebedarf**

		Biomasse	Erdgas	Summe
Endenergieaufkommen	[MWh/a]			
Endenergieeinsatz (% des Aufkommens)	[MWh/a]	2.913,1	0,0	2.913,1
Strombedarf (WP / Hilfse.)	[MWh/a]	24,8	0,0	24,8

Jahresgang Wärmeerzeugung



## Zusammenfassung Wärmenetz

### Netzstruktur

Abnehmer	91
Netzlänge	3.250 trm
Wärmebelegung	667 kWh/(trm*a)

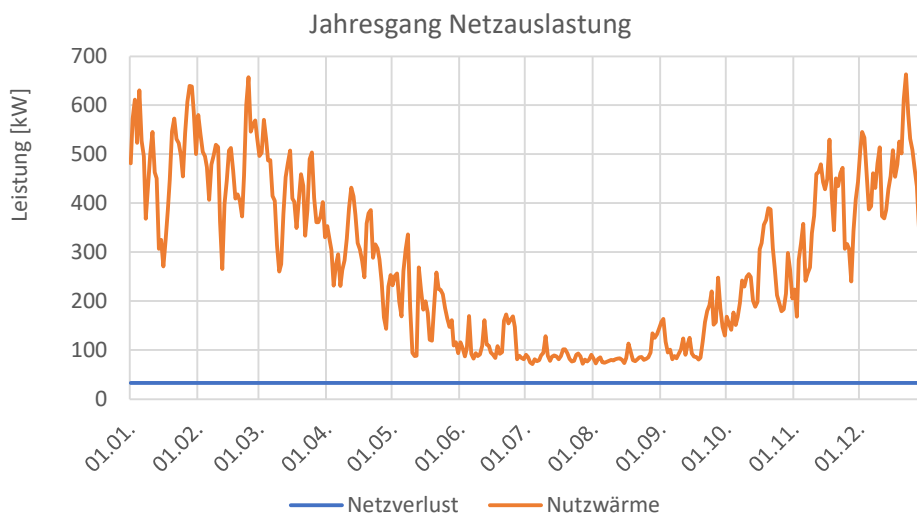
### Wärmebilanz

	Leistung [kW]	Wärme [MWh/a]	
Summe Abnehmer	1.108,0	2.167,9	88,1%
Gleichzeitigkeit	0,70	---	
Netzverlust	33,3	292,1	11,9%
Netzeingang	812,0	2.460,0	100,0%

Pumpe (Hilfsenergie)	7,7	5.375 kWh/a
----------------------	-----	-------------

### Leitungsbemessung

	Hauptl.	Anschlussl.	Gesamt
Länge	1.885 trm	1.365 trm	3.250 trm
Nennweite (mittel)	DN 65	DN 20	DN 40
Nennweite (max)			DN 80



## Zusammenfassung

### Solarthermie

Kollektorfläche (brutto)	[m <sup>2</sup> ]	2.000
Grundstücksfläche	[m <sup>2</sup> ]	4.880

<b>Pufferspeicher</b>	[m <sup>3</sup> ]	75
-----------------------	-------------------	----

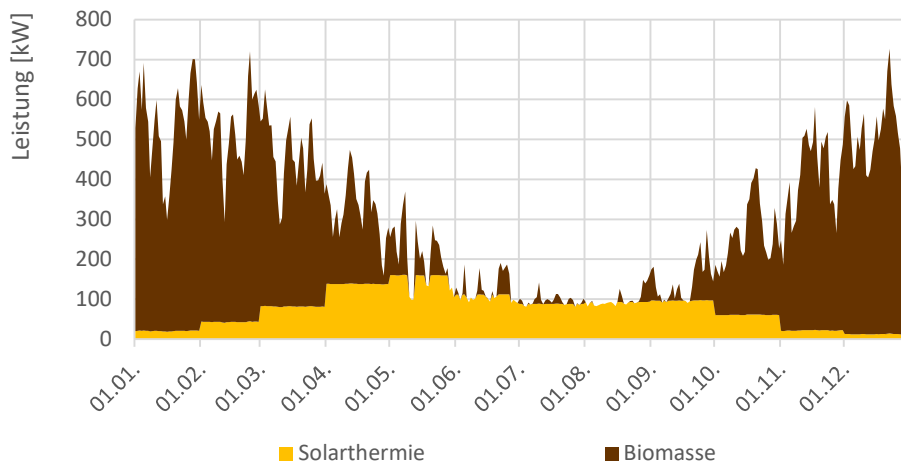
### Wärmeerzeugung

	Leistung [kW]		Wärme [MWh/a]		Auslastung [h/a]
Bedarf frei Netz	817	100%	2.694	99%	
Speicherverluste	2	0%	14	1%	
Summe Bedarf	818	100%	2.708	100%	
Summe Erzeugung	820	100%	2.708	100%	
Solarthermie	---		662	24%	---
Biomassekessel	820	100%	2.047	76%	2.496
Gaskessel	0	0%	0	0%	0

### Endenergiebedarf

		Biomasse	Erdgas	Summe
Endenergieaufkommen	[MWh/a]			
Endenergieeinsatz (% des Aufkommens)	[MWh/a]	2.407,7	0,0	2.407,7
Strombedarf (WP / Hilfse.)	[MWh/a]	20,5	0,0	20,5

Jahresgang Wärmeerzeugung



## Zusammenfassung Wärmenetz

### Netzstruktur

Abnehmer	112
Netzlänge	3.601 trm
Wärmebelegung	658 kWh/(trm*a)

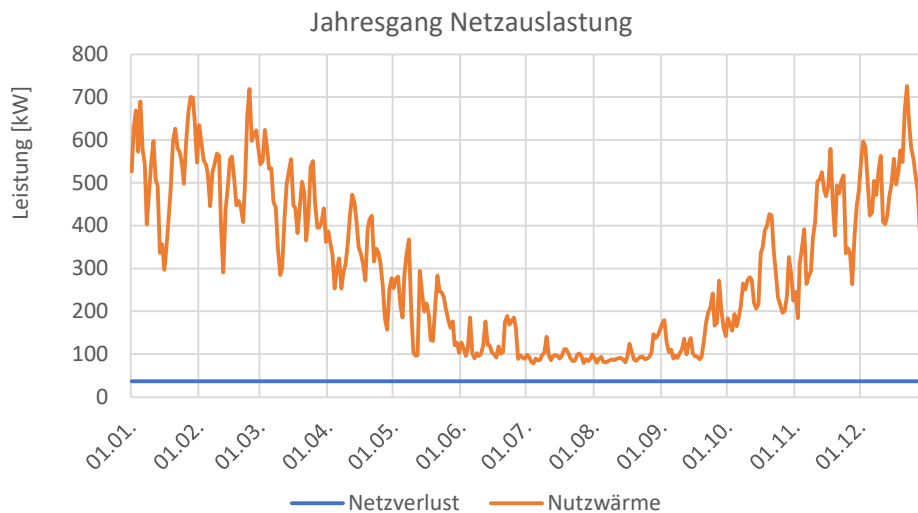
### Wärmebilanz

	Leistung [kW]	Wärme [MWh/a]	
Summe Abnehmer	1.211,4	2.370,5	88,0%
Gleichzeitigkeit	0,64	---	
Netzverlust	36,9	323,5	12,0%
Netzeingang	816,8	2.694,0	100,0%

Pumpe (Hilfsenergie)	7,7	6.996 kWh/a
----------------------	-----	-------------

### Leitungsbemessung

	Hauptl.	Anschlussl.	Gesamt
Länge	1.921 trm	1.680 trm	3.601 trm
Nennweite (mittel)	DN 65	DN 20	DN 40
Nennweite (max)			DN 80



## Zusammenfassung

### Saisonspeicher

Grundfläche	[m <sup>2</sup> ]	2.401
Volumen	[m <sup>3</sup> ]	12.615

<b>Pufferspeicher</b>	[m <sup>3</sup> ]	75
-----------------------	-------------------	----

### Wärmepumpe

Therm. Leistung	[kW]	530
Vollbetriebsstunden	[h/a]	1.164
JAZ	[ - ]	7

### Solarthermie

Kollektorfläche (brutto)	[m <sup>2</sup> ]	5.700
Grundstücksfläche	[m <sup>2</sup> ]	13.902

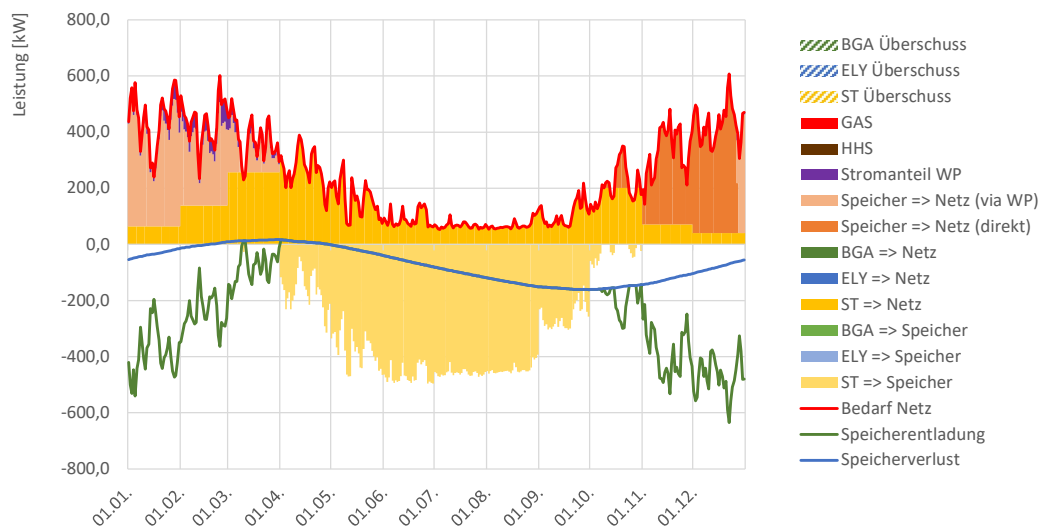
### Wärmeerzeugung

	Nutzung				Überschuss		
	Leistung [kW]		Wärme [MWh/a]		Wärme [MWh/a]		Auslastung [h/a]
Bedarf frei Netz	678	100%	2.164	77%			
Speicherverluste	1	0%	635	23%			
dav. Saisonspeicher	---		619				
dav. Pufferspeicher	1		17				
Summe Bedarf	679	100%	2.799	100%			
Summe Erzeugung	820	121%	2.795	100%			
Solarthermie	---		2.713	97%	0	0%	---
Elektrolyse	0	0%	0	0%	0	0%	0
Biogas (Bestand)	---		0	0%	0	0%	---
Stromanteil WP	---		82	3%			---
Biomassekessel	820	121%	0	0%			0
Gaskessel	0	0%	0	0%			0

### Endenergiebedarf

		Abwärme EL	Abwärme BG	Biomasse	Erdgas	WP-Strom	Summe
Endenergieaufkommen	[MWh/a]	0,0	0,0				
Endenergieeinsatz	[MWh/a]	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
(% des Aufkommens)							
Strombedarf (WP / Hilfe.)	[MWh/a]			0,0	0,0	82,3	82,3

Jahresgang Wärmebereitstellung



## Zusammenfassung Wärmenetz

### Netzstruktur

Abnehmer	112
Netzlänge	3.601 trm
Wärmebelegung	564 kWh/(trm*a)

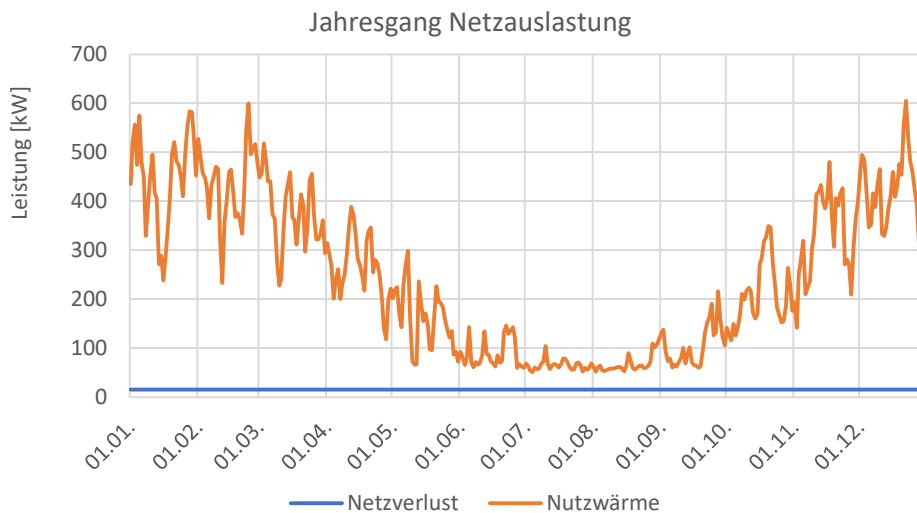
### Wärmebilanz

	Leistung [kW]	Wärme [MWh/a]	
Summe Abnehmer	1.037,9	2.031,0	93,9%
Gleichzeitigkeit	0,64	---	
Netzverlust	15,1	132,6	6,1%
Netzeingang	678,4	2.163,7	100,0%

Pumpe (Hilfsenergie)	13,2	12.233 kWh/a
----------------------	------	--------------

### Leitungsbemessung

	Hauptl.	Anschlussl.	Gesamt
Länge	1.921 trm	1.680 trm	3.601 trm
Nennweite (mittel)	DN 80	DN 20	DN 50
Nennweite (max)			DN 100

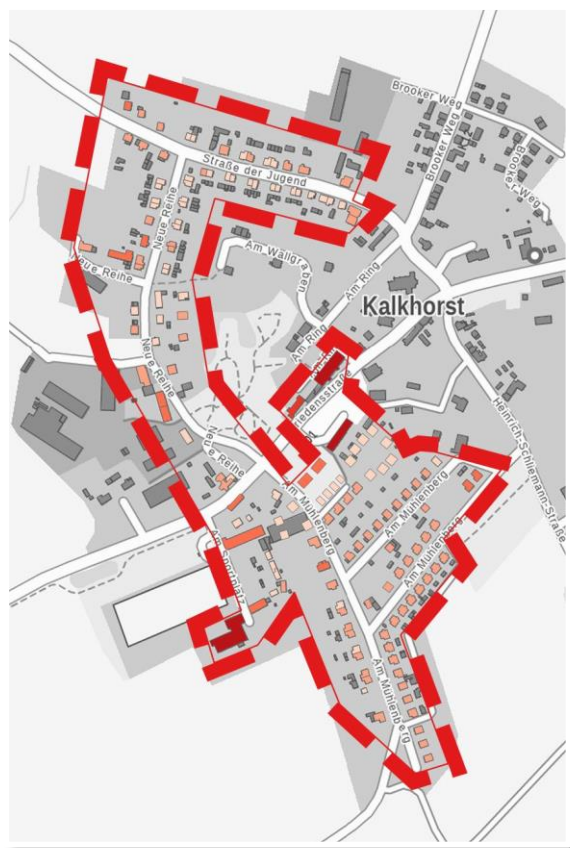




# Integriertes Quartierskonzept

---

## *für das Quartier Kalkhorst*



**Auftraggeber:**

Gemeinde Kalkhorst  
Über das Amt Klützer Winkel  
Klimaschutzmanagement  
Schloßstraße 1  
23948 Klütz

**Erstellt durch:**

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



## Inhaltsverzeichnis

1	Hintergrund und Aufgabenstellung .....	5
2	Grundlagenermittlung .....	6
2.1	Geografische Lage .....	6
2.2	Quartier Kalkhorst .....	7
2.3	Demografische Lage .....	8
2.4	Wirtschaftlich-infrastrukturelle Situation: .....	8
2.5	Kartografische Daten .....	8
2.6	Statistische Daten .....	10
2.7	Auswertung der planerischen Situation .....	10
2.8	Lokale Akteure .....	10
2.9	Analyse der aktuellen Anbindung an ÖPNV, Radwegenetz, Ladeinfrastruktur .....	10
3	Energie- und Treibhausgasbilanz .....	14
3.1	Wärme- und Strombedarf .....	14
3.2	Vorhandene Anlagen zur Nutzung Erneuerbarer Energien .....	16
3.3	Bilanzierungsergebnisse .....	16
4	Potenzialanalyse .....	23
4.1	Grundlegendes zur Potenzialanalyse .....	23
4.2	Energetische Gebäudesanierung .....	24
4.3	Energetische Biomassenutzung .....	25
4.4	Solar-Aufdachanlagen .....	29
4.5	PV-Freiflächen .....	32
4.6	Windenergie .....	32
4.7	Zusammenfassung .....	32
5	Versorgungslösungen .....	35
5.1	Stufe 1 (2030): Biomassefeuerung .....	35
5.2	Stufe 2 (2035): Biomassefeuerung + Solarthermie .....	48
5.3	Stufe 3 (2040): Solarthermie, Wärmepumpe und Saisonalwärmespeicher .....	54
5.4	Sensitivitätsanalyse .....	61
6	Betreibermodelle .....	63
6.1	Unternehmensformen .....	63
6.2	Betreibermodelle .....	64
6.3	Situation vor Ort .....	65
7	Maßnahmen .....	66
7.1	Maßnahmenübersicht .....	66
7.2	Maßnahmen im Detail .....	67
8	Sonstiges .....	74
9	Zusammenfassung und Handlungsempfehlungen .....	77
9.1	Planung und Realisierung biomassebasierte Nahwärme .....	78
9.2	Regionale und überregionale Vernetzung .....	79
9.3	Lokale Vernetzung .....	79
9.4	Publikation neutraler Energie- und Fördermittelberatungsangebote .....	80
9.5	Schaffung lokaler Beratungsangebote .....	80
10	Quellverzeichnis .....	81

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Lageübersicht.....	6
Abb. 2: Überblick Quartier .....	7
Abb. 3: Straßenverkehrsplan Kalkhorst (ORKa.MV) .....	11
Abb. 4: Liniennetz NAHBUS-GmbH .....	12
Abb. 5: Ladesäulen in Kalkhorst und Umgebung; Quelle: Ladesäulenregister der Bundesnetzagentur .....	13
Abb. 6: Nutzfläche nach Sektor .....	17
Abb. 7: Rückmeldequote und Interessenlage .....	17
Abb. 8: Wärmebedarf nach Sektor .....	18
Abb. 9: Karte: Wärmebedarfsdichte .....	19
Abb. 10: Strombedarf nach Sektor und Ortsteil.....	20
Abb. 11 - Karte Strombedarf.....	20
Abb. 12: Endenergiebedarf nach Energieträger .....	21
Abb. 13: Treibhausgasemissionen nach Energieträger .....	22
Abb. 14: Wärme-Einsparpotenzial Gebäudesanierung .....	25
Abb. 15: Karte Bodennutzungsarten .....	26
Abb. 16: Energetisches Potenzial Biomasse.....	28
Abb. 17: Treibhausgasminderungspotenzial Biomasse .....	29
Abb. 18: Energetisches Potenzial solarer Aufdachanlagen .....	31
Abb. 19: Treibhausgasminderungspotenzial solarer Aufdachanlagen.....	31
Abb. 20: Zusammenfassung energetische Potenziale .....	33
Abb. 21: Zusammenfassung Treibhausgasminderungspotenzial .....	34
Abb. 22: Übersicht funktionale Konzeption Stufe 1 .....	36
Abb. 23: Heizhaus (Beispiel) .....	36
Abb. 24: Flächenbedarf Biomasseheizwerke .....	37
Abb. 25: Raumkonzept Heizzentrale (500 kW Biomasse) .....	38
Abb. 26: Raumkonzept Heizwerk (12 MW Biomasse) .....	38
Abb. 27: Brennstoffanlieferung .....	39
Abb. 28: Holz-Hackschnitzelkessel .....	40
Abb. 29: Pufferspeicher .....	40
Abb. 30: Nahwärmeleitungen .....	41
Abb. 31: Wärmeübergabestation .....	41
Abb. 32: Karte Versorgungsgebiet Stufe 1 .....	42
Abb. 33: Jahresgang Stufe 1 (AG 80%) .....	44
Abb. 34: Treibhausgaseinsparung Stufe 1 (AG 80%) .....	45
Abb. 35: Investitionsschätzung und Förderung Stufe 1 (AG 80%).....	46
Abb. 36: Wärmegestehungskosten Stufe 1 (AG 80%) .....	47
Abb. 37: Übersicht funktionale Konzeption Stufe 2 .....	48
Abb. 38: Beispiel Solarthermie-Freifläche .....	49
Abb. 39: Solarthermie-Kalkulation mit ScenoCalc (Bsp.) .....	50
Abb. 40: Karte Versorgungsgebiet Stufe 2 .....	51
Abb. 41: Jahresgang Stufe 2 (AG 100%) .....	53
Abb. 42: Treibhausgaseinsparung Stufe 2 (AG 100%) .....	54
Abb. 43: Übersicht funktionale Konzeption Stufe 3 .....	55
Abb. 44: Karte Versorgungsgebiet Stufe 3 .....	57
Abb. 45: Jahresgang Stufe 3 (AG 100%) .....	59
Abb. 46: Treibhausgaseinsparung Stufe 3 (AG 100%) .....	60

Abb. 47: Sensitivität Anschlussgrad .....	61
Abb. 48: Sensitivität Förderquote .....	62
Abb. 49: Sensitivität Brennstoffpreis .....	62

## Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Emissionsfaktoren nach GEMIS .....	15
Tab. 2: Nutzfläche nach Sektor .....	16
Tab. 3: Rückmeldequote und Interessenlage nach Ortsteilen .....	17
Tab. 4: Wärmebedarf nach Sektor .....	18
Tab. 5: Strombedarf nach Sektor .....	19
Tab. 6: Endenergiebedarf der Wärmeversorgung nach Energieträger .....	21
Tab. 7: Treibhausgasemissionen der Wärmeversorgung nach Energieträger .....	22
Tab. 8: Wärme-Einsparpotenzial Gebäudesanierung nach Sektor .....	25
Tab. 9: THG-Einsparpotenzial Gebäudesanierung .....	25
Tab. 10: Energetisches Potenzial Biomasse .....	28
Tab. 11: Treibhausgasminderungspotenzial Biomasse .....	29
Tab. 12: Energetisches Potenzial solarer Aufdachanlagen .....	31
Tab. 13: Treibhausgasminderungspotenzial solarer Aufdachanlagen .....	31
Tab. 14: Zusammenfassung energetische Potenziale .....	33
Tab. 15: Zusammenfassung Treibhausgasminderungspotenzial .....	33
Tab. 16: Wärmebilanz Stufe 1 (AG 80%) .....	43
Tab. 17: Endenergiebedarf und THG-Emissionen Stufe 1 (AG 80%) .....	44
Tab. 18: Investitionsschätzung und Förderung Stufe 1 (AG 80%) .....	46
Tab. 19: Wärmegestehungskosten Stufe 1 (AG 80%) .....	47
Tab. 20: Wärmebilanz Stufe 2 (AG 100%) .....	52
Tab. 21: Endenergiebedarf und THG-Emissionen Stufe 2 (AG 100%) .....	53
Tab. 22: Wärmebilanz Stufe 3 (AG 100%) .....	58
Tab. 23: Endenergiebedarf und THG-Emissionen Stufe 3 (AG 100%) .....	59

## Anhänge

Anhang 1:	Karten
Anhang 2:	Kalkulation Ausbaustufe1-3

# 1 Hintergrund und Aufgabenstellung

Die Gemeinde Kalkhorst 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 tiefgreifenden 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 sowie Industrie 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 Erstellung eines integrierten Quartierskonzepts. Als Basis hierfür soll eine bereits vorhandene Machbarkeitsstudie dienen, in der neben der kompletten Gemeinde und ihren unterschiedlichen Potenzialen auch schon die maßgeblichen Energieverbrauchssektoren der einzelnen Ortsteile und der möglichen Aufbau einer Energieversorgungsinfrastruktur auf Basis regional verfügbarer erneuerbarer Energiequellen betrachtet wurden. Nachdem in dem vorausgegangenen Konzept die komplette Gemeinde Kalkhorst betrachtet wurde, soll jetzt in den vielversprechendsten Quartieren der Fokus auf die Potenziale für ein Nahwärmenetz, die Sanierung wohnungswirtschaftlicher Gebäude, die ergänzende Betrachtung des Stromsektors und den Ausbau der quartiersbezogenen Mobilität gelegt werden. Ein geeignetes Quartier wurde Kalkhorst identifiziert.

Ziel ist die Darstellung und Bewertung bestehender Energiebedarfe und Potenziale sowie die umsetzungsorientierte Ableitung möglicher Handlungsansätze zur Steigerung der Energieeffizienz, zum Aufbau einer Energieversorgung auf Basis regional verfügbarer Quellen sowie zur Verbesserung der quartiersbezogenen Mobilität. Das Quartierskonzept soll damit eine belastbare Entscheidungs- und Planungsgrundlage für nachfolgende konkrete Schritte zur Schaffung einer zukunftsfähigen und nachhaltigen Versorgungsinfrastruktur bilden. 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.

## 2 Grundlagenermittlung

### 2.1 Geografische Lage

Die Gemeinde Kalkhorst gehört mit neun weiteren Gemeinden zum Amt Klützer Winkel. Das Amt Klützer Winkel befindet sich im Nordwesten des Bundeslandes Mecklenburg-Vorpommern, in Nachbarschaft zu den ebenfalls zum Landkreis Nordwestmecklenburg gehörenden Ämtern Schönberger Land, Grevesmühlen – Land sowie Gadebusch. Des Weiteren grenzt im Westen das Schleswig-Holsteinische Herzogtum Lauenburg an. Die Gemeinde Kalkhorst liegt damit in unmittelbarer Nähe zum Ostseeraum mit den Hansestädten Lübeck und Wismar sowie in relativer Nähe zur Landeshauptstadt Schwerin.



Abb. 1: Lageübersicht



## 2.2 Quartier Kalkhorst

In Absprache mit dem Auftraggeber und relevanten größeren Akteuren, wurde ein Quartier identifiziert, das besonders geeignet scheint, um Maßnahmen zur dezentralen Wärmeversorgung umzusetzen und dabei umliegende Potenziale von erneuerbaren Energiequellen optimal zu nutzen. Das Quartier Kalkhorst erstreckt sich über Friedensstraße, Am Ring, Am Sportplatz, Neue Reihe, Straße der Jugend und Am Mühlenberg sowie den geplanten Neubaubereich des Bebauungsplans Nr. 14, wie nachfolgend in Abb. 2 dargestellt.

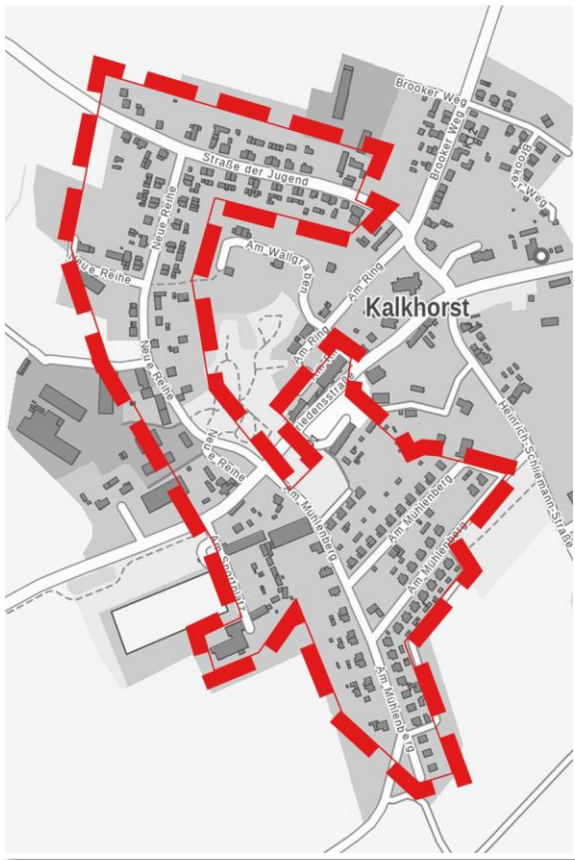


Abb. 2: Überblick Quartier

Das Quartier ist maßgeblich durch private Wohngebäude bzw. Ein- und Mehrfamilienhäuser geprägt. Des Weiteren umfasste es kommunale Gebäude (z.B. Schule und Turnhalle) sowie Gebäude des Mietwohnungsbaus. Aufgrund der alten Sanierungsstandards der Gebäude und veralteter Technik zur Wärmebereitstellung sowie teilweise nicht vorhandener Gasinfrastruktur in der Gemeinde Kalkhorst ist das Quartier besonders gut geeignet, um mit einem hohen Anschlussgrad durch Nahwärme versorgt zu werden.



## 2.3 Demografische Lage

Die Altersstruktur in der Gemeinde Kalkhorst<sup>1</sup> wird von der Altersklasse 35-74-jähriger (ca. 63%) dominiert. Das Maximum liegt dabei in den Altersgruppen von 55 - 64 Jahren. Der Anteil bis 20-Jähriger liegt im Jahr 2020 bei ca. 20% und entspricht somit in etwa dem bundesdeutschen Durchschnitt. Der Anteil an Einwohnern über 65 Jahre liegt bei ca. 17%. Dabei herrscht in der Region ein relativ ausgeglichenes Geschlechterverhältnis.

## 2.4 Wirtschaftlich-infrastrukturelle Situation:

Die Gemeinde Kalkhorst ist nur durch das Liniennetz der NAHBUS Nordwestmecklenburg GmbH an den öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) angeschlossen.

Durch die Bundesstraße B105 und Landesstraße L01 ist Kalkhorst zudem indirekt an die Bundesautobahn (BAB) 20 angeschlossen und hat somit auch einen direkten Zugang zum Seehafen in Wismar sowie zum nahegelegenen Regionalflughafen Lübeck.

Die nächstgelegenen Mittelzentren Grevesmühlen und Wismar sowie das Oberzentrum Schwerin sind mittels öffentlicher Verkehrsmittel mehrmals täglich erreichbar. Zudem ist die Region als Teil der Metropolregion Hamburg (MRH) in einem ständigen Informationsaustausch und profitiert von den dynamischen und innovativen Entwicklungsprozessen aller Mitglieder der MRH.

Die Versorgung der Bevölkerung durch Einzelhandel und kleinere gewerbliche Wirtschaftsstrukturen ist flächendeckend gegeben.

Auch die kommunale Bildungsinfrastruktur ist durch ein flächendeckendes Netz an wohnortnahen Grund- und Regionalschulen, sowie durch eine gute Ausstattung an Kindertagesstätten gesichert. Es gibt für Schüler in der Region Zugang zu mehreren Gymnasien innerhalb und außerhalb des Landkreises.

Die Hochschule Wismar bietet zudem vielfältige Möglichkeiten im Bereich der höheren Bildung. Mit ihren Fakultäten für Ingenieurwissenschaften, Wirtschaftswissenschaften und Gestaltung bietet sie ein breites Bildungsangebot.

Auch die medizinische Versorgung ist durch ein flächendeckendes Angebot an allgemeinmedizinischer Betreuung gesichert. Die fachmedizinische Versorgung wird insbesondere durch entsprechende Einrichtungen in den Ober- bzw. Mittelzentren Schwerin, Lübeck und Wismar geleistet.

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:

## 2.5 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.

---

<sup>1</sup> [LAiV 04]

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:

### Topografische Informationen

- Topografische Karte (WebAtlas MV)<sup>2</sup>
- Digitale Orthophotos (DOP)<sup>3</sup>
- Bodennutzungstypen (BNT)<sup>4</sup>
- Offenen Regionalkarte Mecklenburg-Vorpommern (ORKa.MV)<sup>5</sup>

### Administrative Gliederung

- Digitale Verwaltungsgrenzen (DVG)<sup>6</sup>
- Digitale Flurgrenzen (DFG)<sup>7</sup>
- Amtliches Liegenschaftskataster-Informationssystem (ALKIS®)<sup>8</sup>

### Planerische Situation

- Regionales Raumentwicklungsprogramm (RREP)<sup>9</sup> inkl. Teilfortschreibungsentwurf<sup>10</sup>
- Geltende bzw. in Aufstellung befindliche Bebauungspläne<sup>11</sup>
- Gebäudebestand<sup>12</sup>

---

<sup>2</sup> LAiV 01

<sup>3</sup> LAiV 02

<sup>4</sup> LUNG 03

<sup>5</sup> ORKa.MV

<sup>6</sup> LAiV 03

<sup>7</sup> LAiV 04

<sup>8</sup> LAiV 05

<sup>9</sup> LUNG 01

<sup>10</sup> RPV WM 01

<sup>11</sup> LAND MV 01 sowie ergänzende Pläne, bereitgestellt durch Auftraggeber

<sup>12</sup> LAiV 06

### Energetische Situation

- Fachkarten Erdwärmenutzung<sup>13</sup>

### Naturschutzfachliche Belange

- Schutzgebiete<sup>14</sup>
- Geschützte Biotope<sup>15</sup>

## 2.6 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>16</sup>
- Bestand an Wohngebäuden und Wohnungen<sup>17</sup>
- Bodenfläche nach Art der tatsächlichen Nutzung<sup>18</sup>
- Regionales Energiekonzept Westmecklenburg<sup>19</sup>
- Kleinräumige Bevölkerungsprognose<sup>20</sup>

## 2.7 Auswertung der planerischen Situation

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

## 2.8 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 Knowhow möglichst frühzeitig in das Vorhaben zu integrieren. Es wurden Akteure aus folgenden Bereichen kontaktiert:

- Wohnungswirtschaft/ private Haushalte
- Öffentliche Verwaltung / Liegenschaftsverwaltung

## 2.9 Analyse der aktuellen Anbindung an ÖPNV, Radwegenetz, Ladeinfrastruktur

Die aktuelle Ist-Situation im Hinblick auf ÖPNV, Radwegenetz und Ladeinfrastruktur wird analysiert und abgebildet. Hierzu werden insbesondere folgende Informationsquellen ausgewertet:

---

<sup>13</sup> LUNG 04

<sup>14</sup> LUNG 02

<sup>15</sup> LUNG 03

<sup>16</sup> LAIV 07

<sup>17</sup> LAiV 09

<sup>18</sup> LAiV 10

<sup>19</sup> RPV WM 02

<sup>20</sup> RPV WM 03

## Radwege

Aus dem untersuchten Kartenmaterial geht hervor, dass alle Gebäude im Untersuchungsgebiet mit dem Fahrrad zu erreichen sind, jedoch sind diese nicht als Radwege ausgewiesen, sondern entsprechen eher einem gemischten Fuß-Rad-Weg oder Radfahrer müssen am Straßenverkehr teilnehmen. Entlang der Friedensstraße, die als Hauptstraße am Quartier entlang verläuft, würde ein Radfahrstreifen zur Sicherheit von Radfahrern beitragen. In der Straße der Jugend und Neue Reihe mit Übergang zu Am Mühlenberg wäre ein Radfahrstreifen ebenfalls sinnvoll, da diese Straßen fast durch das gesamte Quartier verlaufen. Insgesamt ist bei einem Quartier dieser Größe nur ein geringes Verkehrsaufkommen zu erwarten. Dementsprechend besteht hier wenig Potenzial zur Steigerung der Attraktivität und Sicherheit der Nutzung von Fahrrädern. Solche Maßnahmen sollten sich dennoch möglichst nicht nur auf das Quartier beschränken. Um die maximale Wirkung einer solchen Maßnahme zu erzielen, sollte sie im gesamten Gemeindegebiet durchgeführt werden da auch Personen, die nicht im Quartier wohnen davon profitieren würden.

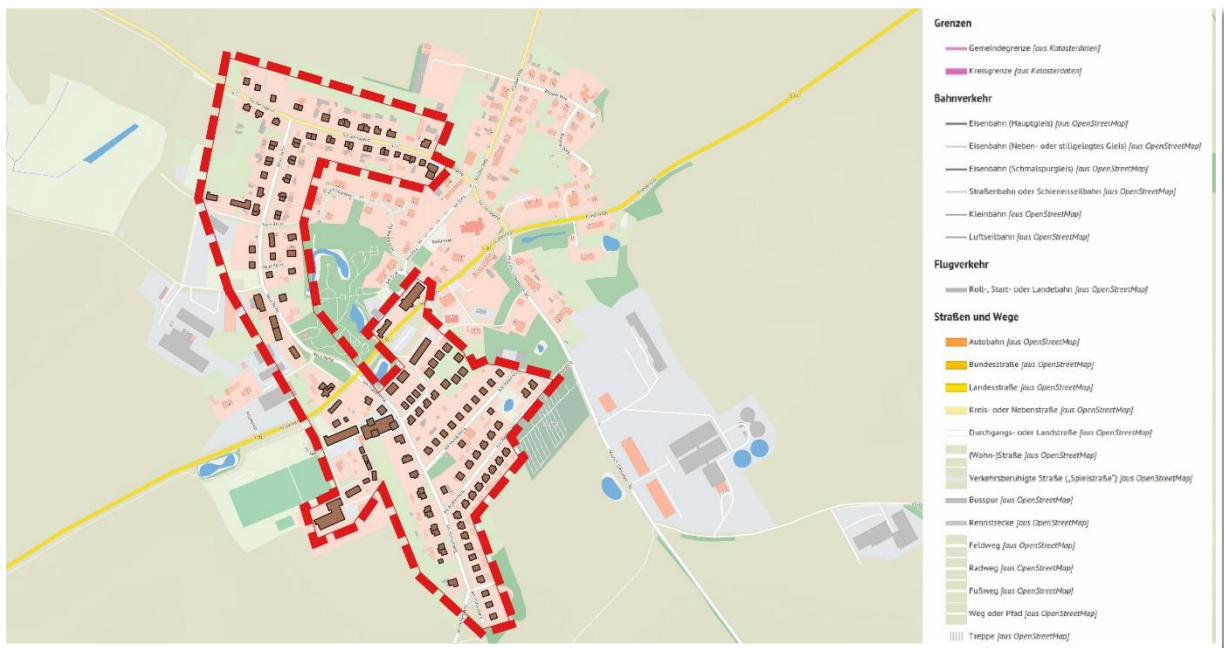


Abb. 3: Straßenverkehrsplan Kalkhorst (ORKa.MV)<sup>21</sup>

## Fahrpläne und Auslastung ÖPNV

Kalkhorst ist bereits an den ÖPNV in ganz Nordwest-Mecklenburg angebunden. An Schultagen besteht mehrmals täglich Busverbindung in Richtung Dassow bzw. Klütz und Boltenhagen mit entsprechenden Weiterfahrt-Möglichkeiten. Die Anbindung per ÖPNV zu den nächsten Mittelzentren Grevesmühlen und Wismar sowie die Oberzentrum Schwerin und Lübeck ist somit nur in eingeschränktem Umfang gegeben. Die Anbindung an Bahnhöfe und somit an die benachbarten Zentren sowie Metropolregionen ist nur durch die Busverbindung gegeben. Die Verbesserung der Anbindung ist wünschenswert, aufgrund der ländlichen Lage jedoch grundsätzlich schwer umzusetzen.

<sup>21</sup> ORKa.MV



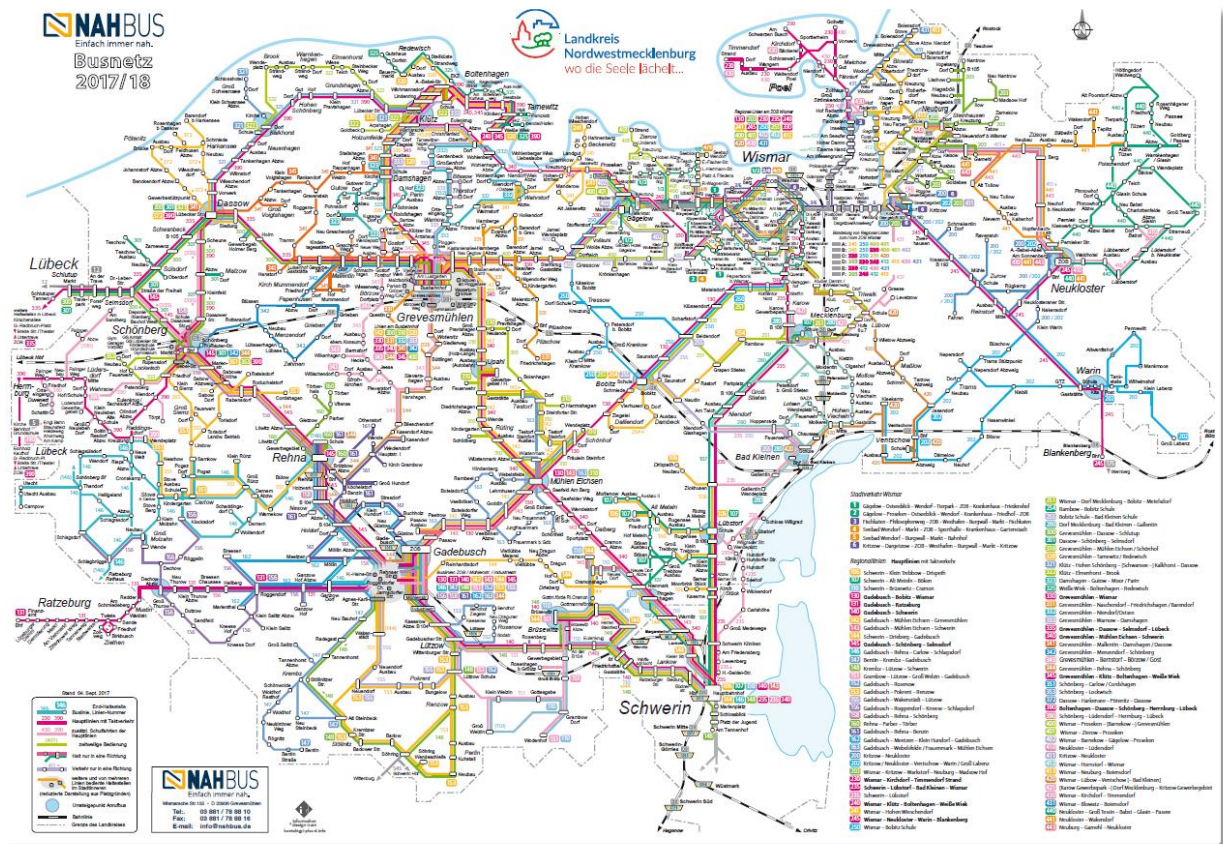


Abb. 4: Liniennetz NAHBUS-GmbH

### Ladeinfrastruktur

Aus dem Ladesäulenregister der Bundesnetzagentur geht hervor, dass sich **eine** Ladesäule in Kalkhorst befinden soll. Der nächstgelegene Ladepunkt befindet sich im Gemeindezentrum in Kalkhorst. Weitere Ladesäulen finden sich in der näheren Umgebung in Groß Schwansee am Schlossgut, in Neuenhagen und in Boltenhagen. Die bestehenden Ladesäulen liegen nah am Quartier Kalkhorst, aber sind langfristig nicht ausreichen in Hinblick auf eine zukünftig breitere Nutzung von Elektromobilität. Erst in nahegelegenen Mittel- und Oberzentren ist aktuell eine breiter ausgebaute Ladeinfrastruktur gewährleistet.

Thema: Integriertes Quartierskonzept für das Quartier Kalkhorst

Projekt: T23.04

Bearbeitungsstand: 13.07.2023

TRIGENIUS  
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG



Abb. 5: Ladesäulen in Kalkhorst und Umgebung; Quelle: Ladesäulenregister der Bundesnetzagentur

## 3 Energie- und Treibhausgasbilanz

### 3.1 Wärme- und Strombedarf

#### 3.1.1 Bedarfsermittlung anhand lokal verfügbarer Daten

Die Ermittlung des Endenergiebedarfs zur Wärme- und Stromversorgung erfolgte im Rahmen der Machbarkeitsstudie im Sinne einer Kurzbilanz zunächst auf Basis lokal verfügbarer Daten sowie regionaler und bundesweiter Durchschnittswerte.

Die Erfassung erfolgte hierbei GIS-basiert und gebäudescharf. Alle im Untersuchungsgebiet bekannten wärmebedarfsrelevanten Gebäude wurden tabellarisch und kartografisch (GIS) erfasst und den Sektoren „private Haushalte“ (PRV), „kommunale Gebäude“ (KOM) und „Gewerbe / Handel / Dienstleistung“ (GHD) zugeordnet.

Insbesondere wurden folgende Quellen ausgewertet:

- Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem (ALKIS) <sup>22</sup>
- Digitales Oberflächenmodell (DOM) <sup>23</sup>
- Wärmekataster des Energieportals Nordwestmecklenburg <sup>24</sup>
- Statistik zum Stand an Wohngebäuden und Wohnungen in M-V <sup>25</sup>
- Standard-Bedarfswerte nach EnEV
- Diverse weiter veröffentlichte Standard-Bedarfswerte <sup>26, 27</sup>
- Konzessionsabrechnungen zum Strom- und Gasverbrauch

#### 3.1.2 Anwohner- und Gewerbebefragung

Im Rahmen der Machbarkeitsstudie wurde zur detaillierteren Bedarfsermittlung im Jahr 2021 eine Anwohnerbefragung im gesamten Gemeindegebiet durchgeführt. Anhand der Befragungsergebnisse konnte die zuvor auf Basis lokal verfügbarer Daten sowie regionaler und bundesweiter Durchschnittswerte ermittelten Wärme- und Strombedarfe verifiziert und verfeinert werden. Darüber hinaus waren Rückschlüsse über die jeweils verwendeten Endenergieträger und Versorgungstechnologien möglich.

Auf dieser Grundlage wurden Nutz- und Endenergiebedarfe sowie die korrespondierenden Treibhausgasemissionen abgeleitet.

#### 3.1.3 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:

---

<sup>22</sup> [LAiV 05]

<sup>23</sup> [LAiV 06]

<sup>24</sup> [NWM 01]

<sup>25</sup> [LAiV 01]

<sup>26</sup> [Recknagel]

<sup>27</sup> [IWU 01]



- Erdgas / Flüssiggas: 0,91
- Gas-BHKW: 0,45 elektrisch / 0,45 thermisch
- Heizöl: 0,90
- Holz 0,80 (Mix Kleinf Feuerung und Zentralkesselanlage)
- Strom (via Wärmepumpe): 4,40 (Mix Luft- und Erdwärmepumpen)
- Strom (konventionell): 0,95

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.

Die genutzten Emissionsfaktoren wurden den veröffentlichten Ergebnisdaten des vom Internationalen Institut für Nachhaltigkeitsanalysen und -strategien (IINAS) entwickelten GEMIS-Modells<sup>28</sup> bzw. Fachveröffentlichungen der Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe (FNR)<sup>29</sup> und der Deutschen Energie-Agentur (dena)<sup>30</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
Biomethan	Brennstoff (Endenergie)	100,0	dena (Mittelwert)
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
Biogas (Bestand)	Strom (Endenergie)	67,0	Gemis Biogas-Gülle-BHKW
	Wärme (Nutzenergie)	114,0	Gemis Nahwärme-Biogas-mix-BHKW

Tab. 1: Emissionsfaktoren nach GEMIS

<sup>28</sup> GEMIS

<sup>29</sup> FNR 04

<sup>30</sup> DENA 01

## 3.2 Vorhandene Anlagen zur Nutzung Erneuerbarer Energien

Entsprechend dem Prinzip der endenergiebasierten Territorialbilanz erfolgt eine Gutschrift der im Untersuchungsgebiet durch Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien vermiedenen Treibhausgasemissionen.

Zu diesem Zweck wurden die vorhandenen Erzeugungsanlagen auf Basis des zentralen Anlagenregisters der Bundesnetzagentur<sup>31</sup> ermittelt. Zu beachten ist, dass diese Datenbasis nur Anlagen umfasst, die Strom nach den Regelungen des Erneuerbare-Energien-Gesetzes in das Stromnetz einspeisen. Dies ist jedoch für die überwiegende Mehrzahl aller Bestandsanlagen der Fall. Anhand der gelisteten Anlagenleistung und typischer Anlagenenerträge wurde der jährliche Stromertrag aus erneuerbaren Energien kalkuliert.

Die vermiedenen Treibhausgasemissionen wurden mit Hilfe geeigneter Vermeidungsfaktoren ermittelt. Diese leiten sich aus den entsprechenden Emissionsfaktoren laut GEMIS gegenüber dem bundesweiten Strommix ab.

Bestehende Anlagen zur Nutzung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich (z.B. Holzfeuerung, Umweltwärmepumpen) sind in der Bilanzierung im Endenergieträgermix berücksichtigt.

## 3.3 Bilanzierungsergebnisse

### 3.3.1 Gebäudebestand

Im Untersuchungsgebiet wurden **insgesamt 138 Gebäude** identifiziert, die einen relevanten Energiebedarf aufweisen. Zu einem überwiegenden Anteil von ca. 92,8% sind diese dem privaten Sektor zuzuordnen.

Der beschriebene Gebäudebestand umfasst insgesamt eine **Nutzfläche von ca. 26.159 m<sup>2</sup>**. Auch hier stellt der private Sektor mit 82 % den größten Anteil dar.

Ortsteil	Nutzfläche (beheizt) [ m <sup>2</sup> ]			
	Sektor			gesamt
	privat	gewerbl.	öffentl.	
Kalkhorst	21.460	899	3.800	<b>26.159</b> 100,0%
	82,0%	3,4%	14,5%	100,0%

Tab. 2: Nutzfläche nach Sektor

<sup>31</sup> [BNA 01]

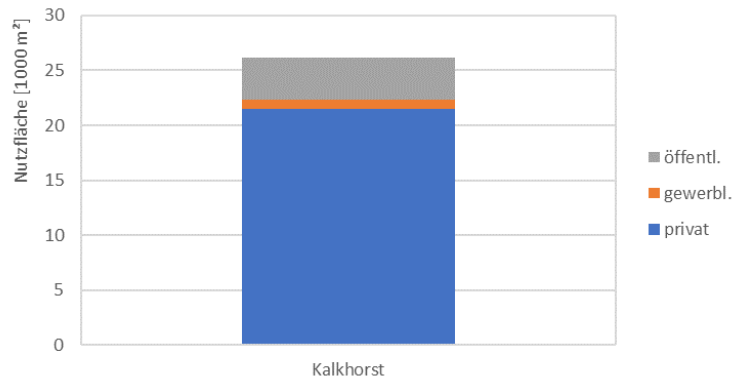


Abb. 6: Nutzfläche nach Sektor

### 3.3.2 Befragungsrücklauf

Die durchgeführten Befragungen von Anwohnern, Gewerbe und Wohnungswirtschaft sowie der öffentlichen Verwaltung ergab verwertbare Rückmeldungen zu 29 der 138 erfassten Gebäude. Dies entspricht einer **Rückmeldequote von 21%**.

In allen der Rückmeldungen erklärten die Befragten ein grundsätzliches Interesse an Maßnahmen zur effizienteren und Klimafreundlichen Energieversorgung. Die restlichen Rückmeldungen haben dazu keine Angabe gemacht.

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

Ortsteil	Rückmeldungen			
	[ - ]			
	interessiert (ggf. bedingt)	nicht interessiert	keine Angabe	gesamt
Kalkhorst	27 19,6%	2 1,4%	0 0,0%	29 21,0%

Tab. 3: Rückmeldequote und Interessenlage nach Ortsteilen

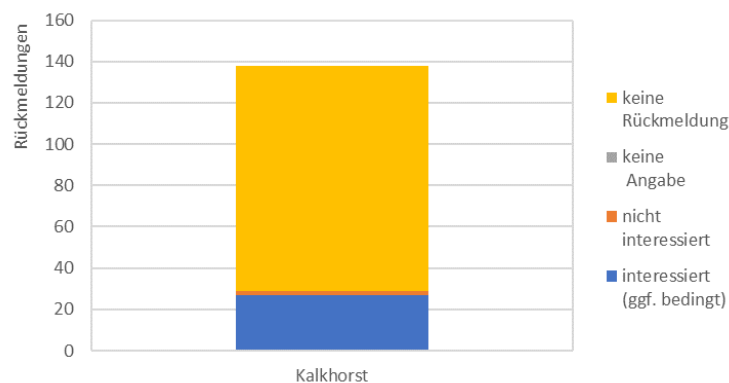


Abb. 7: Rückmeldequote und Interessenlage

### 3.3.3 Wärmebedarf

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

Ortsteil	Wärmebedarf [MWh/a]			
	Sektor			Gesamt
	privat	gewerblich	kommunal	
Kalkhorst	2.989	106	213	3.308
	90,4%	3,2%	6,4%	100,0%

Tab. 4: Wärmebedarf nach Sektor

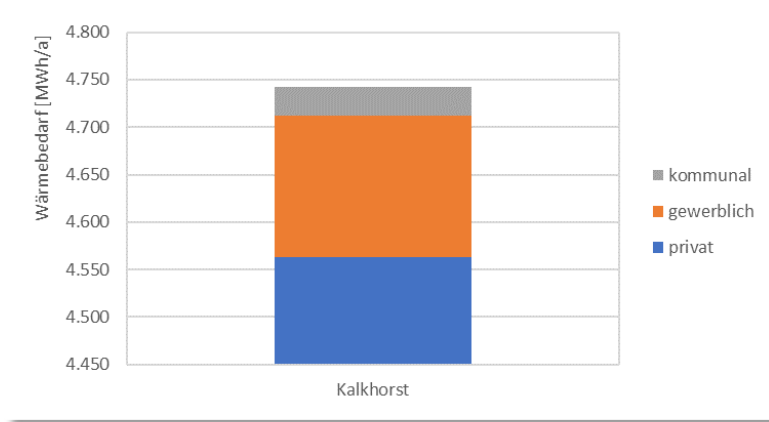


Abb. 8: Wärmebedarf nach Sektor

Es wurde ein **Gesamt-Wärmebedarf von ca. 3.308 MWh/a** im Untersuchungsgebiet ermittelt. Hiervon entfallen ca. 90,4 % auf die Wohnbebauung.

Die Verteilung der Wärmebedarfsdichte im Untersuchungsgebiet ergibt sich wie folgt:

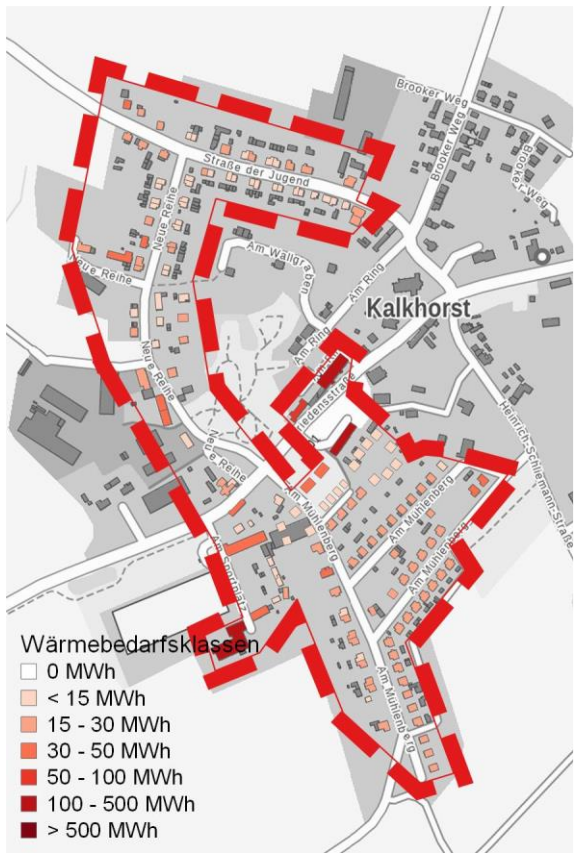


Abb. 9: Karte: Wärmebedarfsdichte

### 3.3.4 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	
Kalkhorst	419	47	35	502 100,0%
	83,6%	9,4%	7,0%	100,0%

Tab. 5: Strombedarf nach Sektor

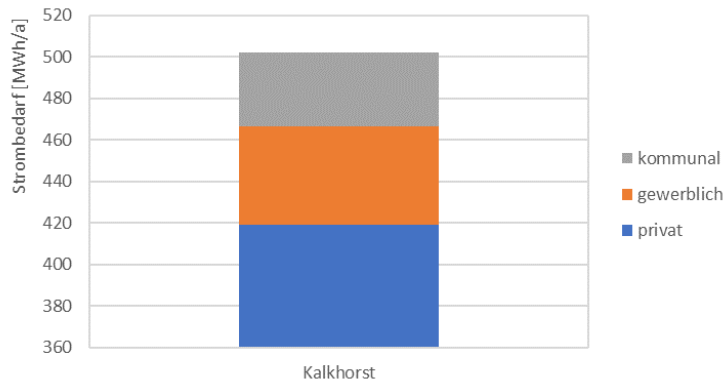


Abb. 10: Strombedarf nach Sektor und Ortsteil

Es wurde ein **Gesamt-Strombedarf von ca. 502 MWh/a** im Untersuchungsgebiet ermittelt. Hiervon entfallen ca. 83,6 % auf die Wohnbebauung und ca. 7 % auf den kommunalen Sektor.

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.

Die Verteilung der Strombedarfsdichte im Untersuchungsgebiet ergibt sich wie folgt:

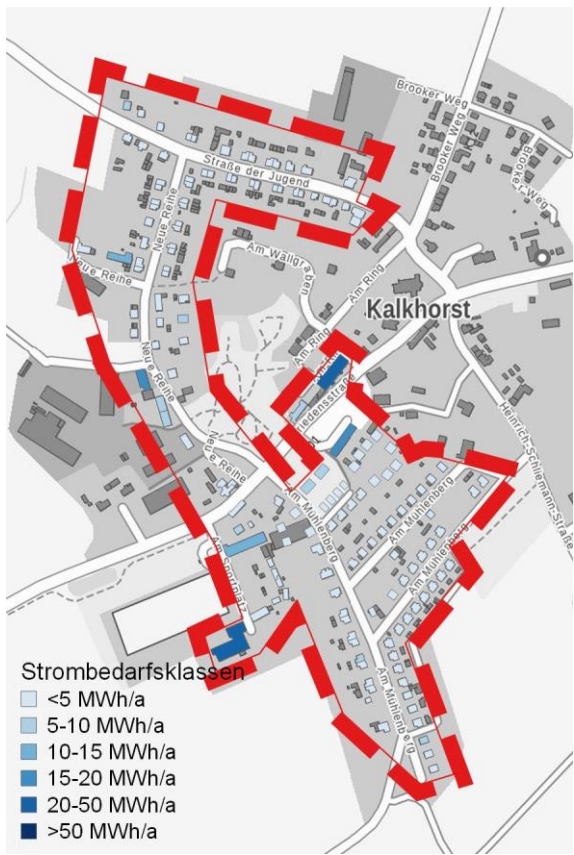


Abb. 11 - Karte Strombedarf

### 3.3.5 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 Befragungsergebnisse abgeschätzt.

Für die Bereitstellung von Wärme ergibt sich insgesamt ein **Endenergiebedarf von ca. 3.523 MWh/a**. Als Endenergieträger kommen überwiegend Heizöl (44,9%) und Erdgas 34%) zum Einsatz. Die nachfolgende Tabelle zeigt die Aufteilung im Detail:

	Endenergiebedarf zur Wärmebereitstellung [MWh/a]						
	Erdgas	Flüssiggas	Heizöl	Feststoff	Strom (Wärme)	Solar- thermie	Summe
Kalkhorst	1.199	145	1.580	413	184	0	3.523 100,0%
	34,0%	4,1%	44,9%	11,7%	5,2%	0,0%	100,0%

Tab. 6: Endenergiebedarf der Wärmeversorgung nach Energieträger

Zusätzlich zum Endenergieaufwand der Wärmeversorgung fließt Stromverbrauch in Höhe von 502 MWh/a in den gesamten Endenergiebedarf mit ein. Die nachfolgende Abbildung zeigt diesen im Überblick:

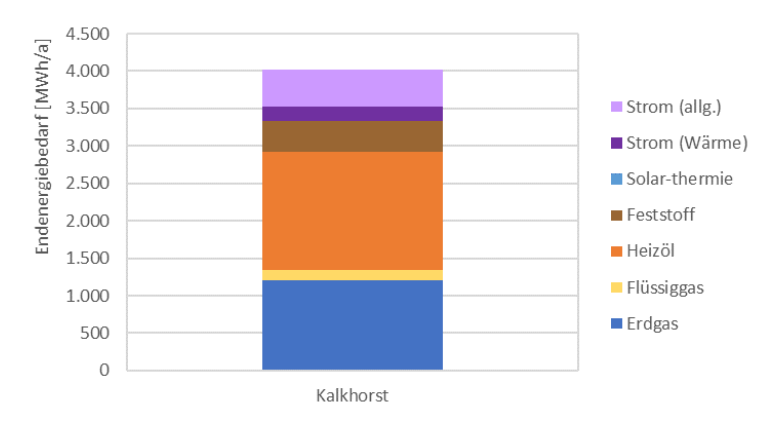


Abb. 12: Endenergiebedarf nach Energieträger



Anhand der oben genannten Emissionsfaktoren wurden die **Treibhausgasemissionen der Wärmeversorgung mit insgesamt ca. 941 t/a CO<sub>2</sub>-äqu.** bestimmt. Dies entspricht einem spezifischen Emissionsfaktor von **284,6 g/kWh CO<sub>2</sub>-äqu. bezogen auf die Nutzwärme**. Zu ca. 53,6% werden diese durch den Einsatz von Heizöl und zu weiteren 32% durch Erdgas verursacht. Die nachfolgende Tabelle zeigt die Zusammensetzung im Einzelnen:

	Treibhausgasemissionen der Wärmebereitstellung						
	[t/a]						
	Erdgas	Flüssiggas	Heizöl	Feststoff	Strom	Solar-thermie	Summe
Kalkhorst	300	40	504	8	89	0	941 100,0%
	31,9%	4,3%	53,6%	0,8%	9,5%	0,0%	100,0%

Tab. 7: Treibhausgasemissionen der Wärmeversorgung nach Energieträger

Hinzu kommen die **Treibhausgasemissionen der Stromversorgung** in Höhe von ca. **243 t/a CO<sub>2</sub>-äqu.**

Die nachfolgende Abbildung verdeutlicht die Aufteilung:

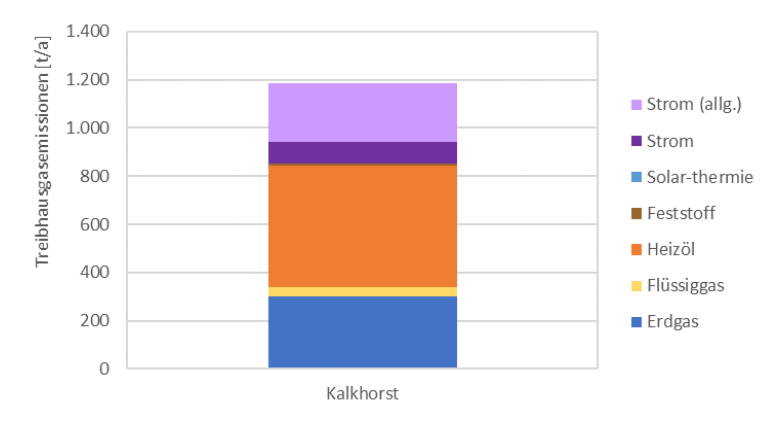


Abb. 13: Treibhausgasemissionen nach Energieträger

## 4 Potenzialanalyse

### 4.1 Grundlegendes zur Potenzialanalyse

#### 4.1.1 Bezugsrahmen

Die Energie- und Treibhausgasbilanz dient im Folgenden als Bezugsrahmen der Potenzialanalyse. In diesem Zusammenhang stehen vor allem die Bereiche des lokalen Strom und Wärmeverbrauchs sowie entsprechende Versorgungsmöglichkeiten im Fokus der Aufgabenstellung.

Um diesbezüglich aussagekräftige Ergebnisse zu erzielen, wird der Bezugsrahmen im Folgenden auf den Bereich des stationären Energieverbrauchs ohne Mobilität begrenzt.

Ein wesentliches Ziel des Quartierskonzepts ist es, möglichst praxisnahe und umsetzungsorientierte Maßnahmenvorschläge zu erarbeiten. Hierbei stehen in der Regel konkrete Versorgungsaufgaben der Wärme- und Stromversorgung im Vordergrund. Aus diesem Grunde wird im Folgenden neben der Ausweisung der Endenergiepotenziale eine Einordnung der entsprechenden nutzenergetischen Potenziale erfolgen.

#### 4.1.2 Potenzialnutzung und Szenarien

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 Energie- und Treibhausgasbilanz 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 bereits im zugrunde gelegten lokalen Energieträger-Mix berücksichtigt. Aus diesem Grunde wird ein Treibhausgasminderungspotenzial 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<sup>32</sup> 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:

---

<sup>32</sup> [GEMIS]

- **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.

## 4.2 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 ca. 889 MWh/a**. Dies entspricht ca. **26,9 %** des bestehenden Wärmebedarfs.

Bei ansonsten gleichbleibender Versorgungsstruktur bedeutet dies eine Verminderung der Treibhausgasemissionen der Wärmeversorgung um ca. 253 t/a. Die nachfolgenden Übersichten zeigen die Ergebnisse im Überblick.

Dieses Einsparpotenzial ist im Vergleich zu ähnlichen durchgeführten Untersuchungen als sehr hoch einzuschätzen und spiegelt einen im Durchschnitt recht alten und wenig sanierten Gebäudebestand wieder.

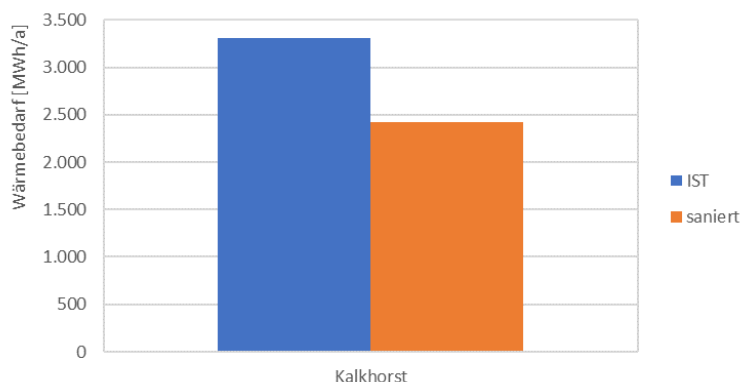


Abb. 14: Wärme-Einsparpotenzial Gebäudesanierung

Ortsteil	Wärme-Einsparpotenzial Gebäudesanierung [MWh/a]						
	privat		gewerbl.		öffentl.		gesamt
Kalkhorst	-859	-28.7%	-31	-29.3%	0	0.0%	-889 -26.9%

Tab. 8: Wärme-Einsparpotenzial Gebäudesanierung nach Sektor

Ortsteil	THG-Einsparpotenzial Gebäudesanierung [t/a]
Kalkhorst	-253 -26,9%

Tab. 9: THG-Einsparpotenzial Gebäudesanierung

### 4.3 Energetische Biomassenutzung

Ein wichtiges energetisches Potenzial und somit einen Schwerpunkt der Aufgabenstellung liegt auf der energetischen Nutzung lokal verfügbarer fester Biomasse. Untersucht wurde in diesem Zusammenhang das Potenzial einer Wärme- und / oder Stromnutzung lokal verfügbarer biogener Reststoffe aus Land- und Forstwirtschaft sowie der Industrie. Detaillierte Berechnungsansätze sind dem Klimaschutzkonzept 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>33</sup>
- Anbaustatistiken des Statistischen Amtes MV<sup>34</sup>
- Diverse publizierte Daten zu spezifischen Erträgen und Brennstoffeigenschaften, u.a. bereitgestellt durch die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR)<sup>35</sup>

<sup>33</sup> LUNG 03

<sup>34</sup> LAiV 10

<sup>35</sup> FNR01, FNR02

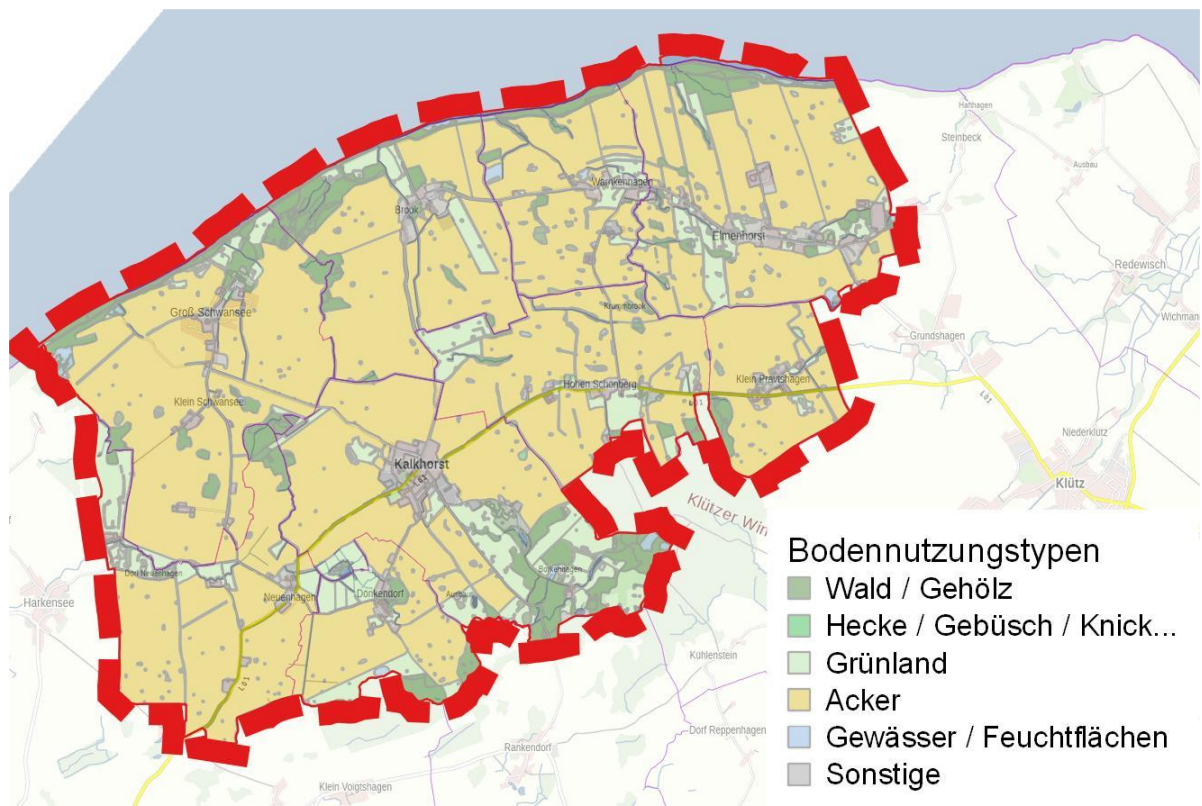


Abb. 15: Karte Bodennutzungsarten

### Untersuchte Technologien

In gewissem Umfang werden lokale Holzbrennstoffe bereits in Kleinfeuerungsanlagen (Kamine etc.) im häuslichen Umfeld eingesetzt. (Siehe auch Bedarfsanalyse).

Für eine umfassendere Nutzung der Potenziale werden zentrale Versorgungsanlagen und netzgebundene Wärmeversorgungslösungen 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

### Untersuchte Stoffgruppen

#### Waldrestholz (WRH)

- Rest- und Kronenhölzer, die im Rahmen der Forstbewirtschaftung anfallen
- Flächenbezug: Forstfläche im Gemeindegebiet abzgl. Flächen in Naturschutzgebieten

- Aufkommen laut Ansätzen der FNR

#### Landschaftspflegeholz (LPH)

- Restholz aus der Landschaftspflege, insb. Heckenschnitt
- Flächenbezug und Aufkommen laut amtsinterner Erhebung und lokaler Praxis

#### Industrierestholz (IRH)

- Energetisch nutzbares Restholz aus gewerblicher und industrieller Tätigkeit
- Aufkommen laut Aussagen lokal tätiger Unternehmen

#### 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
- Mengengrenzung: 50% (lokale Praxis zwecks Bodenwerterhalt)

#### Landschaftspflegeheu (HEU)

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

#### Tierische Reststoffe

Energetisch nutzbare Reststoffe aus der Tierhaltung fallen nach Aussagen lokal tätiger Landwirtschaftsbetriebe nur in geringem Umfang und saisonal schwankend im Gemeindegebiet an. Im gemeindenahen Umfeld anfallende Reststoffe werden bereits weitgehend energetisch genutzt.

Eine weitere Betrachtung unterbleibt daher.

### Energetisches Potenzial und Treibhausgasminderungspotenzial

Durch den Einsatz der untersuchten Biomassegruppen zur Energiegewinnung ergibt sich, je nach Szenario, ein energetisches Potenzial von bis zu ca. **20.399 MWh/a Wärme** und bis zu ca. **3.026 MWh/a Strom**. Dies entspricht ca. **617% des vorliegenden Wärmebedarfs** bzw. **603% 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	Strom
Waldrestholz			754 22,8%	713 21,6%	41 8,2%	
Landschaftspflegeholz	3.618		4.498 136,0%	4.257 128,7%	247 49,2%	
Getreidestroh			11.619 351,3%	9.855 297,9%	2.100 418,5%	
Landschaftspflegeheu			3.528 106,7%	2.992 90,5%	638 127,1%	
<b>gesamt</b>	<b>Bestand</b>					
			<b>20.399 617%</b>	<b>17.817 539%</b>	<b>3.026 603,0%</b>	
	<b>zzgl. Zubau</b>					

Tab. 10: Energetisches Potenzial Biomasse

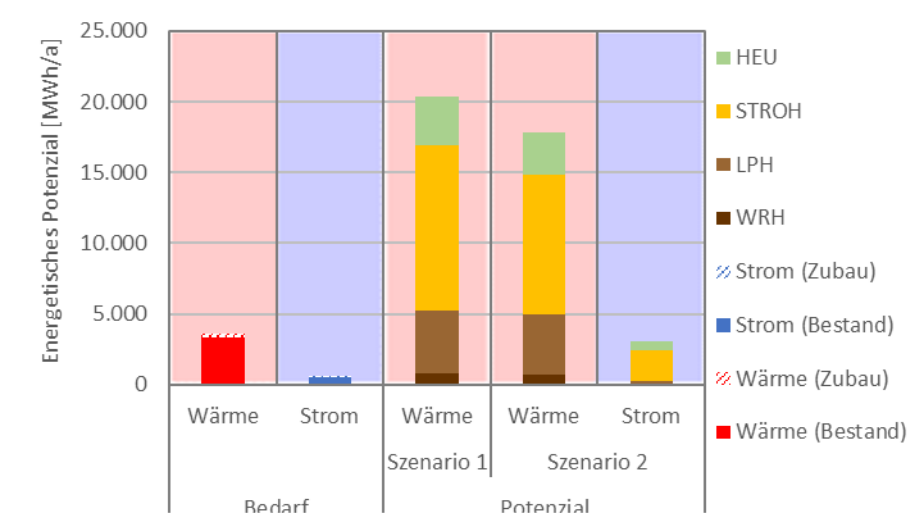


Abb. 16: Energetisches Potenzial Biomasse



Bezogen auf die in der Bedarfsanalyse dargestellte Versorgungsstruktur im Untersuchungsgebiet ergibt sich hieraus rechnerisch ein **Treibhausgasminderungspotenzial** von je nach Szenario ca. **4.327 bis 5.093 t/a**. Dies entspricht **ca. 365 – 430%** der Treibhausgasemissionen im IST-Zustand.

Stoffgruppe	THG-Emissionen [t/a]			THG-Minderungspotenzial [t/a]					
	IST			Szenario 1		Szenario 2			
	Wärme	Strom	gesamt	Wärme	gesamt	Wärme	Strom	gesamt	
Waldrestholz	0			185 19,7%	185 15,6%	177 18,8%	18 1,9%	195 16,5%	
Landschaftspflegeholz	8			216 22,9%	216 18,2%	158 16,8%	111 11,7%	269 22,7%	
Industrierestholz	0			0 0,0%	0 0,0%	0 0,0%	0 0,0%	0 0,0%	
Restholz (regional)	0			0 0,0%	0 0,0%	0 0,0%	0 0,0%	0 0,0%	
Getreidestroh	0			3.012 319,9%	3.012 254,3%	2.582 274,3%	969 102,9%	3.551 299,8%	
Landschaftspflegeheu	0			914 97,1%	914 77,2%	784 83,3%	294 31,3%	1.078 91,1%	
<b>gesamt Bestand</b>	<b>941</b>	<b>243</b>	<b>1.184</b>	<b>4.327 460%</b>	<b>4.327 365%</b>	<b>3.701 393%</b>	<b>1.392 573,2%</b>	<b>5.093 430%</b>	

Tab. 11: Treibhausgasminderungspotenzial Biomasse

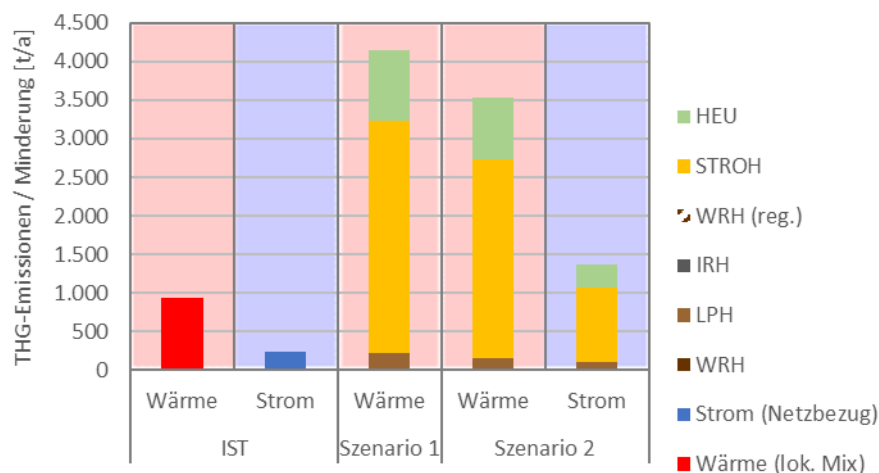


Abb. 17: Treibhausgasminderungspotenzial Biomasse

#### 4.4 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 amtlichen Liegenschaftskataster-Informationssystems (ALKIS)<sup>36</sup>
- Luftbildaufnahmen<sup>37</sup>
- Daten des Marktstammdatenregisters<sup>38</sup>
- Ergebnisse der Anwohnerbefragung

<sup>36</sup> LAiV 05

<sup>37</sup> LAiV 02

<sup>38</sup> BNA 01

### Ansätze und Szenarien

Als potenziell geeignet wurden folgende Dachflächen mit den Ausrichtungen Süd, Ost / / West sowie Flachdächer identifiziert.

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. Abweichend hiervon wurden für zu erwartende Hallenbauten die gesamte Dachfläche als geeignet für eine aufgeständerte Solar-Belegung eingestuft. 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 auf Basis des Online-Tools PVGIS<sup>39</sup> der Europäischen Kommission 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.

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

### Energetisches Potenzial und Treibhausgasminderungspotenzial

Durch den Ausbau der Aufdach-Solarenergienutzung ergibt sich im Gebäudebestand, je nach Szenario, ein energetisches Potenzial von bis zu ca. **599 MWh/a Wärme** und bis zu ca. **2.488 MWh/a Strom**. Dies entspricht ca. **18% des vorliegenden Wärmebedarfs** bzw. **496% des Strombedarfs**.

Das **Treibhausgasminderungspotenzial beträgt ca. 87 - 91%**.

Die nachfolgenden Übersichten zeigen die Aufteilung dieser Potenziale.

---

<sup>39</sup> PVGIS

Ortsteil	IST-Situation [MWh/a]				Energetisches Potenzial [MWh/a]			
	Bedarf		Solarenergienutzung		Szenario 1		Szenario 2	
	Wärme	Strom	ST	PV	ST	PV	PV	
Kalkhorst	3.308 +253	502 +43	0 0,0%	0 0,0%	599 18%	2.003 399%	2.488 496%	

Tab. 12: Energetisches Potenzial solarer Aufdachanlagen

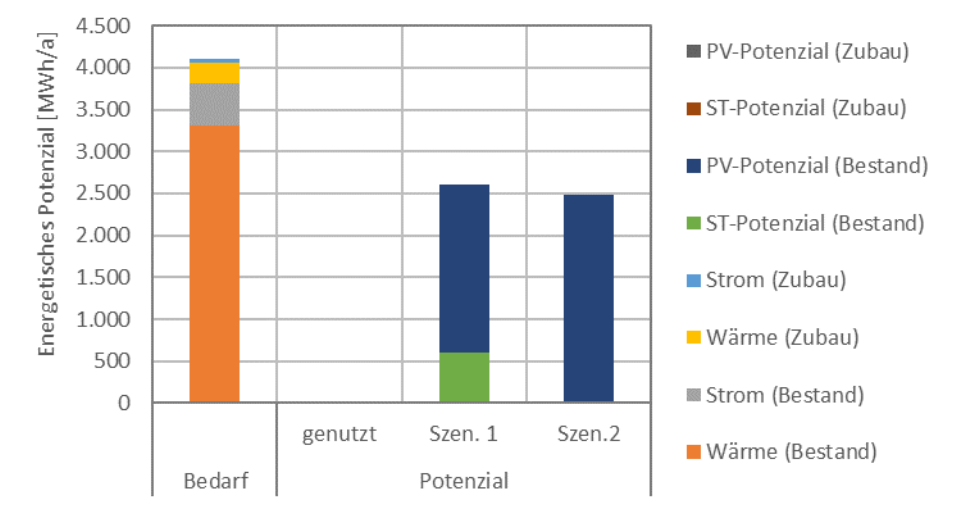


Abb. 18: Energetisches Potenzial solarer Aufdachanlagen

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	
Kalkhorst	941	243	1.184	0 0%	0 0%	156 16,5%	871 359%	1.027 87%	1.082 446%	1.082 91%	

Tab. 13: Treibhausgasminderungspotenzial solarer Aufdachanlagen

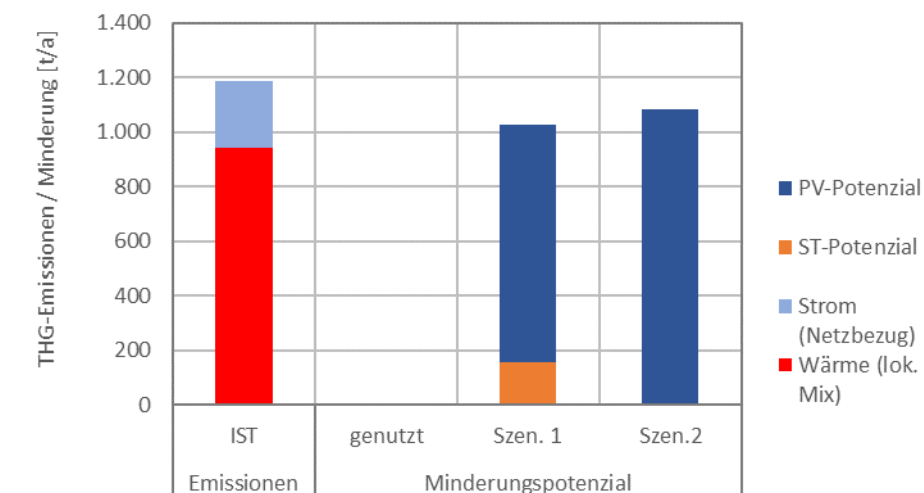


Abb. 19: Treibhausgasminderungspotenzial solarer Aufdachanlagen

## 4.5 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 eine PV-Freiflächennutzung ausgewiesen.

Dies bedeutet jedoch nicht, dass die Errichtung entsprechender Anlagen grundsätzlich ausgeschlossen ist. Allerdings besteht außerhalb der genannten Flächenkulisse 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.

## 4.6 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.

Laut Markstammdatenregister sind derzeit im Untersuchungsgebiet 2 Windenergieanlagen mit einer Gesamtleistung von 1.200 kW in Betrieb. Diese liefern einen jährlichen Stromertrag von ca. 1.920 MWh/a.

Für beide Anlagen ist jedoch der Vergütungszeitraum nach Erneuerbare-Energie-Gesetz (EEG) abgelaufen. Ein Ersatz der bestehenden Anlagen (Repowering) ist nicht zu erwarten, insbesondere da die derzeit geltenden Abstandskriterien zur Wohnbebauung in diesem Fall nicht eingehalten werden könnten. Insofern ist davon auszugehen, dass auch diese beiden Windkraftanlagen in absehbarer Zeit außer Betrieb gehen werden.

Ein Potenzial für die Windenergienutzung konnte insofern im Untersuchungsgebiet nicht identifiziert werden.

## 4.7 Zusammenfassung

Wie die vorangestellten Untersuchungen zeigen, liegen im Bereich der Wärmeversorgung die größten Potenziale in der energetischen Biomassennutzung. Diese könnte, je nach Szenario, bis zu 675 % des lokalen Wärmebedarfs decken. Zu beachten ist hierbei, dass in diesem Potenzial auch Stoffmengen enthalten sind, deren tatsächliche Verfügbarkeit und Nutzbarkeit aktuell nicht abschließend bewertet werden können (z.B. Anteile halmgutartiger Biomasse). Andererseits ist in diesem Bereich eine Nutzung von Brennstoffen aus dem regionalen Umfeld über die Gemeindegrenzen hinaus durchaus üblich.

Ein erhebliches Potenzial im Wärmebereich liegt grundsätzlich in der energetischen Gebäudesanierung. Ausgehend von der vorhandenen Bebauungsstruktur sind hier Einsparungen von bis zu 26% des Wärmebedarfs möglich. Bislang war die Nutzung dieses Potenzials allenfalls mittel- bis langfristig möglich. Inwiefern die aktuell veränderten energiepolitischen Rahmenbedingungen hier zu einer konkreten Beschleunigung führen, bleibt abzuwarten.

Für die Entwicklung konkreter Versorgungsmodelle insbesondere im Wärmebereich sollte auch die Einbeziehung lokal erzeugter Strommengen im Sinne eines sektorenübergreifend vernetzten Energiesystems berücksichtigt werden.

	Nutzenergiebedarf		Nutzenergiepotenzial									
			Szenario 1			Szenario 2						
	Wärme	Strom	Wärme	Strom		Wärme	Strom					
	[MWh/a]											
Gebäudesanierung			889	27%		889	27%					
Biomasse (fest)			20.399	617%		17.817	539%	3.026	603%			
Solar (Aufdach)			599	18%	2.003	399%		2.488	496%			
Umweltwärme			453	14%		453	14%					
gesamt (Bestand)	3.308	100%	502	100%	22.340	675%	2.003	399%	19.159	579%	5.514	1099%
zzgl. Zubau	+253	+8%	+43	+9%								

Tab. 14: Zusammenfassung energetische Potenziale

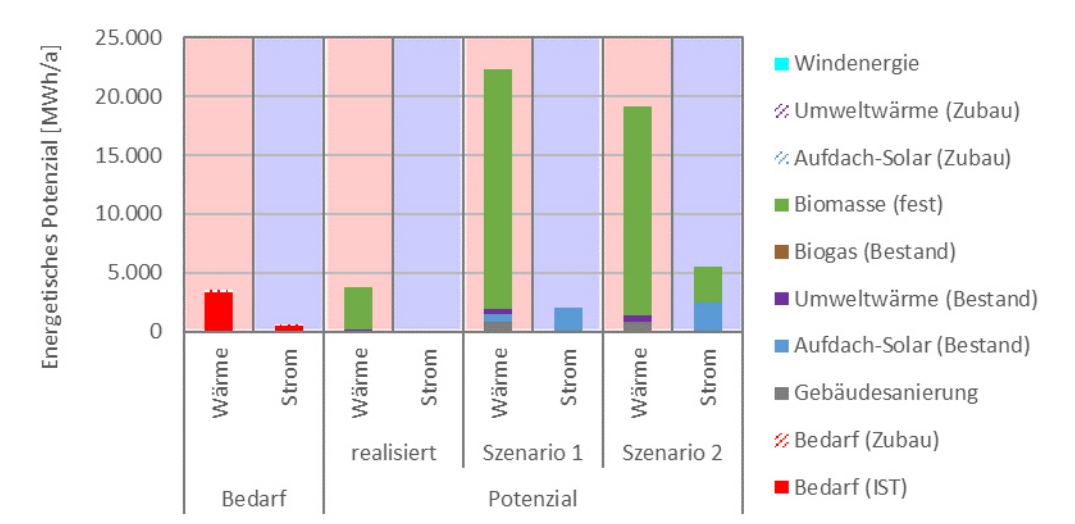


Abb. 20: Zusammenfassung energetische Potenziale

Insbesondere aufgrund der hohen Potenzialüberschüsse in den Bereichen Biomasse und Solaranlagen ist eine Reduktion der Treibhausgasemissionen im Untersuchungsgebiet rechnerisch um bis zu 543% möglich. Das bedeutet, dass die Gemeinde Kalkhorst bilanziell eine CO<sub>2</sub>-Senke darstellen würde.

	<b>THG-Emissionen</b>			<b>THG-Minderungspotenzial</b>					
	<b>IST</b>			<b>Szenario 1</b>			<b>Szenario 2</b>		
	<b>Wärme</b>	<b>Strom</b>	<b>gesamt</b>	<b>Wärme</b>	<b>Strom</b>	<b>gesamt</b>	<b>Wärme</b>	<b>Strom</b>	<b>gesamt</b>
				[t/a]					
Gebäudesanierung				253 27%		253 21%	253 27%		253 21%
Biomasse (fest)				4.327 460%		4.327 365%	3.701 393%	1.392 573%	5.093 430%
Solar (Aufdach)				156 17%	871 359%	1.027 87%		1.082 446%	1.082 91%
Umweltwärme				0 0%		0 0%	0 0%		0 0%
<b>gesamt (Bestand)</b>	<b>941 100%</b>	<b>243 100%</b>	<b>1.184 100%</b>	<b>4.736 503%</b>	<b>871 359%</b>	<b>5.607 473%</b>	<b>3.954 420%</b>	<b>2.474 1019%</b>	<b>6.429 543%</b>

Tab. 15: Zusammenfassung Treibhausgasminderungspotenzial

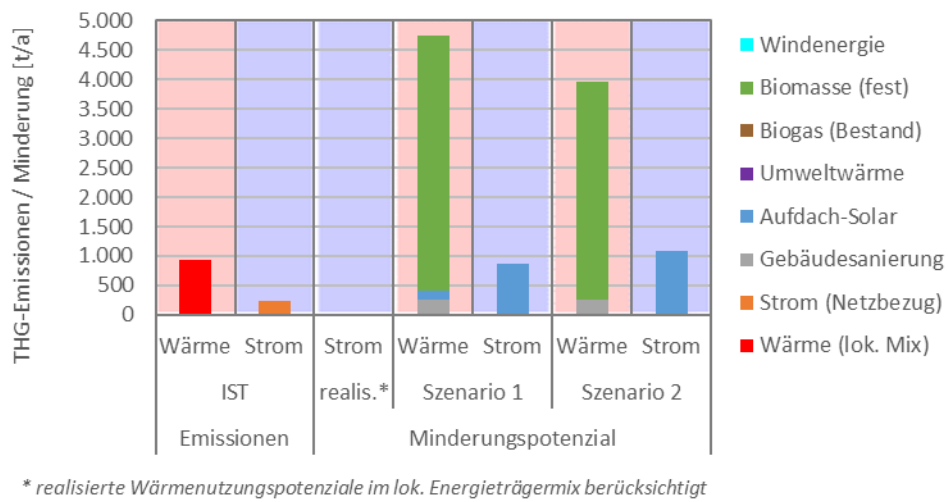


Abb. 21: Zusammenfassung Treibhausgasminderungspotenzial

## 5 Versorgungslösungen

Aufbauend auf der vorangestellten Wärmebedarfs- und Potenzialanalyse wurden für das untersuchte Quartier Kalkhorst geeignete Versorgungslösungen konzipiert. Es wird ein Pfad aufgezeigt, wie dieses Wärmenetz in weiteren Ausbau- und Sanierungsstufen klimaneutral betrieben werden kann.

Die Ausgangsvariante bildet eine Wärmeversorgung auf Grundlage der verfügbaren Biomasse-Potenziale. Mit Blick auf die sich abzeichnende Weiterentwicklung der Fördermittelsituation wurde dabei in der Anlagenkonzeption als zweite Ausbaustufe eine solarthermische Freiflächenanlage ergänzt und es wird ein Anschlussgrad von 100% zugrunde gelegt. In der letzten Stufe wird ein Saisonalwärmespeicher ergänzt.

Die Hauptkomponenten der jeweiligen Versorgungslösungen wurden 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 5.4 im Rahmen von Sensitivitätsanalysen betrachtet.

### 5.1 Stufe 1 (2030): Biomassefeuerung

#### 5.1.1 Überblick

Wie im Rahmen der Potenzialanalyse festgestellt wurde, stellt die energetische Biomassenutzung ein erhebliches Potenzial zur regenerativen Wärmeversorgung des Quartiers Kalkhorst dar. Gerade in Hinblick auf den weitgehend bereits älteren Gebäudebestand bietet sie den Vorteil, zuverlässig und effizient auch höhere Heizmedientemperaturen bereitstellen zu können.

Als weitere Erkenntnis wurde in der Potenzialanalyse festgestellt, dass die regenerative Stromproduktion den Bedarf im Untersuchungsgebiet bereits heute übersteigt und weitere große Ausbaupotenziale aufweist. Im Wärmebereich sind die Potenziale dagegen eher begrenzt. Aus diesem Grunde wird hier auf eine gekoppelte Stromproduktion aus Biomasse (KWK) zugunsten der Wärmeversorgung verzichtet.

Als eine weitere Konsequenz der aktuellen Entwicklung der Energie- und Förderpolitischen Rahmenbedingungen wird in der Auslegung auf einen in der Vergangenheit üblichen konventionellen Spitzenlastkessel verzichtet.

Nachfolgend wird die funktionale Konzeption dargestellt. Anschließend erfolgt die technische und wirtschaftliche Kalkulation zum einen für die Versorgung des Quartiers Kalkhorst (Ausbaustufe 1) sowie zusätzlich nur technisch für die weiteren Ausbaustufen.

#### 5.1.2 Funktionale Konzeption

Die nachfolgende Darstellung zeigt die wesentlichen Komponenten der konzipierten Versorgungslösung im Überblick. In der Folge wird auf die jeweiligen Baugruppen im Einzelnen eingegangen.



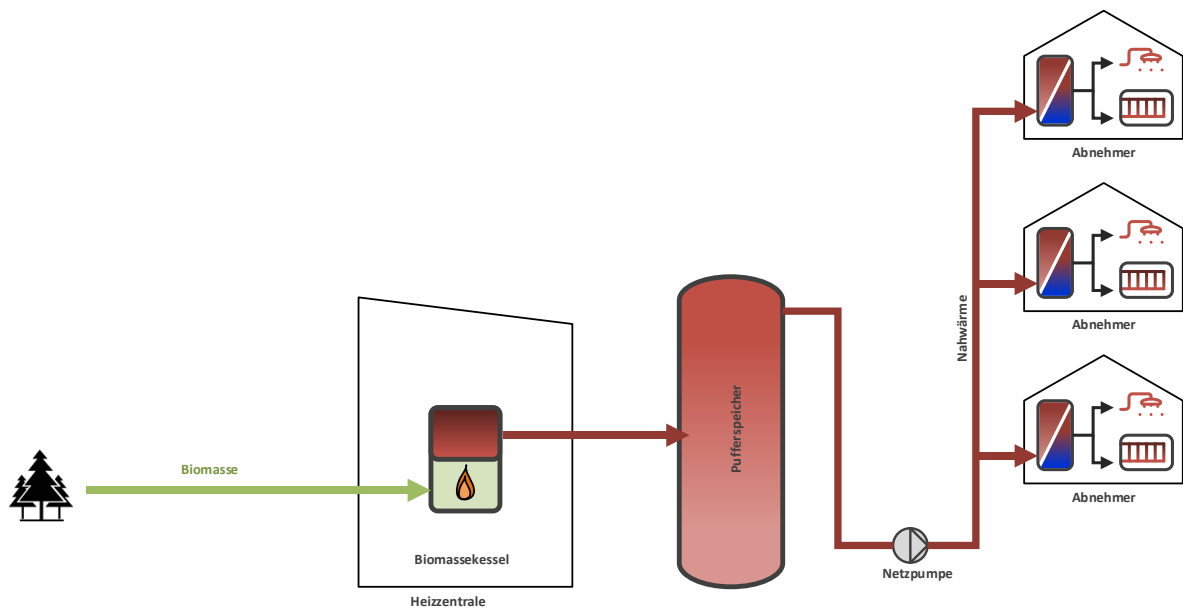


Abb. 22: Übersicht funktionale Konzeption Stufe 1

### Heizzentrale

Die Wärmeerzeugung 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 unabhängig von der Anlagenleistung u.a. in folgenden Bereichen:



Abb. 23: 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.

Im Einzelnen unterscheiden sich die Abmessungen und somit auch die benötigte Grundstücksfläche nach der Anlagenleistung. So benötigt eine Heizzentrale mit einer Biomassefeuerungsanlage von 300 kW inklusive Außenanlage ca. 225 m<sup>2</sup> Grundstücksfläche. Für eine 5-MW-Anlage beträgt der Flächenbedarf ca. 860 m<sup>240</sup>. Die nachfolgende Abbildung veranschaulicht die Größenverhältnisse:

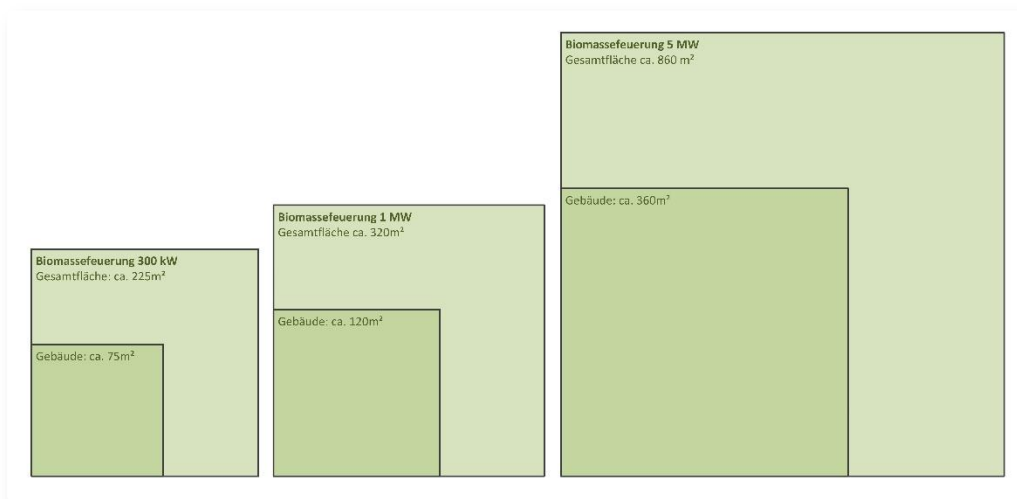


Abb. 24: Flächenbedarf Biomasseheizwerke

Exemplarisch sind nachfolgend zwei Raumkonzepte für zwei Biomasse-Feuerungsanlagen mit 500 kW bzw. 12 MW Kesselleistung dargestellt:

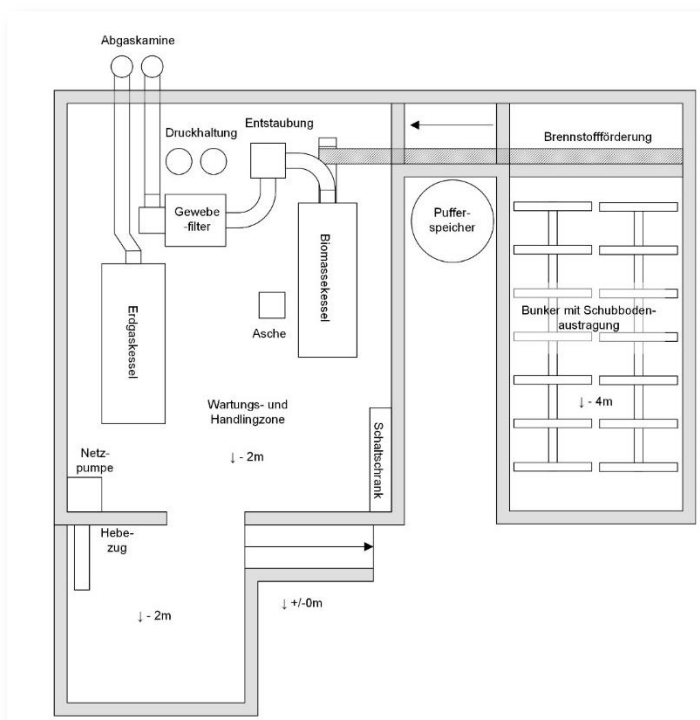


Abb. 25: Raumkonzept Heizzentrale (500 kW Biomasse)

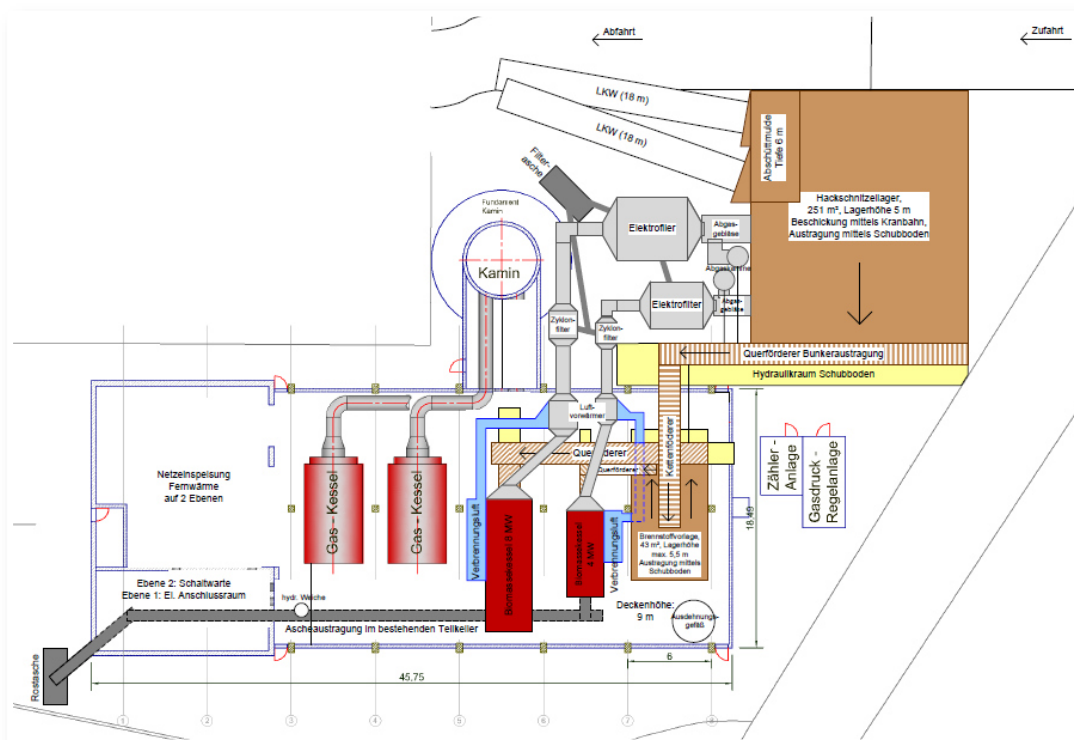


Abb. 26: Raumkonzept Heizwerk (12 MW Biomasse)

### Biogene Festbrennstoffe

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.

Darüber hinaus lässt sich die Verfügbarkeit der vorhandenen Potenziale halmgutartiger Biomasse im Kontext der lokalen Landwirtschaftspraxis nicht abschließend bewerten.

Aus diesem Grund werden in der Folge Versorgungslösungen auf Basis von holzartiger Biomasse dargestellt und kalkuliert. Aus technologischer Sicht wäre für die genannten Standorte 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.

### Brennstoffanlieferung

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



Abb. 27: Brennstoffanlieferung

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

Alternativ kommt, insbesondere bei größeren Anlagenleistungen ab ca. 2 MW, auch die Errichtung im Hochbau in Betracht, wobei die Beladung mittels Hallenkran aus Abschüttbunkern erfolgen kann.

Die Brennstoffanlieferung ist grundsätzlich mit einer großen Bandbreite marktüblicher Förderfahrzeuge möglich. Die Palette reicht hierbei über Landwirtschaftliche Schüttgut-Anhänger (ab ca. 25 m<sup>3</sup>) über Abrollcontainer mit Hakenlift (ca. 40 m<sup>3</sup>) bis hin zu Walking-Floor-Fahrzeugen (ca. 90 m<sup>3</sup>).

### Feuerungstechnik

Der der Mittellastbereich sowie je nach Verfügbarkeit solarthermischer und PtX-Abwärme auch der Grundlastbereich 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. 28: Holz-Hackschnitzelkessel

Hinsichtlich der Feuerungstechnologie existiert eine große Bandbreite. Ausschlaggeben 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. 29: Pufferspeicher

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

Aus Platzgründen und um eine kompakte Bauweise des Heizzentrale zu erzielen, wird der Pufferspeicher häufig im Außenbereich aufgestellt.



### 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. 30: 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. 31: 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.

### 5.1.1 Versorgungsgebiet und Räumliche Konzeption

Die nachfolgende Darstellung verdeutlicht die Abgrenzung des Versorgungsgebiets sowie den Verlauf einer möglichen Nahwärmetrasse bis 2030. Als Standort der Heizzentrale wird ein Grundstück der Stadt im Bereich Neue Reihe am westlichen Rand vorgeschlagen.

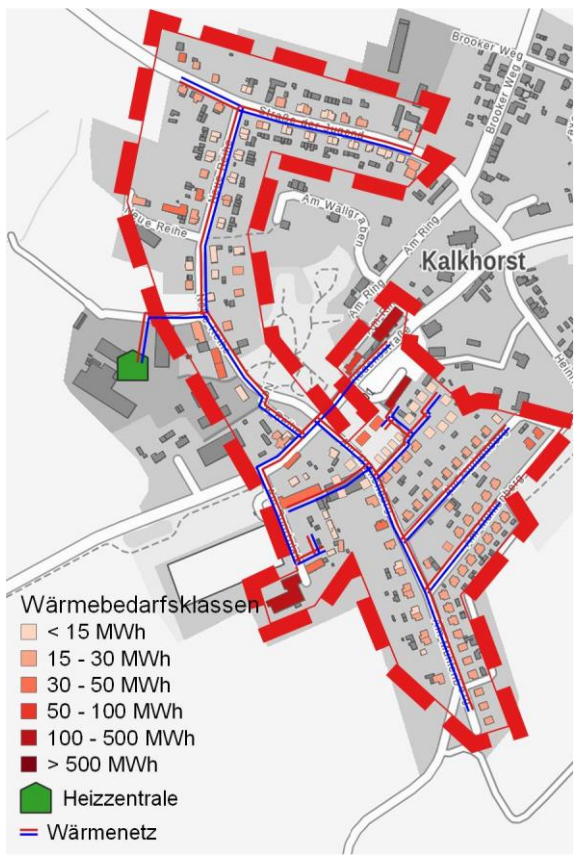


Abb. 32: Karte Versorgungsgebiet Stufe 1

Nachfolgend wird der vorgeschlagene Konzeptansatz einer netzgebundenen Wärmeversorgung auf Basis einer Biomasse-Feuerungsanlage für das Versorgungsgebiet Kalkhorst dimensioniert und kalkuliert.

#### 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: 1.100 kW
- Jahresnutzungsgrad: 0,85



### **Pufferspeicher**

- Volumen: 33 m³

### **Wärmenetz**

- Trassenlänge: 4.133 m
- Max. Querschnitt: DN 100
- Mittl. Querschnitt: DN 50
- Wärmebelegung: 640 kWh/(trm\*a)

### **Hausanschlüsse**

- Anzahl: 111
- Summe Anschlussleistung: 1.350 kW

Detailliertere Informationen zur Auslegung sind im Anhang aufgeführt.

## 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 **3.017 MWh an Nutzwärme**. Diese werden über das Nahwärmenetz zu **100 % aus Biomasse** bereitgestellt. Dabei betragen die **Netzverluste ca. 11,7 %**.

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	1.350 kW	2.646 MWh/a 87,7%
Gleichzeitigkeitsfaktor	0,781	
Verluste	42,4 kW 3,9%	371 MWh/a 12,3%
Netz	40,0 kW	350 MWh/a
Speicher	2,4 kW	21 MWh/a
<b>Summe Bedarf</b>	<b>1.097 kW 100,0%</b>	<b>3.017 MWh/a 100,0%</b>
<b>Summe Erzeugung</b>	<b>1.100 kW 100,3%</b>	<b>3.017 MWh/a 100,0%</b>
Solarthermie	---	0 MWh/a 0,0%
Biomasse-Kessel	1.100 kW 100,3%	3.017 MWh/a 100,0%
Gaskessel	0 kW 0,0%	0 MWh/a 0,0%

Tab. 16: Wärmebilanz Stufe 1 (AG 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.

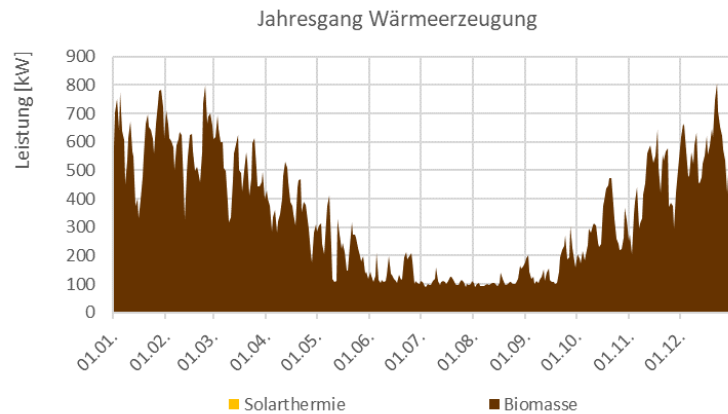


Abb. 33: Jahresgang Stufe 1 (AG 80%)

### Endenergie- und Treibhausgasbilanz

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

	Endenergie	Emissionsfaktor	THG-Emissionen
Wärme Solarthermie	0 MWh/a	25 g/kWh	0,0 t/a
Biomasse	3.550 MWh/a 3.944 sm <sup>3</sup> /a	19 g/kWh	67,4 t/a
Erdgas	0 MWh/a	250 g/kWh	0,0 t/a
Strom (Hilfsenergie)	33.586 kWh/a	484 g/kWh	16,3 t/a
Heizwerk	30.200 kWh/a		
Netz	3.386 kWh/a		
<b>Summe</b>	<b>3.583 MWh/a</b>		<b>83,7 t/a</b>

Tab. 17: Endenergiebedarf und THG-Emissionen Stufe 1 (AG 80%)

Die spezifischen Treibhausgasemissionen der Nahwärmeversorgung betragen 31 g/kWh bezogen auf die Nutzwärme. Gegenüber dem, laut Bedarfsanalyse, festgestellten ortstypischen Brennstoffmix (285 g/kWh) ergibt sich somit eine spezifischer Vermeidungsfaktor von 253 g/kWh.

Durch die kalkulierte Versorgungsvariante können bei einem Anschlussgrad von 80% demnach jährlich **669,4 t<sub>CO2-äqu.</sub> Treibhausgase eingespart** werden.

**In den versorgten Objekten entspricht dies einer Verminderung um ca. 88,9 %.**

**Bezogen auf die gesamte Versorgungszone beträgt die Einsparung ca. 71,1%.**

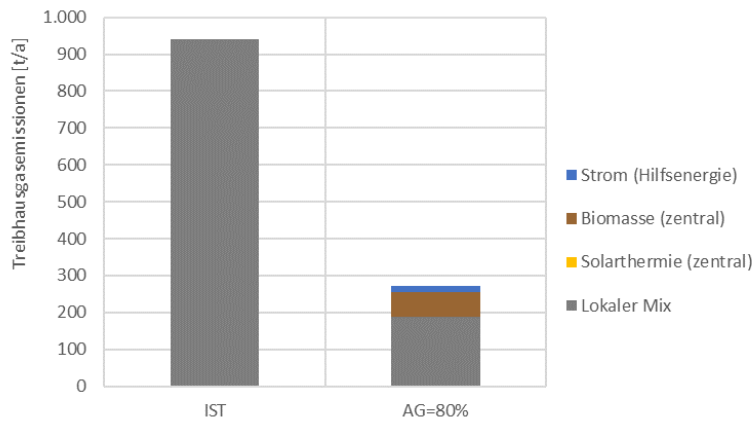


Abb. 34: Treibhausgaseinsparung Stufe 1 (AG 80%)

### 5.1.2 Wirtschaftliche Parameter

#### Investitionskosten

Auf Basis der Anlagenauslegung wurden die zu erwartenden **Investitionskosten** kalkuliert. Grundlage hierfür bilden diverse publizierte Preisansätze<sup>41</sup> sowie Erfahrungswerte und Richtpreisangebote zu vergleichbaren Anlagenkonfigurationen.

Das **Förderumfeld** für die Errichtung von regenerativen netzgebundenen Wärmeversorgungsanlagen befindet sich derzeit in der Umgestaltung. So trat auf Bundesebene kürzlich das Bundesförderprogramm effiziente Wärmenetze (BEW) in Kraft. Die auf Landesebene für die Ausreichung von EU-Mitteln maßgebliche Klimaschutzförderrichtlinie befindet sich derzeit noch in der Überarbeitung. Mit einer Veröffentlichung wird kurzfristig gerechnet.

Auf Grundlage der bislang bekannten Richtlinien bzw. Programmentwürfe werden für die Förderung des beschriebenen Vorhabens folgende Programme in Betracht kommen:

- Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEW)
- Klimaschutz-Förderrichtlinie Mecklenburg-Vorpommern (KliFöRL-MV) – Stand Verbandsanhörung

Zu beachten ist, dass hinsichtlich der finalen Ausgestaltung und realen Auslegungspraxis der entsprechenden Förderprogramme derzeit noch Unschärfen bestehen.

Es ergibt sich ein **Investitionsbedarf von ca. 5,9 Mio. € vor Förderung**. Mit einer **Förderquote von 65%** verbleiben nach Förderung **Investitionskosten von ca. 3,9 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.

<sup>41</sup> U.a. FNR 02

Gebäude (Heizhaus)	507.000 €	8,5%
Wärmeerzeugung (Anlagentechnik)	1.013.300 €	17,1%
Wärmeverteilung (Netz)	3.149.300 €	53,1%
<b>Zwischensumme</b>	<b>4.669.600 €</b>	
Unvorhergesehenes	700.400 €	11,8%
Nebenkosten	560.400 €	9,4%
<b>Investition vor Förderung</b>	<b>5.930.400 €</b>	<b>100,0%</b>
<b>Summe Förderung</b>	<b>3.854.760 €</b>	<b>65,0%</b>
BEW	2.372.160 €	40,0%
KlifFöRL MV	1.482.600 €	25,0%
<b>Investition nach Förderung</b>	<b>2.075.640 €</b>	

Tab. 18: Investitionsschätzung und Förderung Stufe 1 (AG 80%)

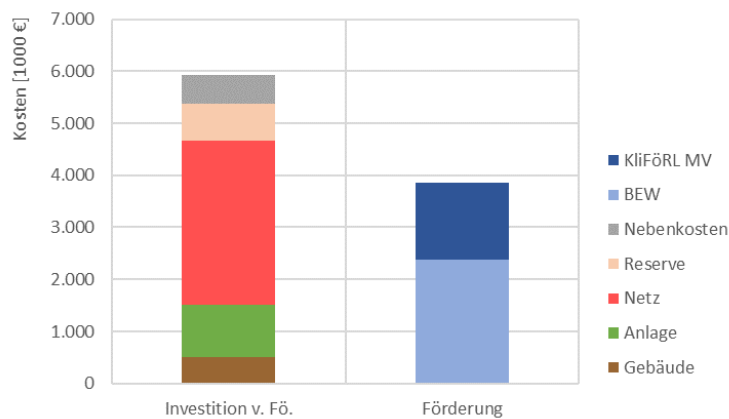


Abb. 35: Investitionsschätzung und Förderung Stufe 1 (AG 80%)

### 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 verschieden Erfahrungswerte und publizierte Kennwerte<sup>42</sup>.

Es ergeben sich zu erwartende **Betriebskosten von ca. 116.000 €** 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 30 €/t (Stand 2023) angesetzt.

Es ist demnach mit **Verbrauchskosten in Höhe von ca. 135.260 €** pro Jahr zu rechnen.

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

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

### **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.

Für die netzgebundene Wärmeversorgung ergeben sich **Wärmegestehungskosten von durchschnittlich ca. 138,20 €/MWh**.

Im Vergleich zu konventionellen Wärmeerzeugungstechnologien (Erdgas: ca. 210 €/MWh, Heizöl: ca. 180 €/MWh) ist die vorgeschlagene Variante damit sehr attraktiv.

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

Kapitalkosten	114.448 €/a	31,3%
Betriebskosten	116.000 €/a	31,7%
Verbrauchskosten	135.260 €/a	37,0%
<b>Jahreskosten gesamt</b>	<b>365.708 €/a</b>	<b>100,0%</b>
Jahres-Nutzwärmebedarf	2.646 MWh/a	
<b>Wärmegestehungskosten</b>	<b>138,20 €/MWh</b>	

Tab. 19: Wärmegestehungskosten Stufe 1 (AG 80%)

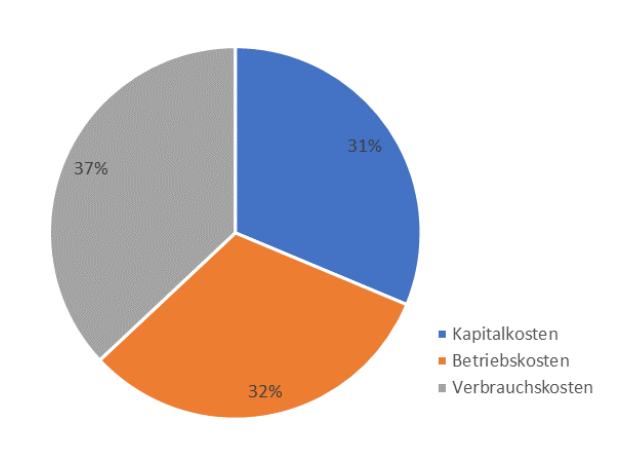


Abb. 36: Wärmegestehungskosten Stufe 1 (AG 80%)

## 5.2 Stufe 2 (2035): Biomassefeuerung + Solarthermie

### 5.2.1 Überblick und Funktionale Konzeption

In einer zweiten Ausbaustufe wird eine Ergänzung des zuvor beschriebenen Nahwärmenetzes durch eine Solarthermie-Freiflächenanlage bei gleichzeitig sukzessiver energetischer Sanierung der angeschlossenen Gebäude vorgeschlagen.

Die nachfolgende Darstellung zeigt die wesentlichen Komponenten der konzipierten Versorgungslösung im Überblick. In der Folge wird auf die jeweiligen Baugruppen im Einzelnen eingegangen.

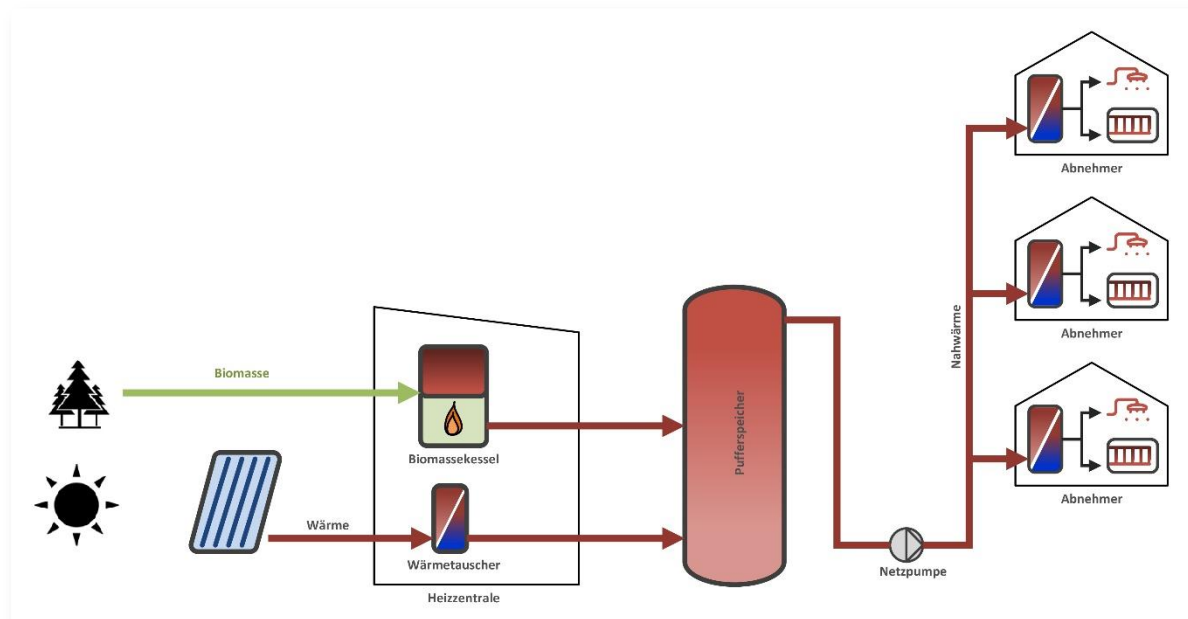


Abb. 37: Übersicht funktionale Konzeption Stufe 2

Die Erläuterungen zu den Hauptkomponenten gelten analog zu Stufe 1 (vgl. 5.1.2).

Mit der Neugestaltung der Fördermittellandschaft für regenerative Wärmeversorgungskonzepte treten vermehrt auch brennstofffreie Versorgungslösungen in den Vordergrund. Hier ist u.a. die Einbindung großer Solarthermieranlagen zu nennen. Im Sinne eines sparsamen Umgangs mit begrenzten Biomasse-Ressourcen kann auf diese Weise insbesondere in den Sommermonaten ein Großteil der benötigten Wärme bereitgestellt werden, ohne zusätzlich Brennstoff zu verbrauchen. So kann gerade auch in der lastschwachen Zeit der tendenziell ineffizientere Teillastbetrieb der Biomassefeuerung vermieden werden. Das für eine Nahwärmeversorgung benötigte Temperaturniveau kann hierbei beispielsweise durch den Einsatz von Vakuum-Röhrenkollektoren erreicht werden.

Von Vorteil für die Effizienz entsprechender Anlagen sind möglichst niedrige Systemtemperaturen (Vorlauf / Rücklauf). Dies kann perspektivisch insbesondere durch die energetische Sanierung der angeschlossenen Gebäude erreicht werden. In der Kalkulation wird daher für die zweite Ausbaustufe von einem Sanierungsgrad von 50% im Quartier ausgegangen.

Die solarthermisch genutzten Flächen sollten sich hierfür möglichst in räumlicher Nähe zur Heizzentrale liegen, da auch die solarthermisch erzeugte Wärme in den zentralen Pufferspeicher einfließt. Bevorzugt geeignet sind hierfür Flächen mit geringer naturschutzfachlicher Relevanz (Flächen an Verkehrswegen, versiegelte oder vorbelastete Flächen usw.). Beispielsweise auch in brachliegenden Bereichen mit

einsetzender Verbuchung kann diese durch Installation von Solarthermieranlagen aufgehoben und so wertvolle Lebensräume für bodenbrütende Vögel und Offenlandhabitate für Flora und Fauna erhalten werden.



Abb. 38: Beispiel Solarthermie-Freifläche

Quelle: Erik Christensen - Eigenes Werk, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=9097625>

Die Kalkulation der benötigten Kollektorfläche erfolgt mit Hilfe der frei verfügbaren, vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie geförderten Software ScenoCalc<sup>43</sup>. Diese erlaubt es, den solaren Nutzwärmeertrag von in Wärmenetze eingebundenen Solarthermieranlagen zu berechnen.

In Anlehnung an realisierte Anlagen wird hierbei als Kalkulationsziel eine solare Deckungsrate von ca. 25% angestrebt. Die von der Solarthermieranlage bereitgestellte Wärme wird hierbei stets vorrangig im System genutzt (Grundlast).

---

<sup>43</sup> SOL 02



Thema: Integriertes Quartierskonzept für das Quartier Kalkhorst

Projekt: T23.04

Bearbeitungsstand: 13.07.2023

TRIGENIUS  
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG

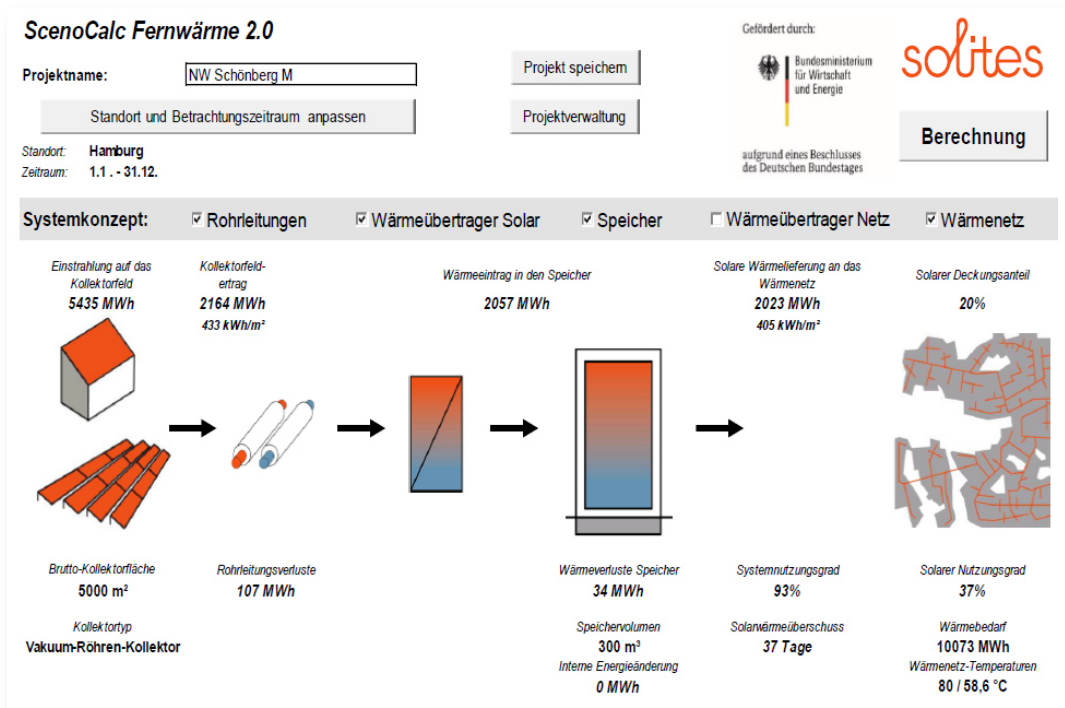


Abb. 39: Solarthermie-Kalkulation mit ScenoCalc (Bsp.)

### 5.3.2 Versorgungsgebiet und Räumliche Konzeption

Die nachfolgende Darstellung verdeutlicht die Abgrenzung des Versorgungsgebiets sowie den Verlauf einer möglichen Nahwärmetrasse bis 2035. Als Standort der Solarthermie-Freiflächenanlage wird ein Grundstück der Stadt im Bereich Neue Reihe am westlichen Rand vorgeschlagen.

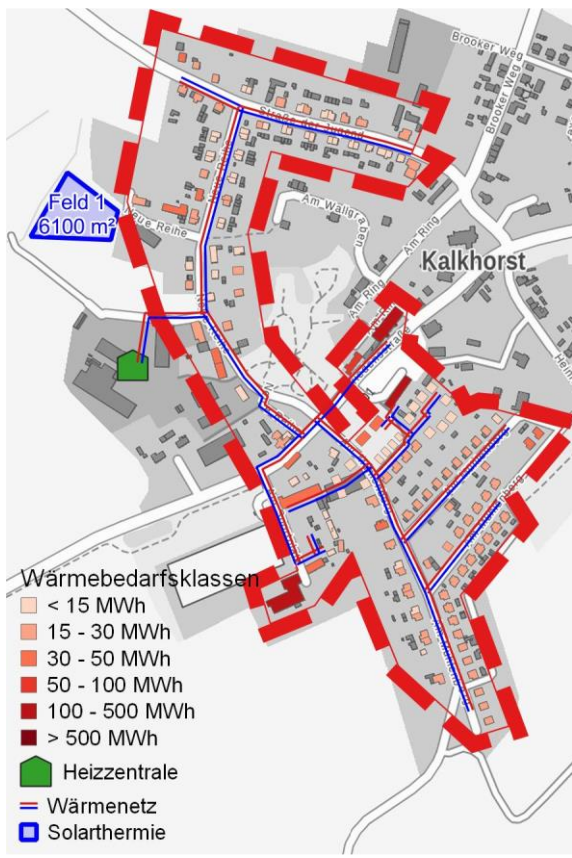


Abb. 40: Karte Versorgungsgebiet Stufe 2

Nachfolgend wird der vorgeschlagene Konzeptansatz einer netzgebundenen Wärmeversorgung auf Basis einer Biomasse-Feuerungsanlage und Solarthermie-Freiflächenanlage für das Versorgungsgebiet Kalkhorst dimensioniert und kalkuliert.

#### Auslegung der Hauptkomponenten

Anhand der Bedarfsdaten im Versorgungsgebiet wurden die Hauptkomponenten der Anlage grob dimensioniert. Hierbei wird von einem Anschlussgrad von 100% ausgegangen.

Die erforderlichen Hauptkomponenten werden wie folgt dimensioniert:

##### **Solarthermie-Freiflächenanlage**

- Modultyp: Vakuum-Röhrenkollektoren
- Brutto-Modulfläche: 2.500 m²
- Benötigte Grundstücksfläche: ca. 6.100 m²

##### **Biomassekessel**

- Nennleistung: 1.100 kW
- Jahresnutzungsgrad: 0,85

**Pufferspeicher**

- Volumen: 100 m<sup>3</sup>

**Wärmenetz**

- Trassenlänge: 4.857 m
- Max. Querschnitt: DN 100
- Mittl. Querschnitt: DN 50
- Wärmebelegung: 639 kWh/(trm\*a)

**Hausanschlüsse**

- Anzahl: 156
- Summe Anschlussleistung: 1.584 kW

Detailliertere Informationen zur Auslegung sind im Anhang aufgeführt.

**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 100% ausgegangen. Die nachfolgend dargestellte Bilanz bezieht sich auf die versorgten Gebäude.

Die angeschlossenen Abnehmer benötigen demnach jährlich **3.529 MWh an Nutzwärme**. Diese werden über das Nahwärmenetz zu **24,4 % aus Solarthermie** und zu **75,6 % aus Biomasse** bereitgestellt. Dabei betragen die **Netzverluste ca. 12,1 %**.

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	1.584 kW	3.103 MWh/a 87,9%
Gleichzeitigkeitsfaktor	0,708	
Verluste	48,6 kW 4,2%	426 MWh/a 12,1%
Netz	46,8 kW	410 MWh/a
Speicher	1,8 kW	16 MWh/a
<b>Summe Bedarf</b>	<b>1.170 kW 100,0%</b>	<b>3.529 MWh/a 100,0%</b>
<b>Summe Erzeugung</b>	<b>1.100 kW 94,0%</b>	<b>3.529 MWh/a 100,0%</b>
Solarthermie	---	862 MWh/a 24,4%
Biomasse-Kessel	1.100 kW 94,0%	2.667 MWh/a 75,6%
Gaskessel	0 kW 0,0%	0 MWh/a 0,0%

Tab. 20: Wärmebilanz Stufe 2 (AG 100%)

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.

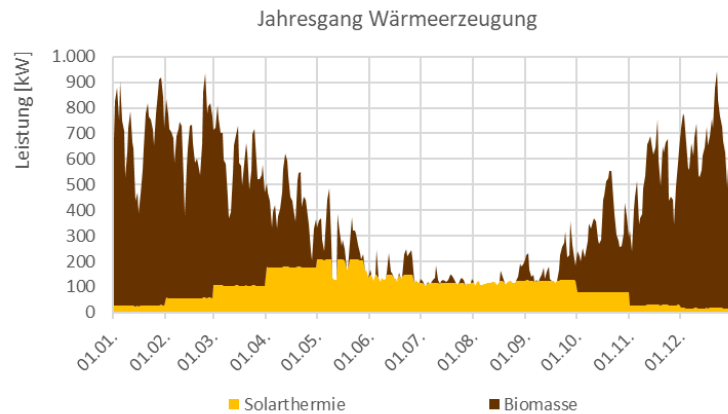


Abb. 41: Jahresgang Stufe 2 (AG 100%)

### Endenergie- und Treibhausgasbilanz

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

	Endenergie	Emissionsfaktor	THG-Emissionen
Wärme Solarthermie	862 MWh/a	25 g/kWh	21,5 t/a
Biomasse	3.138 MWh/a 3.486 sm <sup>3</sup> /a	19 g/kWh	59,6 t/a
Erdgas	0 MWh/a	250 g/kWh	0,0 t/a
Strom (Hilfsenergie)	31.406 kWh/a	484 g/kWh	15,2 t/a
Heizwerk	26.671 kWh/a		
Netz	4.735 kWh/a		
<b>Summe</b>	<b>4.031 MWh/a</b>		<b>96,4 t/a</b>

Tab. 21: Endenergiebedarf und THG-Emissionen Stufe 2 (AG 100%)

Die spezifischen Treibhausgasemissionen der Nahwärmeversorgung betragen 31 g/kWh bezogen auf die Nutzwärme. Gegenüber dem laut Bedarfsanalyse festgestellten ortstypischen Brennstoffmix (295 g/kWh) ergibt sich somit eine spezifischer Vermeidungsfaktor von 254 g/kWh.

Durch die kalkulierte Versorgungsvariante können bei einem Anschlussgrad von 100% demnach jährlich **787 t<sub>CO2-äqu.</sub> Treibhausgase eingespart** werden.

**In den versorgten Objekten entspricht dies einer Verminderung um ca. 89 %.**

**Bezogen auf die gesamte Versorgungszone beträgt die Einsparung ca. 89%.**

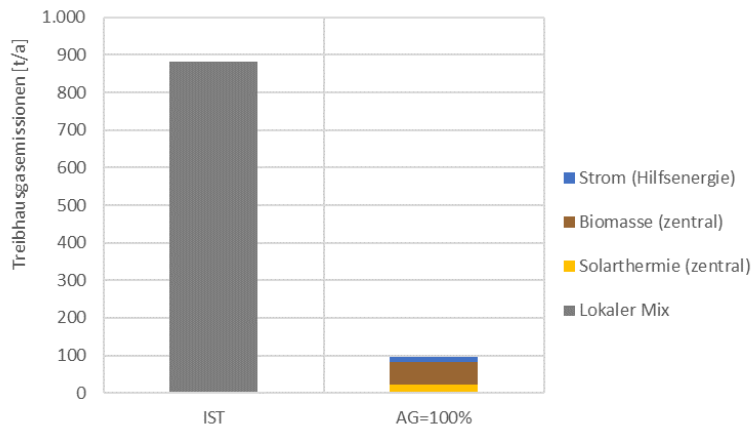


Abb. 42: Treibhausgaseinsparung Stufe 2 (AG 100%)

### 5.3 Stufe 3 (2040):

#### *Solarthermie, Wärmepumpe und Saisonalwärmespeicher*

##### 5.3.1 Überblick und Funktionale Konzeption

In einer dritten Ausbaustufe wird langfristig eine Umstellung der Wärmeversorgung im Quartier auf 100% Solarthermie vorgeschlagen. Hierzu ist eine Erweiterung der in Stufe 2 vorgeschlagenen Solarthermieanlage sowie die Ergänzung eines saisonalen Wärmespeichers sowie einer Wärmepumpe zur Temperaturanpassung erforderlich. Voraussetzung hierfür ist, dass nach umfassender energetischer Sanierung der angeschlossenen Gebäude die Netztemperaturen weiter abgesenkt werden können.

Rechnerisch kann in diesem Fall dann perspektivisch auf den Biomassekessel verzichtet werden. Ob dieser dennoch, beispielsweise zur Absicherung, beibehalten werden soll, ist zu gegebener Zeit unter Berücksichtigung der dann gegebenen Rahmenbedingung zu entscheiden.

Die nachfolgende Darstellung zeigt die wesentlichen Komponenten der konzipierten Versorgungslösung im Überblick. In der Folge wird auf die jeweiligen Baugruppen im Einzelnen eingegangen.

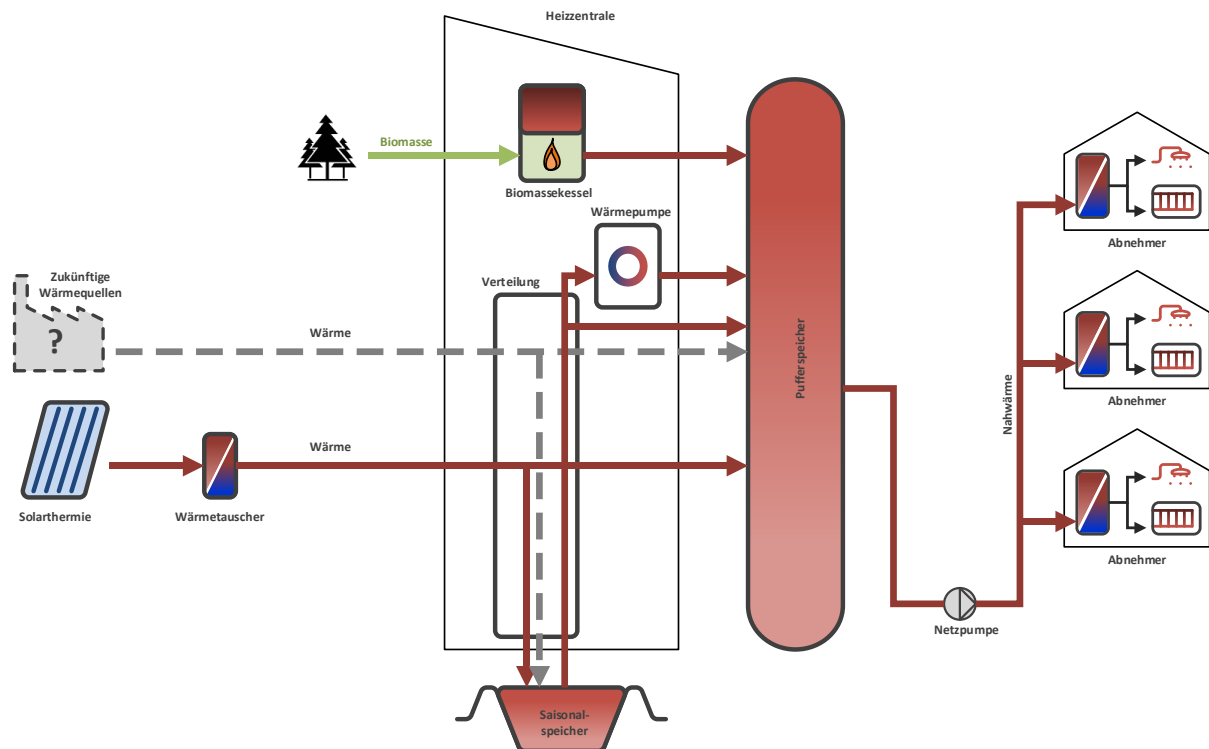


Abb. 43: Übersicht funktionale Konzeption Stufe 3

Die Erläuterungen zu den Hauptkomponenten gelten analog zu Stufe 2 (vgl. 5.2.1).

Die Nutzung von Freiflächen-Solarthermie hat den Nachteil, dass die größte Wärmemenge in den Sommermonaten mit dem geringsten Wärmebedarf zur Verfügung steht. Dies hat zur Folge, dass, je nach Dimensionierung, entweder der Anteil dieser Quellen an der Gesamt-Wärmebereitstellung begrenzt ist oder aber hohe sommerliche Wärmeüberschüsse ungenutzt bleiben.

Eine Möglichkeit dem zu begegnen, stellt die Einbindung eines saisonalen Wärmespeichers in das Versorgungssystem dar. Dieser ermöglicht es, sommerliche Wärmeüberschüsse zumindest teilweise für bedarfsstärkere Zeiten im Herbst und Winter zu speichern. Hierzu existieren verschiedene technische Ansätze mit unterschiedlichen Anwendungsbereichen und Entwicklungsständen.

Im Bereich der kommunalen Wärmeversorgung ist beispielsweise in Dänemark das Konzept des Erdbeckenspeichers seit Jahren etabliert. In Deutschland werde derzeit erste Vorhaben nach dänischem Vorbild auch in kleineren Kommunen umgesetzt. So zum Beispiel im schleswig-holsteinischen Meldorf.<sup>44</sup>

Für einen Erdbeckenspeicher wird zunächst eine Grube ausgehoben und das Aushubmaterial wallartig darum aufgeschüttet. Das entstehende Becken wird mit speziellen Folien ausgekleidet und abgedichtet. Anschließend wird es mit Wasser als Speichermedium befüllt. Den oberen Abschluss findet der Speicher durch eine isolierte Schwimmdecke. Mittels spezieller Ein- und Auslassbauwerke kann der Speicher je nach Wärmebedarf und -aufkommen be- oder entladen werden.

Sowohl auf Grund des variierenden Ladezustands als auch wegen unvermeidbarer Wärmeverluste ist die Speichertemperatur über Jahr nicht konstant. Um dennoch die zum Netzbetrieb erforderliche Vorlauftemperatur zu erreichen, kann eine Wärmepumpe zur Temperaturanhebung eingesetzt werden.

<sup>44</sup> NDR 01

Thema: Integriertes Quartierskonzept für das Quartier Kalkhorst

Projekt: T23.04

Bearbeitungsstand: 13.07.2023



TRIGENIUS  
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG

Im Kontext der hohen festgestellten Potenziale im Strombereich ist ein Betrieb dieser mit lokal erzeugtem Windstrom naheliegend. Hierfür bestehen derzeit häufig jedoch hohe Hürden hinsichtlich der regulatorischen und insbesondere energierechtlichen Rahmenbedingungen. Die Möglichkeit einer solchen Direktversorgung ist daher von einer Vielzahl von Faktoren inkl. der Betreibermodelle der Wärmeversorgungs- und der Windenergie-Anlagen abhängig. Aufgrund der Komplexität der zu beachtenden Rechtsnormen ist in jedem Falle eine detaillierte rechtliche Prüfung erforderlich.

Als Wärmequellen kommen neben einer zu errichtenden Solarthermieranlage auch vielfältige weitere Wärmequellen in Frage. Die Nutzung von Abwärme aus Gewerbe oder Power-to-Heat aus PV- oder Wind-Strom sind im Zuge der Sektorenkopplung und des Netzmanagements als zukünftige Wärmequelle vorstellbar.



### 5.3.2 Versorgungsgebiet und Räumliche Konzeption

Die nachfolgende Darstellung verdeutlicht die Abgrenzung des Versorgungsgebiets sowie den Verlauf einer möglichen Nahwärmetrasse bis 2040. Als Standort des Saisonalwärmespeichers wird ein Grundstück unterhalb der bisherigen Solarthermie-Freiflächenanlage vorgeschlagen.

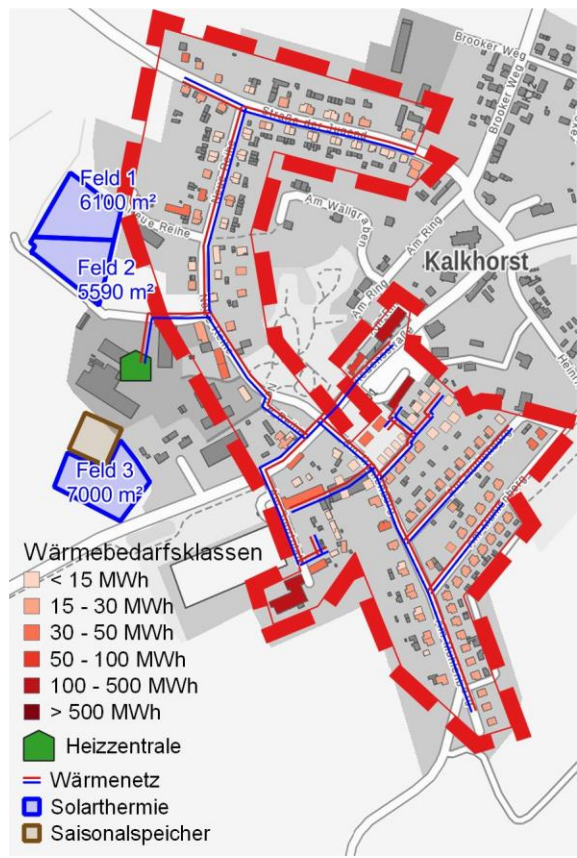


Abb. 44: Karte Versorgungsgebiet Stufe 3

Nachfolgend wird der vorgeschlagene Konzeptansatz einer netzgebundenen Wärmeversorgung auf Basis einer Solarthermie-Freiflächenanlage mit Wärmepumpe und Saisonalwärmespeicher für das Versorgungsgebiet Kalkhorst dimensioniert und kalkuliert.

#### Auslegung der Hauptkomponenten

Anhand der Bedarfsdaten im Versorgungsgebiet wurden die Hauptkomponenten der Anlage grob dimensioniert. Hierbei wird von einem Anschlussgrad von 100% ausgegangen.

Die erforderlichen Hauptkomponenten werden wie folgt dimensioniert:

#### **Saisonalwärmespeicher**

- Grundfläche: ca. 2.800 m²
- Volumen: ca. 16.335 m³

#### **Wärmepumpe**

- Therm. Leistung: 690 kW
- Vollbetriebsstunden: 1.164 h/a
- JAZ: 8

### **Solarthermie-Freiflächenanlage**

- Modultyp: Vakuüm-Röhrenkollektoren
- Brutto-Modulfläche: 7.300 m<sup>2</sup>
- Benötigte Grundstücksfläche: ca. 17.805 m<sup>2</sup>

### **Pufferspeicher**

- Volumen: 100 m<sup>3</sup>

### **Wärmenetz**

- Trassenlänge: 4.857 m
- Max. Querschnitt: DN 125
- Mittl. Querschnitt: DN 50
- Wärmebelegung: 545 kWh/(trm\*a)

### **Hausanschlüsse**

- Anzahl: 156
- Summe Anschlussleistung: 1.351 kW

Detailliertere Informationen zur Auslegung sind im Anhang aufgeführt.

## 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 100% ausgegangen. Die nachfolgend dargestellte Bilanz bezieht sich auf die versorgten Gebäude.

Die angeschlossenen Abnehmer benötigen demnach jährlich **3.585 MWh an Nutzwärme**. Diese werden über das Nahwärmenetz zu **96,9 % aus Solarthermie** und zu **3,1 % aus dem Stromanteil der Wärmepumpe** bereitgestellt. Dabei betragen die **Gesamtverluste (Speicher + Netz) ca. 26,2 %**.

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	1.351 kW	2.646 MWh/a 73,8%
Gleichzeitigkeitsfaktor	0,708	
Verluste	21,4 kW 2,2%	939 MWh/a 26,2%
Netz	20,4 kW	179 MWh/a
Speicher	1,0 kW	760 MWh/a
<b>Summe Bedarf</b>	<b>978 kW 100,0%</b>	<b>3.585 MWh/a 100,0%</b>
<b>Summe Erzeugung</b>	<b>820 kW 83,8%</b>	<b>3.585 MWh/a 100,0%</b>
Solarthermie	---	3.475 MWh/a 96,9%
Wärmepumpe (Stromanteil)	---	110 MWh/a 3,1%
Biomasse-Kessel	820 kW 83,8%	0 MWh/a 0,0%
Gaskessel	0 kW 0,0%	0 MWh/a 0,0%

Tab. 22: Wärmebilanz Stufe 3 (AG 100%)

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.

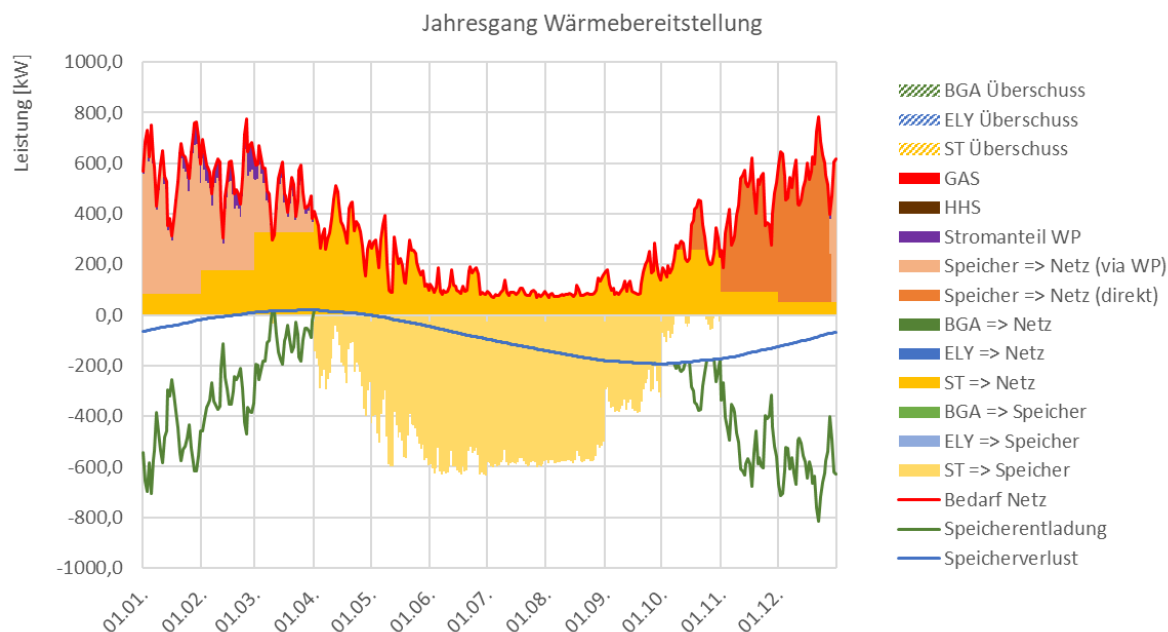


Abb. 45: Jahresgang Stufe 3 (AG 100%)

### Endenergie- und Treibhausgasbilanz

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

	Endenergie	Emissionsfaktor	THG-Emissionen
Wärme Solarthermie	3.475 MWh/a	25 g/kWh	86,9 t/a
Biomasse	0 MWh/a 0 sm³/a	19 g/kWh	0,0 t/a
Erdgas	0 MWh/a	250 g/kWh	0,0 t/a
Strom (Wärmepumpe)	110 MWh/a	15 g/kWh	1,7 t/a
Strom (Hilfsenergie)	9.206 kWh/a	484 g/kWh	4,5 t/a
Heizwerk	0 kWh/a		
Netz	9.206 kWh/a		
<b>Summe</b>	<b>3.484 MWh/a</b>		<b>93,0 t/a</b>

Tab. 23: Endenergiebedarf und THG-Emissionen Stufe 3 (AG 100%)

Die spezifischen Treibhausgasemissionen der Nahwärmeversorgung betragen 35 g/kWh bezogen auf die Nutzwärme. Gegenüber dem laut Bedarfsanalyse festgestellten ortstypischen Brennstoffmix (285 g/kWh) ergibt sich somit ein spezifischer Vermeidungsfaktor von 249 g/kWh.

Durch die kalkulierte Versorgungsvariante können bei einem Anschlussgrad von 100% demnach jährlich **850 tCO<sub>2</sub>-äqu. Treibhausgase eingespart** werden.

**In den versorgten Objekten entspricht dies einer Verminderung um ca. 90,1 %.**

**Bezogen auf die gesamte Versorgungszone beträgt die Einsparung ca. 90,1%.**

Thema: Integriertes Quartierskonzept für das Quartier Kalkhorst

Projekt: T23.04

Bearbeitungsstand: 13.07.2023

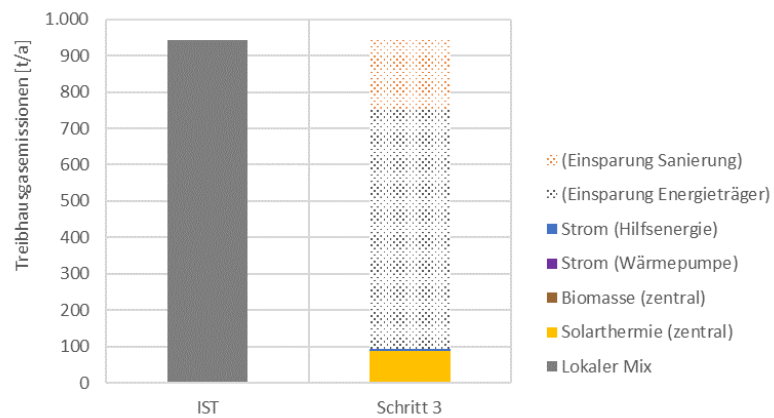


Abb. 46: Treibhausgaseinsparung Stufe 3 (AG 100%)

## 5.4 Sensitivitätsanalyse

Um die Auswirkungen veränderter Rahmenbedingungen auf das wirtschaftliche Verhalten der konzipierten Versorgungslösung abschätzen zu können, wurde eine Sensitivitätsanalyse der Wärmegegestehungskosten für Stufe 1 durchgeführt. Für die weiteren Ausbaustufen können zu diesem Zeitpunkt keine belastbaren Kosten im Zusammenhang mit dem zeitlichen Horizont der Stufen abgeschätzt werden.

Hierbei wurden folgende Parameter variiert:

- Anschlussgrad
- Förderquote
- Brennstoffkosten

### 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 Wärmegegestehungskosten vom Anschlussgrad stellt sich in der untersuchten biomassebasierten Variante wie folgt dar:

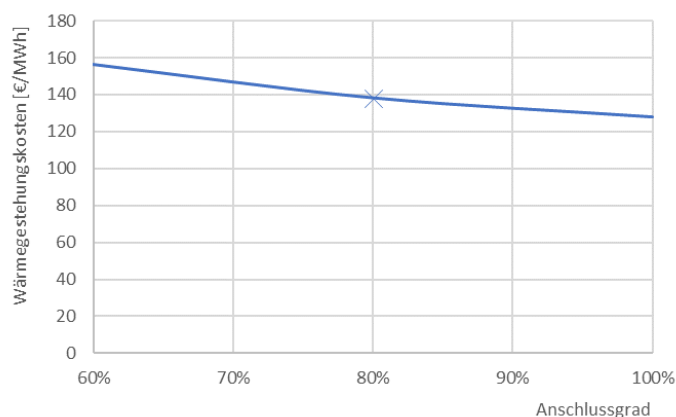


Abb. 47: Sensitivität Anschlussgrad

Wie zu erkennen ist, sinken die Wärmegegestehungskosten 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 Wärmegestellungskosten von der Förderquote stellt sich in der untersuchten Variante wie folgt dar:

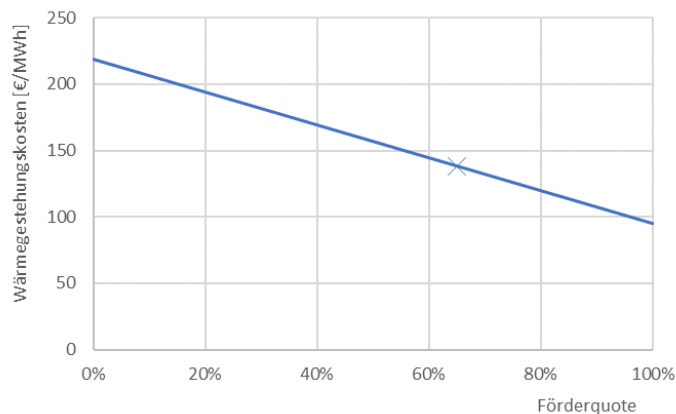


Abb. 48: Sensitivität Förderquote

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

### Sensitivität Brennstoffkosten

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

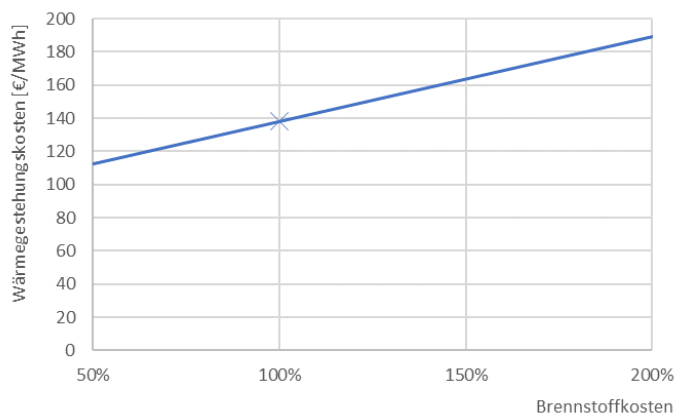


Abb. 49: Sensitivität Brennstoffpreis

## 6 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:

### 6.1 Unternehmensformen

#### 6.1.1 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 Knowhow-Aufbau erforderlich
- Investitionsbedarf seitens der Kommune

#### 6.1.2 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 Knowhows (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 Knowhow-Aufbau erforderlich

### 6.1.3 *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 Knowhow 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

## 6.2 *Betreibermodelle*

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

### 6.2.1 *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 Knowhow 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.

### *6.2.2 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 Knowhow 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.

### *6.2.3 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 Knowhows 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.

## *6.3 Situation vor Ort*

Im Rahmen der angestellten Untersuchungen konnten grundsätzlich sowohl Potenziale als auch geeignete Abnehmerstrukturen für zentrale Versorgungslösungen auf Basis regional verfügbarer erneuerbarer Energieträger identifiziert werden. Von verschiedenen Seiten wurde vor Ort ein Interesse an der Umsetzung bzw. Nutzung entsprechender Möglichkeiten signalisiert.

Seitens der beteiligten Akteure wird jedoch auch ein Vorteil darin gesehen, für den zuverlässigen Betrieb entsprechender Anlagen auf das fundierte Knowhow 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.

## 7 Maßnahmen

### 7.1 Maßnahmenübersicht

POS.	Maßnahme	Investition	THG Einsparungen [ t / Jahr ]	Amortisation
<b>M Maßnahmebereich Mobilität</b>				
M1	Ausbau der Ladeinfrastruktur	-	-	-
M2	Ausbau der Radwege-Infrastruktur	-	-	-
<b>W Maßnahmenbereich: Wärmeversorgung</b>				
W1	Aufbau einer netzgebundenen Wärmeversorgung auf Basis von Biomasse (Holzhackschnitzel) – Stufe 1	ca. 5,9 Mio vor Förderung	bis ca. 669 t/a, ca. 71% im versorgten Bereich	langfristig
W2	Ergänzung einer Solarthermie-Freiflächenanlage zur Nahwärmeversorgung – Stufe 2	hoch	bis ca. 787 t/a, ca. 89% im versorgten Bereich durch Stufe 1 und 2 in Summe	langfristig
W3	Vergrößerung Solarthermie-Freiflächenanlage Ergänzung saisonaler Wärmespeicher – Stufe 3	hoch	hoch (bis ca. 848 t/a, ca. 90% im versorgten Bereich durch Stufe 1 bis 3 in Summe)	langfristig
<b>A Allgemeine Maßnahmen</b>				
A1	Neutrale Energie- und Fördermittelberatung	-	-	-

## 7.2 Maßnahmen im Detail

### 7.2.1 Mobilität

M1	
Maßnahmenbereich: Mobilität	
Bezeichnung der Maßnahme:	Ausbau der Ladeinfrastruktur
Ziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>Schaffung optimaler Voraussetzungen für die verstärkte Nutzung von Elektromobilität</li> </ul>
Zielgruppe	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bürger, private Haushalte</li> <li>Gewerbe, Handel &amp; Dienstleistungsunternehmen</li> <li>Amts- und Gemeindeeinrichtungen</li> </ul>
Akteure	<ul style="list-style-type: none"> <li>Private Wohnungswirtschaft</li> <li>Energieversorgungsunternehmen</li> <li>Amtsverwaltung, ggf. Sanierungsmanager</li> </ul>
Kurzbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bedarfsgerechter Ausbau der Ladeinfrastruktur im Quartier unter Berücksichtigung zukünftiger Flottenzusammensetzung</li> <li>Verschaffung eines Überblicks der aktuellen Fördermöglichkeiten</li> </ul>
Handlungsschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>Abschätzung des zukünftigen Bedarfs an Ladepunkten nach Art, Kapazität und räumlicher Verteilung</li> <li>Klärung technischer Voraussetzungen, z.B. Stromnetzkapazität</li> <li>Identifikation möglicher und geeigneter Standorte</li> <li>Recherche verfügbarer Fördermöglichkeiten</li> <li>Aufbau und Koordination einer Akteurskooperation</li> <li>Begleitung der Realisierung</li> </ul>
Bearbeitungszeitraum	mittelfristig
Investitionskosten	mittel
Gestehungskosten	-
Amortisation	-
THG - Einsparungen	hoch bei Maßnahmenumsetzung und Inanspruchnahme
Förderung	 <p>Bank aus Verantwortung</p>  <p>Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle</p>

Thema: Integriertes Quartierskonzept für das Quartier Kalkhorst

Projekt: T23.04

Bearbeitungsstand: 13.07.2023

**TRIGENIUS**  
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG

<b>M2</b>	
<b>Maßnahmenbereich: Mobilität</b>	
<b>Bezeichnung der Maßnahme:</b>	
<b>Ausbau der Radwege-Infrastruktur</b>	
Ziel	<ul style="list-style-type: none"><li>Steigerung der Sicherheit und Attraktivität des innerstädtischen Radverkehrs</li></ul>
Zielgruppe	<ul style="list-style-type: none"><li>Bürger, private Haushalte</li></ul>
Akteure	<ul style="list-style-type: none"><li>Amtsverwaltung, ggf. Sanierungsmanager</li><li>Straßenbauverwaltung</li></ul>
Kurzbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"><li>Vernetzung und Ausbau bestehender Radwege</li><li>Schaffung von Fahrradstreifen im Quartier und übergreifend</li></ul>
Handlungsschritte	<ul style="list-style-type: none"><li>Auswertung des Verkehrsflusses</li><li>Identifikation relevanter Routen</li><li>Prüfung maßgeblicher rechtlicher und baulicher Voraussetzungen</li><li>Recherche verfügbarer Fördermöglichkeiten</li><li>Aufbau und Koordination einer Akteurskooperation</li><li>Begleitung der Realisierung</li></ul>
Bearbeitungszeitraum	mittelfristig
Investitionskosten	gering - mittel
Gestehungskosten	-
Amortisation	-
THG - Einsparungen	hoch bei Maßnahmenumsetzung und Inanspruchnahme
Förderung	 Bank aus Verantwortung  Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle

## 7.2.2 Wärmeversorgung

W 1 Maßnahmenbereich: Wärmeversorgung	
Bezeichnung der Maßnahme:	Aufbau einer netzgebundenen Wärmeversorgung auf Basis von Biomasse (Holzhackschnitzel) – Stufe 1
Ziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>Schaffung einer zukunftsfähigen Wärmeversorgungs-Infrastruktur im Quartier</li> <li>Senkung der wärmebezogenen Treibhausgasemissionen</li> </ul>
Zielgruppe	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wohnungswirtschaft</li> <li>Gewerbe, Handel &amp; Dienstleistungsunternehmen</li> <li>Amts- und Gemeindeeinrichtungen</li> <li>Bürger, private Haushalte</li> </ul>
Akteure	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wohnungswirtschaft</li> <li>Amtsverwaltung, ggf. Sanierungsmanager</li> <li>Externe Planer und ggf. Energiedienstleister</li> <li>Industrie, lokale Land- und Forstwirtschaft (Brennstoffversorgung)</li> </ul>
Kurzbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planung und Errichtung eines Nahwärmenetzes zur Wärmeversorgung (Heizung, Warmwasser) der Gebäude im Quartier</li> <li>Planung und Errichtung einer Heizzentrale zur Wärmeerzeugung auf Basis von Holzhackschnitzeln aus regionaler Forstwirtschaft und Landschaftspflege sowie Industrie</li> </ul> <p>Wärmebedarfsklassen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>&lt; 15 MWh</li> <li>15 - 30 MWh</li> <li>30 - 50 MWh</li> <li>50 - 100 MWh</li> <li>100 - 500 MWh</li> <li>&gt; 500 MWh</li> <li>Heizzentrale</li> <li>Wärmenetz</li> </ul>
Handlungsschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>Information, Motivation und Koordination möglicher Anschlussnehmer und Akteure</li> <li>Klärung der Fördermittelsituation, Beantragung von Fördermitteln</li> <li>Detaillierte Wärmebedarfsermittlung und Prüfung der Anschlussvoraussetzungen in den Gebäuden</li> <li>Fachplanung Wärmenetz und Erzeugungsanlage</li> <li>Erlangung notwendiger Genehmigungen</li> <li>Klärung des Logistikkonzeptes</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entwicklung eines Betriebsmodells</li> <li>Begleitung der Realisierung</li> </ul>
Bearbeitungszeitraum	Beginn kurzfristig, Bearbeitung mittelfristig
Investitionskosten	Hoch (ca. 5,9 Mio vor Förderung)
Gestehungskosten	Ca. 138 €/MWh (netto)
Amortisation	Mittel - langfristig
THG - Einsparungen	hoch bis ca. 669 t/a, ca. 71% im versorgten Bereich)
Förderung	<ul style="list-style-type: none"> <li>BEW: bis 40%</li> <li>KliFöRL MV: bis ca. 25% (Entwurf)</li> </ul>

<b>W 2</b>	<b>Maßnahmenbereich: Wärmeversorgung</b>
<b>Bezeichnung der Maßnahme:</b>	<b>Ergänzung einer Solarthermie-Freiflächenanlage zur Nahwärmeversorgung – Stufe 2</b>
<b>Ziel</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Weitere Senkung der wärmebezogenen Treibhausgasemissionen</li> <li>Reduktion des Brennstoffverbrauchs</li> </ul>
<b>Zielgruppe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wohnungswirtschaft</li> <li>Gewerbe, Handel &amp; Dienstleistungsunternehmen</li> <li>Amts- und Gemeindecinrichtungen</li> <li>Bürger, private Haushalte</li> </ul>
<b>Akteure</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wohnungswirtschaft</li> <li>Amtsverwaltung, ggf. Sanierungsmanager</li> <li>Externe Planer und ggf. Energiedienstleister</li> <li>Industrie, lokale Land- und Forstwirtschaft (Brennstoffversorgung)</li> </ul>
<b>Kurzbeschreibung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ergänzung einer Solarthermie-Freiflächenanlage zur in Stufe 1 errichteten Nahwärmeversorgung</li> </ul>  <p>Wärmebedarfsklassen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>&lt; 15 MWh</li> <li>15 - 30 MWh</li> <li>30 - 50 MWh</li> <li>50 - 100 MWh</li> <li>100 - 500 MWh</li> <li>&gt; 500 MWh</li> </ul> <p>Heizzentrale</p> <p>Wärmenetz</p> <p>Solarthermie</p> <p>Feld 1 6100 m²</p> <p>Kalkhorst</p>



Handlungsschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>Information, Motivation und Koordination der Akteure</li> <li>Klärung der Fördermittelsituation, Beantragung von Fördermitteln</li> <li>Prüfung und Identifikation geeigneter Anlagenstandorte</li> <li>Fachplanung Solarthermieranlage und Zuleitung</li> <li>Erlangung notwendiger Genehmigungen</li> <li>Ggf Anpassung des Betriebsmodells</li> <li>Begleitung der Realisierung</li> </ul>
Bearbeitungszeitraum	Mittelfristig (ca.2035)
Investitionskosten	hoch
Gestehungskosten	-
Amortisation	Mittel - langfristig
THG - Einsparungen	hoch (bis ca. 787 t/a, ca. 89% im versorgten Bereich durch Stufe 1 und 2 in Summe)
Förderung	Abhängig von gültiger Fördermittelkulisse zum Umsetzungszeitpunkt

<b>W 3</b>	Maßnahmenbereich: Wärmeversorgung
<b>Bezeichnung der Maßnahme:</b>	<b>Vergrößerung Solarthermie-Freiflächenanlage Ergänzung saisonaler Wärmespeicher – Stufe 3</b>
<b>Ziel</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Weitere Senkung der wärmebezogenen Treibhausgasemissionen</li> <li>Vermeidung des Brennstoffverbrauchs (100% Solarthermie)</li> </ul>
<b>Zielgruppe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wohnungswirtschaft</li> <li>Gewerbe, Handel &amp; Dienstleistungsunternehmen</li> <li>Amts- und Gemeindecinrichtungen</li> <li>Bürger, private Haushalte</li> </ul>
<b>Akteure</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wohnungswirtschaft</li> <li>Amtsverwaltung, ggf. Sanierungsmanager</li> <li>Externe Planer und ggf. Energiedienstleister</li> <li>Industrie, lokale Land- und Forstwirtschaft (Brennstoffversorgung)</li> </ul>
<b>Kurzbeschreibung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ausbau der Solarthermie-Freiflächenanlage (Stufe 2)</li> <li>Errichtung eines saisonalen Wärmespeichers</li> </ul>

	<p>Wärmebedarfsklassen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>&lt; 15 MWh</li> <li>15 - 30 MWh</li> <li>30 - 50 MWh</li> <li>50 - 100 MWh</li> <li>100 - 500 MWh</li> <li>&gt; 500 MWh</li> <li>Heizzentrale</li> <li>Wärmenetz</li> <li>Solarthermie</li> <li>Saisonalspeicher</li> </ul>	
Handlungsschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>Information, Motivation und Koordination der Akteure</li> <li>Klärung der Fördermittelsituation, Beantragung von Fördermitteln</li> <li>Prüfung und Identifikation geeigneter Anlagenstandorte</li> <li>Fachplanung Solarthermieanlage, Wärmespeicher</li> <li>Erlangung notwendiger Genehmigungen</li> <li>Ggf Anpassung des Betriebsmodells</li> <li>Begleitung der Realisierung</li> </ul>	
Bearbeitungszeitraum	Langfristig (ca.2040)	
Investitionskosten	hoch	
Gestehungskosten	-	
Amortisation	Mittel - langfristig	
THG - Einsparungen	hoch (bis ca. 848 t/a, ca. 90% im versorgten Bereich durch Stufe 1 bis 3 in Summe)	
Förderung	Abhängig von gültiger Fördermittelkulisse zum Umsetzungszeitpunkt	

### 7.2.3 Allgemeine Maßnahmen

A1 Maßnahmenbereich: Allgemeine Maßnahmen	
Bezeichnung der Maßnahme: Neutrale Energie- und Fördermittelberatung	
Ziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bereitstellung von Beratungsmöglichkeiten zu Energieeffizienzmaßnahmen sowie Energie- und Klimaschutzförderungen</li> </ul>
Zielgruppe	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bürger, private Haushalte, Wohnungswirtschaft</li> <li>Gewerbe, Handel &amp; Dienstleistungsunternehmen</li> <li>Amts- und Gemeindevertretungen</li> </ul>
Akteure	<ul style="list-style-type: none"> <li>AG Daseinsvorsorge</li> <li>Gemeindevertretungen</li> <li>Amtsverwaltung, ggf. Klimaschutzmanager</li> </ul>
Kurzbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verschaffung eines Überblicks der aktuellen Fördermöglichkeiten</li> <li>Gebäudebezogene Energieberatung der Verbraucherzentrale MV (kostenlos)</li> </ul>
Handlungsschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verlinkung der Amtshomepage mit neutralen Beratungsplattformen auf Bundes- und Landesebene  <a href="https://www.foerderung-leea-mv.de/foerderung/">https://www.foerderung-leea-mv.de/foerderung/</a></li> <li>Landesförderinstitut MV (Förderfinder)  <a href="https://www.lfi-mv.de/foerderfinder/">https://www.lfi-mv.de/foerderfinder/</a></li> <li>Effizienzförderung für Unternehmen in MV  <a href="https://www.mv-effizient.de">https://www.mv-effizient.de</a></li> <li>KfW – Förderbank des Bundes  <a href="https://www.kfw.de/kfw.de.html">https://www.kfw.de/kfw.de.html</a></li> <li>Förderungen des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle  <a href="https://www.bafa.de/DE/Home/home_node.html">https://www.bafa.de/DE/Home/home_node.html</a>  <a href="https://www.verbraucherzentrale-energieberatung.de">https://www.verbraucherzentrale-energieberatung.de</a>  <a href="https://www.verbraucherzentrale-mv.eu">https://www.verbraucherzentrale-mv.eu</a></li> <li>Aufbau einer Kooperation mit der AG Daseinsvorsorge und Verbraucherzentrale MV</li> <li>Schaffung regelmäßige Beratungsangebote auf regionaler Ebene</li> <li>Einbeziehung regionaler Handwerksbetriebe</li> </ul>
Bearbeitungszeitraum	Die Maßnahme sollte kurzfristig angegangen werden und als Dienstleistung verstetigt werden
Investitionskosten	nicht investiv
Gestehungskosten	-
Amortisation	-
THG - Einsparungen	mittel / hoch bei Maßnahmenumsetzung



## 8 Sonstiges

### **Controlling-Konzept**

Die Rückkopplung erreichter Ziele über festgelegte Indikatoren ist eine wichtige Methode zur Wahrung einer nachhaltigen Entwicklung in der Kommune. Der Prozess beginnt mit der Erarbeitung von Maßnahmen und den dazugehörigen Planungsprozessen, wie im Quartierskonzept geschehen. Nach einer Entscheidungsphase wird ein Beschluss zur Durchführung eines Projektes / einer Maßnahme gefasst. Anschließend wird das Projekt realisiert und während der Realisierungsphase begleitet. Zeitpläne werden überprüft und Planungsprozesse ggf. angepasst. Nach der Fertigstellung eines Projektes soll die Bewertung der Maßnahme erfolgen und deren Effekte auf den Klimaschutz beurteilt werden. Mit dieser Erkenntnis sollen dann zukünftige Planungen angepasst und verbessert werden.

Die Nutzung von etablierten online Bilanzierungs- oder Benchmark-Instrumenten stellt hierbei ebenfalls ein gutes Instrument des Controllings dar. Insbesondere mit der Einführung eines langfristigen städtischen- und amtsübergreifenden Klimaschutzmanagements und einem gezielten Monitoring kann sichergestellt werden, dass die langfristigen Ziele erreicht werden.

Folgende konkrete Schritte sollten diesbezüglich in Angriff genommen werden:

- Festlegung eines Controllingbeauftragten (optimalerweise Sanierungsmanager)
- Festlegung konkreter Datenformate und Datenquelle für die regelmäßigen Erhebungen und Sachstandsprüfungen
- Regelmäßige Überprüfung der Zeitpläne und ggf. Anpassung der Planungsabläufe
- Festlegung konkreter jährlicher Meldefristen und Meldekette von den datenhaltenden Stellen zum Controllingbeauftragten.

**Beachtung von bestehenden Klimaschutz- Klimaanpassungskonzepten, integrierten Stadtteilentwicklungskonzepten oder wohnungswirtschaftlichen Konzepten bzw. von integrierten Konzepten auf Quartiersebene:**

Das vorliegende Quartierskonzept baut auf der zuvor Erarbeiteten Machbarkeitsstudie auf, die durch die Richtlinie für die Gewährung von Zuwendungen des Landes Mecklenburg-Vorpommern zur regenerativen Energieversorgung für Kommunen im ländlichen Raum (Regenerative

Energieversorgungsförderrichtlinie - RegEnversFöRL M-V) gefördert wurde. Darüberhinausgehende Studien und Konzepte sind bis auf die in Aufstellung befindlichen Bebauungspläne nicht bekannt und wurden für die Erarbeitung des Quartierskonzeptes nicht berücksichtigt.

***Beachtung der baukulturellen Zielstellungen unter besonderer Berücksichtigung von Denkmälern, erhaltenswerter Bausubstanz und Stadtbildqualität:***

Die Ortskerne der untersuchten Ortschaften bestehen z.T. aus historischen, und denkmalgeschützten Gebäuden und erhaltenswerter Bausubstanz. Mit der Fokussierung der energetischen Quartiersentwicklung auf die Etablierung einer regenerativ versorgten, netzgebundenen Wärmeversorgung soll der Erhaltung des Dorfbildes Rechnung getragen werden. Ein Nahwärmenetz bietet jedem angeschlossenen Gebäude die Möglichkeit, einen Energieträgerwechsel hin zu einem regenerativen Energieträger zu vollziehen und damit den Primärenergiefaktor abzusenken. Darüberhinausgehende Wärmedämmmaßnahmen an den Gebäuden können sich dadurch auf ein sinnvolles Maß begrenzt werden.

***Bestandsaufnahme von Grünflächen, Retentionsflächen, Beachtung von naturschutzfachlichen Zielstellungen und der vorhandenen natürlichen Kühlungsfunktion der Böden***

Die Gemeinde befindet sich im ländlichen Raum an der Ostseeküste des Bundeslandes Mecklenburg-Vorpommern. Mit einer Einwohnerdichte von 35 Einwohnern /m<sup>2</sup> ist die Region sehr dünn besiedelt, Ortschaften sind mit privaten und öffentlichen Grünflächen durchzogen. Es gibt neben Naturschutz- und Landschaftsschutzgebieten auch zahlreiche geschützte Biotop sowie Europäische Schutzgebiete wie z.B. Natura 2000 Gebiete

***Bezugnahme auf Klimaschutzziele der Bundesregierung und energetische Zielsetzungen auf kommunaler Ebene***

Die abgebildeten Maßnahmen im Quartierskonzept ermöglichen insbesondere im Bereich der Wärmeversorgung eine von der Bundesregierung angestrebte Klimaneutralität im Gebäudesektor bis 2045. Dies gilt für die an das potenziellen Wärmenetz angeschlossenen Gebäude.

Durch Aufklärungskampagnen und Beratungsleistungen des Sanierungsmanagements sollen zudem Alternativen für Hauseigentümer aufgezeigt werden, die nicht an das Wärmenetz angeschlossen werden können

***Analyse möglicher Umsetzungshemmnisse und deren Überwindungsmöglichkeiten***

Die Etablierung eines Wärmenetzes ist ein langwieriger Prozess. Im Rahmen von Öffentlichkeitsarbeit muss ein Bewusstsein für diese technische Lösung und die mit ihren verbundenen Vorteilen in der Bevölkerung geschaffen werden. Zentrales Element hierfür soll das projektbegleitende Sanierungsmanagement in den Kommunen sein. Neben individueller Beratung der potenziellen Anschlussnehmer sollen mit Hilfe öffentlicher Veranstaltungen die Vorteile klar aufgeführt werden.

Thema: Integriertes Quartierskonzept für das Quartier Kalkhorst

Projekt: T23.04

Bearbeitungsstand: 13.07.2023

TRIGENIUS  
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG

Als Hemmnisse wurden die folgenden identifiziert:

Hohe Dichte an Medienleitungen im Straßenverlauf

Lösungsansatz:

- Prüfen von alternativen Trassenverläufen
- Nutzung von flexiblen

Schlechte Verfügbarkeit von Bauteilen

- Vorzeitige Abfrage zu Lieferengpässen bestimmter Materialien/ Baustoffe
- Frühzeitige Prüfung alternativer Planungsvarianten

Schlechte Verfügbarkeit von Fachfirmen zur Umsetzung

- Frühzeitige Kontaktierung/ Einbindung potenzieller Fachbetriebe für die Umsetzung der Maßnahmen

Geringe Anschlussdichte bei der Umsetzung der Nahwärmekonzepte

- Frühzeitige und kontinuierliche Kommunikation mit den Einwohnern.
- Beantragung eines Sanierungsmanagements als Planungsbegleitende Unterstützung bei der Entwicklung des Projektes

Wechselnde politisch rechtliche Rahmenbedingungen

- Austausch mit Fachverbänden und Innungen zu sich ändernden rechtlichen und politischen Rahmenbedingungen

## 9 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
- Solarthermie-Freiflächenanlagen in Wärmenetzen
- Energetische Gebäudesanierung
- Eventuell Einbindung von Stromüberschüssen in die Wärmeversorgung

Als rein gebäudespezifische Maßnahmen liegen sowohl die Aufdach-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 Fernwärmeversorgung auf Basis von Solarthermie und energetischer Biomassenutzung kommt insbesondere im unmittelbaren Bereich des Quartiers Kalkhorst in Betracht. In Hinblick auf die geplante Entwicklung eines grünen Quartiers kann der Aufbau eines multivalenten Wärmenetzes mit Saisonspeicher eine interessante Option sein.

Von besonderer Bedeutung für die weitere Entwicklung wird in diesem Zusammenhang die Klärung möglicher Schnittstellen zu lokalen Akteuren (z.B. Wohnungsgenossenschaften) sowie die Berücksichtigung naturschutzrechtlicher Belange in Hinblick auf eine Querung der Radegast sein.

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:



## 9.1 Planung und Realisierung biomassebasierte Nahwärme

Für die beschriebenen Versorgungsbereiche in der Ortslage Kalkhorst wird die Umsetzung einer netzgebundenen Wärmeversorgung empfohlen. Hierfür wurden verschiedene Konzeptansätze vorgeschlagen und verglichen.

Bei der Wahl eines präferierten Ansatzes (Einbindung von Solarthermie, mit oder ohne Saisonspeicher) sollten folgende Aspekte in der Abwägung berücksichtigt werden:

- Treibhausgaseinsparung
- Wärmegestehungskosten
- Finanzierbarkeit
- Realisierbarkeit von Schnittstellen
- Flächenbedarf- und Verfügbarkeit
- Umsetzungshorizont
- Entwicklungsperspektive weiterer Projekte (PV-Freifläche, Grünes Quartier)

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.

Empfehlenswert erscheint für die konkrete Vorbereitung entsprechender Maßnahmen die nach KfW-Programm 432 zu 75% förderfähige Vorgehensweise zum Sanierungsmanagement. Hierbei werden durch einen Sanierungsmanager die erforderlichen Aufgaben hinsichtlich Projektentwicklung und Koordination übernommen werden.

Zur Umsetzung der genannten Vorhaben sind unter anderem folgende Arbeitsschritte erforderlich

- Identifikation und Koordination möglicher Projektbeteiligter
- Unterstützung bei der 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.

## 9.2 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 (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.

## 9.3 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

## 9.4 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>

## 9.5 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.

Thema: Integriertes Quartierskonzept für das Quartier Kalkhorst

Projekt: T23.04

Bearbeitungsstand: 13.07.2023

TRIGENIUS  
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG

## 10 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/>
- DENA 01      Biomethan in der Wärmewende  
Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)  
Chausseestraße 128 a, 10115 Berlin  
2018
- 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

Thema: Integriertes Quartierskonzept für das Quartier Kalkhorst

Projekt: T23.04

Bearbeitungsstand: 13.07.2023

TRIGENIUS  
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR)  
OT Gülzow, Hofplatz 1, 18276 Gülzow-Prüzen

FNR 05 Leitfaden Biogas – Von der Gewinnung zur Nutzung  
Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR)  
OT Gülzow, Hofplatz 1, 18276 Gülzow-Prüzen

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  
Hrsg.: 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: 30.06.2021  
Statistisches Amt Mecklenburg-Vorpommern  
Lübecker Str. 287, 19059 Schwerin

LAiV 09 Statistischer Bericht  
Bestand an Wohngebäuden und Wohnungen (Fortschreibung) in Mecklenburg-Vorpommern  
Stand: 2020  
Statistisches Amt Mecklenburg-Vorpommern

Thema: Integriertes Quartierskonzept für das Quartier Kalkhorst

Projekt: T23.04

Bearbeitungsstand: 13.07.2023

TRIGENIUS  
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG

Lübecker Str. 287, 19059 Schwerin

- LAiV 10      Statistischer Bericht  
Bodenfläche nach Art der tatsächlichen Nutzung in Mecklenburg-Vorpommern  
Stand:2020  
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/>
- LUNG 01      WMS Regionale Raumentwicklungsprogramme (MV RREP)  
Landesamt für 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 für 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 für 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 für 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?)
- NDR 01      Der erste Erdbeckenspeicher Deutschlands wird in SH gebaut  
Meldung des NDR vom 01.09.2022  
<https://www.ndr.de/nachrichten/info/Der-erste-Erdbeckenspeicher-Deutschlands-wird-in-SH-gebaut,erdbeckenspeicher100.html>  
Norddeutscher Rundfunk  
Anstalt des öffentlichen Rechts  
Rothenbaumchaussee 132, 20149 Hamburg
- PVGIS      PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM  
Zugang via: [https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/de/](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/de/)  
© European Union, 1995-2022
- RECK 01      Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik  
73. Auflage  
Prof. Dr. Ing. Ernst-Rudolf Schramek (Hrsg.)  
© 2007 Oldenbourg Industrieverlag
- RPV WM 01      Regionales Raumentwicklungsprogramm Westmecklenburg

Thema: Integriertes Quartierskonzept für das Quartier Kalkhorst

Projekt: T23.04

Bearbeitungsstand: 13.07.2023

TRIGENIUS  
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG

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 02 Solites  
Steinbeis Forschungsinstitut für solare und zukunftsfähige thermische Energiesysteme  
Meitnerstr. 8, D – 70563 Stuttgart  
<https://www.scfw.de/>

WIKI 01 Übersicht zu Energiebedarf verschiedener Baustandards  
<https://de.wikipedia.org/wiki/Energiestandard#Deutschland>  
Abgerufen: 02/2022

WIP 01 Nachhaltige Wärmenutzung von Biogasanlagen  
Dominik Rutz  
© 2012, WIP Renewable Energies, München, Deutschland



Thema: Integriertes Quartierskonzept für das Quartier Kalkhorst

Projekt: T23.04

Bearbeitungsstand: 31.05.2023

**TRIGENIUS**  
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG

## Anhang 1

---

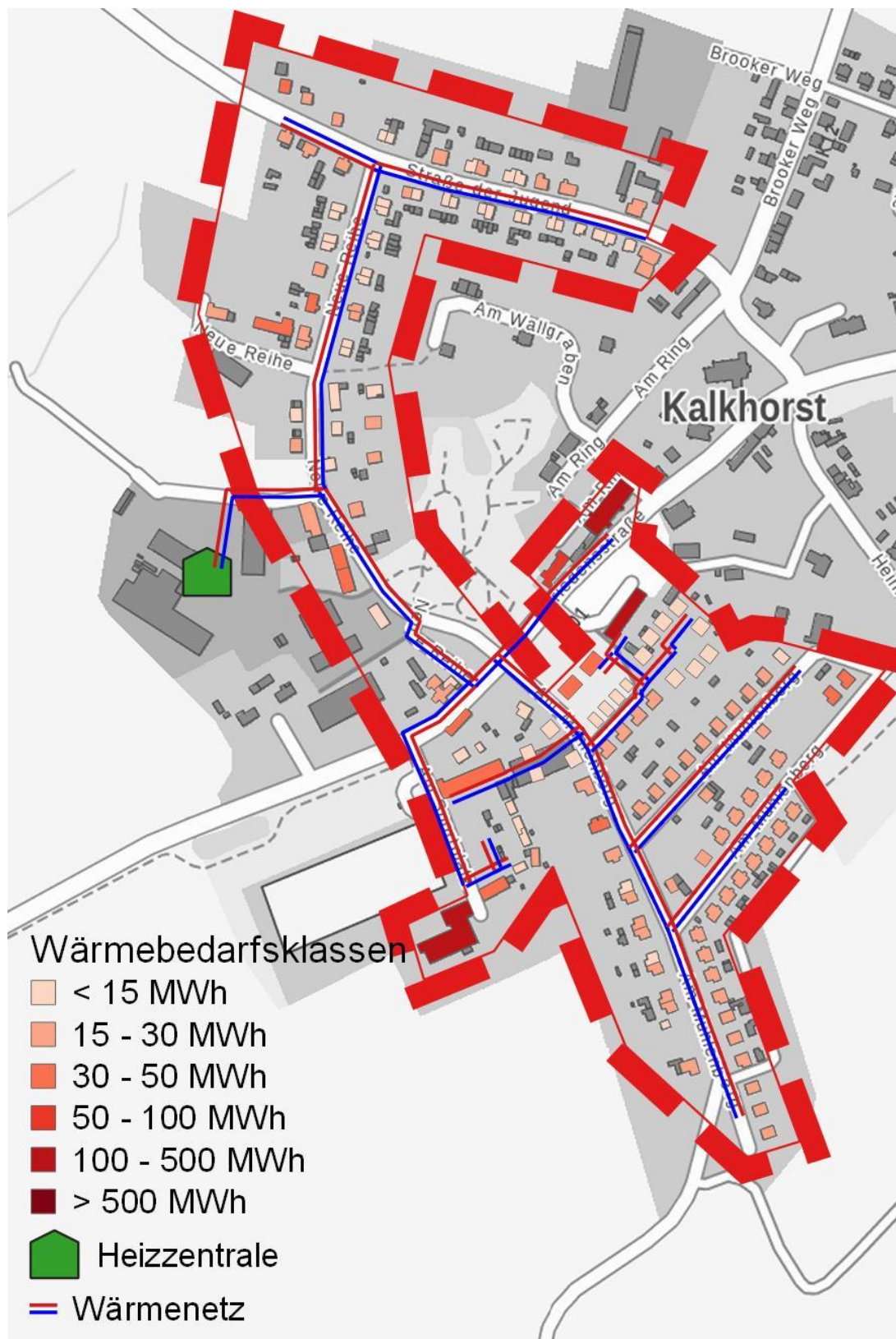
### *Karten*

Thema: Integriertes Quartierskonzept für das Quartier Kalkhorst

Projekt: T23.04

Bearbeitungsstand: 31.05.2023

TRIGENIUS  
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG

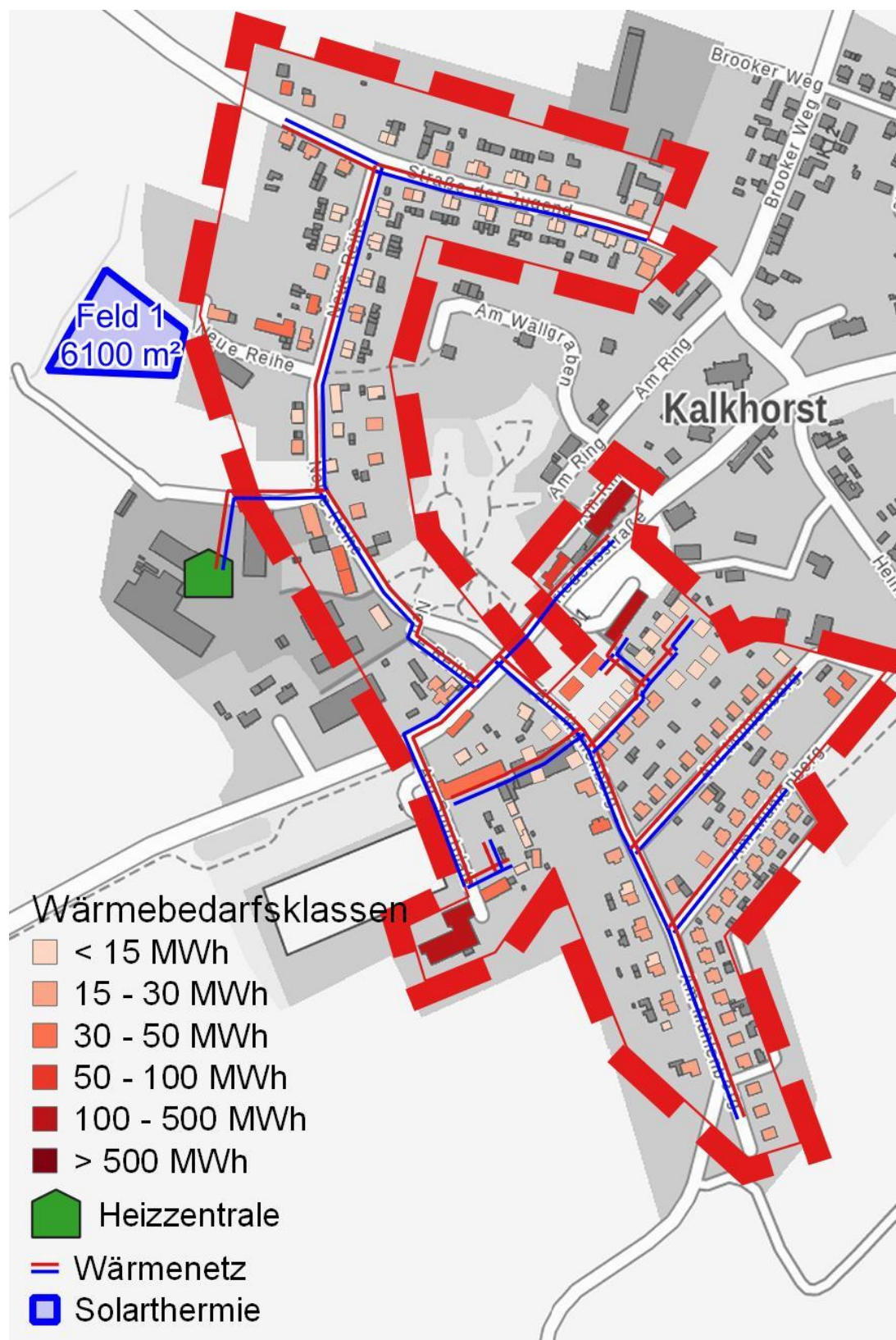


Thema: Integriertes Quartierskonzept für das Quartier Kalkhorst

Projekt: T23.04

Bearbeitungsstand: 31.05.2023

TRIGENIUS  
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG



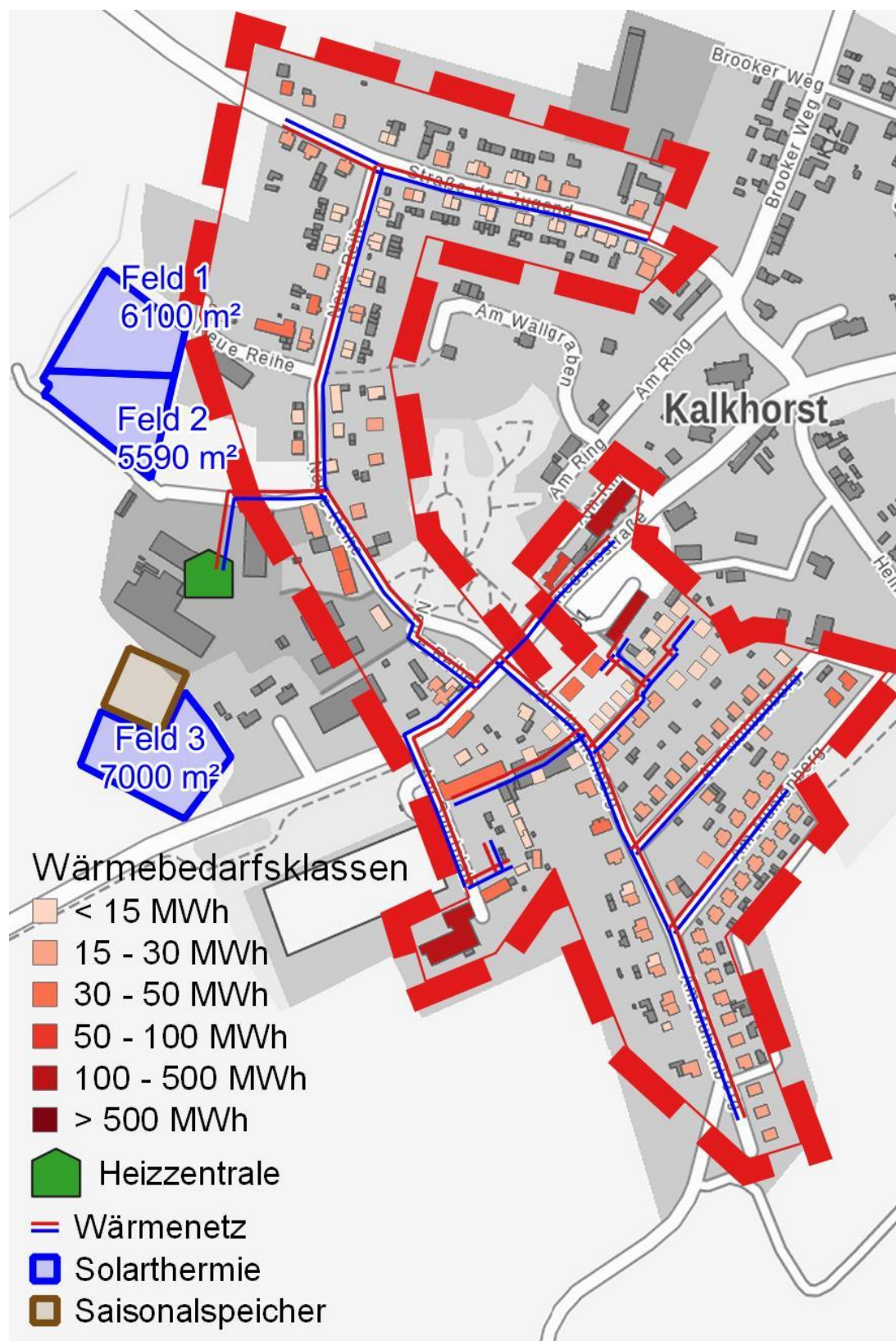


Thema: Integriertes Quartierskonzept für das Quartier Kalkhorst

Projekt: T23.04

Bearbeitungsstand: 31.05.2023

TRIGENIUS  
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG



Thema: Integriertes Quartierskonzept für das Quartier Kalkhorst

Projekt: T23.04

Bearbeitungsstand: 31.05.2023

TRIGENIUS  
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG

## Anhang 2

---

### *Kalkulation Ausbaustufe 1-3*

## Zusammenfassung

### Solarthermie

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

<b>Pufferspeicher</b>	[m <sup>3</sup> ]	33
-----------------------	-------------------	----

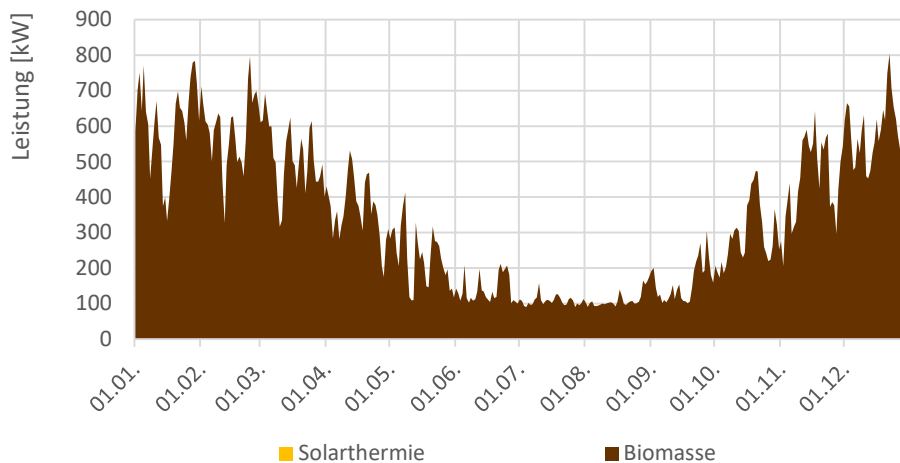
### Wärmeerzeugung

	Leistung [kW]		Wärme [MWh/a]		Auslastung [h/a]
Bedarf frei Netz	1.095	100%	2.996	99%	
Speicherverluste	2	0%	21	1%	
Summe Bedarf	1.097	100%	3.017	100%	
Summe Erzeugung	1.100	100%	3.017	100%	
Solarthermie	---		0	0%	---
Biomassekessel	1.100	100%	3.017	100%	2.743
Gaskessel	0	0%	0	0%	0

### Endenergiebedarf

		Biomasse	Erdgas	Summe
Endenergieaufkommen	[MWh/a]			
Endenergieeinsatz (% des Aufkommens)	[MWh/a]	3.549,7	0,0	3.549,7
Strombedarf (WP / Hilfse.)	[MWh/a]	30,2	0,0	30,2

Jahresgang Wärmeerzeugung



## Zusammenfassung Wärmenetz

### Netzstruktur

Abnehmer	111
Netzlänge	4.133 trm
Wärmebelegung	640 kWh/(trm*a)

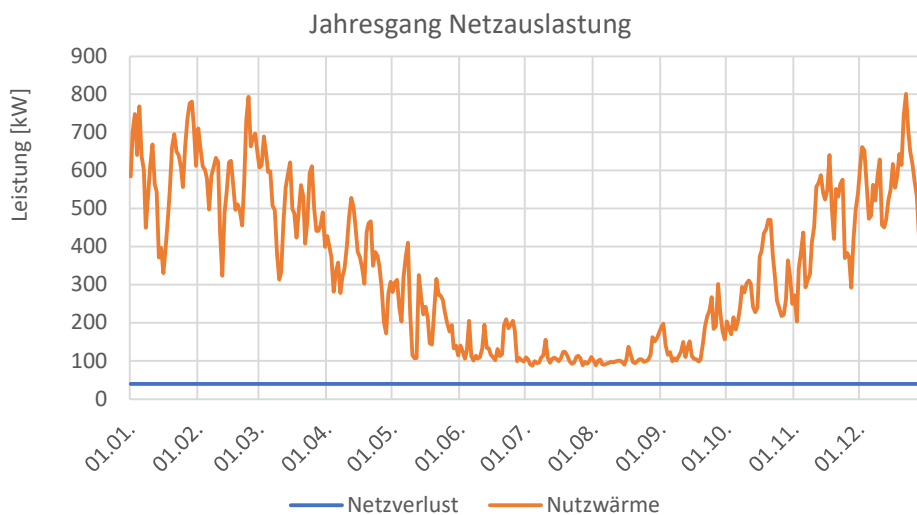
### Wärmebilanz

	Leistung [kW]	Wärme [MWh/a]	
Summe Abnehmer	1.350,3	2.646,1	88,3%
Gleichzeitigkeit	0,78	---	
Netzverlust	40,0	350,0	11,7%
Netzeingang	1.094,8	2.996,1	100,0%

Pumpe (Hilfsenergie)	6,6	3.386 kWh/a
----------------------	-----	-------------

### Leitungsbemessung

	Hauptl.	Anschlussl.	Gesamt
Länge	2.468 trm	1.665 trm	4.133 trm
Nennweite (mittel)	DN 80	DN 20	DN 50
Nennweite (max)			DN 100





## Zusammenfassung

### Solarthermie

Kollektorfläche (brutto)	[m <sup>2</sup> ]	2.500
Grundstücksfläche	[m <sup>2</sup> ]	6.100

<b>Pufferspeicher</b>	[m <sup>3</sup> ]	100
-----------------------	-------------------	-----

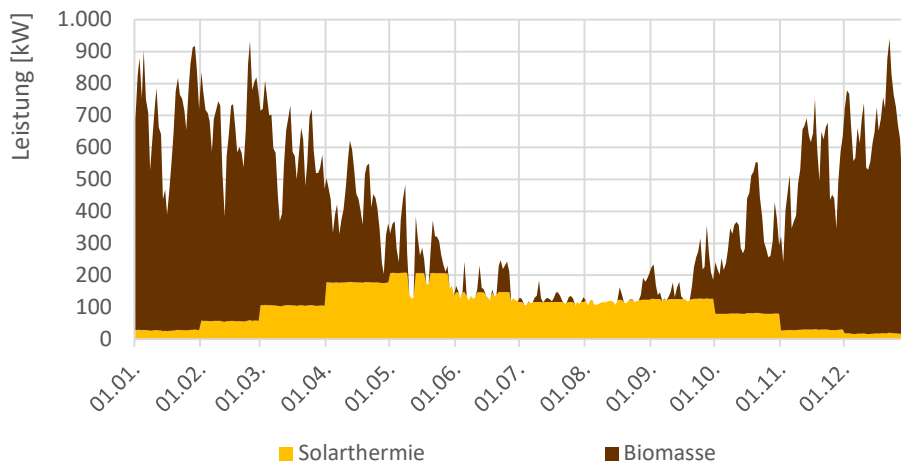
### Wärmeerzeugung

	Leistung [kW]		Wärme [MWh/a]		Auslastung [h/a]
Bedarf frei Netz	1.168	100%	3.513	100%	
Speicherverluste	2	0%	16	0%	
Summe Bedarf	1.170	100%	3.529	100%	
Summe Erzeugung	1.100	94%	3.529	100%	
Solarthermie	---		862	24%	---
Biomassekessel	1.100	94%	2.667	76%	2.425
Gaskessel	0	0%	0	0%	0

### Endenergiebedarf

		Biomasse	Erdgas	Summe
Endenergieaufkommen	[MWh/a]			
Endenergieeinsatz (% des Aufkommens)	[MWh/a]	3.137,8	0,0	3.137,8
Strombedarf (WP / Hilfse.)	[MWh/a]	26,7	0,0	26,7

Jahresgang Wärmeerzeugung



## Zusammenfassung Wärmenetz

### Netzstruktur

Abnehmer	156
Netzlänge	4.857 trm
Wärmebelegung	639 kWh/(trm*a)

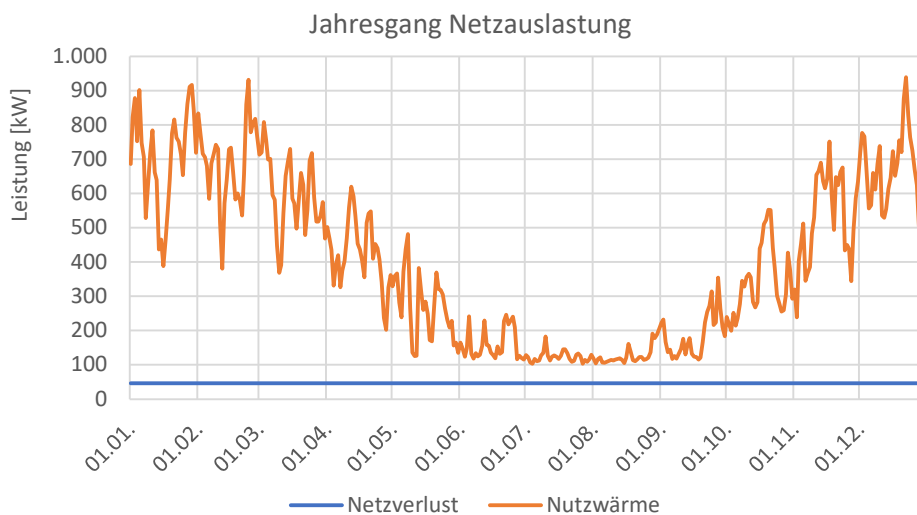
### Wärmebilanz

	Leistung [kW]	Wärme [MWh/a]	
Summe Abnehmer	1.584,2	3.103,2	88,3%
Gleichzeitigkeit	0,71	---	
Netzverlust	46,8	409,7	11,7%
Netzeingang	1.168,3	3.512,9	100,0%

Pumpe (Hilfsenergie)	6,9	4.735 kWh/a
----------------------	-----	-------------

### Leitungsbemessung

	Hauptl.	Anschlussl.	Gesamt
Länge	2.517 trm	2.340 trm	4.857 trm
Nennweite (mittel)	DN 80	DN 20	DN 50
Nennweite (max)			DN 100



## Zusammenfassung

### Saisonspeicher

Grundfläche	[m <sup>2</sup> ]	2.809
Volumen	[m <sup>3</sup> ]	16.335

<b>Pufferspeicher</b>	[m <sup>3</sup> ]	100
-----------------------	-------------------	-----

### Wärmepumpe

Therm. Leistung	[kW]	690
Vollbetriebsstunden	[h/a]	1.164
JAZ	[ - ]	8

### Solarthermie

Kollektorfläche (brutto)	[m <sup>2</sup> ]	7.300
Grundstücksfläche	[m <sup>2</sup> ]	17.805

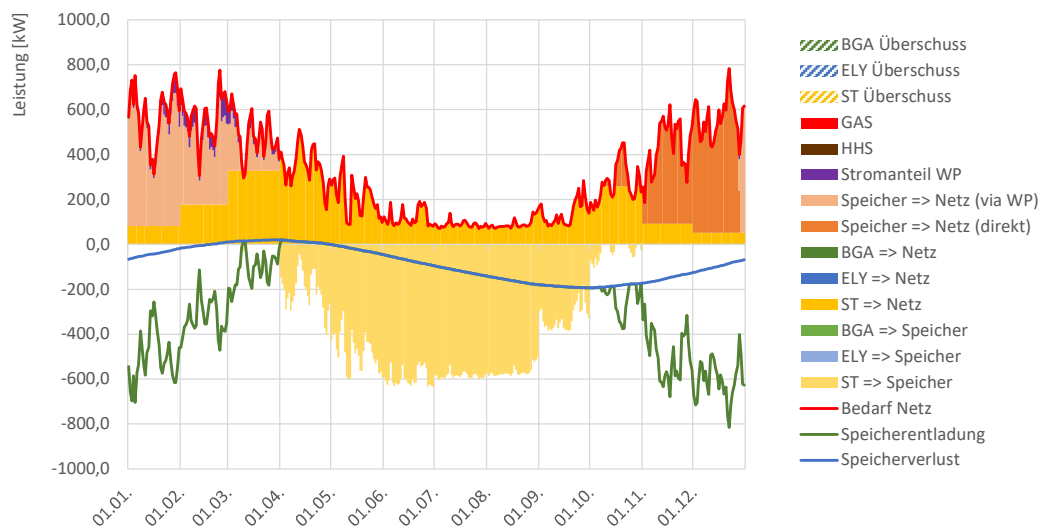
### Wärmeerzeugung

	Nutzung				Überschuss	
	Leistung [kW]		Wärme [MWh/a]		Wärme [MWh/a]	Auslastung [h/a]
Bedarf frei Netz	977	100%	2.824	79%		
Speicherverluste	1	0%	760	21%		
dav. Saisonspeicher	---		741			
dav. Pufferspeicher	1		20			
Summe Bedarf	978	100%	3.585	100%		
Summe Erzeugung	1.100	112%	3.582	100%		
Solarthermie	---		3.475	97%	0	0%
Elektrolyse	0	0%	0	0%	0	0%
Biogas (Bestand)	---		0	0%	0	0%
Stromanteil WP	---		107	3%		---
Biomassekessel	1.100	112%	0	0%		0
Gaskessel	0	0%	0	0%		0

### Endenergiebedarf

		Abwärme EL	Abwärme BG	Biomasse	Erdgas	WP-Strom	Summe
Endenergieaufkommen	[MWh/a]	0,0	0,0				
Endenergieeinsatz	[MWh/a]	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
(% des Aufkommens)							
Strombedarf (WP / Hilfe.)	[MWh/a]			0,0	0,0	107,0	107,0

Jahresgang Wärmebereitstellung



## Zusammenfassung Wärmenetz

### Netzstruktur

Abnehmer	156
Netzlänge	4.857 trm
Wärmebelegung	545 kWh/(trm*a)

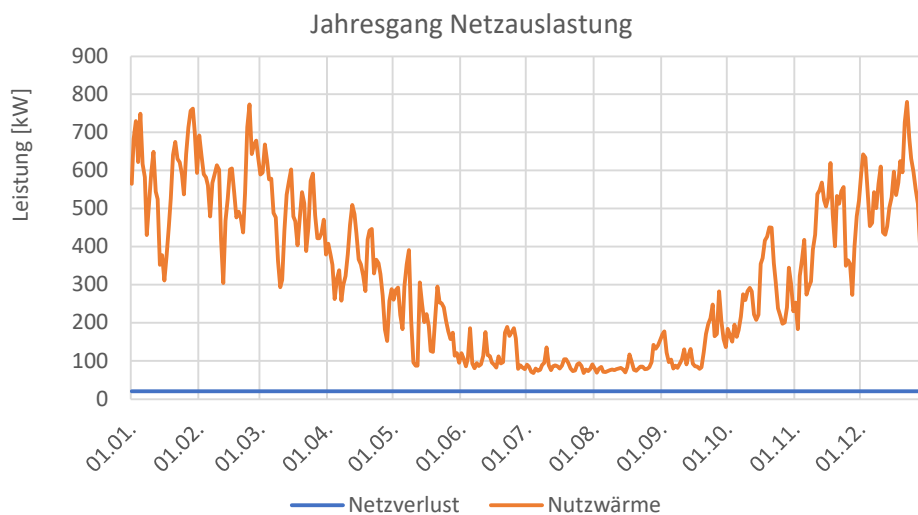
### Wärmebilanz

	Leistung [kW]	Wärme [MWh/a]	
Summe Abnehmer	1.351,0	2.645,6	93,7%
Gleichzeitigkeit	0,71	---	
Netzverlust	20,4	178,9	6,3%
Netzeingang	977,1	2.824,4	100,0%

Pumpe (Hilfsenergie)	13,4	9.206 kWh/a
----------------------	------	-------------

### Leitungsbemessung

	Hauptl.	Anschlussl.	Gesamt
Länge	2.517 trm	2.340 trm	4.857 trm
Nennweite (mittel)	DN 100	DN 20	DN 50
Nennweite (max)			DN 125



# Integriertes Quartierskonzept

---

## *für das Quartier Elmenhorst*



### **Auftraggeber:**

Gemeinde Kalkhorst  
Über das Amt Klützer Winkel  
Klimaschutzmanagement  
Schloßstraße 1  
23948 Klütz

### **Erstellt durch:**

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



Bearbeitungsstand: Juli 23

## Inhaltsverzeichnis

1	Hintergrund und Aufgabenstellung .....	5
2	Grundlagenermittlung .....	6
2.1	Geografische Lage .....	6
2.2	Quartier Elmenhorst .....	7
2.3	Demografische Lage .....	8
2.4	Wirtschaftlich-infrastrukturelle Situation: .....	8
2.5	Kartografische Daten .....	8
2.6	Statistische Daten .....	10
2.7	Auswertung der planerischen Situation .....	10
2.8	Lokale Akteure .....	10
2.9	Analyse der aktuellen Anbindung an ÖPNV, Radwegenetz, Ladeinfrastruktur .....	10
3	Energie- und Treibhausgasbilanz .....	14
3.1	Wärme- und Strombedarf .....	14
3.2	Vorhandene Anlagen zur Nutzung Erneuerbarer Energien .....	16
3.3	Bilanzierungsergebnisse .....	16
4	Potenzialanalyse .....	23
4.1	Grundlegendes zur Potenzialanalyse .....	23
4.2	Energetische Gebäudesanierung .....	24
4.3	Energetische Biomassenutzung .....	25
4.4	Solar-Aufdachanlagen .....	29
4.5	PV-Freiflächen .....	32
4.6	Windenergie .....	32
4.7	Zusammenfassung .....	32
5	Versorgungslösungen .....	35
5.1	Stufe 1 (2030): Biomassefeuerung .....	35
5.2	Stufe 2 (2035): Biomassefeuerung + Solarthermie .....	48
5.3	Stufe 3 (2040): Solarthermie, Wärmepumpe und Saisonalwärmespeicher .....	54
5.4	Sensitivitätsanalyse .....	62
6	Betreibermodelle .....	64
6.1	Unternehmensformen .....	64
6.2	Betreibermodelle .....	65
6.3	Situation vor Ort .....	66
7	Maßnahmen .....	67
7.1	Maßnahmenübersicht .....	67
7.2	Maßnahmen im Detail .....	68
8	Sonstiges .....	75
9	Zusammenfassung und Handlungsempfehlungen .....	78
9.1	Planung und Realisierung biomassebasierte Nahwärme .....	79
9.2	Regionale und überregionale Vernetzung .....	80
9.3	Lokale Vernetzung .....	80
9.4	Publikation neutraler Energie- und Fördermittelberatungsangebote .....	81
9.5	Schaffung lokaler Beratungsangebote .....	81
10	Quellerverzeichnis .....	82

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Lageübersicht.....	6
Abb. 2: Überblick Quartier .....	7
Abb. 3: Straßenverkehrsplan Elmenhorst (ORKa.MV) .....	11
Abb. 4: Liniennetz NAHBUS-GmbH .....	12
Abb. 5: Karte Ladesäulen; Quelle: Ladesäulenregister der Bundesnetzagentur .....	13
Abb. 6: Nutzfläche nach Sektor .....	17
Abb. 7: Rückmeldequote und Interessenlage .....	17
Abb. 8: Wärmebedarf nach Sektor .....	18
Abb. 9: Karte: Wärmebedarfsdichte .....	18
Abb. 10: Strombedarf nach Sektor und Ortsteil.....	19
Abb. 11 - Karte Strombedarf.....	20
Abb. 12: Endenergiebedarf nach Energieträger .....	21
Abb. 13: Treibhausgasemissionen nach Energieträger .....	22
Abb. 14: Wärme-Einsparpotenzial Gebäudesanierung .....	25
Abb. 15: Karte Bodennutzungsarten .....	26
Abb. 16: Energetisches Potenzial Biomasse.....	28
Abb. 17: Treibhausgasminderungspotenzial Biomasse .....	29
Abb. 18: Energetisches Potenzial solarer Aufdachanlagen .....	31
Abb. 19: Treibhausgasminderungspotenzial solarer Aufdachanlagen.....	31
Abb. 20: Zusammenfassung energetische Potenziale .....	33
Abb. 21: Zusammenfassung Treibhausgasminderungspotenzial .....	34
Abb. 22: Übersicht funktionale Konzeption Stufe 1 .....	36
Abb. 23: Heizhaus (Beispiel) .....	36
Abb. 24: Flächenbedarf Biomasseheizwerke .....	37
Abb. 25: Raumkonzept Heizzentrale (500 kW Biomasse) .....	38
Abb. 26: Raumkonzept Heizwerk (12 MW Biomasse) .....	38
Abb. 27: Brennstoffanlieferung .....	39
Abb. 28: Holz-Hackschnitzelkessel .....	40
Abb. 29: Pufferspeicher .....	40
Abb. 30: Nahwärmeleitungen .....	41
Abb. 31: Wärmeübergabestation.....	41
Abb. 32: Karte Versorgungsgebiet Stufe 1 .....	42
Abb. 33: Jahresgang Stufe 1 (AG 80%) .....	44
Abb. 34: Treibhausgaseinsparung Stufe 1 (AG 80%) .....	45
Abb. 35: Investitionsschätzung und Förderung Stufe 1 (AG 80%).....	46
Abb. 36: Wärmegestehungskosten Stufe 1 (AG 80%) .....	47
Abb. 37: Übersicht funktionale Konzeption Stufe 2 .....	48
Abb. 38: Beispiel Solarthermie-Freifläche .....	49
Abb. 39: Solarthermie-Kalkulation mit ScenoCalc (Bsp.) .....	50
Abb. 40: Karte Versorgungsgebiet Stufe 2 .....	51
Abb. 41: Jahresgang Stufe 2 (AG 100%) .....	53
Abb. 42: Treibhausgaseinsparung Stufe 2 (AG 100%) .....	54
Abb. 43: Übersicht funktionale Konzeption Stufe 3 .....	55
Abb. 44: Karte Versorgungsgebiet Stufe 3 .....	57
Abb. 45: Jahresgang Stufe 3 (AG 100%) .....	59
Abb. 46: Treibhausgaseinsparung Stufe 3 (AG 100%) .....	60
Abb. 47: Alternative Standorte zur Energiegewinnung .....	61



Abb. 48: Sensitivität Anschlussgrad .....	62
Abb. 49: Sensitivität Förderquote .....	63
Abb. 50: Sensitivität Brennstoffpreis .....	63

## Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Emissionsfaktoren nach GEMIS .....	15
Tab. 2: Nutzfläche nach Sektor .....	16
Tab. 3: Rückmeldequote und Interessenlage nach Ortsteilen .....	17
Tab. 4: Wärmebedarf nach Sektor .....	18
Tab. 5: Strombedarf nach Sektor .....	19
Tab. 6: Endenergiebedarf der Wärmeversorgung nach Energieträger .....	21
Tab. 7: Treibhausgasemissionen der Wärmeversorgung nach Energieträger .....	22
Tab. 8: Wärme-Einsparpotenzial Gebäudesanierung nach Sektor .....	25
Tab. 9: THG-Einsparpotenzial Gebäudesanierung .....	25
Tab. 10: Energetisches Potenzial Biomasse .....	28
Tab. 11: Treibhausgasminderungspotenzial Biomasse .....	29
Tab. 12: Energetisches Potenzial solarer Aufdachanlagen .....	31
Tab. 13: Treibhausgasminderungspotenzial solarer Aufdachanlagen .....	31
Tab. 14: Zusammenfassung energetische Potenziale .....	33
Tab. 15: Zusammenfassung Treibhausgasminderungspotenzial .....	33
Tab. 16: Wärmebilanz Stufe 1 (AG 80%) .....	43
Tab. 17: Endenergiebedarf und THG-Emissionen Stufe 1 (AG 80%) .....	44
Tab. 18: Investitionsschätzung und Förderung Stufe 1 (AG 80%) .....	46
Tab. 19: Wärmegestehungskosten Stufe 1 (AG 80%) .....	47
Tab. 20: Wärmebilanz Stufe 2 (AG 100%) .....	52
Tab. 21: Endenergiebedarf und THG-Emissionen Stufe 2 (AG 100%) .....	53
Tab. 22: Wärmebilanz Stufe 3 (AG 100%) .....	58
Tab. 23: Endenergiebedarf und THG-Emissionen Stufe 3 (AG 100%) .....	59

## Anhänge

Anhang 1:	Karten
Anhang 2:	Kalkulation Ausbaustufe1-3

# 1 Hintergrund und Aufgabenstellung

Die Gemeinde Kalkhorst 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 tiefgreifenden 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 sowie Industrie 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 Erstellung eines integrierten Quartierskonzepts. Als Basis hierfür soll eine bereits vorhandene Machbarkeitsstudie dienen, in der neben der kompletten Gemeinde und ihren unterschiedlichen Potenzialen auch schon die maßgeblichen Energieverbrauchssektoren der einzelnen Ortsteile und der möglichen Aufbau einer Energieversorgungsinfrastruktur auf Basis regional verfügbarer erneuerbarer Energiequellen betrachtet wurden. Nachdem in dem vorausgegangenen Konzept die komplette Gemeinde Kalkhorst betrachtet wurde, soll jetzt in den vielversprechendsten Quartieren der Fokus auf die Potenziale für ein Nahwärmenetz, die Sanierung wohnungswirtschaftlicher Gebäude, die ergänzende Betrachtung des Stromsektors und den Ausbau der quartiersbezogenen Mobilität gelegt werden. Als eines dieser Quartiere wurde Elmenhorst identifiziert.

Ziel ist die Darstellung und Bewertung bestehender Energiebedarfe und Potenziale sowie die umsetzungsorientierte Ableitung möglicher Handlungsansätze zur Steigerung der Energieeffizienz, zum Aufbau einer Energieversorgung auf Basis regional verfügbarer Quellen sowie zur Verbesserung der quartiersbezogenen Mobilität. Das Quartierskonzept soll damit eine belastbare Entscheidungs- und Planungsgrundlage für nachfolgende konkrete Schritte zur Schaffung einer zukunftsfähigen und nachhaltigen Versorgungsinfrastruktur bilden. 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.

## 2 Grundlagenermittlung

### 2.1 Geografische Lage

Die Gemeinde Kalkhorst gehört mit neun weiteren Gemeinden zum Amt Klützer Winkel. Das Amt Klützer Winkel befindet sich im Nordwesten des Bundeslandes Mecklenburg-Vorpommern, in Nachbarschaft zu den ebenfalls zum Landkreis Nordwestmecklenburg gehörenden Ämtern Schönberger Land, Grevesmühlen – Land sowie Gadebusch. Des Weiteren grenzt im Westen das Schleswig-Holsteinische Herzogtum Lauenburg an. Die Gemeinde Elmenhorst liegt damit in unmittelbarer Nähe zum Ostseeraum mit den Hansestädten Lübeck und Wismar sowie in relativer Nähe zur Landeshauptstadt Schwerin.



Abb. 1: Lageübersicht

## 2.2 Quartier Elmenhorst

In Absprache mit dem Auftraggeber und relevanten größeren Akteuren, wurde ein Quartier identifiziert, das besonders geeignet scheint, um Maßnahmen zur dezentralen Wärmeversorgung umzusetzen und dabei umliegende Potenziale von erneuerbaren Energiequellen optimal zu nutzen. Das Quartier Elmenhorst erstreckt sich über Dorfstraße, Birkenweg, Dorfplatz und Zur Steilküste sowie das geplanten Neubaugebiets nördlich der Dorfstraße wie nachfolgend in Abb. 2 dargestellt.



Abb. 2: Überblick Quartier

Das Quartier ist maßgeblich durch private Wohngebäude bzw. Ein- und Mehrfamilienhäuser sowie durch einige Gebäude des Mietwohnungsbaus geprägt. Aufgrund des alten Sanierungsstandards der Gebäude und veralteter Technik zur Wärmebereitstellung sowie teilweise nicht vorhandener Gasinfrastruktur in der Gemeinde Kalkhorst ist das Quartier besonders gut geeignet, um mit einem hohen Anschlussgrad durch Nahwärme versorgt zu werden.

## 2.3 Demografische Lage

Die Altersstruktur in der Gemeinde Kalkhorst<sup>1</sup> wird von der Altersklasse 35-74-jähriger (ca. 63%) dominiert. Das Maximum liegt dabei in den Altersgruppen von 55 - 64 Jahren. Der Anteil bis 20-jähriger liegt im Jahr 2020 bei ca. 20% und entspricht somit in etwa dem bundesdeutschen Durchschnitt. Der Anteil an Einwohnern über 65 Jahre liegt bei ca. 17%. Dabei herrscht in der Region ein relativ ausgeglichenes Geschlechterverhältnis.

## 2.4 Wirtschaftlich-infrastrukturelle Situation:

Die Gemeinde Kalkhorst ist nur durch das Liniennetz der NAHBUS Nordwestmecklenburg GmbH an den öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) angeschlossen.

Durch die Bundesstraße B105 und Landesstraße L01 ist Elmenhorst zudem indirekt an die Bundesautobahn (BAB) 20 angeschlossen und hat somit auch einen direkten Zugang zum Seehafen in Wismar sowie zum nahegelegenen Regionalflughafen Lübeck.

Die nächstgelegenen Mittelzentren Grevesmühlen und Wismar sowie das Oberzentrum Schwerin sind mittels öffentlicher Verkehrsmittel mehrmals täglich erreichbar. Zudem ist die Region als Teil der Metropolregion Hamburg (MRH) in einem ständigen Informationsaustausch und profitiert von den dynamischen und innovativen Entwicklungsprozessen aller Mitglieder der MRH.

Die Versorgung der Bevölkerung durch Einzelhandel und kleinere gewerbliche Wirtschaftsstrukturen ist flächendeckend gegeben.

Auch die kommunale Bildungsinfrastruktur ist durch ein flächendeckendes Netz an wohnortnahen Grund- und Regionalschulen, sowie durch eine gute Ausstattung an Kindertagesstätten gesichert. Es gibt für Schüler in der Region Zugang zu mehreren Gymnasien innerhalb und außerhalb des Landkreises.

Die Hochschule Wismar bietet zudem vielfältige Möglichkeiten im Bereich der höheren Bildung. Mit ihren Fakultäten für Ingenieurwissenschaften, Wirtschaftswissenschaften und Gestaltung bietet sie ein breites Bildungsangebot.

Auch die medizinische Versorgung ist durch ein flächendeckendes Angebot an allgemeinmedizinischer Betreuung gesichert. Die fachmedizinische Versorgung wird insbesondere durch entsprechende Einrichtungen in den Ober- bzw. Mittelzentren Schwerin, Lübeck und Wismar geleistet.

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:

## 2.5 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.

---

<sup>1</sup> [LAiV 04]

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:

### Topografische Informationen

- Topografische Karte (WebAtlas MV)<sup>2</sup>
- Digitale Orthophotos (DOP)<sup>3</sup>
- Bodennutzungstypen (BNT)<sup>4</sup>
- Offenen Regionalkarte Mecklenburg-Vorpommern (ORKa.MV)<sup>5</sup>

### Administrative Gliederung

- Digitale Verwaltungsgrenzen (DVG)<sup>6</sup>
- Digitale Flurgrenzen (DFG)<sup>7</sup>
- Amtliches Liegenschaftskataster-Informationssystem (ALKIS®)<sup>8</sup>

### Planerische Situation

- Regionales Raumentwicklungsprogramm (RREP)<sup>9</sup> inkl. Teilfortschreibungsentwurf<sup>10</sup>
- Geltende bzw. in Aufstellung befindliche Bebauungspläne<sup>11</sup>
- Gebäudebestand<sup>12</sup>

---

<sup>2</sup> LAiV 01

<sup>3</sup> LAiV 02

<sup>4</sup> LUNG 03

<sup>5</sup> ORKa.MV

<sup>6</sup> LAiV 03

<sup>7</sup> LAiV 04

<sup>8</sup> LAiV 05

<sup>9</sup> LUNG 01

<sup>10</sup> RPV WM 01

<sup>11</sup> LAND MV 01 sowie ergänzende Pläne, bereitgestellt durch Auftraggeber

<sup>12</sup> LAiV 06

### Energetische Situation

- Fachkarten Erdwärmenutzung<sup>13</sup>

### Naturschutzfachliche Belange

- Schutzgebiete<sup>14</sup>
- Geschützte Biotope<sup>15</sup>

## 2.6 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>16</sup>
- Bestand an Wohngebäuden und Wohnungen<sup>17</sup>
- Bodenfläche nach Art der tatsächlichen Nutzung<sup>18</sup>
- Regionales Energiekonzept Westmecklenburg<sup>19</sup>
- Kleinräumige Bevölkerungsprognose<sup>20</sup>

## 2.7 Auswertung der planerischen Situation

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

## 2.8 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 Knowhow möglichst frühzeitig in das Vorhaben zu integrieren. Es wurden Akteure aus folgenden Bereichen kontaktiert:

- Wohnungswirtschaft/ private Haushalte
- Öffentliche Verwaltung / Liegenschaftsverwaltung

## 2.9 Analyse der aktuellen Anbindung an ÖPNV, Radwegenetz, Ladeinfrastruktur

Die aktuelle Ist-Situation im Hinblick auf ÖPNV, Radwegenetz und Ladeinfrastruktur wird analysiert und abgebildet. Hierzu werden insbesondere folgende Informationsquellen ausgewertet:

---

<sup>13</sup> LUNG 04

<sup>14</sup> LUNG 02

<sup>15</sup> LUNG 03

<sup>16</sup> LAIV 07

<sup>17</sup> LAiV 09

<sup>18</sup> LAiV 10

<sup>19</sup> RPV WM 02

<sup>20</sup> RPV WM 03



## Radwege

Aus dem untersuchten Kartenmaterial geht hervor, dass alle Gebäude im Untersuchungsgebiet mit dem Fahrrad zu erreichen sind, jedoch sind diese nicht als Radwege ausgewiesen, sondern entsprechen eher einem gemischten Fuß-Rad-Weg oder Radfahrer müssen am Straßenverkehr teilnehmen. Entlang der Dorfstraße, die als Hauptstraße durch das Quartier verläuft, würde ein Radfahrstreifen zur Sicherheit von Radfahrern beitragen. Zur Steilküste hin könnte ein Radfahrstreifen ebenfalls sinnvoll, da diese Straße auch gerne durch Urlauber genutzt wird. Insgesamt ist bei einem Quartier dieser Größe nur ein geringes Verkehrsaufkommen zu erwarten. Dementsprechend besteht hier wenig Potenzial zur Steigerung der Attraktivität und Sicherheit der Nutzung von Fahrrädern. Solche Maßnahmen sollten sich dennoch möglichst nicht nur auf das Quartier beschränken. Um die maximale Wirkung einer solchen Maßnahme zu erzielen, sollte sie im gesamten Gemeindegebiet durchgeführt werden da auch Personen, die nicht im Quartier wohnen davon profitieren würden.



Abb. 3: Straßenverkehrsplan Elmenhorst (ORKa.MV)<sup>21</sup>

## Fahrpläne und Auslastung ÖPNV

Elmenhorst ist bereits an den ÖPNV in ganz Nordwest-Mecklenburg angebunden. An Schultagen besteht mehrmals täglich Busverbindung nach Kalkhorst und Klütz mit entsprechenden Weiterfahrt-Möglichkeiten. Die Anbindung per ÖPNV zu den nächsten Mittelzentren Grevesmühlen und Wismar sowie die Oberzentrum Schwerin und Lübeck ist somit nur in eingeschränktem Umfang gegeben. Die Anbindung an Bahnhöfe und somit an die benachbarten Zentren sowie Metropolregionen ist nur durch die Busverbindung gegeben. Die Verbesserung der Anbindung ist wünschenswert, aufgrund der ländlichen Lage jedoch grundsätzlich schwer umzusetzen.

<sup>21</sup> ORKa.MV

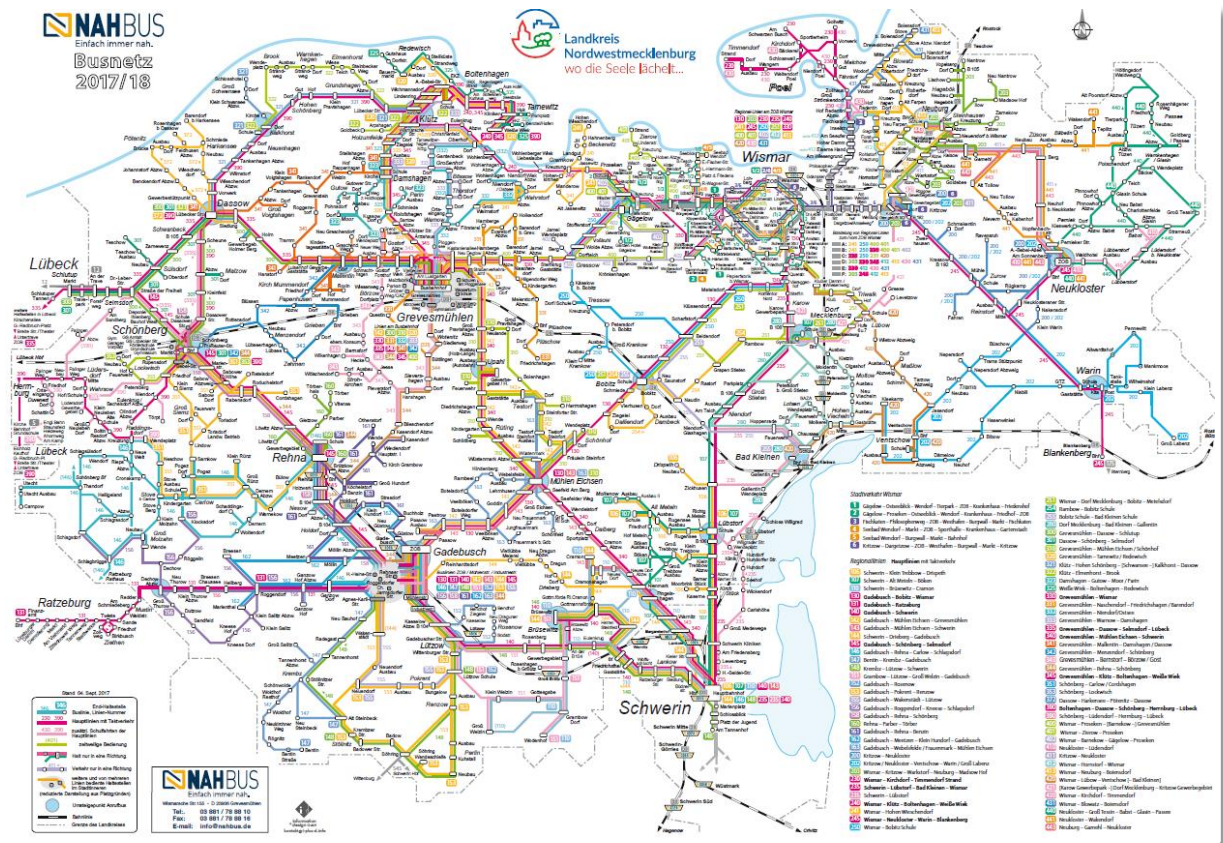


Abb. 4: Liniennetz NAHBUS-GmbH

## Ladeinfrastruktur

Aus dem Ladesäulenregister der Bundesnetzagentur geht hervor, dass sich **keine** Ladesäule in Elmenhorst befinden soll. Der nächstgelegene Ladepunkt befindet sich im Gemeindezentrum in Kalkhorst. Weitere Ladesäulen finden sich in der näheren Umgebung in Groß Schwansee am Schlossgut, in Neuenhagen und in Boltenhagen. Die bestehenden Ladesäulen liegen nah am Quartier Elmenhorst, aber sind langfristig nicht ausreichen in Hinblick auf eine zukünftig breitere Nutzung von Elektromobilität. Erst in nahegelegenen Mittel- und Oberzentren ist aktuell eine breiter ausgebaute Ladeinfrastruktur gewährleistet.

Thema: Integriertes Quartierskonzept für das Quartier Elmenhorst

Projekt: T23.02

Bearbeitungsstand: 13.07.2023

**TRIGENIUS**  
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG



Abb. 5: Karte Ladesäulen; Quelle: Ladesäulenregister der Bundesnetzagentur

## 3 Energie- und Treibhausgasbilanz

### 3.1 Wärme- und Strombedarf

#### 3.1.1 Bedarfsermittlung anhand lokal verfügbarer Daten

Die Ermittlung des Endenergiebedarfs zur Wärme- und Stromversorgung erfolgte im Rahmen der Machbarkeitsstudie im Sinne einer Kurzbilanz zunächst auf Basis lokal verfügbarer Daten sowie regionaler und bundesweiter Durchschnittswerte.

Die Erfassung erfolgte hierbei GIS-basiert und gebäudescharf. Alle im Untersuchungsgebiet bekannten wärmebedarfsrelevanten Gebäude wurden tabellarisch und kartografisch (GIS) erfasst und den Sektoren „private Haushalte“ (PRV), „kommunale Gebäude“ (KOM) und „Gewerbe / Handel / Dienstleistung“ (GHD) zugeordnet.

Insbesondere wurden folgende Quellen ausgewertet:

- Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem (ALKIS) <sup>22</sup>
- Digitales Oberflächenmodell (DOM) <sup>23</sup>
- Wärmekataster des Energieportals Nordwestmecklenburg <sup>24</sup>
- Statistik zum Stand an Wohngebäuden und Wohnungen in M-V <sup>25</sup>
- Standard-Bedarfswerte nach EnEV
- Diverse weiter veröffentlichte Standard-Bedarfswerte <sup>26, 27</sup>
- Konzessionsabrechnungen zum Strom- und Gasverbrauch

#### 3.1.2 Anwohner- und Gewerbebefragung

Im Rahmen der Machbarkeitsstudie wurde zur detaillierteren Bedarfsermittlung im Jahr 2021 eine Anwohnerbefragung im gesamten Gemeindegebiet durchgeführt. Anhand der Befragungsergebnisse konnte die zuvor auf Basis lokal verfügbarer Daten sowie regionaler und bundesweiter Durchschnittswerte ermittelten Wärme- und Strombedarfe verifiziert und verfeinert werden. Darüber hinaus waren Rückschlüsse über die jeweils verwendeten Endenergieträger und Versorgungstechnologien möglich.

Auf dieser Grundlage wurden Nutz- und Endenergiebedarfe sowie die korrespondierenden Treibhausgasemissionen abgeleitet.

#### 3.1.3 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:

---

<sup>22</sup> [LAIv 05]

<sup>23</sup> [LAIv 06]

<sup>24</sup> [NWM 01]

<sup>25</sup> [LAIv 01]

<sup>26</sup> [Recknagel]

<sup>27</sup> [IWU 01]



- Erdgas / Flüssiggas: 0,91
- Gas-BHKW: 0,45 elektrisch / 0,45 thermisch
- Heizöl: 0,90
- Holz 0,80 (Mix Kleinf Feuerung und Zentralkesselanlage)
- Strom (via Wärmepumpe): 4,40 (Mix Luft- und Erdwärmepumpen)
- Strom (konventionell): 0,95

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.

Die genutzten Emissionsfaktoren wurden den veröffentlichten Ergebnisdaten des vom Internationalen Institut für Nachhaltigkeitsanalysen und -strategien (IINAS) entwickelten GEMIS-Modells<sup>28</sup> bzw. Fachveröffentlichungen der Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe (FNR)<sup>29</sup> und der Deutschen Energie-Agentur (dena)<sup>30</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
Biomethan	Brennstoff (Endenergie)	100,0	dena (Mittelwert)
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
Biogas (Bestand)	Strom (Endenergie)	67,0	Gemis Biogas-Gülle-BHKW
	Wärme (Nutzenergie)	114,0	Gemis Nahwärme-Biogas-mix-BHKW

Tab. 1: Emissionsfaktoren nach GEMIS

<sup>28</sup> GEMIS

<sup>29</sup> FNR 04

<sup>30</sup> DENA 01

## 3.2 Vorhandene Anlagen zur Nutzung Erneuerbarer Energien

Entsprechend dem Prinzip der endenergiebasierten Territorialbilanz erfolgt eine Gutschrift der im Untersuchungsgebiet durch Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien vermiedenen Treibhausgasemissionen.

Zu diesem Zweck wurden die vorhandenen Erzeugungsanlagen auf Basis des zentralen Anlagenregisters der Bundesnetzagentur<sup>31</sup> ermittelt. Zu beachten ist, dass diese Datenbasis nur Anlagen umfasst, die Strom nach den Regelungen des Erneuerbare-Energien-Gesetzes in das Stromnetz einspeisen. Dies ist jedoch für die überwiegende Mehrzahl aller Bestandsanlagen der Fall. Anhand der gelisteten Anlagenleistung und typischer Anlagenerträge wurde der jährliche Stromertrag aus erneuerbaren Energien kalkuliert.

Die vermiedenen Treibhausgasemissionen wurden mit Hilfe geeigneter Vermeidungsfaktoren ermittelt. Diese leiten sich aus den entsprechenden Emissionsfaktoren laut GEMIS gegenüber dem bundesweiten Strommix ab.

Bestehende Anlagen zur Nutzung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich (z.B. Holzfeuerung, Umweltwärmepumpen) sind in der Bilanzierung im Endenergeträgermix berücksichtigt.

## 3.3 Bilanzierungsergebnisse

### 3.3.1 Gebäudebestand

Im Untersuchungsgebiet wurden **insgesamt 64 Gebäude** identifiziert, die einen relevanten Energiebedarf aufweisen. Zu einem überwiegenden Anteil von ca. 98% sind diese dem privaten Sektor zuzuordnen.

Der beschriebene Gebäudebestand umfasst insgesamt eine **Nutzfläche von ca. 17.470 m<sup>2</sup>**. Auch hier stellt der private Sektor mit 91% den größten Anteil dar.

Ortsteil	Nutzfläche (beheizt) [ m <sup>2</sup> ]			
	Sektor			gesamt
	privat	gewerbl.	öffentl.	
Elmenhorst	17.382	88	0	<b>17.470</b> 100,0%
	99,5%	0,5%	0,0%	100,0%

Tab. 2: Nutzfläche nach Sektor

<sup>31</sup> [BNA 01]

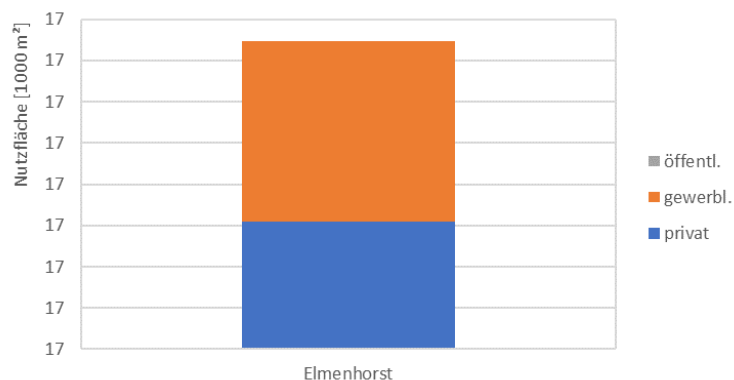


Abb. 6: Nutzfläche nach Sektor

### 3.3.2 Befragungsrücklauf

Die durchgeführten Befragungen von Anwohnern, Gewerbe und Wohnungswirtschaft sowie der öffentlichen Verwaltung ergab verwertbare Rückmeldungen zu 9 der 64 erfassten Gebäude. Dies entspricht einer **Rückmeldequote von 14%**.

In ca. 13% der Rückmeldungen erklärten die Befragten ein grundsätzliches Interesse an Maßnahmen zur effizienteren und Klimafreundlichen Energieversorgung. Die restlichen Rückmeldungen haben dazu keine Angabe gemacht.

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

Ortsteil	Rückmeldungen			
	[ - ]			
	interessiert (ggf. bedingt)	nicht interessiert	keine Angabe	gesamt
Elmenhorst	8 12,5%	1 1,6%	0 0,0%	9 14,1%

Tab. 3: Rückmeldequote und Interessenlage nach Ortsteilen

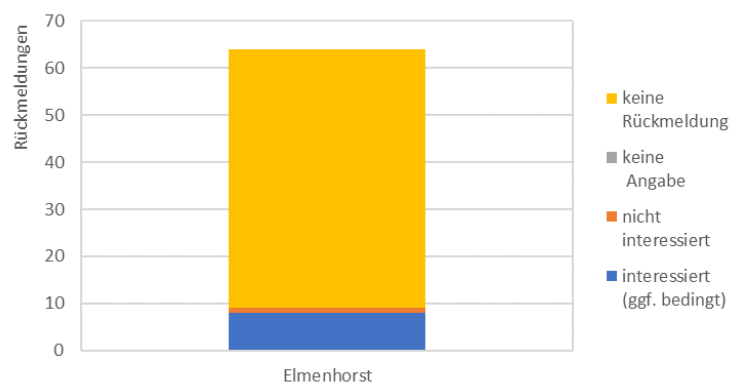


Abb. 7: Rückmeldequote und Interessenlage



### 3.3.3 Wärmebedarf

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

Ortsteil	Wärmebedarf [MWh/a]			
	Sektor			Gesamt
	privat	gewerblich	kommunal	
Elmenhorst	2.366	6	0	2.372
	99,7%	0,3%	0,0%	100,0%

Tab. 4: Wärmebedarf nach Sektor

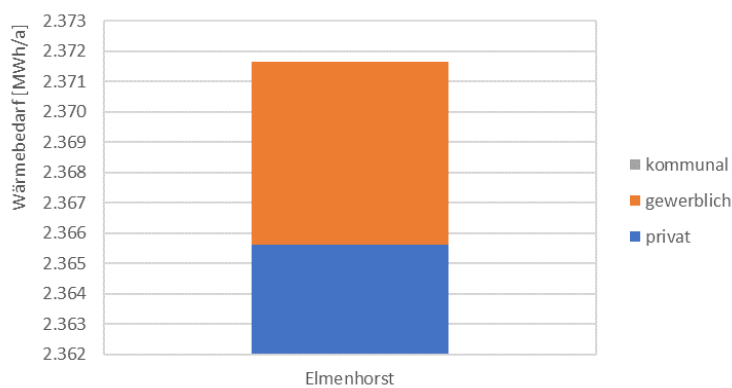


Abb. 8: Wärmebedarf nach Sektor

Es wurde ein **Gesamt-Wärmebedarf von ca. 2.372 MWh/a** im Untersuchungsgebiet ermittelt. Hiervon entfallen ca. 95% auf die Wohnbebauung.

Die Verteilung der Wärmebedarfsdichte im Untersuchungsgebiet ergibt sich wie folgt:

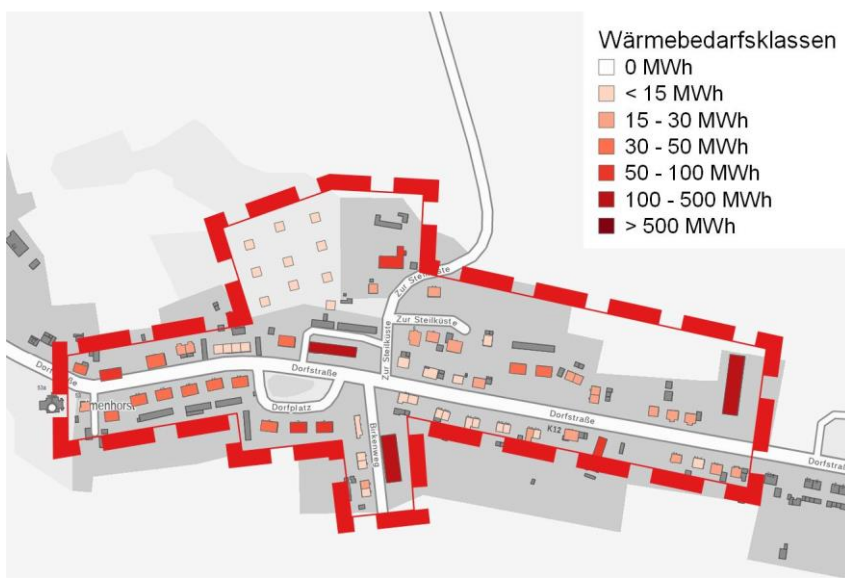


Abb. 9: Karte: Wärmebedarfsdichte

### 3.3.4 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	
Elmenhorst	333	5	0	338 100,0%
	98,4%	1,6%	0,0%	100,0%

Tab. 5: Strombedarf nach Sektor

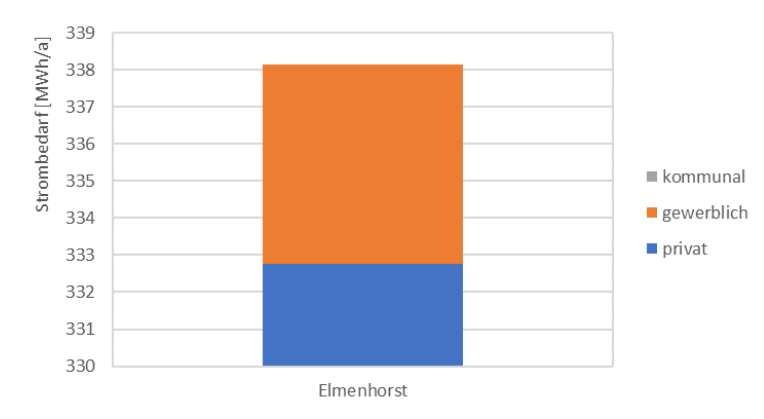


Abb. 10: Strombedarf nach Sektor und Ortsteil

Es wurde ein **Gesamt-Strombedarf von ca. 338 MWh/a** im Untersuchungsgebiet ermittelt. Hiervon entfallen ca. 98,4 % auf die Wohnbebauung und ca. 1,6 % auf den gewerblichen Sektor.

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.

Die Verteilung der Strombedarfsdichte im Untersuchungsgebiet ergibt sich wie folgt:

Thema: Integriertes Quartierskonzept für das Quartier Elmenhorst

Projekt: T23.02

Bearbeitungsstand: 13.07.2023

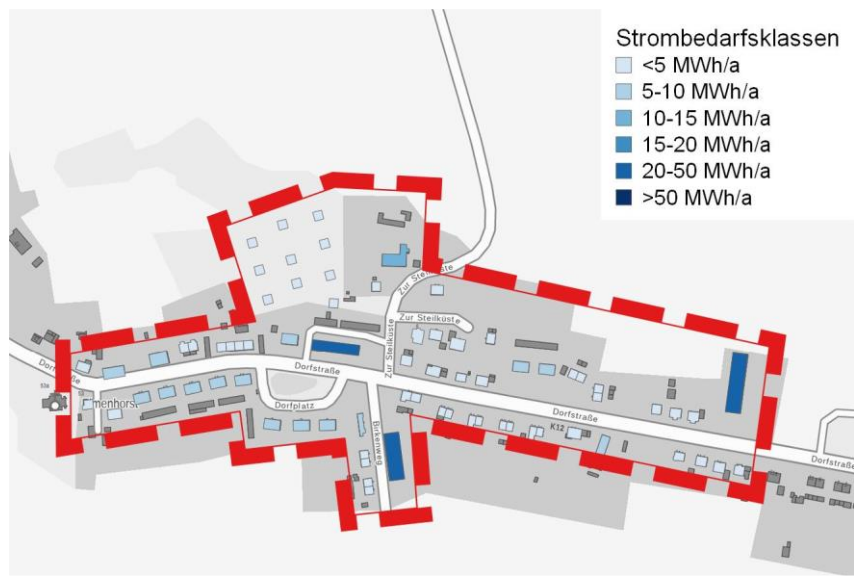


Abb. 11 - Karte Strombedarf

### 3.3.5 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 Befragungsergebnisse abgeschätzt.

Für die Bereitstellung von Wärme ergibt sich insgesamt ein **Endenergiebedarf von ca. 2.477 MWh/a**. Als Endenergieträger kommen überwiegend Heizöl (39,4%) und Flüssiggas 30,5%) zum Einsatz. Die nachfolgende Tabelle zeigt die Aufteilung im Detail:

	Endenergiebedarf zur Wärmebereitstellung [MWh/a]						
	Erdgas	Flüssiggas	Heizöl	Feststoff	Strom (Wärme)	Solar- thermie	Summe
Elmenhorst	0	756	975	593	154	0	<b>2.477</b>
	0,0%	30,5%	39,4%	23,9%	6,2%	0,0%	100,0%

Tab. 6: Endenergiebedarf der Wärmeversorgung nach Energieträger

Zusätzlich zum Endenergieaufwand der Wärmeversorgung fließt Stromverbrauch in Höhe von 338 MWh/a in den gesamten Endenergiebedarf mit ein. Die nachfolgende Abbildung zeigt diesen im Überblick:

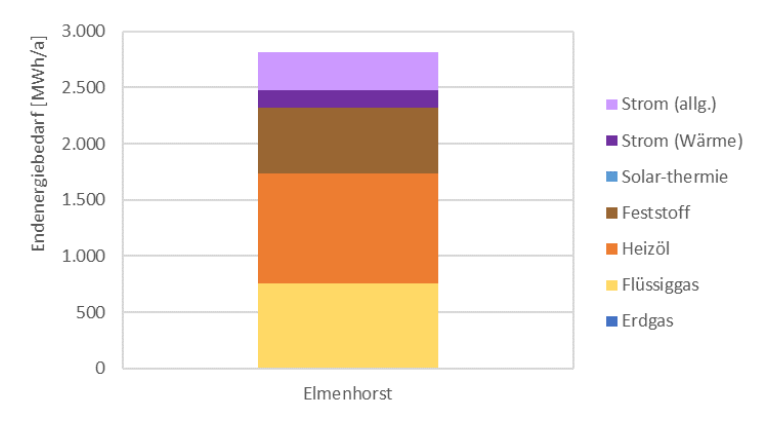


Abb. 12: Endenergiebedarf nach Energieträger

Anhand der oben genannten Emissionsfaktoren wurden die **Treibhausgasemissionen der Wärmeversorgung mit insgesamt ca. 466 t/a CO<sub>2</sub>-äqu.** bestimmt. Dies entspricht einem spezifischen Emissionsfaktor von **256 g/kWh CO<sub>2</sub>-äqu. bezogen auf die Nutzwärme**. Zu ca. 51% werden diese durch den Einsatz von Heizöl und zu weiteren 35% durch Flüssiggas verursacht. Die nachfolgende Tabelle zeigt die Zusammensetzung im Einzelnen:

	Treibhausgasemissionen der Wärmebereitstellung						
	[t/a]						
	Erdgas	Flüssiggas	Heizöl	Feststoff	Strom	Solar-thermie	Summe
Elmenhorst	0	209	311	11	74	0	606
	0,0%	34,5%	51,3%	1,9%	12,3%	0,0%	100,0%

Tab. 7: Treibhausgasemissionen der Wärmeversorgung nach Energieträger

Hinzu kommen die **Treibhausgasemissionen der Stromversorgung** in Höhe von ca. **164 t/a CO<sub>2</sub>-äqu.**

Die nachfolgende Abbildung verdeutlicht die Aufteilung:

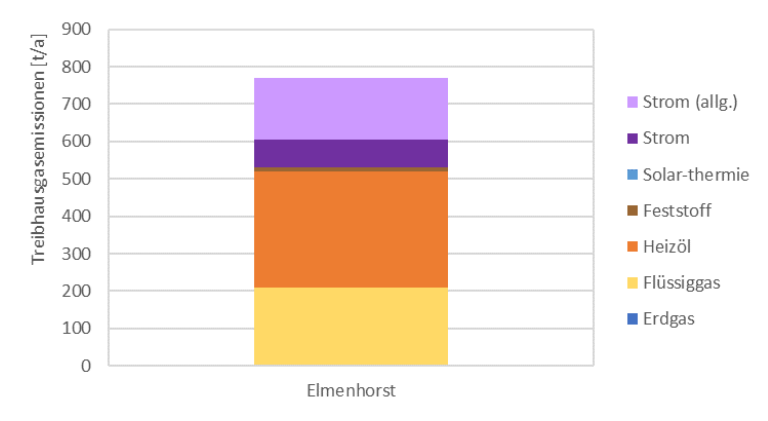


Abb. 13: Treibhausgasemissionen nach Energieträger

## 4 Potenzialanalyse

### 4.1 Grundlegendes zur Potenzialanalyse

#### 4.1.1 Bezugsrahmen

Die Energie- und Treibhausgasbilanz dient im Folgenden als Bezugsrahmen der Potenzialanalyse. In diesem Zusammenhang stehen vor allem die Bereiche des lokalen Strom und Wärmeverbrauchs sowie entsprechende Versorgungsmöglichkeiten im Fokus der Aufgabenstellung.

Um diesbezüglich aussagekräftige Ergebnisse zu erzielen, wird der Bezugsrahmen im Folgenden auf den Bereich des stationären Energieverbrauchs ohne Mobilität begrenzt.

Ein wesentliches Ziel des Quartierskonzepts ist es, möglichst praxisnahe und umsetzungsorientierte Maßnahmenvorschläge zu erarbeiten. Hierbei stehen in der Regel konkrete Versorgungsaufgaben der Wärme- und Stromversorgung im Vordergrund. Aus diesem Grunde wird im Folgenden neben der Ausweisung der Endenergiepotenziale eine Einordnung der entsprechenden nutzenergetischen Potenziale erfolgen.

#### 4.1.2 Potenzialnutzung und Szenarien

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 Energie- und Treibhausgasbilanz 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 bereits im zugrunde gelegten lokalen Energieträger-Mix berücksichtigt. Aus diesem Grunde wird ein Treibhausgasminderungspotenzial 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<sup>32</sup> 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:

---

<sup>32</sup> [GEMIS]

- **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.

## 4.2 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 ca. 653 MWh/a**. Dies entspricht ca. **27,5 %** des bestehenden Wärmebedarfs.

Bei ansonsten gleichbleibender Versorgungsstruktur bedeutet dies eine Verminderung der Treibhausgasemissionen der Wärmeversorgung um ca. 167 t/a. Die nachfolgenden Übersichten zeigen die Ergebnisse im Überblick.

Dieses Einsparpotenzial ist im Vergleich zu ähnlichen durchgeführten Untersuchungen als sehr hoch einzuschätzen und spiegelt einen im Durchschnitt recht alten und wenig sanierten Gebäudebestand wieder.



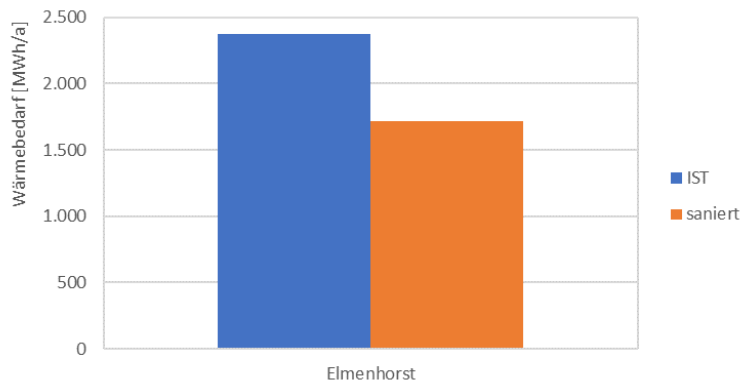


Abb. 14: Wärme-Einsparpotenzial Gebäudesanierung

Ortsteil	Wärme-Einsparpotenzial Gebäudesanierung [MWh/a]			
	privat	gewerbl.	öffentl.	gesamt
Elmenhorst	-653 -27,6%	0 0,0%	0	-653 -27,5%

Tab. 8: Wärme-Einsparpotenzial Gebäudesanierung nach Sektor

Ortsteil	THG-Einsparpotenzial Gebäudesanierung [t/a]
Elmenhorst	-167 -27,5%

Tab. 9: THG-Einsparpotenzial Gebäudesanierung

### 4.3 Energetische Biomassenutzung

Ein wichtiges energetisches Potenzial und somit einen Schwerpunkt der Aufgabenstellung liegt auf der energetischen Nutzung lokal verfügbarer fester Biomasse. Untersucht wurde in diesem Zusammenhang das Potenzial einer Wärme- und / oder Stromnutzung lokal verfügbarer biogener Reststoffe aus Land- und Forstwirtschaft sowie der Industrie. Detaillierte Berechnungsansätze sind dem Klimaschutzkonzept 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>33</sup>
- Anbaustatistiken des Statistischen Amtes MV<sup>34</sup>
- Diverse publizierte Daten zu spezifischen Erträgen und Brennstoffeigenschaften, u.a. bereitgestellt durch die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR)<sup>35</sup>

<sup>33</sup> LUNG 03

<sup>34</sup> LAiV 10

<sup>35</sup> FNR01, FNR02

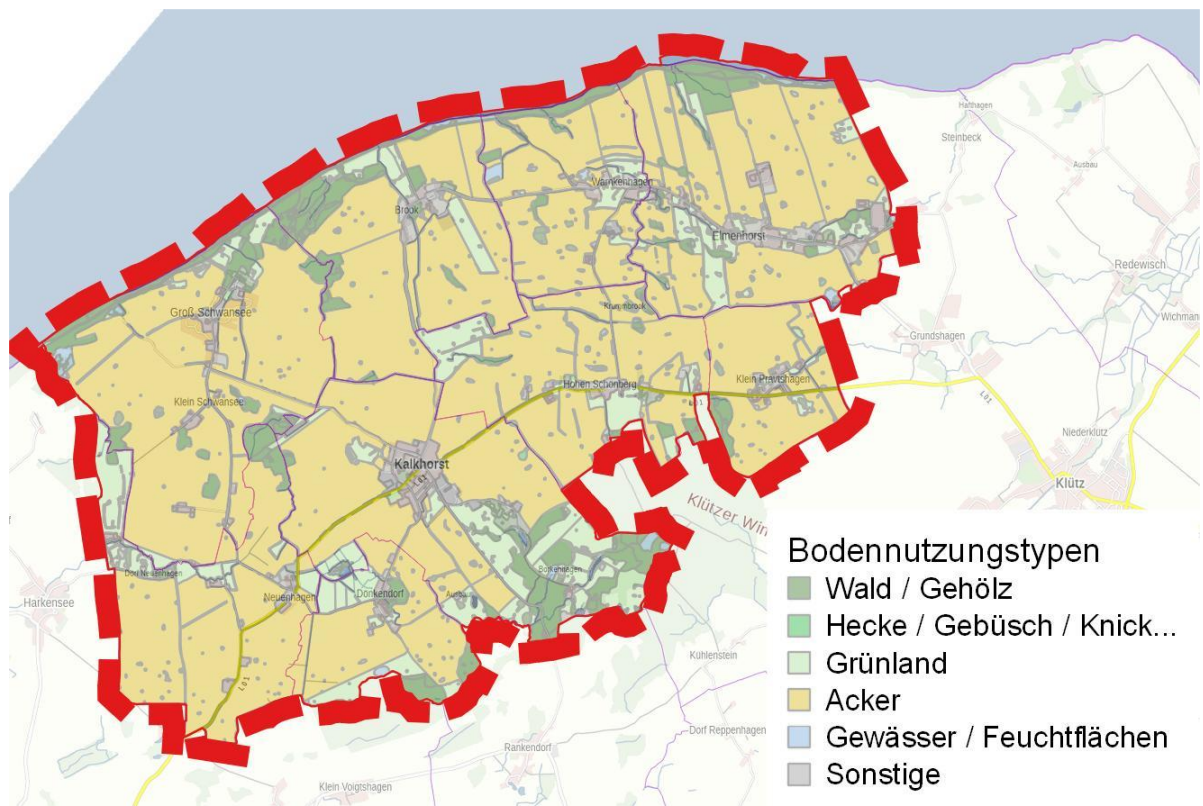


Abb. 15: Karte Bodennutzungsarten

### Untersuchte Technologien

In gewissem Umfang werden lokale Holzbrennstoffe bereits in Kleinfeuerungsanlagen (Kamine etc.) im häuslichen Umfeld eingesetzt. (Siehe auch Bedarfsanalyse).

Für eine umfassendere Nutzung der Potenziale werden zentrale Versorgungsanlagen und netzgebundene Wärmeversorgungslösungen 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

### Untersuchte Stoffgruppen

#### Waldrestholz (WRH)

- Rest- und Kronenhölzer, die im Rahmen der Forstbewirtschaftung anfallen
- Flächenbezug: Forstfläche im Gemeindegebiet abzgl. Flächen in Naturschutzgebieten

- Aufkommen laut Ansätzen der FNR

#### Landschaftspflegeholz (LPH)

- Restholz aus der Landschaftspflege, insb. Heckenschnitt
- Flächenbezug und Aufkommen laut amtsinterner Erhebung und lokaler Praxis

#### Industrierestholz (IRH)

- Energetisch nutzbares Restholz aus gewerblicher und industrieller Tätigkeit
- Aufkommen laut Aussagen lokal tätiger Unternehmen

#### 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
- Mengengrenzung: 50% (lokale Praxis zwecks Bodenwerterhalt)

#### Landschaftspflegeheu (HEU)

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

#### Tierische Reststoffe

Energetisch nutzbare Reststoffe aus der Tierhaltung fallen nach Aussagen lokal tätiger Landwirtschaftsbetriebe nur in geringem Umfang und saisonal schwankend im Gemeindegebiet an. Im gemeindenahen Umfeld anfallende Reststoffe werden bereits weitgehend energetisch genutzt.

Eine weitere Betrachtung unterbleibt daher.

### Energetisches Potenzial und Treibhausgasminderungspotenzial

Durch den Einsatz der untersuchten Biomassegruppen zur Energiegewinnung ergibt sich, je nach Szenario, ein energetisches Potenzial von bis zu ca. **20.399 MWh/a Wärme** und bis zu ca. **3.026 MWh/a Strom**. Dies entspricht ca. **860% des vorliegenden Wärmebedarfs** bzw. **895% 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			754 31,8%	713 30,1%	41 12,1%	
Landschaftspflegeholz	3.618		4.498 189,7%	4.257 179,5%	247 73,0%	
Getreidestroh			11.619 489,9%	9.855 415,5%	2.100 621,0%	
Landschaftspflegeheu			3.528 148,8%	2.992 126,2%	638 188,7%	
<b>gesamt</b>	<b>Bestand</b>					
	<b>2.372</b>	<b>338</b>	<b>20.399 860%</b>	<b>17.817 751%</b>	<b>3.026 894,8%</b>	
	<b>zzgl. Zubau</b>					
	<b>+129</b>	<b>+22</b>				

Tab. 10: Energetisches Potenzial Biomasse

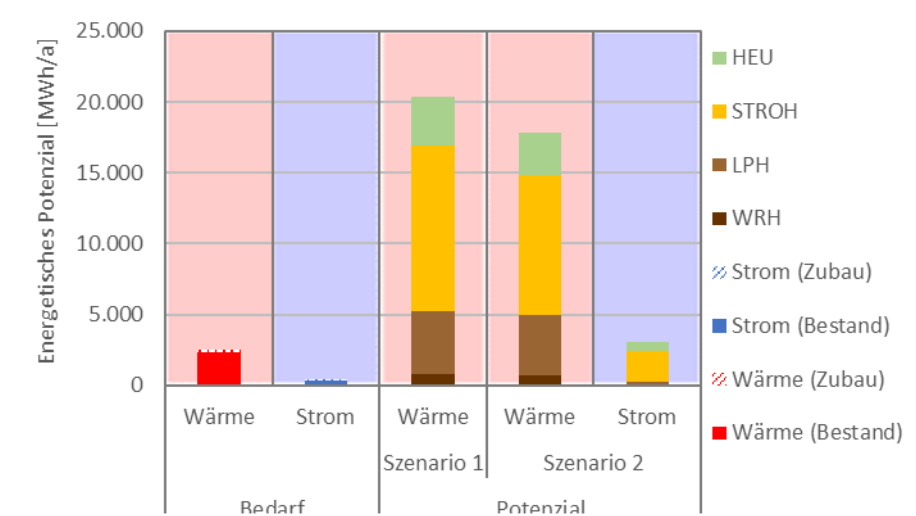


Abb. 16: Energetisches Potenzial Biomasse

Bezogen auf die in der Bedarfsanalyse dargestellte Versorgungsstruktur im Untersuchungsgebiet ergibt sich hieraus rechnerisch ein **Treibhausgasminderungspotenzial** von je nach Szenario ca. **3.840 bis 4.681 t/a**. Dies entspricht **ca. 608 – 634%** der Treibhausgasemissionen im IST-Zustand.

Stoffgruppe	THG-Emissionen [t/a]			THG-Minderungspotenzial [t/a]					
	IST			Szenario 1		Szenario 2			
	Wärme	Strom	gesamt	Wärme	Wärme	Strom	gesamt	gesamt	gesamt
Waldrestholz	0			163 26,9%	156 25,8%	18 3,0%	174 22,7%		
Landschaftspflegeholz	11			190 31,4%	140 23,1%	111 18,2%	250 32,5%		
Industrierestholz	0			0 0,0%	0 0,0%	0 0,0%	0 0,0%		
Restholz (regional)	0			0 0,0%	0 0,0%	0 0,0%	0 0,0%		
Getreidestroh	0			2.674 441,2%	2.296 378,8%	969 159,9%	3.265 424,1%		
Landschaftspflegeheu	0			812 134,0%	697 115,0%	294 48,6%	991 128,8%		
<b>gesamt Bestand</b>	<b>606</b>	<b>164</b>	<b>770</b>	<b>3.840 634%</b>	<b>3.289 543%</b>	<b>1.392 850,6%</b>	<b>4.681 608%</b>		

Tab. 11: Treibhausgasminderungspotenzial Biomasse

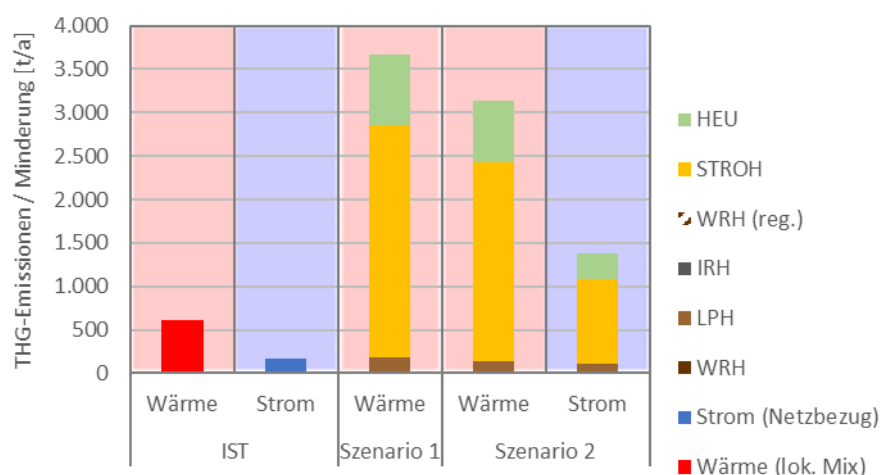


Abb. 17: Treibhausgasminderungspotenzial Biomasse

#### 4.4 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 amtlichen Liegenschaftskataster-Informationssystems (ALKIS)<sup>36</sup>
- Luftbildaufnahmen<sup>37</sup>
- Daten des Marktstammdatenregisters<sup>38</sup>
- Ergebnisse der Anwohnerbefragung

<sup>36</sup> LAiV 05

<sup>37</sup> LAiV 02

<sup>38</sup> BNA 01

### Ansätze und Szenarien

Als potenziell geeignet wurden folgende Dachflächen mit den Ausrichtungen Süd, Ost / / West sowie Flachdächer identifiziert.

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. Abweichend hiervon wurden für zu erwartende Hallenbauten die gesamte Dachfläche als geeignet für eine aufgeständerte Solar-Belegung eingestuft. 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 auf Basis des Online-Tools PVGIS<sup>39</sup> der Europäischen Kommission 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.

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

### Energetisches Potenzial und Treibhausgasminderungspotenzial

Durch den Ausbau der Aufdach-Solarenergienutzung ergibt sich im Gebäudebestand, je nach Szenario, ein energetisches Potenzial von bis zu ca. **403 MWh/a Wärme** und bis zu ca. **2.308 MWh/a Strom**. Dies entspricht ca. **17% des vorliegenden Wärmebedarfs** bzw. **683% des Strombedarfs**.

Das **Treibhausgasminderungspotenzial beträgt ca. 126 - 130%**.

Die nachfolgenden Übersichten zeigen die Aufteilung dieser Potenziale.

---

<sup>39</sup> PVGIS

Ortsteil	IST-Situation [MWh/a]				Energetisches Potenzial [MWh/a]			
	Bedarf		Solarenergienutzung		Szenario 1		Szenario 2	
	Wärme	Strom	ST	PV	ST	PV	PV	
Elmenhorst	2.372 +129	338 +22	0 0,0%	0 0,0%	403 17%	2.017 596%	2.308 683%	

Tab. 12: Energetisches Potenzial solarer Aufdachanlagen

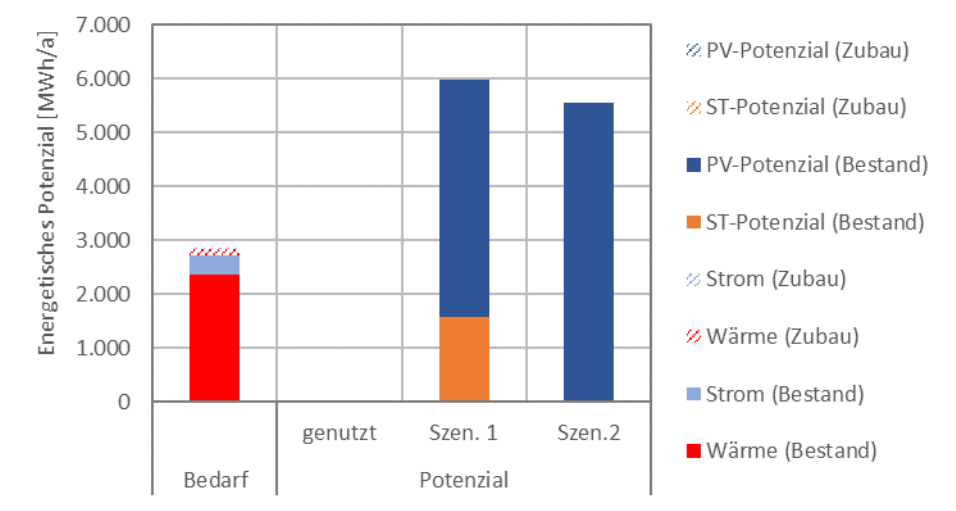


Abb. 18: Energetisches Potenzial solarer Aufdachanlagen

	THG-Emissionen [t/a]			THG-Minderungspotenzial [t/a]													
Ortsteil	IST			realisiert(*)		Szenario 1				Szenario 2							
	Wärme	Strom	gesamt	PV	gesamt	ST		PV		gesamt	PV		gesamt				
Elmenhorst	606	164	770	0	0%	0	0%	93	15,3%	877	536%	970	126%	1.004	613%	1.004	130%

Tab. 13: Treibhausgasminderungspotenzial solarer Aufdachanlagen

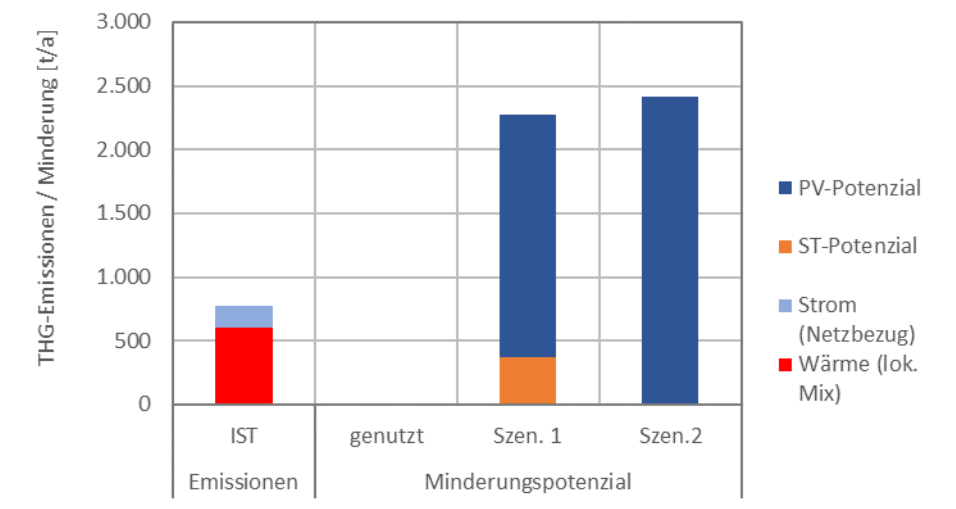


Abb. 19: Treibhausgasminderungspotenzial solarer Aufdachanlagen



## 4.5 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 eine PV-Freiflächennutzung ausgewiesen.

Dies bedeutet jedoch nicht, dass die Errichtung entsprechender Anlagen grundsätzlich ausgeschlossen ist. Allerdings besteht außerhalb der genannten Flächenkulisse 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.

## 4.6 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.

Laut Markstammdatenregister sind derzeit im Untersuchungsgebiet 2 Windenergieanlagen mit einer Gesamtleistung von 1.200 kW in Betrieb. Diese liefern einen jährlichen Stromertrag von ca. 1.920 MWh/a.

Für beide Anlagen ist jedoch der Vergütungszeitraum nach Erneuerbare-Energie-Gesetz (EEG) abgelaufen. Ein Ersatz der bestehenden Anlagen (Repowering) ist nicht zu erwarten, insbesondere da die derzeit geltenden Abstandskriterien zur Wohnbebauung in diesem Fall nicht eingehalten werden könnten. Insofern ist davon auszugehen, dass auch diese beiden Windkraftanlagen in absehbarer Zeit außer Betrieb gehen werden.

Ein Potenzial für die Windenergienutzung konnte insofern im Untersuchungsgebiet nicht identifiziert werden.

## 4.7 Zusammenfassung

Wie die vorangestellten Untersuchungen zeigen, liegen im Bereich der Wärmeversorgung die größten Potenziale in der energetischen Biomassennutzung. Diese könnte, je nach Szenario, bis zu 906 % des lokalen Wärmebedarfs decken. Zu beachten ist hierbei, dass in diesem Potenzial auch Stoffmengen enthalten sind, deren tatsächliche Verfügbarkeit und Nutzbarkeit aktuell nicht abschließend bewertet werden können (z.B. Anteile halmgutartiger Biomasse). Andererseits ist in diesem Bereich eine Nutzung von Brennstoffen aus dem regionalen Umfeld über die Gemeindegrenzen hinaus durchaus üblich.

Ein erhebliches Potenzial im Wärmebereich liegt grundsätzlich in der energetischen Gebäudesanierung. Ausgehend von der vorhandenen Bebauungsstruktur sind hier Einsparungen von bis zu 26% des Wärmebedarfs möglich. Bislang war die Nutzung dieses Potenzials allenfalls mittel- bis langfristig möglich. Inwiefern die aktuell veränderten energiepolitischen Rahmenbedingungen hier zu einer konkreten Beschleunigung führen, bleibt abzuwarten.

Für die Entwicklung konkreter Versorgungsmodelle insbesondere im Wärmebereich sollte auch die Einbeziehung lokal erzeugter Strommengen im Sinne eines sektorenübergreifend vernetzten Energiesystems berücksichtigt werden.

	Nutzenenergiebedarf				Nutzenenergiepotenzial													
					realisiert				Szenario 1				Szenario 2					
	Wärme		Strom		Wärme		Strom		Wärme		Strom		Wärme		Strom			
	[MWh/a]																	
Gebäudesanierung									653		28%		653		28%			
Biomasse (fest)					3.618		153%						20.399		860%		17.817 751% 3.026 895%	
Solar (Aufdach)					0		0%		0		0%		403		17%		2.017 596% 2.308 683%	
Umweltwärme					237		10%						24		1%		24 1%	
gesamt (Bestand)	2.372		100%		338		100%		3.855		163%		0		0%		21.479 906% 2.017 596% 18.494 780% 5.334 1577%	
zzgl. Zubau	+129		+5%		+22		+7%											

Tab. 14: Zusammenfassung energetische Potenziale

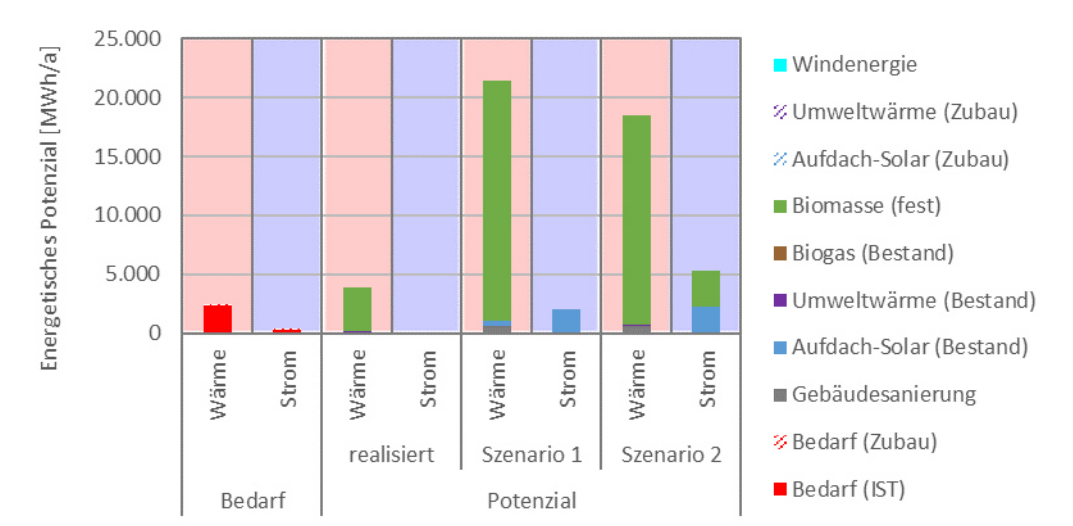


Abb. 20: Zusammenfassung energetische Potenziale

Insbesondere aufgrund der hohen Potenzialüberschüsse in den Bereichen Biomasse und Solaranlagen ist eine Reduktion der Treibhausgasemissionen im Untersuchungsgebiet rechnerisch um bis zu 760% möglich. Das bedeutet, dass die Gemeinde Elmenhorst bilanziell eine CO<sub>2</sub>-Senke darstellen würde.

	THG-Emissionen			THG-Minderungspotenzial					
	IST			Szenario 1			Szenario 2		
	Wärme	Strom	gesamt	Wärme	Strom	gesamt	Wärme	Strom	gesamt
	[t/a]								
Gebäudesanierung				167 28%		167 22%	167 28%		167 22%
Biomasse (fest)				3.840 634%		3.840 499%	3.289 543%	1.392 851%	4.681 608%
Solar (Aufdach)				93 15%	877 536%	970 126%		1.004 613%	1.004 130%
Umweltwärme				0 0%		0 0%	0 0%		0 0%
<b>gesamt (Bestand)</b>	<b>606 100%</b>	<b>164 100%</b>	<b>770 100%</b>	<b>4.099 676%</b>	<b>877 536%</b>	<b>4.977 647%</b>	<b>3.455 570%</b>	<b>2.396 1464%</b>	<b>5.852 760%</b>

Tab. 15: Zusammenfassung Treibhausgasminderungspotenzial

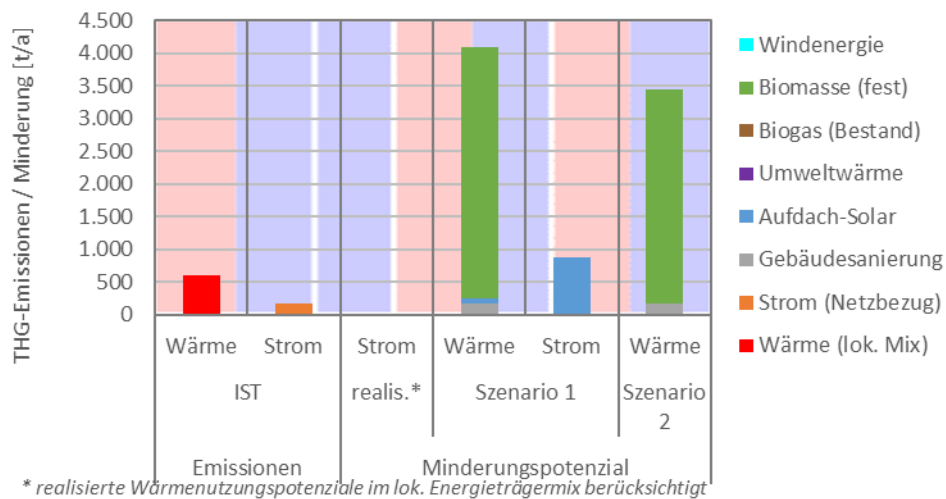


Abb. 21: Zusammenfassung Treibhausgasminderungspotenzial

## 5 Versorgungslösungen

Aufbauend auf der vorangestellten Wärmebedarfs- und Potenzialanalyse wurden für das untersuchte Quartier Elmenhorst geeignete Versorgungslösungen konzipiert. Es wird ein Pfad aufgezeigt, wie dieses Wärmenetz in weiteren Ausbau- und Sanierungsstufen klimaneutral betrieben werden kann.

Die Ausgangsvariante bildet eine Wärmeversorgung auf Grundlage der verfügbaren Biomasse-Potenziale. Mit Blick auf die sich abzeichnende Weiterentwicklung der Fördermittelsituation wurde dabei in der Anlagenkonzeption als zweite Ausbaustufe eine solarthermische Freiflächenanlage ergänzt und es wird ein Anschlussgrad von 100% zugrunde gelegt. In der letzten Stufe wird ein Saisonalwärmespeicher ergänzt.

Die Hauptkomponenten der jeweiligen Versorgungslösungen wurden 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 5.4 im Rahmen von Sensitivitätsanalysen betrachtet.

### 5.1 Stufe 1 (2030): Biomassefeuerung

#### 5.1.1 Überblick

Wie im Rahmen der Potenzialanalyse festgestellt wurde, stellt die energetische Biomassenutzung ein erhebliches Potenzial zur regenerativen Wärmeversorgung des Quartiers Elmenhorst dar. Gerade in Hinblick auf den weitgehend bereits älteren Gebäudebestand bietet sie den Vorteil, zuverlässig und effizient auch höhere Heizmedientemperaturen bereitstellen zu können.

Als weitere Erkenntnis wurde in der Potenzialanalyse festgestellt, dass die regenerative Stromproduktion den Bedarf im Untersuchungsgebiet bereits heute übersteigt und weitere große Ausbaupotenziale aufweist. Im Wärmebereich sind die Potenziale dagegen eher begrenzt. Aus diesem Grunde wird hier auf eine gekoppelte Stromproduktion aus Biomasse (KWK) zugunsten der Wärmeversorgung verzichtet.

Als eine weitere Konsequenz der aktuellen Entwicklung der Energie- und Förderpolitischen Rahmenbedingungen wird in der Auslegung auf einen in der Vergangenheit üblichen konventionellen Spitzenlastkessel verzichtet.

Nachfolgend wird die funktionale Konzeption dargestellt. Anschließend erfolgt die technische und wirtschaftliche Kalkulation zum einen für die Versorgung des Quartiers Elmenhorst (Ausbaustufe 1) sowie zusätzlich nur technisch für die weiteren Ausbaustufen.

#### 5.1.2 Funktionale Konzeption

Die nachfolgende Darstellung zeigt die wesentlichen Komponenten der konzipierten Versorgungslösung im Überblick. In der Folge wird auf die jeweiligen Baugruppen im Einzelnen eingegangen.

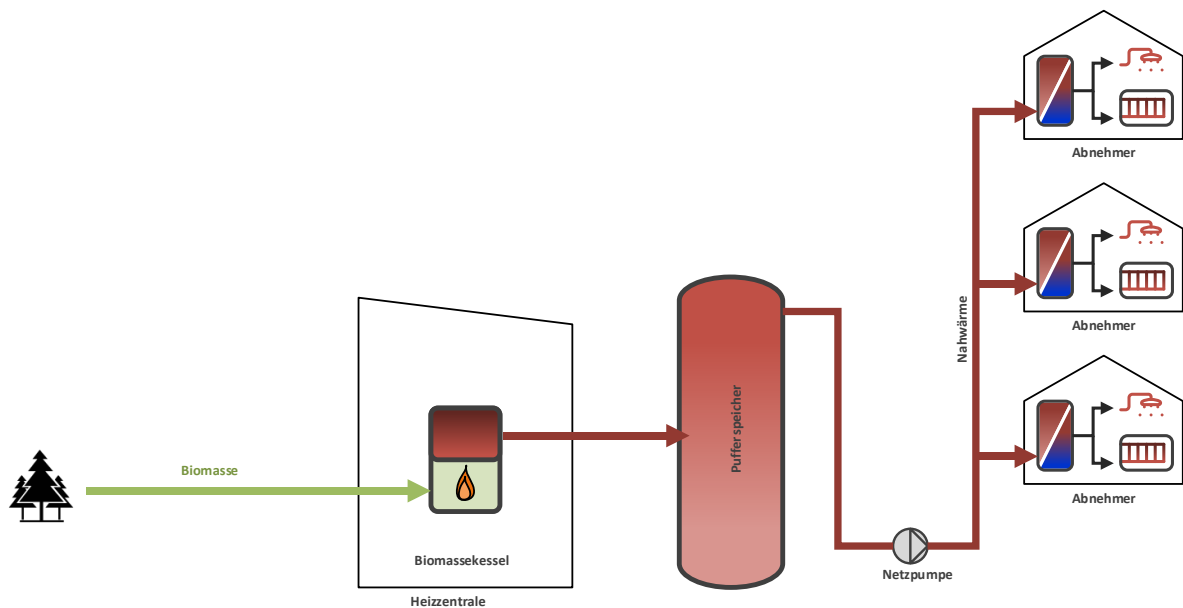


Abb. 22: Übersicht funktionale Konzeption Stufe 1

### Heizzentrale

Die Wärmeerzeugung 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 unabhängig von der Anlagenleistung u.a. in folgenden Bereichen:



Abb. 23: 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.

Im Einzelnen unterscheiden sich die Abmessungen und somit auch die benötigte Grundstücksfläche nach der Anlagenleistung. So benötigt eine Heizzentrale mit einer Biomassefeuerungsanlage von 300 kW inklusive Außenanlage ca. 225 m<sup>2</sup> Grundstücksfläche. Für eine 5-MW-Anlage beträgt der Flächenbedarf ca. 860 m<sup>240</sup>. Die nachfolgende Abbildung veranschaulicht die Größenverhältnisse:

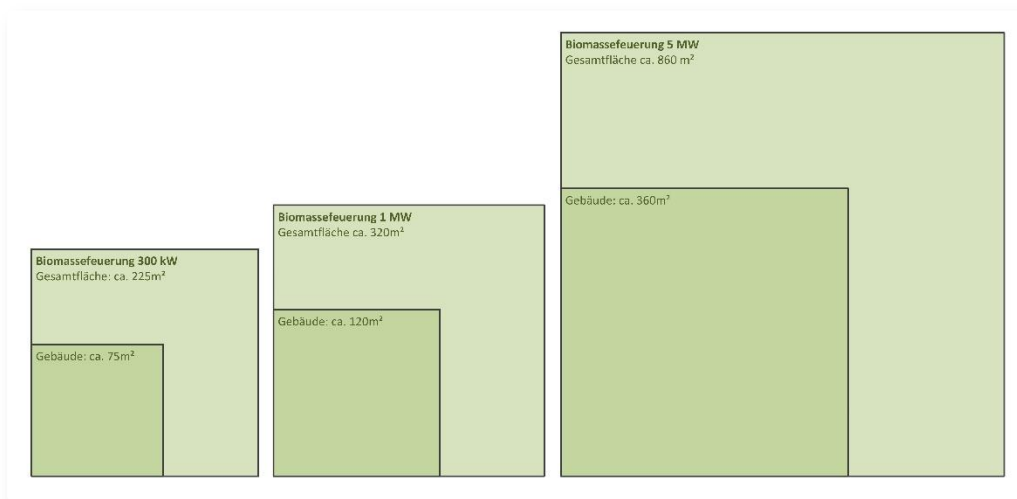


Abb. 24: Flächenbedarf Biomasseheizwerke

Exemplarisch sind nachfolgend zwei Raumkonzepte für zwei Biomasse-Feuerungsanlagen mit 500 kW bzw. 12 MW Kesselleistung dargestellt:

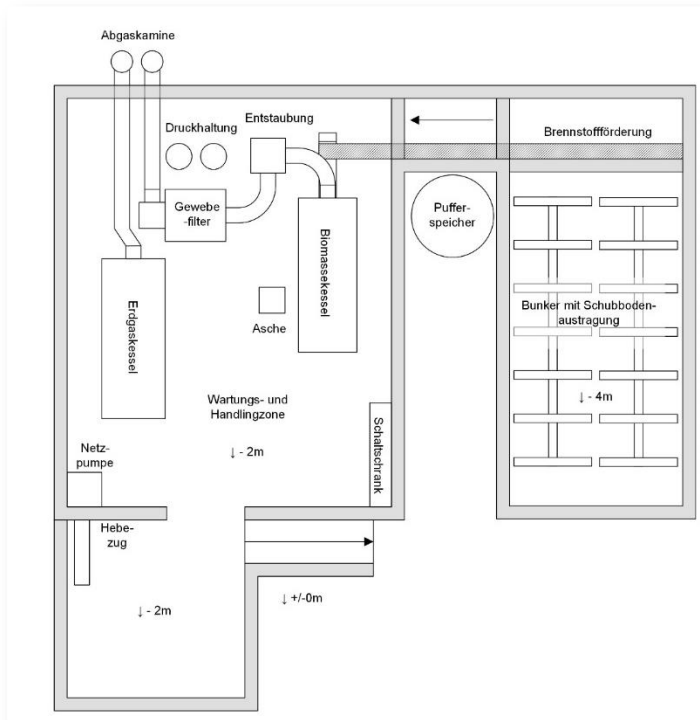


Abb. 25: Raumkonzept Heizzentrale (500 kW Biomasse)

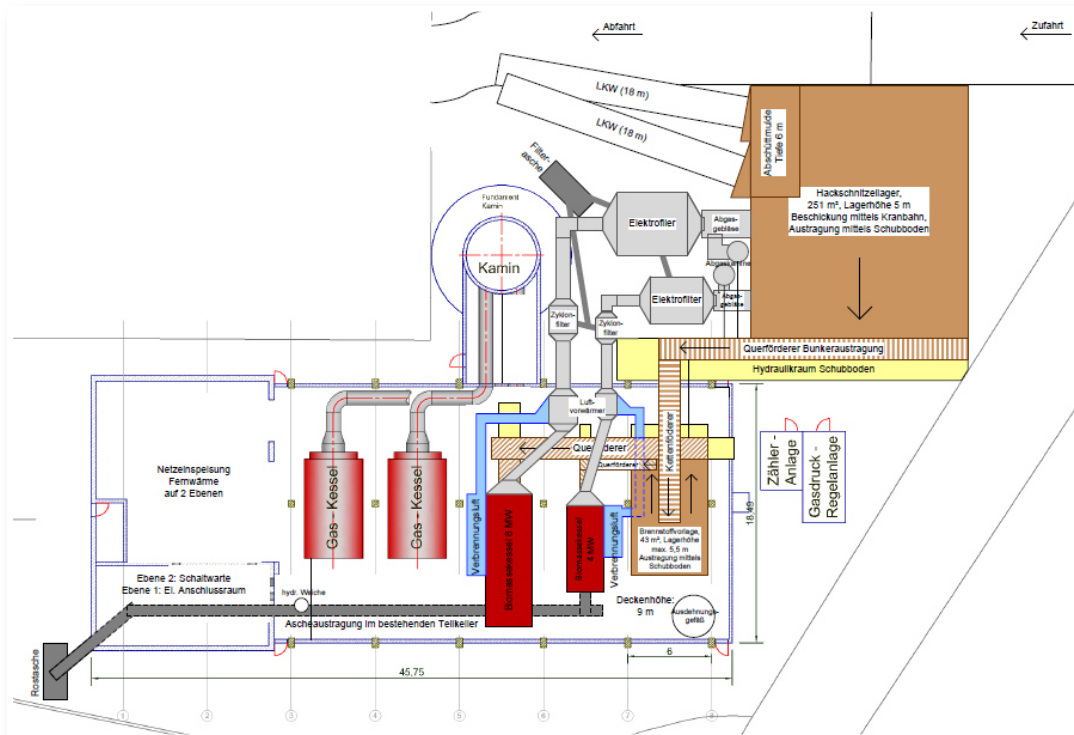


Abb. 26: Raumkonzept Heizwerk (12 MW Biomasse)



### Biogene Festbrennstoffe

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.

Darüber hinaus lässt sich die Verfügbarkeit der vorhandenen Potenziale halmgutartiger Biomasse im Kontext der lokalen Landwirtschaftspraxis nicht abschließend bewerten.

Aus diesem Grund werden in der Folge Versorgungslösungen auf Basis von holzartiger Biomasse dargestellt und kalkuliert. Aus technologischer Sicht wäre für die genannten Standorte 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.

### Brennstoffanlieferung

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



Abb. 27: Brennstoffanlieferung

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

Alternativ kommt, insbesondere bei größeren Anlagenleistungen ab ca. 2 MW, auch die Errichtung im Hochbau in Betracht, wobei die Beladung mittels Hallenkran aus Abschüttbunkern erfolgen kann.

Die Brennstoffanlieferung ist grundsätzlich mit einer großen Bandbreite marktüblicher Förderfahrzeuge möglich. Die Palette reicht hierbei über Landwirtschaftliche Schüttgut-Anhänger (ab ca. 25 m<sup>3</sup>) über Abrollcontainer mit Hakenlift (ca. 40 m<sup>3</sup>) bis hin zu Walking-Floor-Fahrzeugen (ca. 90 m<sup>3</sup>).

### Feuerungstechnik

Der der Mittellastbereich sowie je nach Verfügbarkeit solarthermischer und PtX-Abwärme auch der Grundlastbereich 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. 28: Holz-Hackschnitzelkessel

Hinsichtlich der Feuerungstechnologie existiert eine große Bandbreite. Ausschlaggeben 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. 29: Pufferspeicher

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

Aus Platzgründen und um eine kompakte Bauweise des Heizzentrale zu erzielen, wird der Pufferspeicher häufig im Außenbereich aufgestellt.

### 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. 30: 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. 31: 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.

### 5.1.1 Versorgungsgebiet und Räumliche Konzeption

Die nachfolgende Darstellung verdeutlicht die Abgrenzung des Versorgungsgebiets sowie den Verlauf einer möglichen Nahwärmetrasse bis 2030. Als Standort der Heizzentrale wird ein Grundstück der Stadt im Bereich Zur Steilküste vorgeschlagen.

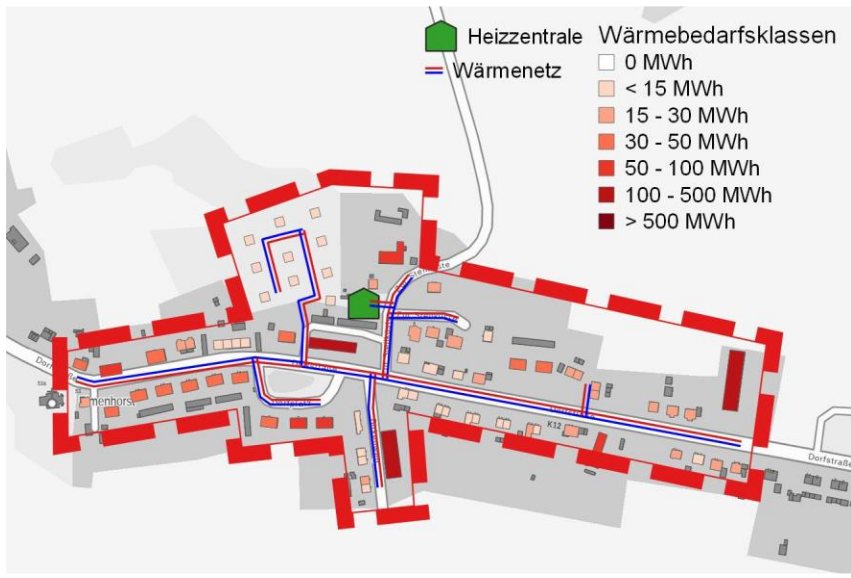


Abb. 32: Karte Versorgungsgebiet Stufe 1

Nachfolgend wird der vorgeschlagene Konzeptansatz einer netzgebundenen Wärmeversorgung auf Basis einer Biomasse-Feuerungsanlage für das Versorgungsgebiet Elmenhorst dimensioniert und kalkuliert.

#### 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: 820 kW
- Jahresnutzungsgrad: 0,85

##### **Pufferspeicher**

- Volumen: 24,6 m³

##### **Wärmenetz**

- Trassenlänge: 2.434 m
- Max. Querschnitt: DN 80
- Mittl. Querschnitt: DN 40
- Wärmebelegung: 780 kWh/(trm\*a)

### Hausanschlüsse

- Anzahl: 51
- Summe Anschlussleistung: 969,1 kW

Detailliertere Informationen zur Auslegung sind im Anhang aufgeführt.

### 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 **2.132 MWh an Nutzwärme**. Diese werden über das Nahwärmenetz zu **100% aus Biomasse** bereitgestellt. Dabei betragen die **Netzverluste ca. 11%**.

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

	Leistung	Wärme
Bedarf frei Abnehmer	969 kW	1.897 MWh/a 89,0%
Gleichzeitigkeitsfaktor	0,815	
Verluste	26,8 kW 3,3%	235 MWh/a 11,0%
Netz	25,0 kW	219 MWh/a
Speicher	1,8 kW	16 MWh/a
<b>Summe Bedarf</b>	<b>816 kW 100,0%</b>	<b>2.132 MWh/a 100,0%</b>
<b>Summe Erzeugung</b>	<b>820 kW 100,5%</b>	<b>2.132 MWh/a 100,0%</b>
Solarthermie	---	0 MWh/a 0,0%
Biomasse-Kessel	820 kW 100,5%	2.132 MWh/a 100,0%
Gaskessel	0 kW 0,0%	0 MWh/a 0,0%

Tab. 16: Wärmebilanz Stufe 1 (AG 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.



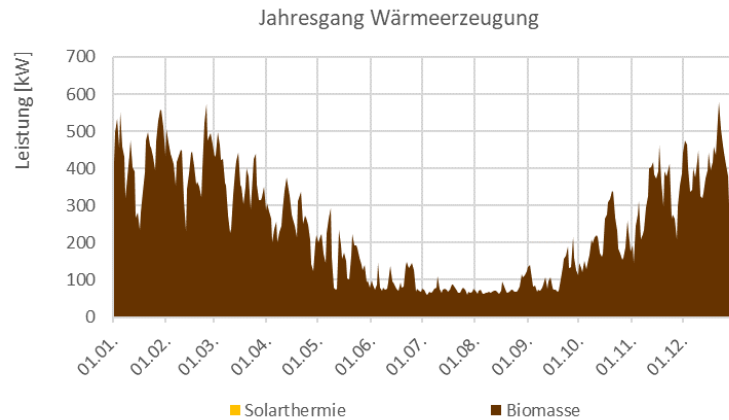


Abb. 33: Jahresgang Stufe 1 (AG 80%)

### Endenergie- und Treibhausgasbilanz

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

	Endenergie	Emissionsfaktor	THG-Emissionen
Wärme Solarthermie	0 MWh/a	25 g/kWh	0,0 t/a
Biomasse	2.508 MWh/a 2.787 sm <sup>3</sup> /a	19 g/kWh	47,7 t/a
Erdgas	0 MWh/a	250 g/kWh	0,0 t/a
Strom (Hilfsenergie)	23.416 kWh/a	484 g/kWh	11,3 t/a
Heizwerk	21.300 kWh/a		
Netz	2.116 kWh/a		
<b>Summe</b>	<b>2.532 MWh/a</b>		<b>59,0 t/a</b>

Tab. 17: Endenergiebedarf und THG-Emissionen Stufe 1 (AG 80%)

Die spezifischen Treibhausgasemissionen der Nahwärmeversorgung betragen 31 g/kWh bezogen auf die Nutzwärme. Gegenüber dem, laut Bedarfsanalyse, festgestellten ortstypischen Brennstoffmix (295 g/kWh) ergibt sich somit eine spezifischer Vermeidungsfaktor von 224 g/kWh.

Durch die kalkulierte Versorgungsvariante können bei einem Anschlussgrad von 80% demnach jährlich **426 tCO<sub>2</sub>-äqu. Treibhausgase eingespart** werden.

**In den versorgten Objekten entspricht dies einer Verminderung um ca. 87,8 %.**

**Bezogen auf die gesamte Versorgungszone beträgt die Einsparung ca. 70,3 %.**

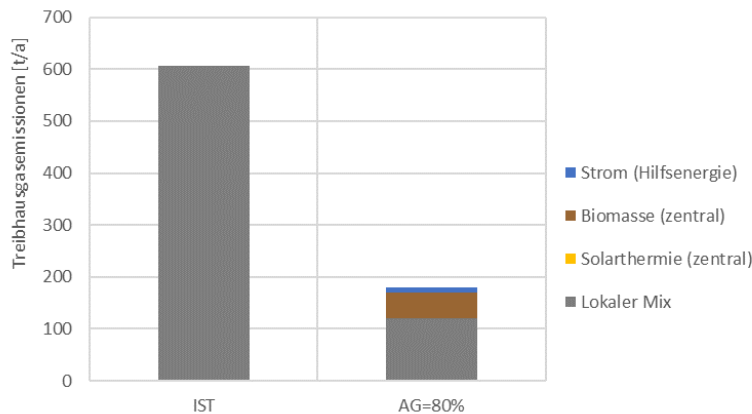


Abb. 34: Treibhausgaseinsparung Stufe 1 (AG 80%)

### 5.1.2 Wirtschaftliche Parameter

#### Investitionskosten

Auf Basis der Anlagenauslegung wurden die zu erwartenden **Investitionskosten** kalkuliert. Grundlage hierfür bilden diverse publizierte Preisansätze<sup>41</sup> sowie Erfahrungswerte und Richtpreisangebote zu vergleichbaren Anlagenkonfigurationen.

Das **Förderumfeld** für die Errichtung von regenerativen netzgebundenen Wärmeversorgungsanlagen befindet sich derzeit in der Umgestaltung. So trat auf Bundesebene kürzlich das Bundesförderprogramm effiziente Wärmenetze (BEW) in Kraft. Die auf Landesebene für die Ausreichung von EU-Mitteln maßgebliche Klimaschutzförderrichtlinie befindet sich derzeit noch in der Überarbeitung. Mit einer Veröffentlichung wird kurzfristig gerechnet.

Auf Grundlage der bislang bekannten Richtlinien bzw. Programmentwürfe werden für die Förderung des beschriebenen Vorhabens folgende Programme in Betracht kommen:

- Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEW)
- Klimaschutz-Förderrichtlinie Mecklenburg-Vorpommern (KliFöRL-MV) – Stand Verbandsanhörung

Zu beachten ist, dass hinsichtlich der finalen Ausgestaltung und realen Auslegungspraxis der entsprechenden Förderprogramme derzeit noch Unschärfen bestehen.

Es ergibt sich ein **Investitionsbedarf von ca. 3,4 Mio. € vor Förderung**. Mit einer **Förderquote von 65%** verbleiben nach Förderung **Investitionskosten von ca. 1,2 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.

<sup>41</sup> U.a. FNR 02



Gebäude (Heizhaus)	333.000 €	9,8%
Wärmeerzeugung (Anlagentechnik)	666.800 €	19,6%
Wärmeverteilung (Netz)	1.682.200 €	49,4%
<b>Zwischensumme</b>	<b>2.682.000 €</b>	
Unvorhergesehenes	402.300 €	11,8%
Nebenkosten	321.800 €	9,4%
<b>Investition vor Förderung</b>	<b>3.406.100 €</b>	<b>100,0%</b>
<b>Summe Förderung</b>	<b>2.213.965 €</b>	<b>65,0%</b>
BEW	1.362.440 €	40,0%
KliFöRL MV	851.525 €	25,0%
<b>Investition nach Förderung</b>	<b>1.192.135 €</b>	

Tab. 18: Investitionsschätzung und Förderung Stufe 1 (AG 80%)

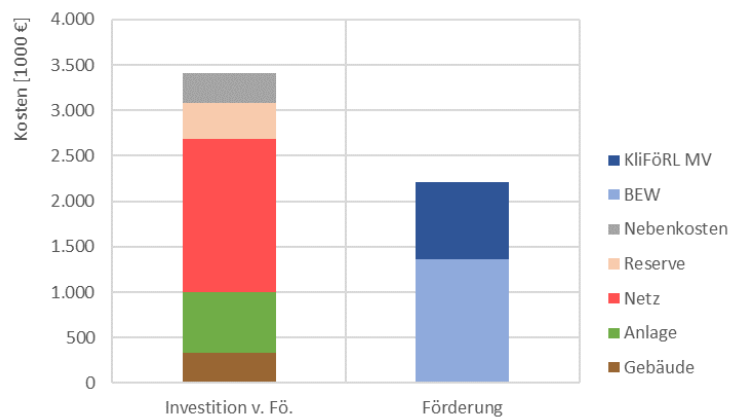


Abb. 35: Investitionsschätzung und Förderung Stufe 1 (AG 80%)

### 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>42</sup>.

Es ergeben sich zu erwartende **Betriebskosten von ca. 70.900 €** 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 30 €/t (Stand 2023) angesetzt.

Es ist demnach mit **Verbrauchskosten in Höhe von ca. 95.460 €** pro Jahr zu rechnen.

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

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

### **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.

Für die netzgebundene Wärmeversorgung ergeben sich **Wärmegestehungskosten von durchschnittlich ca. 122,36 €/MWh**.

Im Vergleich zu konventionellen Wärmeerzeugungstechnologien (Erdgas: ca. 210 €/MWh, Heizöl: ca. 180 €/MWh) ist die vorgeschlagene Variante damit sehr attraktiv.

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

Kapitalkosten	65.796 €/a	28,3%
Betriebskosten	70.900 €/a	30,5%
Verbrauchskosten	95.460 €/a	41,1%
<b>Jahreskosten gesamt</b>	<b>232.156 €/a</b>	<b>100,0%</b>
Jahres-Nutzwärmebedarf	1.897 MWh/a	
<b>Wärmegestehungskosten</b>	<b>122,36 €/MWh</b>	

Tab. 19: Wärmegestehungskosten Stufe 1 (AG 80%)

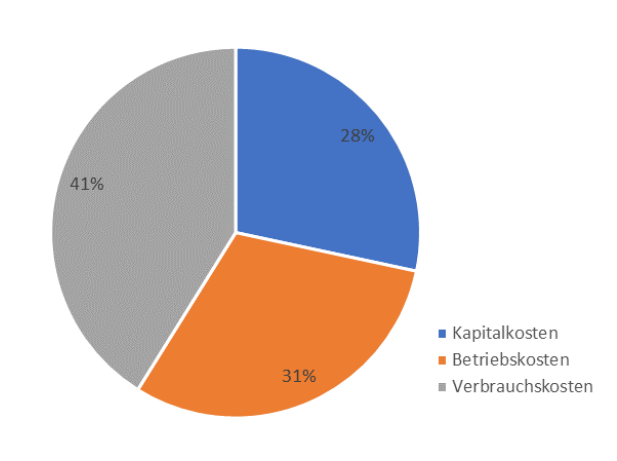


Abb. 36: Wärmegestehungskosten Stufe 1 (AG 80%)

## 5.2 Stufe 2 (2035): Biomassefeuerung + Solarthermie

### 5.2.1 Überblick und Funktionale Konzeption

In einer zweiten Ausbaustufe wird eine Ergänzung des zuvor beschriebenen Nahwärmenetzes durch eine Solarthermie-Freiflächenanlage bei gleichzeitig sukzessiver energetischer Sanierung der angeschlossenen Gebäude vorgeschlagen.

Die nachfolgende Darstellung zeigt die wesentlichen Komponenten der konzipierten Versorgungslösung im Überblick. In der Folge wird auf die jeweiligen Baugruppen im Einzelnen eingegangen.

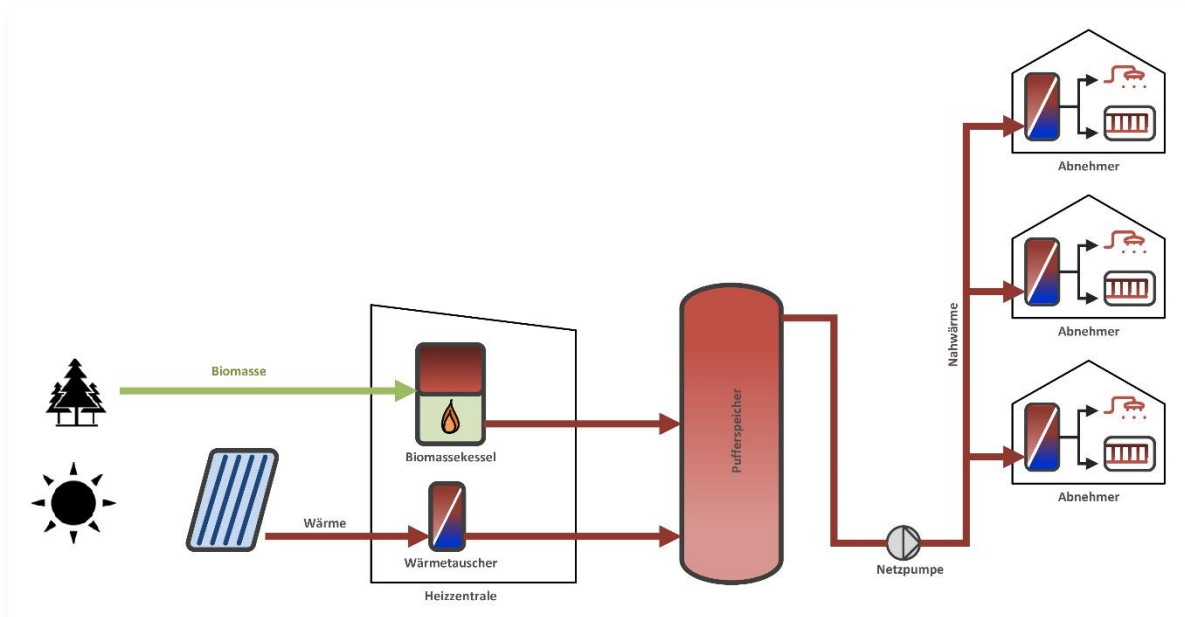


Abb. 37: Übersicht funktionale Konzeption Stufe 2

Die Erläuterungen zu den Hauptkomponenten gelten analog zu Stufe 1 (vgl. 5.1.2).

Mit der Neugestaltung der Fördermittellandschaft für regenerative Wärmeversorgungskonzepte treten vermehrt auch brennstofffreie Versorgungslösungen in den Vordergrund. Hier ist u.a. die Einbindung großer Solarthermieranlagen zu nennen. Im Sinne eines sparsamen Umgangs mit begrenzten Biomasse-Ressourcen kann auf diese Weise insbesondere in den Sommermonaten ein Großteil der benötigten Wärme bereitgestellt werden, ohne zusätzlich Brennstoff zu verbrauchen. So kann gerade auch in der lastschwachen Zeit der tendenziell ineffizientere Teillastbetrieb der Biomassefeuerung vermieden werden. Das für eine Nahwärmeversorgung benötigte Temperaturniveau kann hierbei beispielsweise durch den Einsatz von Vakuum-Röhrenkollektoren erreicht werden.

Von Vorteil für die Effizienz entsprechender Anlagen sind möglichst niedrige Systemtemperaturen (Vorlauf / Rücklauf). Dies kann perspektivisch insbesondere durch die energetische Sanierung der angeschlossenen Gebäude erreicht werden. In der Kalkulation wird daher für die zweite Ausbaustufe von einem Sanierungsgrad von 50% im Quartier ausgegangen.

Die solarthermisch genutzten Flächen sollten sich hierfür möglichst in räumlicher Nähe zur Heizzentrale liegen, da auch die solarthermisch erzeugte Wärme in den zentralen Pufferspeicher einfließt. Bevorzugt geeignet sind hierfür Flächen mit geringer naturschutzfachlicher Relevanz (Flächen an Verkehrswegen, versiegelte oder vorbelastete Flächen usw.). Beispielsweise auch in brachliegenden Bereichen mit

einsetzender Verbuschung kann diese durch Installation von Solarthermieranlagen aufgehoben und so wertvolle Lebensräume für bodenbrütende Vögel und Offenlandhabitate für Flora und Fauna erhalten werden.



Abb. 38: Beispiel Solarthermie-Freifläche

Quelle: Erik Christensen - Eigenes Werk, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=9097625>

Die Kalkulation der benötigten Kollektorfläche erfolgt mit Hilfe der frei verfügbaren, vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie geförderten Software ScenoCalc<sup>43</sup>. Diese erlaubt es, den solaren Nutzwärmeertrag von in Wärmenetze eingebundenen Solarthermieranlagen zu berechnen.

In Anlehnung an realisierte Anlagen wird hierbei als Kalkulationsziel eine solare Deckungsrate von ca. 25% angestrebt. Die von der Solarthermieranlage bereitgestellte Wärme wird hierbei stets vorrangig im System genutzt (Grundlast).

---

<sup>43</sup> SOL 02

Thema: Integriertes Quartierskonzept für das Quartier Elmenhorst

Projekt: T23.02

Bearbeitungsstand: 13.07.2023

TRIGENIUS  
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG

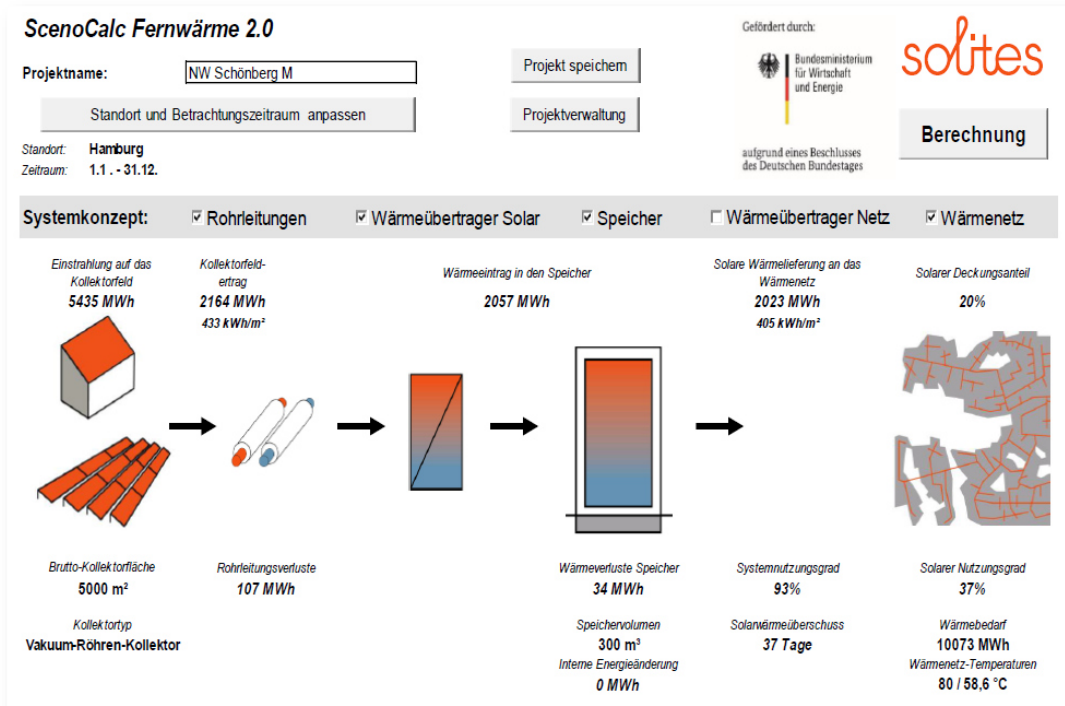


Abb. 39: Solarthermie-Kalkulation mit ScenoCalc (Bsp.)

### 5.3.2 Versorgungsgebiet und Räumliche Konzeption

Die nachfolgende Darstellung verdeutlicht die Abgrenzung des Versorgungsgebiets sowie den Verlauf einer möglichen Nahwärmetrasse bis 2035. Als Standort der Solarthermie-Freiflächenanlage wird ein Grundstück nord-westlich von Elmenhorst vorgeschlagen.

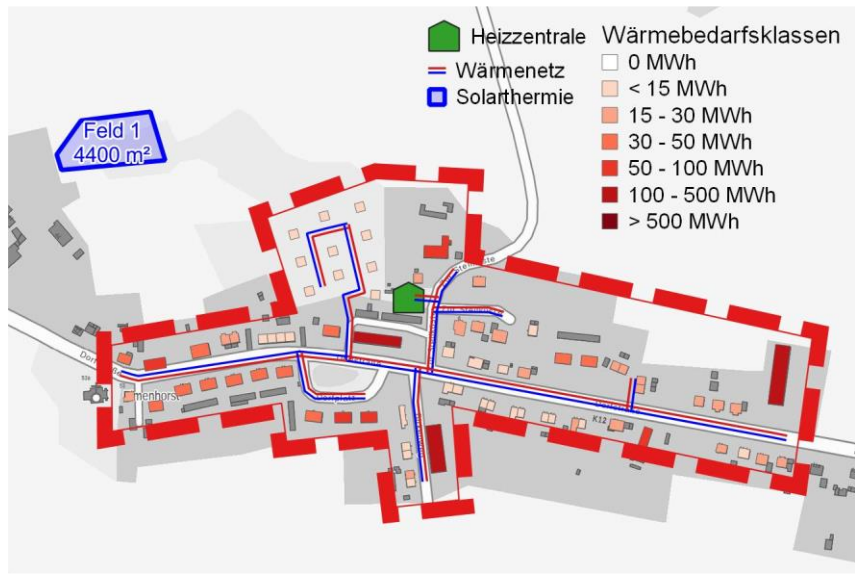


Abb. 40: Karte Versorgungsgebiet Stufe 2

Nachfolgend wird der vorgeschlagene Konzeptansatz einer netzgebundenen Wärmeversorgung auf Basis einer Biomasse-Feuerungsanlage und Solarthermie-Freiflächenanlage für das Versorgungsgebiet Elmenhorst dimensioniert und kalkuliert.

#### Auslegung der Hauptkomponenten

Anhand der Bedarfsdaten im Versorgungsgebiet wurden die Hauptkomponenten der Anlage grob dimensioniert. Hierbei wird von einem Anschlussgrad von 100% ausgegangen.

Die erforderlichen Hauptkomponenten werden wie folgt dimensioniert:

##### **Solarthermie-Freiflächenanlage**

- Modultart: Vakuum-Röhrenkollektoren
- Brutto-Modulfläche: 1.800 m<sup>2</sup>
- Benötigte Grundstücksfläche: ca. 4.390 m<sup>2</sup>

##### **Biomassekessel**

- Nennleistung: 820 kW
- Jahresnutzungsgrad: 0,85

##### **Pufferspeicher**

- Volumen: 80 m<sup>3</sup>

##### **Wärmenetz**

- Trassenlänge: 2.923 m
- Max. Querschnitt: DN 80
- Mittl. Querschnitt: DN 40
- Wärmebelegung: 742 kWh/(trm\*a)



### **Hausanschlüsse**

- Anzahl: 74
- Summe Anschlussleistung: 1.107 kW

Detailliertere Informationen zur Auslegung sind im Anhang aufgeführt.

### 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 100% ausgegangen. Die nachfolgend dargestellte Bilanz bezieht sich auf die versorgten Gebäude.

Die angeschlossenen Abnehmer benötigen demnach jährlich **2.445 MWh an Nutzwärme**. Diese werden über das Nahwärmenetz zu **24,4% aus Solarthermie** und zu **75,6% aus Biomasse** bereitgestellt. Dabei betragen die **Netzverluste ca. 11,3%**.

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	1.107 kW	2.168 MWh/a 88,7%
Gleichzeitigkeitsfaktor	0,731	
Verluste	31,6 kW 3,8%	277 MWh/a 11,3%
Netz	30,0 kW	263 MWh/a
Speicher	1,7 kW	15 MWh/a
<b>Summe Bedarf</b>	<b>841 kW 100,0%</b>	<b>2.445 MWh/a 100,0%</b>
<b>Summe Erzeugung</b>	<b>820 kW 97,5%</b>	<b>2.445 MWh/a 100,0%</b>
Solarthermie	---	598 MWh/a 24,4%
Biomasse-Kessel	820 kW 97,5%	1.847 MWh/a 75,6%
Gaskessel	0 kW 0,0%	0 MWh/a 0,0%

Tab. 20: Wärmebilanz Stufe 2 (AG 100%)

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.



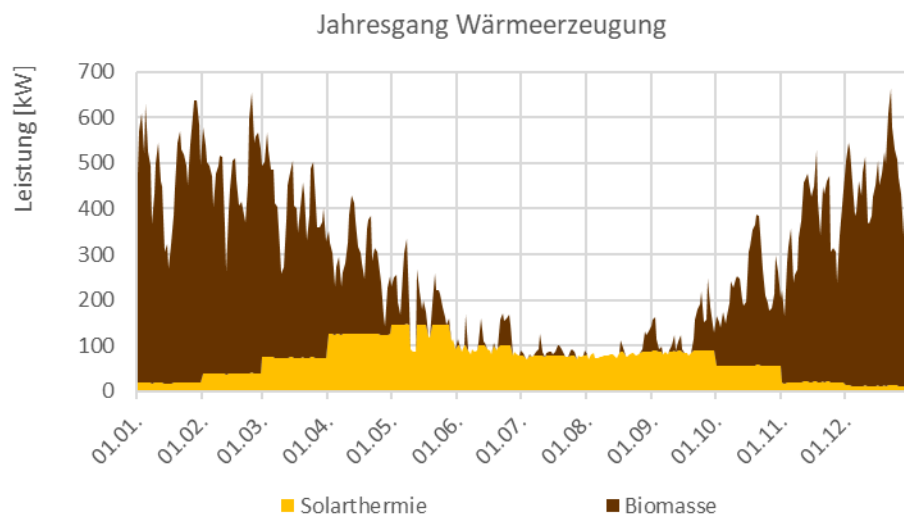


Abb. 41: Jahresgang Stufe 2 (AG 100%)

### 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>
Wärme Solarthermie	598 MWh/a	25 g/kWh	14,9 t/a
Biomasse	2.173 MWh/a 2.415 sm <sup>3</sup> /a	19 g/kWh	41,3 t/a
Erdgas	0 MWh/a	250 g/kWh	0,0 t/a
Strom (Hilfsenergie)	21.469 kWh/a	484 g/kWh	10,4 t/a
Heizwerk	18.474 kWh/a		
Netz	2.995 kWh/a		
<b>Summe</b>	<b>2.793 MWh/a</b>		<b>66,6 t/a</b>

Tab. 21: Endenergiebedarf und THG-Emissionen Stufe 2 (AG 100%)

Die spezifischen Treibhausgasemissionen der Nahwärmeversorgung betragen 30,7 g/kWh bezogen auf die Nutzwärme. Gegenüber dem laut Bedarfsanalyse festgestellten ortstypischen Brennstoffmix (295 g/kWh) ergibt sich somit ein spezifischer Vermeidungsfaktor von 225 g/kWh.

Durch die kalkulierte Versorgungsvariante können bei einem Anschlussgrad von 100% demnach jährlich **487,4 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. 88%.**

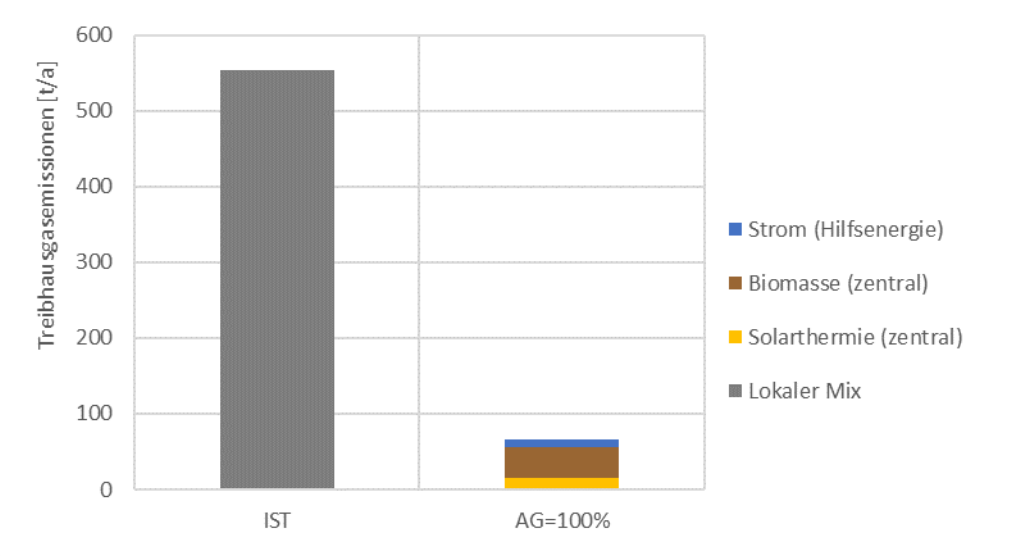


Abb. 42: Treibhausgaseinsparung Stufe 2 (AG 100%)

### 5.3 Stufe 3 (2040):

#### *Solarthermie, Wärmepumpe und Saisonalwärmespeicher*

##### 5.3.1 Überblick und Funktionale Konzeption

In einer dritten Ausbaustufe wird langfristig eine Umstellung der Wärmeversorgung im Quartier auf 100% Solarthermie vorgeschlagen. Hierzu ist eine Erweiterung der in Stufe 2 vorgeschlagenen Solarthermieanlage sowie die Ergänzung eines saisonalen Wärmespeichers sowie einer Wärmepumpe zur Temperaturanpassung erforderlich. Voraussetzung hierfür ist, dass nach umfassender energetischer Sanierung der angeschlossenen Gebäude die Netztemperaturen weiter abgesenkt werden können.

Rechnerisch kann in diesem Fall dann perspektivisch auf den Biomassekessel verzichtet werden. Ob dieser dennoch, beispielsweise zur Absicherung, beibehalten werden soll, ist zu gegebener Zeit unter Berücksichtigung der dann gegebenen Rahmenbedingung zu entscheiden.

Die nachfolgende Darstellung zeigt die wesentlichen Komponenten der konzipierten Versorgungslösung im Überblick. In der Folge wird auf die jeweiligen Baugruppen im Einzelnen eingegangen.

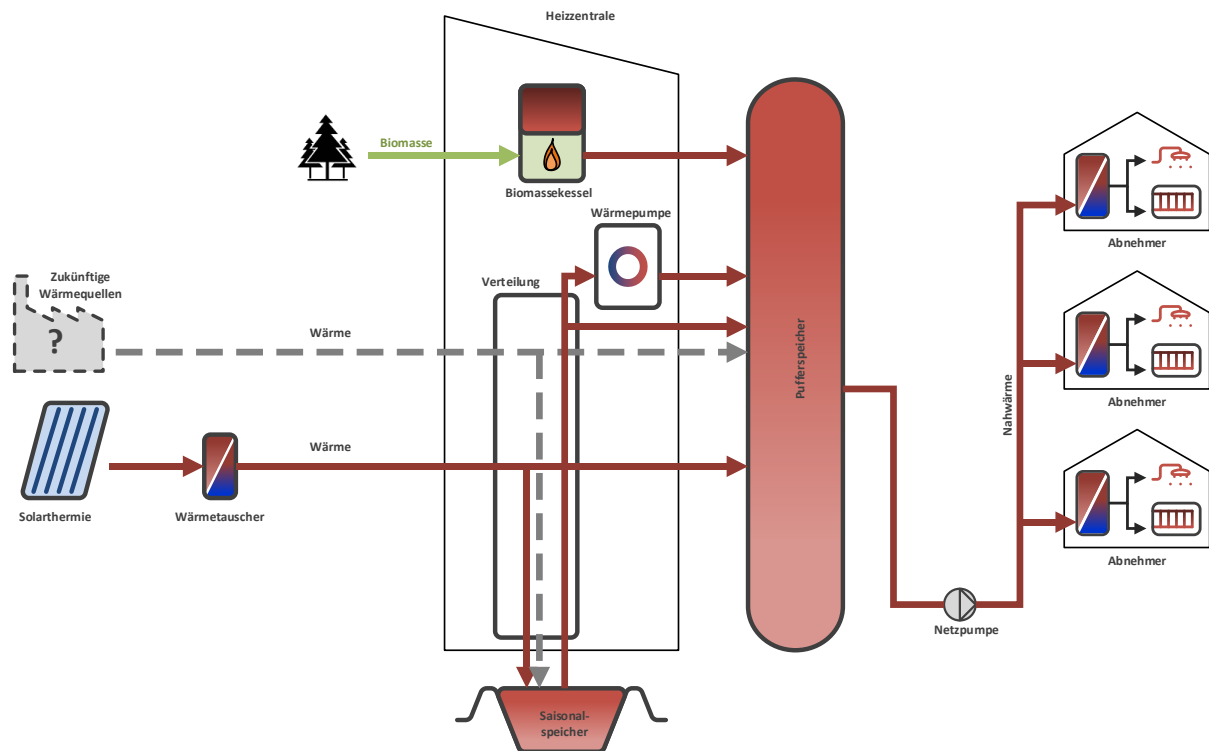


Abb. 43: Übersicht funktionale Konzeption Stufe 3

Die Erläuterungen zu den Hauptkomponenten gelten analog zu Stufe 2 (vgl. 5.2.1).

Die Nutzung von Freiflächen-Solarthermie hat den Nachteil, dass die größte Wärmemenge in den Sommermonaten mit dem geringsten Wärmebedarf zur Verfügung steht. Dies hat zur Folge, dass, je nach Dimensionierung, entweder der Anteil dieser Quellen an der Gesamt-Wärmebereitstellung begrenzt ist oder aber hohe sommerliche Wärmeüberschüsse ungenutzt bleiben.

Eine Möglichkeit dem zu begegnen, stellt die Einbindung eines saisonalen Wärmespeichers in das Versorgungssystem dar. Dieser ermöglicht es, sommerliche Wärmeüberschüsse zumindest teilweise für bedarfsstärkere Zeiten im Herbst und Winter zu speichern. Hierzu existieren verschiedene technische Ansätze mit unterschiedlichen Anwendungsbereichen und Entwicklungsständen.

Im Bereich der kommunalen Wärmeversorgung ist beispielsweise in Dänemark das Konzept des Erdbeckenspeichers seit Jahren etabliert. In Deutschland werde derzeit erste Vorhaben nach dänischem Vorbild auch in kleineren Kommunen umgesetzt. So zum Beispiel im schleswig-holsteinischen Meldorf.<sup>44</sup>

Für einen Erdbeckenspeicher wird zunächst eine Grube ausgehoben und das Aushubmaterial wallartig darum aufgeschüttet. Das entstehende Becken wird mit speziellen Folien ausgekleidet und abgedichtet. Anschließend wird es mit Wasser als Speichermedium befüllt. Den oberen Abschluss findet der Speicher durch eine isolierte Schwimmdecke. Mittels spezieller Ein- und Auslassbauwerke kann der Speicher je nach Wärmebedarf und -aufkommen be- oder entladen werden.

Sowohl auf Grund des variierenden Ladezustands als auch wegen unvermeidbarer Wärmeverluste ist die Speichertemperatur über Jahr nicht konstant. Um dennoch die zum Netzbetrieb erforderliche Vorlauftemperatur zu erreichen, kann eine Wärmepumpe zur Temperaturerhöhung eingesetzt werden.

<sup>44</sup> NDR 01

Thema: Integriertes Quartierskonzept für das Quartier Elmenhorst

Projekt: T23.02

Bearbeitungsstand: 13.07.2023



TRIGENIUS  
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG

Im Kontext der hohen festgestellten Potenziale im Strombereich ist ein Betrieb dieser mit lokal erzeugtem Windstrom naheliegend. Hierfür bestehen derzeit häufig jedoch hohe Hürden hinsichtlich der regulatorischen und insbesondere energierechtlichen Rahmenbedingungen. Die Möglichkeit einer solchen Direktversorgung ist daher von einer Vielzahl von Faktoren inkl. der Betreibermodelle der Wärmeversorgungs- und der Windenergie-Anlagen abhängig. Aufgrund der Komplexität der zu beachtenden Rechtsnormen ist in jedem Falle eine detaillierte rechtliche Prüfung erforderlich.

Als Wärmequellen kommen neben einer zu errichtenden Solarthermieranlage auch vielfältige weitere Wärmequellen in Frage. Die Nutzung von Abwärme aus Gewerbe oder Power-to-Heat aus PV- oder Wind-Strom sind im Zuge der Sektorenkopplung und des Netzmanagements als zukünftige Wärmequelle vorstellbar.

### 5.3.2 Versorgungsgebiet und Räumliche Konzeption

Die nachfolgende Darstellung verdeutlicht die Abgrenzung des Versorgungsgebiets sowie den Verlauf einer möglichen Nahwärmetrasse bis 2040. Als Standort des Saisonalwärmespeichers wird ein Grundstück nord-westlich von Elmenhorst, direkt neben der Solarthermie-Freiflächenanlage vorgeschlagen.

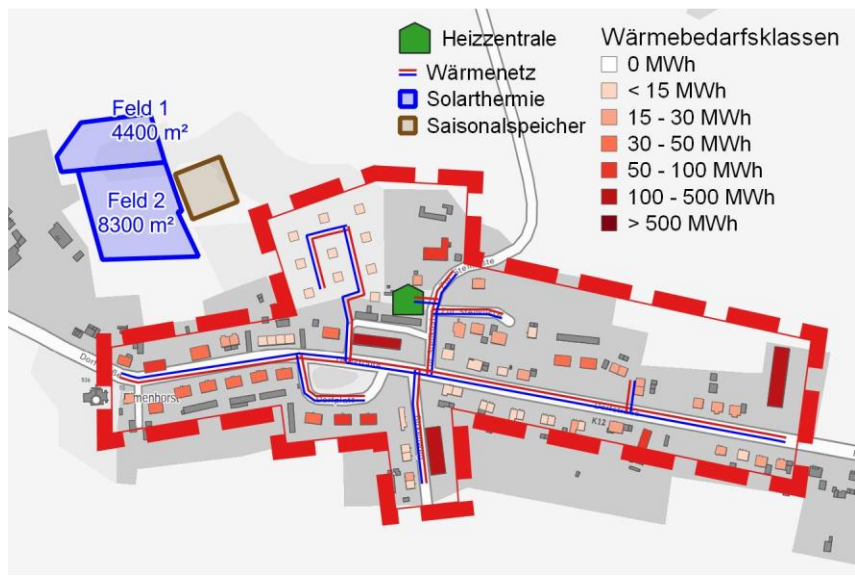


Abb. 44: Karte Versorgungsgebiet Stufe 3

Nachfolgend wird der vorgeschlagene Konzeptansatz einer netzgebundenen Wärmeversorgung auf Basis einer Solarthermie-Freiflächenanlage mit Wärmepumpe und Saisonalwärmespeicher für das Versorgungsgebiet Elmenhorst dimensioniert und kalkuliert.

#### Auslegung der Hauptkomponenten

Anhand der Bedarfsdaten im Versorgungsgebiet wurden die Hauptkomponenten der Anlage grob dimensioniert. Hierbei wird von einem Anschlussgrad von 100% ausgegangen.

Die erforderlichen Hauptkomponenten werden wie folgt dimensioniert:

#### **Saisonalwärmespeicher**

- Grundfläche: ca. 2.300 m<sup>2</sup>
- Volumen: ca. 11.760 m<sup>3</sup>

#### **Wärmepumpe**

- Therm. Leistung: 470 kW
- Vollbetriebsstunden: 1.182 h/a
- JAZ: 8

#### **Solarthermie-Freiflächenanlage**

- Modultyp: Vakuum-Röhrenkollektoren
- Brutto-Modulfläche: 5.200 m<sup>2</sup>
- Benötigte Grundstücksfläche: ca. 12.683 m<sup>2</sup>

#### **Pufferspeicher**

- Volumen: 80 m<sup>3</sup>

**Wärmenetz**

- Trassenlänge: 2.923 m
- Max. Querschnitt: DN 100
- Mittl. Querschnitt: DN 40
- Wärmebelegung: 628 kWh/(trm\*a)

**Hausanschlüsse**

- Anzahl: 74
- Summe Anschlussleistung: 937 kW

Detailliertere Informationen zur Auslegung sind im Anhang aufgeführt.

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 100% ausgegangen. Die nachfolgend dargestellte Bilanz bezieht sich auf die versorgten Gebäude.

Die angeschlossenen Abnehmer benötigen demnach jährlich **2.553 MWh an Nutzwärme**. Diese werden über das Nahwärmenetz zu **97 % aus Solarthermie** und zu **3% aus dem Stromanteil der Wärmepumpe** bereitgestellt. Dabei betragen die **Gesamtverluste (Speicher + Netz) ca. 28,1 %**.

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	937 kW		1.835 MWh/a	71,9%
Gleichzeitigkeitsfaktor	0,730			
Verluste	13,6 kW	2,0%	718 MWh/a	28,1%
Netz	12,8 kW		112 MWh/a	
Speicher	0,8 kW		605 MWh/a	
<b>Summe Bedarf</b>	<b>698 kW</b>	<b>100,0%</b>	<b>2.553 MWh/a</b>	<b>100,0%</b>
<b>Summe Erzeugung</b>	<b>820 kW</b>	<b>117,5%</b>	<b>2.553 MWh/a</b>	<b>100,0%</b>
Solarthermie	---		2.475 MWh/a	97,0%
Wärmepumpe (Stromanteil)	---		78 MWh/a	3,0%
Biomasse-Kessel	820 kW	117,5%	0 MWh/a	0,0%
Gaskessel	0 kW	0,0%	0 MWh/a	0,0%

Tab. 22: Wärmebilanz Stufe 3 (AG 100%)

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.

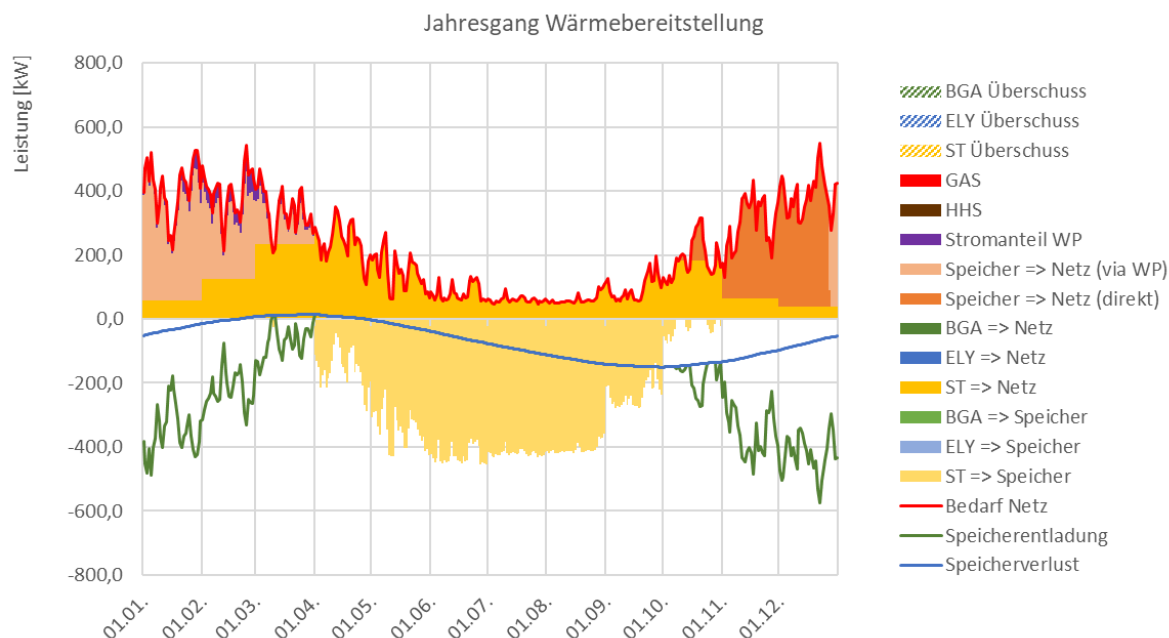


Abb. 45: Jahresgang Stufe 3 (AG 100%)

### Endenergie- und Treibhausgasbilanz

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

	Endenergie	Emissionsfaktor	THG-Emissionen
Wärme Solarthermie	2.475 MWh/a	25 g/kWh	61,9 t/a
Biomasse	0 MWh/a 0 sm <sup>3</sup> /a	19 g/kWh	0,0 t/a
Erdgas	0 MWh/a	250 g/kWh	0,0 t/a
Strom (Wärmepumpe)	78 MWh/a	15 g/kWh	1,2 t/a
Strom (Hilfsenergie)	5.132 kWh/a	484 g/kWh	2,5 t/a
Heizwerk	0 kWh/a		
Netz	5.132 kWh/a		
<b>Summe</b>	<b>2.480 MWh/a</b>		<b>65,5 t/a</b>

Tab. 23: Endenergiebedarf und THG-Emissionen Stufe 3 (AG 100%)

Die spezifischen Treibhausgasemissionen der Nahwärmeversorgung betragen 35,7 g/kWh bezogen auf die Nutzwärme. Gegenüber dem laut Bedarfsanalyse festgestellten ortstypischen Brennstoffmix (295 g/kWh) ergibt sich somit ein spezifischer Vermeidungsfaktor von 220 g/kWh.

Durch die kalkulierte Versorgungsvariante können bei einem Anschlussgrad von 100% demnach jährlich **540,5 tCO<sub>2</sub>-äqu. Treibhausgase eingespart** werden.

**In den versorgten Objekten entspricht dies einer Verminderung um ca. 89,2 %.**

**Bezogen auf die gesamte Versorgungszone beträgt die Einsparung ca. 89,2 %.**



Thema: Integriertes Quartierskonzept für das Quartier Elmenhorst

Projekt: T23.02

Bearbeitungsstand: 13.07.2023

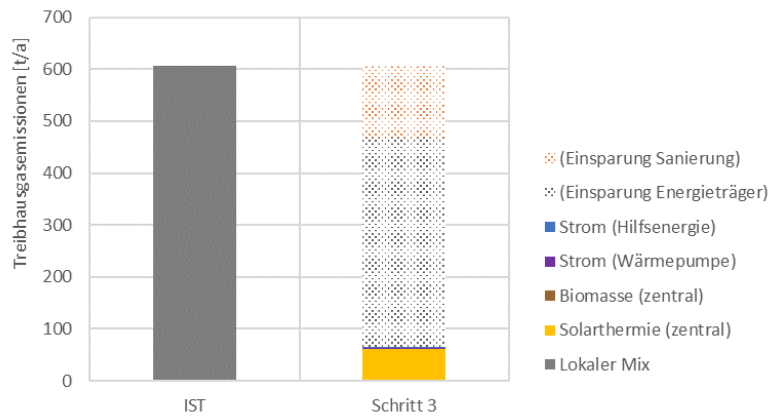


Abb. 46: Treibhausgaseinsparung Stufe 3 (AG 100%)

### 5.3.3 Alternativer Standort Gesamtanlage

Die nachfolgende Darstellung zeigt des Versorgungsgebiets sowie alternative Flächen, die potenziell zur Energiegewinnung infrage kommen. Die Flächen weisen Bebauungsreste (Garagenanlagen) aus vormaliger Nutzung auf, werden derzeit aber nicht genutzt. Die tatsächliche Eignung und Verfügbarkeit dieser Flächen kann zu diesem Zeitpunkt nicht abschließend bewertet werden und wird derzeit geprüft.

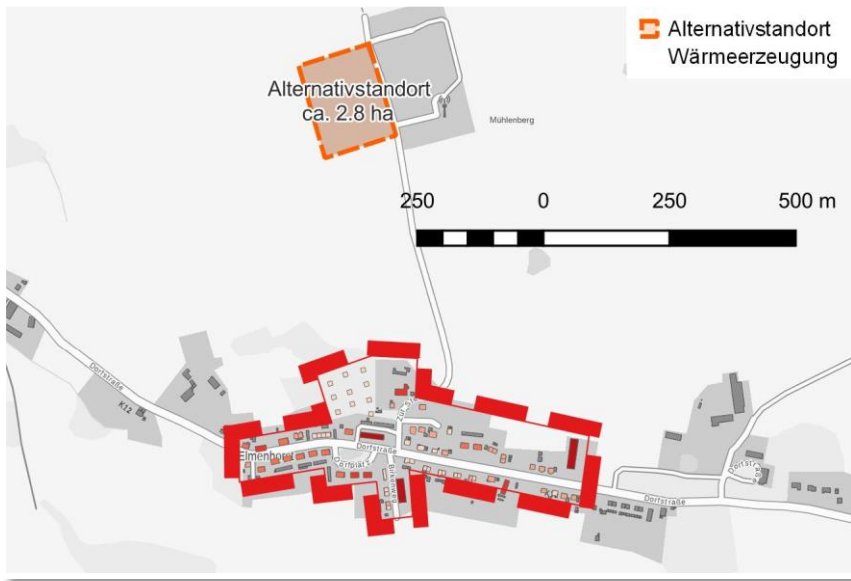


Abb. 47: Alternative Standorte zur Energiegewinnung

## 5.4 Sensitivitätsanalyse

Um die Auswirkungen veränderter Rahmenbedingungen auf das wirtschaftliche Verhalten der konzipierten Versorgungslösung abschätzen zu können, wurde eine Sensitivitätsanalyse der Wärmegegostehungskosten für Stufe 1 durchgeführt. Für die weiteren Ausbaustufen können zu diesem Zeitpunkt keine belastbaren Kosten im Zusammenhang mit dem zeitlichen Horizont der Stufen abgeschätzt werden.

Hierbei wurden folgende Parameter variiert:

- Anschlussgrad
- Förderquote
- Brennstoffkosten

### 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 Wärmegegostehungskosten vom Anschlussgrad stellt sich in der untersuchten biomassebasierten Variante wie folgt dar:

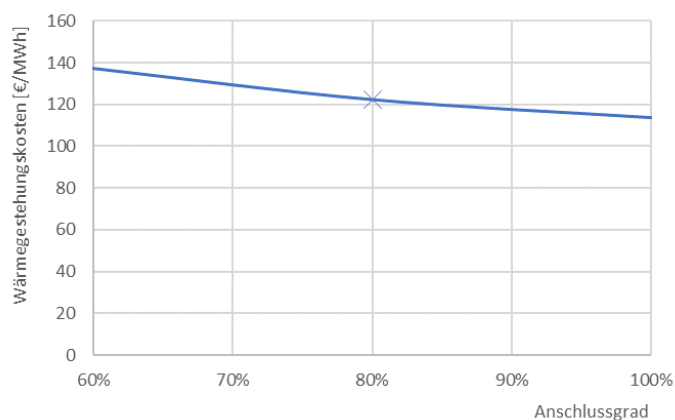


Abb. 48: Sensitivität Anschlussgrad

Wie zu erkennen ist, sinken die Wärmegegostehungskosten 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 Wärmegestellungskosten von der Förderquote stellt sich in der untersuchten Variante wie folgt dar:

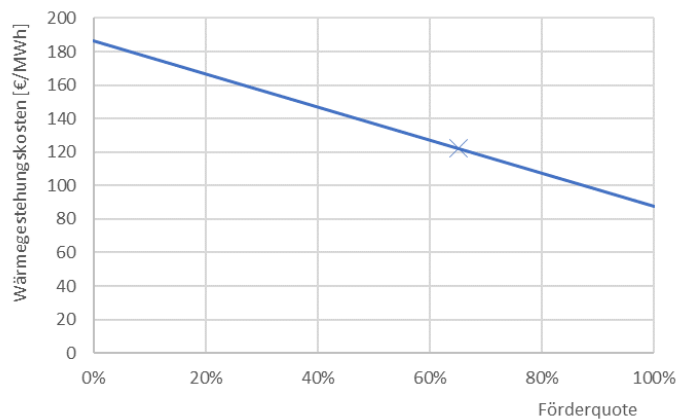


Abb. 49: Sensitivität Förderquote

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

### Sensitivität Brennstoffkosten

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

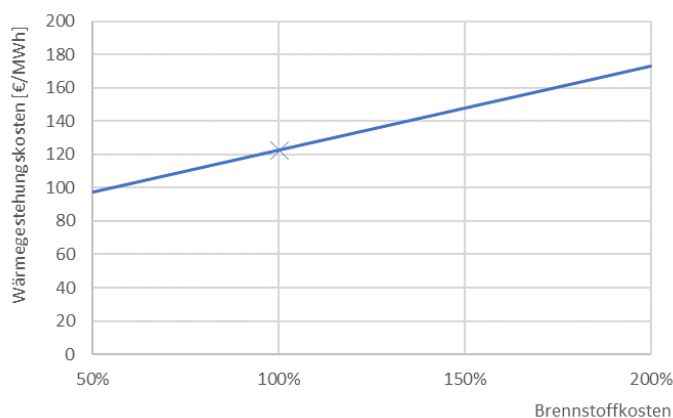


Abb. 50: Sensitivität Brennstoffpreis

## 6 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:

### 6.1 Unternehmensformen

#### 6.1.1 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 Knowhow-Aufbau erforderlich
- Investitionsbedarf seitens der Kommune

#### 6.1.2 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 Knowhows (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 Knowhow-Aufbau erforderlich

### 6.1.3 *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 Knowhow 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

## 6.2 *Betreibermodelle*

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

### 6.2.1 *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 Knowhow 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.

### *6.2.2 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 Knowhow 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.

### *6.2.3 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 Knowhows 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.

## *6.3 Situation vor Ort*

Im Rahmen der angestellten Untersuchungen konnten grundsätzlich sowohl Potenziale als auch geeignete Abnehmerstrukturen für zentrale Versorgungslösungen auf Basis regional verfügbarer erneuerbarer Energieträger identifiziert werden. Von verschiedenen Seiten wurde vor Ort ein Interesse an der Umsetzung bzw. Nutzung entsprechender Möglichkeiten signalisiert.

Seitens der beteiligten Akteure wird jedoch auch ein Vorteil darin gesehen, für den zuverlässigen Betrieb entsprechender Anlagen auf das fundierte Knowhow 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.



## 7 Maßnahmen

### 7.1 Maßnahmenübersicht

POS.	Maßnahme	Investition	THG Einsparungen [ t / Jahr ]	Amortisation
<b>M Maßnahmebereich Mobilität</b>				
M1	Ausbau der Ladeinfrastruktur	-	-	-
M2	Ausbau der Radwege- Infrastruktur	-	-	-
<b>W Maßnahmenbereich: Wärmeversorgung</b>				
W1	Aufbau einer netzgebundenen Wärmeversorgung auf Basis von Biomasse (Holzhackschnitzel) – Stufe 1	ca. 3,4 Mio vor Förderung	bis ca. 426 t/a, ca. 70,3% im versorgten Bereich	langfristig
W2	Ergänzung einer Solarthermie- Freiflächenanlage zur Nahwärmeversorgung – Stufe 2	hoch	bis ca. 487 t/a, ca. 88% im versorgten Bereich durch Stufe 1 und 2 in Summe	langfristig
W3	Vergrößerung Solarthermie- Freiflächenanlage Ergänzung saisonaler Wärmespeicher – Stufe 3	hoch	hoch (bis ca. 540,5 t/a, ca. 89,2 % im versorgten Bereich durch Stufe 1 bis 3 in Summe)	langfristig
<b>A Allgemeine Maßnahmen</b>				
A1	Neutrale Energie- und Fördermittelberatung	-	-	-

## 7.2 Maßnahmen im Detail

### 7.2.1 Mobilität

M1	
Maßnahmenbereich: Mobilität	
Bezeichnung der Maßnahme:	Ausbau der Ladeinfrastruktur
Ziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>Schaffung optimaler Voraussetzungen für die verstärkte Nutzung von Elektromobilität</li> </ul>
Zielgruppe	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bürger, private Haushalte</li> <li>Gewerbe, Handel &amp; Dienstleistungsunternehmen</li> <li>Amts- und Gemeindeeinrichtungen</li> </ul>
Akteure	<ul style="list-style-type: none"> <li>Private Wohnungswirtschaft</li> <li>Energieversorgungsunternehmen</li> <li>Amtsverwaltung, ggf. Sanierungsmanager</li> </ul>
Kurzbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bedarfsgerechter Ausbau der Ladeinfrastruktur im Quartier unter Berücksichtigung zukünftiger Flottenzusammensetzung</li> <li>Verschaffung eines Überblicks der aktuellen Fördermöglichkeiten</li> </ul>
Handlungsschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>Abschätzung des zukünftigen Bedarfs an Ladepunkten nach Art, Kapazität und räumlicher Verteilung</li> <li>Klärung technischer Voraussetzungen, z.B. Stromnetzkapazität</li> <li>Identifikation möglicher und geeigneter Standorte</li> <li>Recherche verfügbarer Fördermöglichkeiten</li> <li>Aufbau und Koordination einer Akteurskooperation</li> <li>Begleitung der Realisierung</li> </ul>
Bearbeitungszeitraum	mittelfristig
Investitionskosten	mittel
Gestehungskosten	-
Amortisation	-
THG - Einsparungen	hoch bei Maßnahmenumsetzung und Inanspruchnahme
Förderung	 <p>Bank aus Verantwortung</p>  <p>Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle</p>

Thema: Integriertes Quartierskonzept für das Quartier Elmenhorst

Projekt: T23.02

Bearbeitungsstand: 13.07.2023

**TRIGENIUS**  
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG

<b>M2</b>	
<b>Maßnahmenbereich: Mobilität</b>	
<b>Bezeichnung der Maßnahme:</b>	
<b>Ausbau der Radwege-Infrastruktur</b>	
Ziel	<ul style="list-style-type: none"><li>Steigerung der Sicherheit und Attraktivität des innerstädtischen Radverkehrs</li></ul>
Zielgruppe	<ul style="list-style-type: none"><li>Bürger, private Haushalte</li></ul>
Akteure	<ul style="list-style-type: none"><li>Amtsverwaltung, ggf. Sanierungsmanager</li><li>Straßenbauverwaltung</li></ul>
Kurzbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"><li>Vernetzung und Ausbau bestehender Radwege</li><li>Schaffung von Fahrradstreifen im Quartier und übergreifend</li></ul>
Handlungsschritte	<ul style="list-style-type: none"><li>Auswertung des Verkehrsflusses</li><li>Identifikation relevanter Routen</li><li>Prüfung maßgeblicher rechtlicher und baulicher Voraussetzungen</li><li>Recherche verfügbarer Fördermöglichkeiten</li><li>Aufbau und Koordination einer Akteurskooperation</li><li>Begleitung der Realisierung</li></ul>
Bearbeitungszeitraum	mittelfristig
Investitionskosten	gering - mittel
Gestehungskosten	-
Amortisation	-
THG - Einsparungen	hoch bei Maßnahmenumsetzung und Inanspruchnahme
Förderung	 Bank aus Verantwortung  Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle

## 7.2.2 Wärmeversorgung

W 1 Maßnahmenbereich: Wärmeversorgung	
Bezeichnung der Maßnahme:	Aufbau einer netzgebundenen Wärmeversorgung auf Basis von Biomasse (Holzhackschnitzel) – Stufe 1
Ziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>Schaffung einer zukunftsfähigen Wärmeversorgungs-Infrastruktur im Quartier</li> <li>Senkung der wärmebezogenen Treibhausgasemissionen</li> </ul>
Zielgruppe	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wohnungswirtschaft</li> <li>Gewerbe, Handel &amp; Dienstleistungsunternehmen</li> <li>Amts- und Gemeindecinrichtungen</li> <li>Bürger, private Haushalte</li> </ul>
Akteure	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wohnungswirtschaft</li> <li>Amtsverwaltung, ggf. Sanierungsmanager</li> <li>Externe Planer und ggf. Energiedienstleister</li> <li>Industrie, lokale Land- und Forstwirtschaft (Brennstoffversorgung)</li> </ul>
Kurzbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planung und Errichtung eines Nahwärmenetzes zur Wärmeversorgung (Heizung, Warmwasser) der Gebäude im Quartier</li> <li>Planung und Errichtung einer Heizzentrale zur Wärmeerzeugung auf Basis von Holzhackschnitzeln aus regionaler Forstwirtschaft und Landschaftspflege sowie Industrie</li> </ul> 
Handlungsschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>Information, Motivation und Koordination möglicher Anschlussnehmer und Akteure</li> <li>Klärung der Fördermittelsituation, Beantragung von Fördermitteln</li> <li>Detaillierte Wärmebedarfsermittlung und Prüfung der Anschlussvoraussetzungen in den Gebäuden</li> <li>Fachplanung Wärmenetz und Erzeugungsanlage</li> <li>Erlangung notwendiger Genehmigungen</li> <li>Klärung des Logistikkonzeptes</li> <li>Entwicklung eines Betriebsmodells</li> <li>Begleitung der Realisierung</li> </ul>
Bearbeitungszeitraum	Beginn kurzfristig, Bearbeitung mittelfristig

Investitionskosten	Hoch (ca. 3,4 Mio vor Förderung)
Gestehungskosten	Ca. 122 €/MWh (netto)
Amortisation	Mittel - langfristig
THG - Einsparungen	hoch (bis ca. 426 t/a, ca. 70,3 % im versorgten Bereich)
Förderung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- BEW: bis 40%</li> <li>- KfFöRL MV: bis ca. 25% (Entwurf)</li> </ul>

W 2 Maßnahmenbereich: Wärmeversorgung	
Bezeichnung der Maßnahme:	Ergänzung einer Solarthermie-Freiflächenanlage zur Nahwärmeversorgung – Stufe 2
Ziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Weitere Senkung der wärmebezogenen Treibhausgasemissionen</li> <li>▪ Reduktion des Brennstoffverbrauchs</li> </ul>
Zielgruppe	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Wohnungswirtschaft</li> <li>▪ Gewerbe, Handel &amp; Dienstleistungsunternehmen</li> <li>▪ Amts- und Gemeindecinrichtungen</li> <li>▪ Bürger, private Haushalte</li> </ul>
Akteure	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Wohnungswirtschaft</li> <li>▪ Amtsverwaltung, ggf. Sanierungsmanager</li> <li>▪ Externe Planer und ggf. Energiedienstleister</li> <li>▪ Industrie, lokale Land- und Forstwirtschaft (Brennstoffversorgung)</li> </ul>
Kurzbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ergänzung einer Solarthermie-Freiflächenanlage zur in Stufe 1 errichteten Nahwärmeversorgung</li> </ul> 
Handlungsschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Information, Motivation und Koordination der Akteure</li> <li>▪ Klärung der Fördermittelsituation, Beantragung von Fördermitteln</li> <li>▪ Prüfung und Identifikation geeigneter Anlagenstandorte</li> <li>▪ Fachplanung Solarthermieanlage und Zuleitung</li> <li>▪ Erlangung notwendiger Genehmigungen</li> <li>▪ Ggf Anpassung des Betriebsmodells</li> <li>▪ Begleitung der Realisierung</li> </ul>
Bearbeitungszeitraum	Mittelfristig (ca.2035)

Investitionskosten	hoch
Gestehungskosten	-
Amortisation	Mittel - langfristig
THG - Einsparungen	hoch (bis ca. 487 t/a, ca. 88 % im versorgten Bereich durch Stufe 1 und 2 in Summe)
Förderung	Abhängig von gültiger Fördermittelkulisse zum Umsetzungszeitpunkt

W 3 Maßnahmenbereich: Wärmeversorgung	
Bezeichnung der Maßnahme:	Vergrößerung Solarthermie-Freiflächenanlage Ergänzung saisonaler Wärmespeicher – Stufe 3
Ziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Weitere Senkung der wärmebezogenen Treibhausgasemissionen</li> <li>▪ Vermeidung des Brennstoffverbrauchs (100% Solarthermie)</li> </ul>
Zielgruppe	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Wohnungswirtschaft</li> <li>▪ Gewerbe, Handel &amp; Dienstleistungsunternehmen</li> <li>▪ Amts- und Gemeindeeinrichtungen</li> <li>▪ Bürger, private Haushalte</li> </ul>
Akteure	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Wohnungswirtschaft</li> <li>▪ Amtsverwaltung, ggf. Sanierungsmanager</li> <li>▪ Externe Planer und ggf. Energiedienstleister</li> <li>▪ Industrie, lokale Land- und Forstwirtschaft (Brennstoffversorgung)</li> </ul>
Kurzbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ausbau der Solarthermie-Freiflächenanlage (Stufe 2)</li> <li>▪ Errichtung eines saisonalen Wärmespeichers</li> </ul> 
Handlungsschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Information, Motivation und Koordination der Akteure</li> <li>▪ Klärung der Fördermittelsituation, Beantragung von Fördermitteln</li> <li>▪ Prüfung und Identifikation geeigneter Anlagenstandorte</li> <li>▪ Fachplanung Solarthermieanlage, Wärmespeicher</li> <li>▪ Erlangung notwendiger Genehmigungen</li> <li>▪ Ggf Anpassung des Betriebsmodells</li> <li>▪ Begleitung der Realisierung</li> </ul>

Thema: Integriertes Quartierskonzept für das Quartier Elmenhorst

Projekt: T23.02

Bearbeitungsstand: 13.07.2023

**TRIGENIUS**  
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG

Bearbeitungszeitraum	Langfristig (ca.2040)
Investitionskosten	hoch
Gestehungskosten	-
Amortisation	Mittel - langfristig
THG - Einsparungen	hoch (bis ca. 540,5 t/a, ca. 89,2 % im versorgten Bereich durch Stufe 1 bis 3 in Summe)
Förderung	Abhängig von gültiger Fördermittelkulisse zum Umsetzungszeitpunkt



### 7.2.3 Allgemeine Maßnahmen

A1 Maßnahmenbereich: Allgemeine Maßnahmen	
Bezeichnung der Maßnahme: Neutrale Energie- und Fördermittelberatung	
Ziel	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bereitstellung von Beratungsmöglichkeiten zu Energieeffizienzmaßnahmen sowie Energie- und Klimaschutzförderungen</li> </ul>
Zielgruppe	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bürger, private Haushalte, Wohnungswirtschaft</li> <li>▪ Gewerbe, Handel &amp; Dienstleistungsunternehmen</li> <li>▪ Amts- und Gemeindevertretungen</li> </ul>
Akteure	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ AG Daseinsvorsorge</li> <li>▪ Gemeindevertretungen</li> <li>▪ Amtsverwaltung, ggf. Klimaschutzmanager</li> </ul>
Kurzbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verschaffung eines Überblicks der aktuellen Fördermöglichkeiten</li> <li>▪ Gebäudebezogene Energieberatung der Verbraucherzentrale MV (kostenlos)</li> </ul>
Handlungsschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verlinkung der Amtshomepage mit neutralen Beratungsplattformen auf Bundes- und Landesebene  <a href="https://www.foerderung-leea-mv.de/foerderung/">https://www.foerderung-leea-mv.de/foerderung/</a></li> <li>▪ Landesförderinstitut MV (Förderfinder)  <a href="https://www.lfi-mv.de/foerderfinder/">https://www.lfi-mv.de/foerderfinder/</a></li> <li>▪ Effizienzförderung für Unternehmen in MV  <a href="https://www.mv-effizient.de">https://www.mv-effizient.de</a></li> <li>▪ KfW – Förderbank des Bundes  <a href="https://www.kfw.de/kfw.de.html">https://www.kfw.de/kfw.de.html</a></li> <li>▪ Förderungen des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle  <a href="https://www.bafa.de/DE/Home/home_node.html">https://www.bafa.de/DE/Home/home_node.html</a>  <a href="https://www.verbraucherzentrale-energieberatung.de">https://www.verbraucherzentrale-energieberatung.de</a>  <a href="https://www.verbraucherzentrale-mv.eu">https://www.verbraucherzentrale-mv.eu</a></li> <li>▪ Aufbau einer Kooperation mit der AG Daseinsvorsorge und Verbraucherzentrale MV</li> <li>▪ Schaffung regelmäßige Beratungsangebote auf regionaler Ebene</li> <li>▪ Einbeziehung regionaler Handwerksbetriebe</li> </ul>
Bearbeitungszeitraum	Die Maßnahme sollte kurzfristig angegangen werden und als Dienstleistung verstetigt werden
Investitionskosten	nicht investiv
Gestehungskosten	-
Amortisation	-
THG - Einsparungen	mittel / hoch bei Maßnahmenumsetzung



## 8 Sonstiges

### **Controlling-Konzept**

Die Rückkopplung erreichter Ziele über festgelegte Indikatoren ist eine wichtige Methode zur Wahrung einer nachhaltigen Entwicklung in der Kommune. Der Prozess beginnt mit der Erarbeitung von Maßnahmen und den dazugehörigen Planungsprozessen, wie im Quartierskonzept geschehen. Nach einer Entscheidungsphase wird ein Beschluss zur Durchführung eines Projektes / einer Maßnahme gefasst. Anschließend wird das Projekt realisiert und während der Realisierungsphase begleitet. Zeitpläne werden überprüft und Planungsprozesse ggf. angepasst. Nach der Fertigstellung eines Projektes soll die Bewertung der Maßnahme erfolgen und deren Effekte auf den Klimaschutz beurteilt werden. Mit dieser Erkenntnis sollen dann zukünftige Planungen angepasst und verbessert werden.

Die Nutzung von etablierten online Bilanzierungs- oder Benchmark-Instrumenten stellt hierbei ebenfalls ein gutes Instrument des Controllings dar. Insbesondere mit der Einführung eines langfristigen städtischen- und amtsübergreifenden Klimaschutzmanagements und einem gezielten Monitoring kann sichergestellt werden, dass die langfristigen Ziele erreicht werden.

Folgende konkrete Schritte sollten diesbezüglich in Angriff genommen werden:

- Festlegung eines Controllingbeauftragten (optimalerweise Sanierungsmanager)
- Festlegung konkreter Datenformate und Datenquelle für die regelmäßigen Erhebungen und Sachstandsprüfungen
- Regelmäßige Überprüfung der Zeitpläne und ggf. Anpassung der Planungsabläufe
- Festlegung konkreter jährlicher Meldefristen und Meldekettten von den datenhaltenden Stellen zum Controllingbeauftragten.

**Beachtung von bestehenden Klimaschutz- Klimaanpassungskonzepten, integrierten Stadtteilentwicklungskonzepten oder wohnungswirtschaftlichen Konzepten bzw. von integrierten Konzepten auf Quartiersebene:**

Das vorliegende Quartierskonzept baut auf der zuvor Erarbeiteten Machbarkeitsstudie auf, die durch die Richtlinie für die Gewährung von Zuwendungen des Landes Mecklenburg-Vorpommern zur regenerativen Energieversorgung für Kommunen im ländlichen Raum (Regenerative

Energieversorgungsförderrichtlinie - RegEnversFöRL M-V) gefördert wurde. Darüberhinausgehende Studien und Konzepte sind bis auf die in Aufstellung befindlichen Bebauungspläne nicht bekannt und wurden für die Erarbeitung des Quartierskonzeptes nicht berücksichtigt.

***Beachtung der baukulturellen Zielstellungen unter besonderer Berücksichtigung von Denkmälern, erhaltenswerter Bausubstanz und Stadtbildqualität:***

Die Ortskerne der untersuchten Ortschaften bestehen z.T. aus historischen, und denkmalgeschützten Gebäuden und erhaltenswerter Bausubstanz. Mit der Fokussierung der energetischen Quartiersentwicklung auf die Etablierung einer regenerativ versorgten, netzgebundenen Wärmeversorgung soll der Erhaltung des Dorfbildes Rechnung getragen werden. Ein Nahwärmenetz bietet jedem angeschlossenen Gebäude die Möglichkeit, einen Energieträgerwechsel hin zu einem regenerativen Energieträger zu vollziehen und damit den Primärenergiefaktor abzusenken. Darüberhinausgehende Wärmedämmmaßnahmen an den Gebäuden können sich dadurch auf ein sinnvolles Maß begrenzt werden.

***Bestandsaufnahme von Grünflächen, Retentionsflächen, Beachtung von naturschutzfachlichen Zielstellungen und der vorhandenen natürlichen Kühlungsfunktion der Böden***

Die Gemeinde befindet sich im ländlichen Raum an der Ostseeküste des Bundeslandes Mecklenburg-Vorpommern. Mit einer Einwohnerdichte von 35 Einwohnern /m<sup>2</sup> ist die Region sehr dünn besiedelt, Ortschaften sind mit privaten und öffentlichen Grünflächen durchzogen. Es gibt neben Naturschutz- und Landschaftsschutzgebieten auch zahlreiche geschützte Biotop sowie Europäische Schutzgebiete wie z.B. Natura 2000 Gebiete

***Bezugnahme auf Klimaschutzziele der Bundesregierung und energetische Zielsetzungen auf kommunaler Ebene***

Die abgebildeten Maßnahmen im Quartierskonzept ermöglichen insbesondere im Bereich der Wärmeversorgung eine von der Bundesregierung angestrebte Klimaneutralität im Gebäudesektor bis 2045. Dies gilt für die an das potenziellen Wärmenetz angeschlossenen Gebäude.

Durch Aufklärungskampagnen und Beratungsleistungen des Sanierungsmanagements sollen zudem Alternativen für Hauseigentümer aufgezeigt werden, die nicht an das Wärmenetz angeschlossen werden können

***Analyse möglicher Umsetzungshemmnisse und deren Überwindungsmöglichkeiten***

Die Etablierung eines Wärmenetzes ist ein langwieriger Prozess. Im Rahmen von Öffentlichkeitsarbeit muss ein Bewusstsein für diese technische Lösung und die mit ihren verbundenen Vorteilen in der Bevölkerung geschaffen werden. Zentrales Element hierfür soll das projektbegleitende Sanierungsmanagement in den Kommunen sein. Neben individueller Beratung der potenziellen Anschlussnehmer sollen mit Hilfe öffentlicher Veranstaltungen die Vorteile klar aufgeführt werden.

Thema: Integriertes Quartierskonzept für das Quartier Elmenhorst

Projekt: T23.02

Bearbeitungsstand: 13.07.2023

TRIGENIUS  
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG

Als Hemmnisse wurden die folgenden identifiziert:

Hohe Dichte an Medienleitungen im Straßenverlauf

Lösungsansatz:

- Prüfen von alternativen Trassenverläufen
- Nutzung von flexiblen

Schlechte Verfügbarkeit von Bauteilen

- Vorzeitige Abfrage zu Lieferengpässen bestimmter Materialien/ Baustoffe
- Frühzeitige Prüfung alternativer Planungsvarianten

Schlechte Verfügbarkeit von Fachfirmen zur Umsetzung

- Frühzeitige Kontaktierung/ Einbindung potenzieller Fachbetriebe für die Umsetzung der Maßnahmen

Geringe Anschlussdichte bei der Umsetzung der Nahwärmekonzepte

- Frühzeitige und kontinuierliche Kommunikation mit den Einwohnern.
- Beantragung eines Sanierungsmanagements als Planungsbegleitende Unterstützung bei der Entwicklung des Projektes

Wechselnde politisch rechtliche Rahmenbedingungen

- Austausch mit Fachverbänden und Innungen zu sich ändernden rechtlichen und politischen Rahmenbedingungen

## 9 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
- Solarthermie-Freiflächenanlagen in Wärmenetzen
- Energetische Gebäudesanierung
- Eventuell Einbindung von Stromüberschüssen in die Wärmeversorgung

Als rein gebäudespezifische Maßnahmen liegen sowohl die Aufdach-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 Fernwärmeversorgung auf Basis von Solarthermie und energetischer Biomassenutzung kommt insbesondere im unmittelbaren Bereich des Quartiers Elmenhorst in Betracht. In Hinblick auf die geplante Entwicklung eines grünen Quartiers kann der Aufbau eines multivalenten Wärmenetzes mit Saisonspeicher eine interessante Option sein.

Von besonderer Bedeutung für die weitere Entwicklung wird in diesem Zusammenhang die Klärung möglicher Schnittstellen zu lokalen Akteuren (z.B. Wohnungsgenossenschaften) sowie die Berücksichtigung naturschutzrechtlicher Belange in Hinblick auf eine Querung der Radegast sein.

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:

## 9.1 Planung und Realisierung biomassebasierte Nahwärme

Für die beschriebenen Versorgungsbereiche in der Ortslage Elmenhorst wird die Umsetzung einer netzgebundenen Wärmeversorgung empfohlen. Hierfür wurden verschiedene Konzeptansätze vorgeschlagen und verglichen.

Bei der Wahl eines präferierten Ansatzes (Einbindung von Solarthermie, mit oder ohne Saisonspeicher) sollten folgende Aspekte in der Abwägung berücksichtigt werden:

- Treibhausgaseinsparung
- Wärmegestehungskosten
- Finanzierbarkeit
- Realisierbarkeit von Schnittstellen
- Flächenbedarf- und Verfügbarkeit
- Umsetzungshorizont
- Entwicklungsperspektive weiterer Projekte (PV-Freifläche, Grünes Quartier)

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.

Empfehlenswert erscheint für die konkrete Vorbereitung entsprechender Maßnahmen die nach KfW-Programm 432 zu 75% förderfähige Vorgehensweise zum Sanierungsmanagement. Hierbei werden durch einen Sanierungsmanager die erforderlichen Aufgaben hinsichtlich Projektentwicklung und Koordination übernommen werden.

Zur Umsetzung der genannten Vorhaben sind unter anderem folgende Arbeitsschritte erforderlich

- Identifikation und Koordination möglicher Projektbeteiligter
- Unterstützung bei der 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.

## 9.2 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 (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.

## 9.3 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



## 9.4 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. Beispielfhaft 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>

## 9.5 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 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/>
- DENA 01** Biomethan in der Wärmewende  
Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)  
Chausseestraße 128 a, 10115 Berlin  
2018
- 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

Thema: Integriertes Quartierskonzept für das Quartier Elmenhorst

Projekt: T23.02

Bearbeitungsstand: 13.07.2023

TRIGENIUS  
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR)  
OT Gülzow, Hofplatz 1, 18276 Gülzow-Prüzen

FNR 05 Leitfaden Biogas – Von der Gewinnung zur Nutzung  
Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR)  
OT Gülzow, Hofplatz 1, 18276 Gülzow-Prüzen

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  
Hrsg.: 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: 30.06.2021  
Statistisches Amt Mecklenburg-Vorpommern  
Lübecker Str. 287, 19059 Schwerin

LAiV 09 Statistischer Bericht  
Bestand an Wohngebäuden und Wohnungen (Fortschreibung) in Mecklenburg-Vorpommern  
Stand: 2020  
Statistisches Amt Mecklenburg-Vorpommern

Thema: Integriertes Quartierskonzept für das Quartier Elmenhorst

Projekt: T23.02

Bearbeitungsstand: 13.07.2023

Lübecker Str. 287, 19059 Schwerin

LAiV 10	Statistischer Bericht Bodenfläche nach Art der tatsächlichen Nutzung in Mecklenburg-Vorpommern Stand:2020 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: <a href="https://bplan.geodaten-mv.de/">https://bplan.geodaten-mv.de/</a>
LUNG 01	WMS Regionale Raumentwicklungsprogramme (MV RREP) Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie M-V Goldberger Straße 12b, 18273 Güstrow URL des WMS-Dienstes: <a href="https://www.umweltkarten.mv-regierung.de/script/mv_ax_rrep_wms.php?">https://www.umweltkarten.mv-regierung.de/script/mv_ax_rrep_wms.php?</a>
LUNG 02	WMS Schutzgebiete (MV Schutzgebiete) Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie M-V Goldberger Straße 12b, 18273 Güstrow URL des WMS-Dienstes: <a href="https://www.umweltkarten.mv-regierung.de/script/mv_a2_schutzgeb_wms.php?">https://www.umweltkarten.mv-regierung.de/script/mv_a2_schutzgeb_wms.php?</a>
LUNG 03	WMS Biotope (MV Biotope) Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie M-V Goldberger Straße 12b, 18273 Güstrow URL des WMS-Dienstes: <a href="https://www.umweltkarten.mv-regierung.de/script/mv_a2_biotope_wms.php?">https://www.umweltkarten.mv-regierung.de/script/mv_a2_biotope_wms.php?</a>
LUNG 04	WMS MV Erdwärmeauskunft Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie M-V Goldberger Straße 12b, 18273 Güstrow URL des WMS-Dienstes: <a href="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?</a>
NDR 01	Der erste Erdbeckenspeicher Deutschlands wird in SH gebaut Meldung des NDR vom 01.09.2022 <a href="https://www.ndr.de/nachrichten/info/Der-erste-Erdbeckenspeicher-Deutschlands-wird-in-SH-gebaut,erdbeckenspeicher100.html">https://www.ndr.de/nachrichten/info/Der-erste-Erdbeckenspeicher-Deutschlands-wird-in-SH-gebaut,erdbeckenspeicher100.html</a> Norddeutscher Rundfunk Anstalt des öffentlichen Rechts Rothenbaumchaussee 132, 20149 Hamburg
PVGIS	PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM Zugang via: <a href="https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/de/">https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/de/</a> © European Union, 1995-2022
RECK 01	Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik 73. Auflage Prof. Dr. Ing. Ernst-Rudolf Schramek (Hrsg.) © 2007 Oldenbourg Industrieverlag
RPV WM 01	Regionales Raumentwicklungsprogramm Westmecklenburg

Thema: Integriertes Quartierskonzept für das Quartier Elmenhorst

Projekt: T23.02

Bearbeitungsstand: 13.07.2023

TRIGENIUS  
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG

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 02 Solites  
Steinbeis Forschungsinstitut für solare und zukunftsfähige thermische Energiesysteme  
Meitnerstr. 8, D – 70563 Stuttgart  
<https://www.scfw.de/>

WIKI 01 Übersicht zu Energiebedarf verschiedener Baustandards  
<https://de.wikipedia.org/wiki/Energiestandard#Deutschland>  
Abgerufen: 02/2022

WIP 01 Nachhaltige Wärmenutzung von Biogasanlagen  
Dominik Rutz  
© 2012, WIP Renewable Energies, München, Deutschland

Thema: Integriertes Quartierskonzept für das Quartier Elmenhorst

Projekt: T23.02

Bearbeitungsstand: 14.06.2023

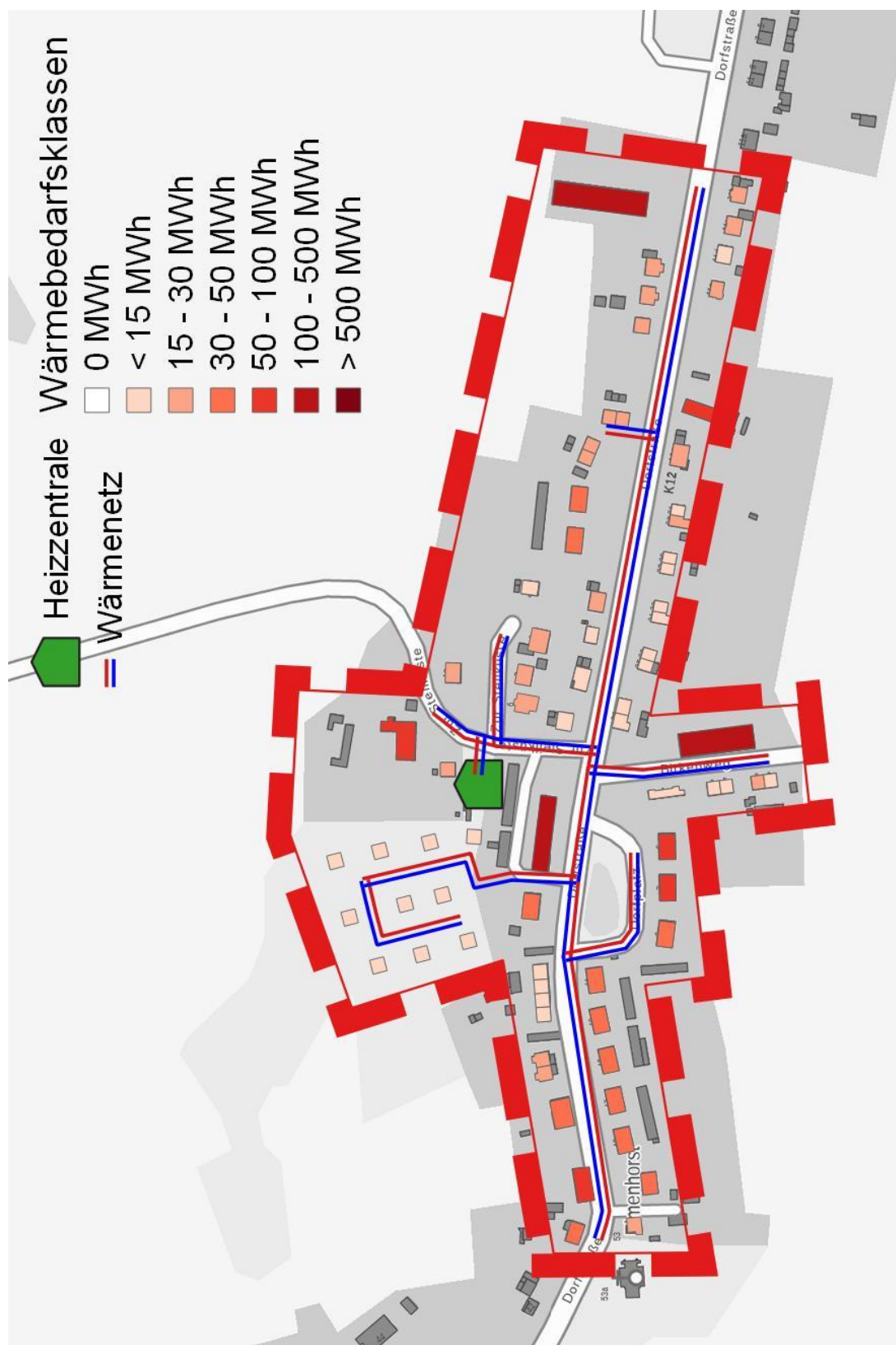
TRIGENIUS  
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG

## Anhang 1

---

### *Karten*

Bearbeitungsstand: 14.06.2023



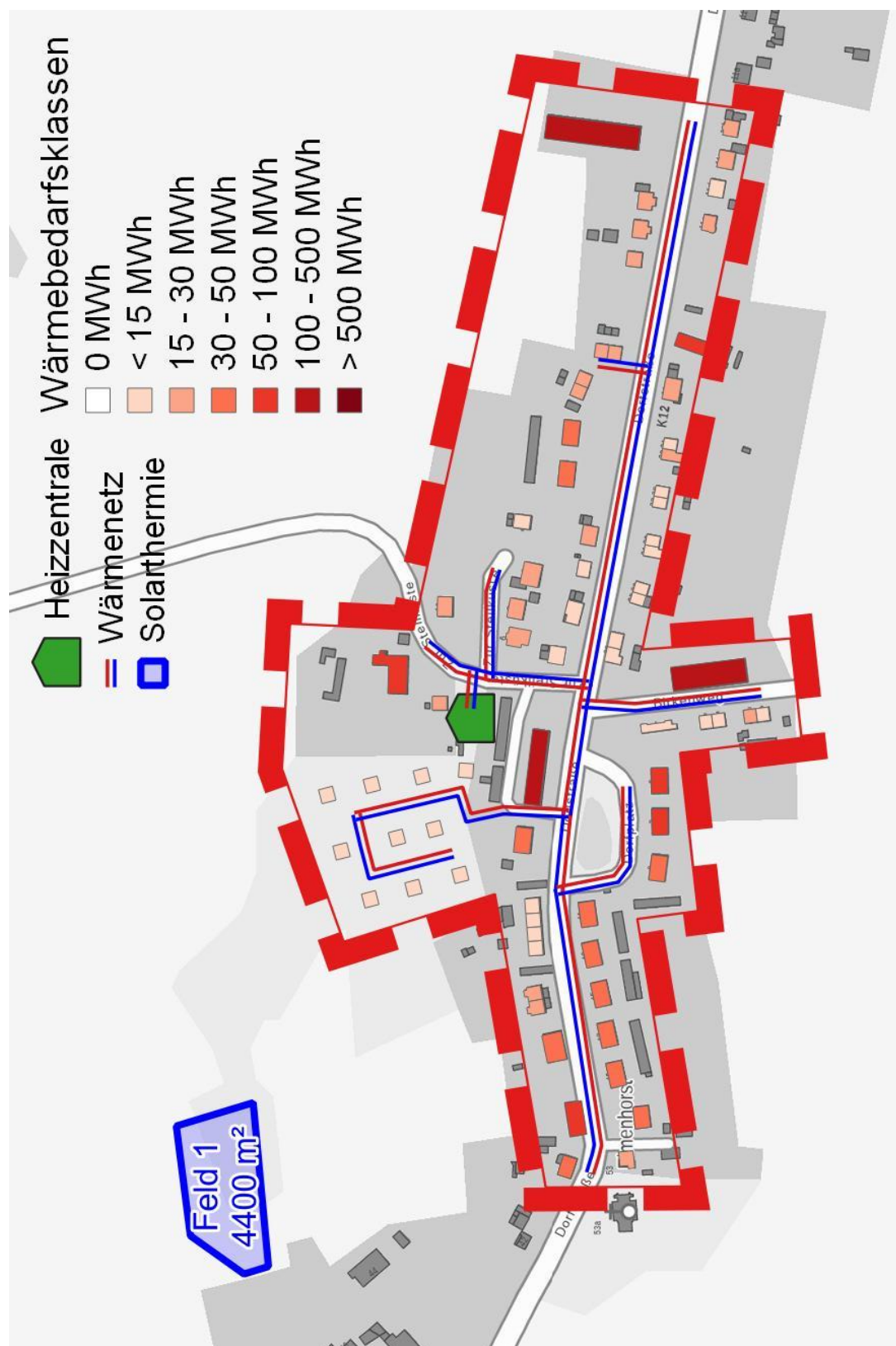


Thema: Integriertes Quartierskonzept für das Quartier Elmenhorst

Projekt: T23.02

Bearbeitungsstand: 14.06.2023

TRIGENIUS  
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG

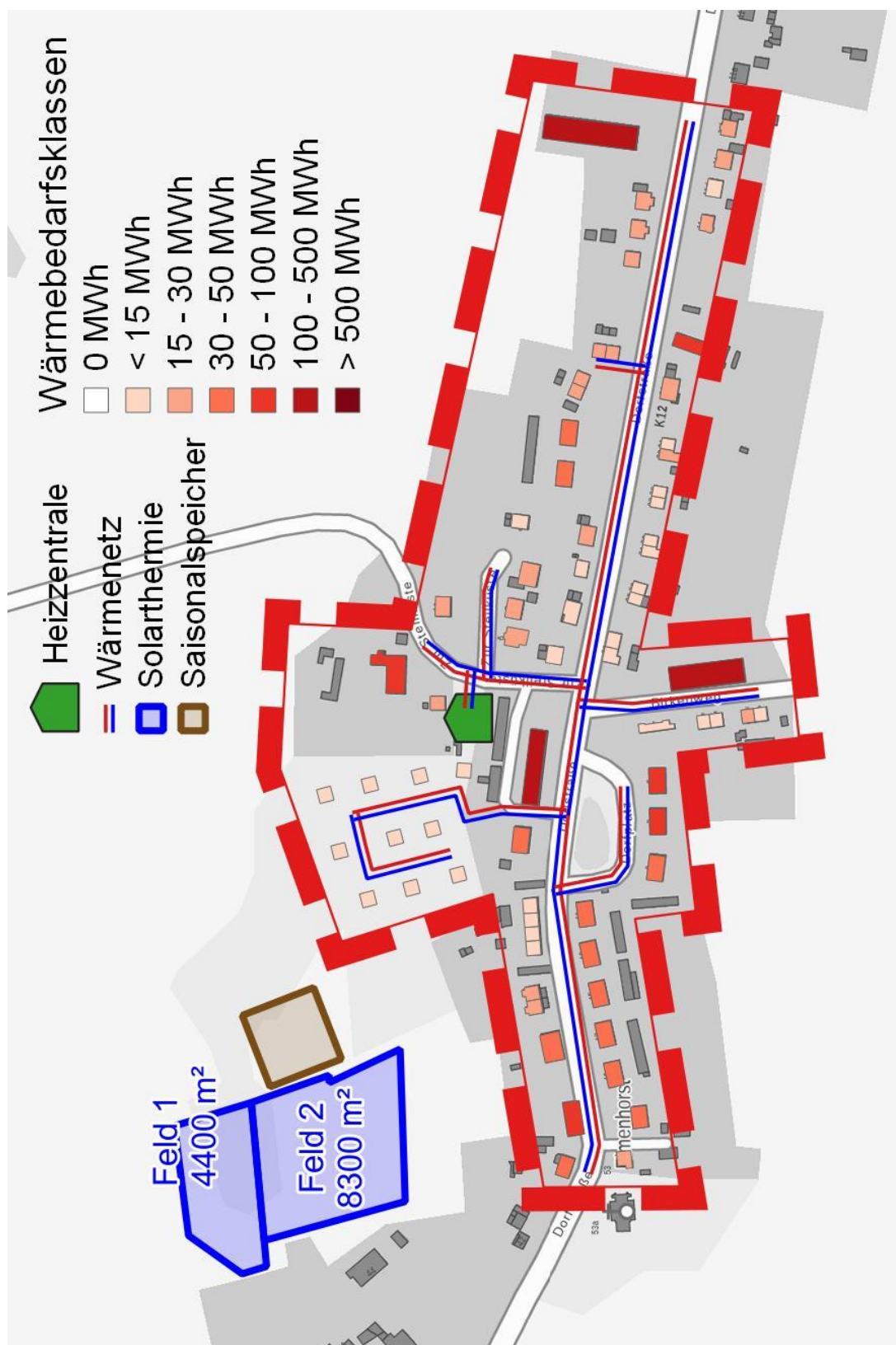


Thema: Integriertes Quartierskonzept für das Quartier Elmenhorst

Projekt: T23.02

Bearbeitungsstand: 14.06.2023

TRIGENIUS  
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG



Thema: Integriertes Quartierskonzept für das Quartier Kalkhorst

Projekt: T23.04

Bearbeitungsstand: 14.06.2023

TRIGENIUS  
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG

## Anhang 2

---

### *Kalkulation Ausbaustufe 1-3*

## Zusammenfassung

### Solarthermie

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

<b>Pufferspeicher</b>	[m <sup>3</sup> ]	24,6
-----------------------	-------------------	------

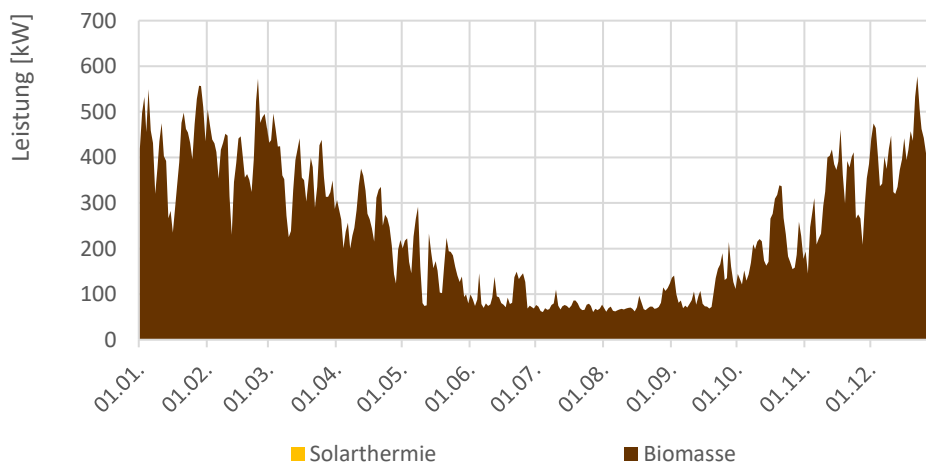
### Wärmeerzeugung

	Leistung [kW]		Wärme [MWh/a]		Auslastung [h/a]
Bedarf frei Netz	814	100%	2.116	99%	
Speicherverluste	2	0%	16	1%	
Summe Bedarf	816	100%	2.132	100%	
Summe Erzeugung	820	100%	2.132	100%	
Solarthermie	---		0	0%	---
Biomassekessel	820	100%	2.132	100%	2.600
Gaskessel	0	0%	0	0%	0

### Endenergiebedarf

	Biomasse	Erdgas	Summe
Endenergieaufkommen [MWh/a]			
Endenergieeinsatz [MWh/a] (% des Aufkommens)	2.508,3	0,0	2.508,3
Strombedarf (WP / Hilfe.) [MWh/a]	21,3	0,0	21,3

Jahresgang Wärmeerzeugung



## Zusammenfassung Wärmenetz

### Netzstruktur

Abnehmer	51
Netzlänge	2.434 trm
Wärmebelegung	780 kWh/(trm*a)

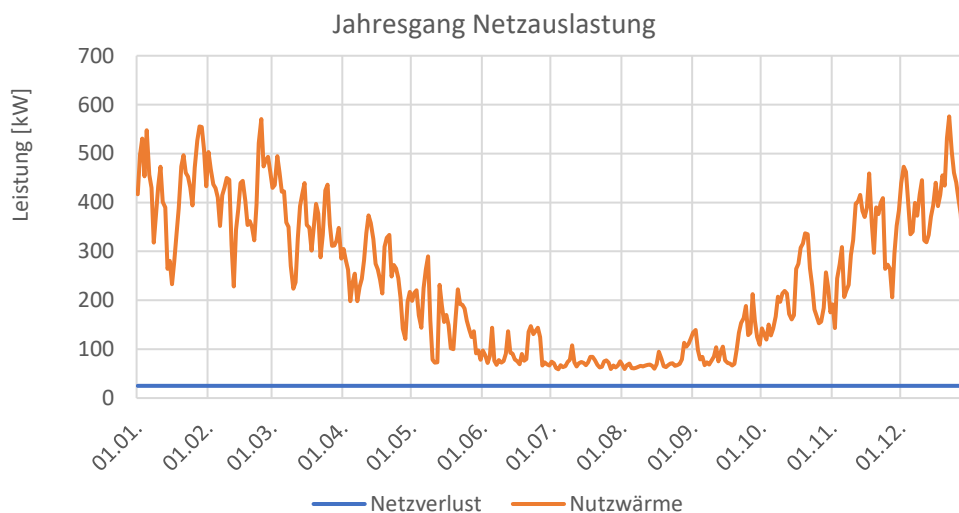
### Wärmebilanz

	Leistung [kW]	Wärme [MWh/a]	
Summe Abnehmer	969,1	1.897,3	89,7%
Gleichzeitigkeit	0,81	---	
Netzverlust	25,0	218,6	10,3%
Netzeingang	814,3	2.115,9	100,0%

Pumpe (Hilfsenergie)	4,7	2.116 kWh/a
----------------------	-----	-------------

### Leitungsbemessung

	Hauptl.	Anschlussl.	Gesamt
Länge	1.414 trm	1.020 trm	2.434 trm
Nennweite (mittel)	DN 65	DN 20	DN 40
Nennweite (max)			DN 80



## Zusammenfassung

### Solarthermie

Kollektorfläche (brutto)	[m <sup>2</sup> ]	1.800
Grundstücksfläche	[m <sup>2</sup> ]	4.390

<b>Pufferspeicher</b>	[m <sup>3</sup> ]	80
-----------------------	-------------------	----

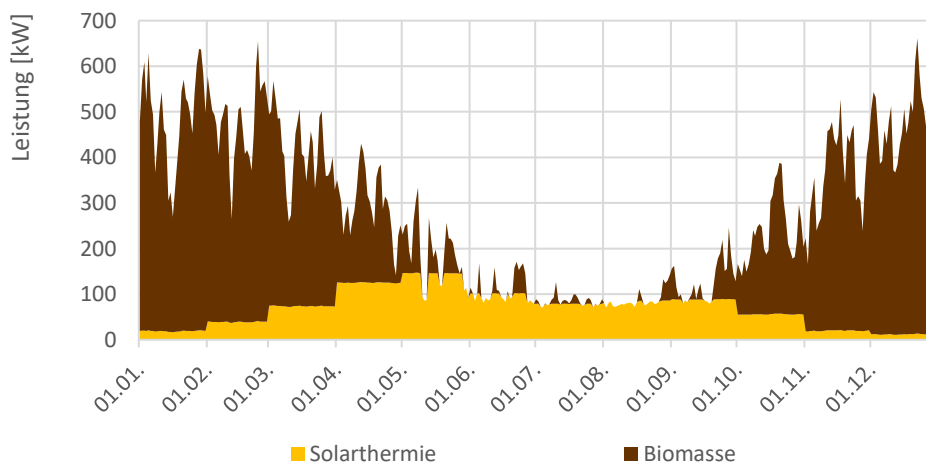
### Wärmeerzeugung

	Leistung [kW]		Wärme [MWh/a]		Auslastung [h/a]
Bedarf frei Netz	840	100%	2.430	99%	
Speicherverluste	2	0%	15	1%	
Summe Bedarf	841	100%	2.445	100%	
Summe Erzeugung	820	97%	2.445	100%	
Solarthermie	---		598	24%	---
Biomassekessel	820	97%	1.847	76%	2.253
Gaskessel	0	0%	0	0%	0

### Endenergiebedarf

	Biomasse	Erdgas	Summe
Endenergieaufkommen [MWh/a]			
Endenergieeinsatz [MWh/a] (% des Aufkommens)	2.173,4	0,0	2.173,4
Strombedarf (WP / Hilfe.) [MWh/a]	18,5	0,0	18,5

Jahresgang Wärmeerzeugung



## Zusammenfassung Wärmenetz

### Netzstruktur

Abnehmer	74
Netzlänge	2.923 trm
Wärmebelegung	742 kWh/(trm*a)

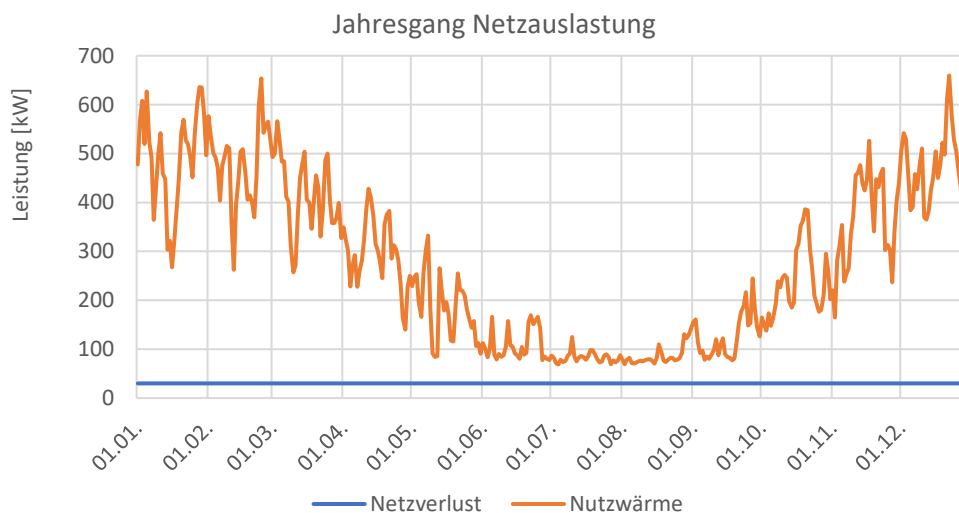
### Wärmebilanz

	Leistung [kW]	Wärme [MWh/a]	
Summe Abnehmer	1.107,2	2.168,0	89,2%
Gleichzeitigkeit	0,73	---	
Netzverlust	30,0	262,5	10,8%
Netzeingang	839,7	2.430,5	100,0%

Pumpe (Hilfsenergie)	4,8	2.995 kWh/a
----------------------	-----	-------------

### Leitungsbemessung

	Hauptl.	Anschlussl.	Gesamt
Länge	1.443 trm	1.480 trm	2.923 trm
Nennweite (mittel)	DN 65	DN 20	DN 40
Nennweite (max)			DN 80





## Zusammenfassung

### Saisonspeicher

Grundfläche	[m²]	2.304
Volumen	[m³]	11.760

<b>Pufferspeicher</b>	[m³]	80
-----------------------	------	----

### Wärmepumpe

Therm. Leistung	[kW]	470
Vollbetriebsstunden	[h/a]	1.182
JAZ	[ - ]	8

### Solarthermie

Kollektorfläche (brutto)	[m²]	5.200
Grundstücksfläche	[m²]	12.683

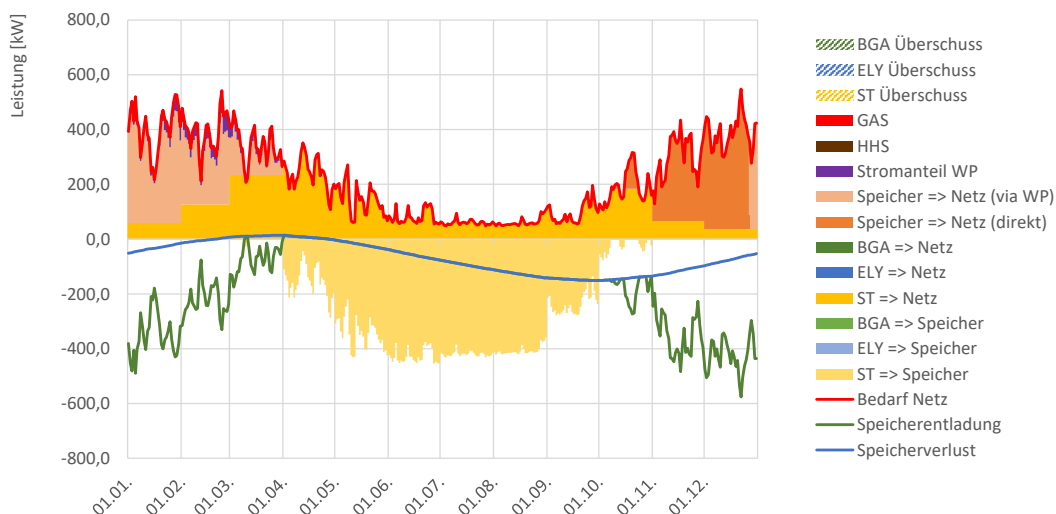
### Wärmeerzeugung

	Nutzung				Überschuss		
	Leistung [kW]		Wärme [MWh/a]		Wärme [MWh/a]		Auslastung [h/a]
Bedarf frei Netz	697	100%	1.947	76%			
Speicherverluste	1	0%	605	24%			
dav. Saisonspeicher	---		588				
dav. Pufferspeicher	1		18				
Summe Bedarf	698	100%	2.553	100%			
Summe Erzeugung	820	118%	2.547	100%			
Solarthermie	---		2.475	97%	0	0%	---
Elektrolyse	0	0%	0	0%	0	0%	0
Biogas (Bestand)	---		0	0%	0	0%	---
Stromanteil WP	---		72	3%			---
Biomassekessel	820	118%	0	0%			0
Gaskessel	0	0%	0	0%			0

### Endenergiebedarf

	Abwärme ELY	Abwärme BG	Biomasse	Erdgas	WP-Strom	Summe
Endenergieaufkommen [MWh/a]	0,0	0,0				
Endenergieeinsatz [MWh/a]	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
(% des Aufkommens)						
Strombedarf (WP / Hilfe.) [MWh/a]			0,0	0,0	72,0	72,0

Jahresgang Wärmebereitstellung



## Zusammenfassung Wärmenetz

### Netzstruktur

Abnehmer	74
Netzlänge	2.923 trm
Wärmebelegung	628 kWh/(trm*a)

### Wärmebilanz

	Leistung [kW]	Wärme [MWh/a]	
Summe Abnehmer	937,0	1.835,1	94,2%
Gleichzeitigkeit	0,73	---	
Netzverlust	12,8	112,1	5,8%
Netzeingang	696,7	1.947,2	100,0%

Pumpe (Hilfsenergie)	8,2	5.132 kWh/a
----------------------	-----	-------------

### Leitungsbemessung

	Hauptl.	Anschlussl.	Gesamt
Länge	1.443 trm	1.480 trm	2.923 trm
Nennweite (mittel)	DN 80	DN 20	DN 40
Nennweite (max)			DN 100

