

Machbarkeitsstudie zur nachhaltigen Energie - und Wärmeversorgung in der Gemeinde Selmsdorf - Vorstellung und Beratung -

| | |
|---|--|
| <i>Amt Schönberger Land</i> Fachbereich IV <i>Datum</i> 05.05.2022 | <i>Bearbeitung:</i> Stefanie Müller <i>Bearbeiter/in-Telefonnr.:</i> 038828/3301411 |
|---|--|

| <i>Beratungsfolge</i> | <i>Geplante Sitzungstermine</i> | <i>Ö / N</i> |
|--|-------------------------------------|--------------|
| Bau- und Umweltausschuss Selmsdorf der Gemeinde Selmsdorf (Vorberatung) | | Ö |
| Haupt- und Finanzausschuss der Gemeinde Selmsdorf (Vorberatung) | | Ö |
| Gemeindevertretung Selmsdorf (Entscheidung) | | Ö |

Sachverhalt

In der Sitzung der Gemeindevertretung vom 09.07.2020 wurde der Beschluss zur Erarbeitung einer Machbarkeitsstudie über die energetischen Entwicklungsmöglichkeiten gefasst.

Für die Erarbeitung dieser Machbarkeitsstudie wurde das Büro Trigenius GmbH aus Wismar beauftragt. In den letzten Monaten wurde in Zusammenarbeit mit der Amtsverwaltung, den Gewerbetreibenden sowie den Einwohner/-innen die Machbarkeitsstudie erarbeitet.

Die Trigenius GmbH wird im Rahmen der Sitzung die Ergebnisse der Politik präsentieren.

Beschlussvorschlag

Die Gemeindevertretung beschließt die Machbarkeitsstudie zur nachhaltigen Energie und Wärmeversorgung für die Gemeinde Selmsdorf.

Finanzielle Auswirkungen

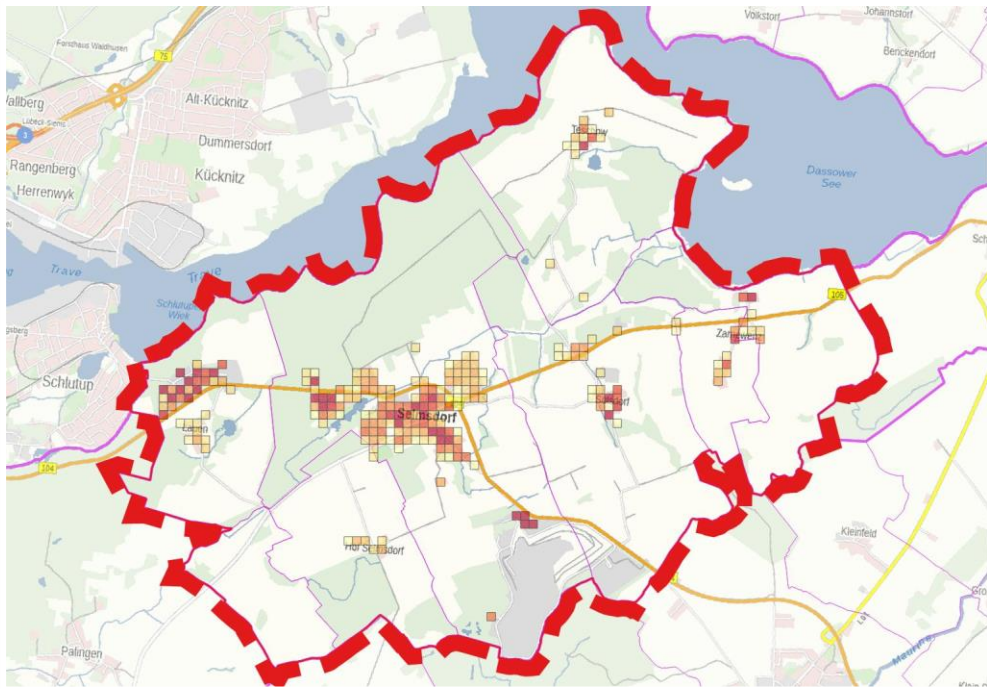
Die Mittel für die Erarbeitung sind im Haushalt 2022 unter dem Produktsachkonto 51102.52920000 bereitgestellt.

Anlage/n

| | |
|---|--|
| 1 | Anlage 1 - Endbericht Energetische Machbarkeitsstudie (öffentlich) |
| 2 | Anlage 2 - Endbericht Energetische Machbarkeitsstudie - Anhänge (öffentlich) |

Machbarkeitsstudie zur nachhaltigen Energie- und Wärmeversorgung

in der Gemeinde Selmsdorf



Auftraggeber:

Gemeinde Selmsdorf
über Amt Schönberger Land
Am Markt 15
23923 Schönberg

Erstellt durch:

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



Bearbeitungsstand: April 2022

gefördert durch:



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

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|-----|---|-----|
| 1 | Hintergrund und Aufgabenstellung..... | 1 |
| 2 | Grundlagenermittlung..... | 2 |
| 2.1 | Kartografische Daten..... | 2 |
| 2.2 | Statistische Daten..... | 3 |
| 2.3 | Auswertung der planerischen Situation..... | 3 |
| 2.4 | Lokale Akteure..... | 3 |
| 3 | Bedarfsanalyse..... | 4 |
| 3.1 | Methodik..... | 4 |
| 3.2 | Ergebnisse..... | 8 |
| 3.3 | Entwicklungsperspektive..... | 15 |
| 4 | Potenzialanalyse..... | 17 |
| 4.1 | Energetische Gebäudesanierung..... | 18 |
| 4.2 | Energetische Biomassenutzung..... | 19 |
| 4.3 | Deponiegas..... | 24 |
| 4.4 | Solar-Aufdachanlagen..... | 26 |
| 4.5 | Umweltwärmenutzung..... | 29 |
| 4.6 | PV-Freiflächen..... | 32 |
| 4.7 | PV-Freiflächen..... | 32 |
| 4.8 | Windenergie..... | 38 |
| 4.9 | Zusammenfassung..... | 41 |
| 5 | Konzeption netzgebundener Wärmeversorgungs-lösungen auf Biomasse-Basis..... | 43 |
| 5.1 | Versorgungsgebiete..... | 43 |
| 5.2 | Funktionale Konzeption..... | 44 |
| 5.3 | Versorgungsgebiet Gewerbegebiet Lauen..... | 54 |
| 5.4 | Versorgungsgebiet Selmsdorf Mitte..... | 61 |
| 5.5 | Versorgungsgebiet Selmsdorf West..... | 67 |
| 5.6 | Logistik..... | 73 |
| 6 | Konzeption kalter Wärmenetze auf Basis oberflächennaher Geothermie..... | 77 |
| 6.1 | Funktionale Konzeption..... | 77 |
| 6.2 | Versorgungsgebiete..... | 79 |
| 6.3 | Versorgungsgebiet „Am Dorfpark“..... | 80 |
| 6.4 | Versorgungsgebiet „Südlich der Kirche – Hinterstraße“..... | 84 |
| 7 | Alternative Versorgungsmodelle..... | 89 |
| 7.1 | Typ-Gebäude..... | 89 |
| 7.2 | Erdgas-Therme..... | 89 |
| 7.3 | Flüssiggas..... | 90 |
| 7.4 | Heizölkessel..... | 90 |
| 7.5 | Solarthermie + Erdgas..... | 91 |
| 7.6 | Holz-Pellets..... | 92 |
| 7.7 | Luft-Wasser-Wärmepumpe..... | 93 |
| 8 | Variantenvergleich und Szenarien..... | 94 |
| 8.1 | Vergleich Versorgungsumfang..... | 94 |
| 8.2 | Vergleich Investitionskosten..... | 95 |
| 8.3 | Vergleich Wärmegestehungskosten..... | 97 |
| 8.4 | Vergleich Treibhausgasemissionen..... | 98 |
| 8.5 | Sensitivitätsanalyse..... | 99 |
| 9 | Fördermittel-Situation..... | 101 |

| | | |
|------|---|-----|
| 9.1 | Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien..... | 102 |
| 9.2 | Energieeffizienz im Gebäudebereich | 104 |
| 9.3 | Energieeffiziente Infrastruktur..... | 107 |
| 9.4 | Quartiersentwicklung | 110 |
| 10 | Betreibermodelle | 111 |
| 10.1 | Unternehmensformen..... | 111 |
| 10.2 | Betreibermodelle | 112 |
| 10.3 | Situation vor Ort..... | 113 |
| 11 | Zusammenfassung und Handlungsempfehlungen..... | 114 |
| 11.1 | Planung und Realisierung biomassebasierte Nahwärme | 115 |
| 11.2 | Regionale und überregionale Vernetzung..... | 116 |
| 11.3 | Lokale Vernetzung..... | 116 |
| 11.4 | Publikation neutraler Energie- und Fördermittelberatungsangebote..... | 117 |
| 11.5 | Schaffung lokaler Beratungsangebote | 117 |
| 11.6 | Regionale und überregionale Vernetzung..... | 117 |
| 12 | Quellerverzeichnis | 118 |

Abbildungsverzeichnis

| | | |
|----------|--|----|
| Abb. 1: | Gebäudeklassifizierung (exemplarisch)..... | 4 |
| Abb. 2: | Nutzfläche nach Sektor und Ortsteil | 8 |
| Abb. 3: | Karte Rückmeldequote Befragung..... | 9 |
| Abb. 4: | Rückmeldequote und Interessenlage nach Ortsteilen | 10 |
| Abb. 5: | Wärmebedarf nach Sektor und Ortsteil..... | 11 |
| Abb. 6: | Karte: Wärmebedarfsdichte | 11 |
| Abb. 7: | Strombedarf nach Sektor und Ortsteil..... | 12 |
| Abb. 8: | Endenergiebedarf nach Ortsteil und Energieträger | 13 |
| Abb. 9: | Treibhausgasemissionen nach Ortsteil und Energieträger..... | 14 |
| Abb. 10: | Mittelfristiges Entwicklungsszenario nach Ortsteil | 15 |
| Abb. 11: | Überblick Zubauszenario | 16 |
| Abb. 12: | Wärme-Einsparpotenzial Gebäudesanierung nach Ortsteil | 18 |
| Abb. 13: | Karte Bodennutzungsarten | 20 |
| Abb. 14: | Energetisches Potenzial Biomasse..... | 22 |
| Abb. 15: | Treibhausgasminderungspotenzial Biomasse | 23 |
| Abb. 16: | Energetisches Potenzial Deponiegas | 24 |
| Abb. 17: | Energetisches Potenzial solarer Aufdachanlagen | 28 |
| Abb. 18: | Treibhausgasminderungspotenzial solarer Aufdachanlagen..... | 28 |
| Abb. 19: | Energetisches Potenzial Umweltwärmenutzung..... | 30 |
| Abb. 20: | Treibhausgasminderungspotenzial Umweltwärmenutzung | 31 |
| Abb. 21: | Karte Flächenkulisse PV-Freiflächenanlagen | 35 |
| Abb. 22: | Energetisches Potenzial PV-Freiflächenanlagen..... | 36 |
| Abb. 23: | THG-Minderungspotenzial PV-Freiflächenanlagen | 37 |
| Abb. 24: | Karte Windeignungsgebiet und Bestandsanlagen (AKTUELLER Entwurf 2021)..... | 38 |
| Abb. 24: | Karte Windeignungsgebiet und Bestandsanlagen (ALTER Entwurf 2018) | 38 |
| Abb. 25: | Energetisches Potenzial Windenergie | 39 |
| Abb. 26: | Treibhausgasminderungspotenzial Windenergie..... | 40 |
| Abb. 27: | Zusammenfassung energetische Potenziale | 42 |
| Abb. 28: | Zusammenfassung Treibhausgasminderungspotenzial | 42 |
| Abb. 29: | Übersicht funktionale Konzeption Nahwärme | 45 |

| | |
|---|-----|
| Abb. 30: Heizhaus (Beispiel) | 45 |
| Abb. 31: Flächenbedarf Biomasseheizwerke | 46 |
| Abb. 32: Raumkonzept Heizzentrale (500 kW Biomasse) | 47 |
| Abb. 33: Raumkonzept Heizwerk (12 MW Biomasse) | 47 |
| Abb. 34: Beispiel Solarthermie-Freifläche | 48 |
| Abb. 35: Solarthermie-Kalkulation mit ScenoCalc (Bsp.) | 49 |
| Abb. 36: Energieflussschema PtX-Abwärme | 50 |
| Abb. 37: Brennstoffanlieferung | 51 |
| Abb. 38: Holz-Hackschnitzelkessel | 52 |
| Abb. 39: Pufferspeicher | 52 |
| Abb. 40: Nahwärmeleitungen | 53 |
| Abb. 41: Wärmeübergabestation | 53 |
| Abb. 42: Karte Versorgungsgebiet Fernwärme Lauen | 54 |
| Abb. 43: Jahresgang Fernwärmeversorgung Lauen (AG 80%) | 56 |
| Abb. 44: Treibhausgaseinsparung Fernwärmeversorgung Lauen (AG 80%) | 57 |
| Abb. 45: Investitionsschätzung und Förderung Fernwärmeversorgung Lauen (AG 80%) | 59 |
| Abb. 46: Wärmegestehungskosten Fernwärmeversorgung Lauen (AG 80%) | 60 |
| Abb. 47: Karte Versorgungsgebiet Fernwärme Selmsdorf M | 61 |
| Abb. 48: Jahresgang Fernwärmeversorgung Selmsdorf M (AG 80%) | 63 |
| Abb. 49: Treibhausgaseinsparung Fernwärmeversorgung Selmsdorf M (AG 80%) | 64 |
| Abb. 50: Investitionsschätzung und Förderung Fernwärmeversorgung Selmsdorf M (AG 80%) | 65 |
| Abb. 51: Wärmegestehungskosten Fernwärmeversorgung Selmsdorf M (AG 80%) | 66 |
| Abb. 52: Karte Versorgungsgebiet Fernwärme Selmsdorf W | 67 |
| Abb. 53: Jahresgang Fernwärmeversorgung Selmsdorf W (AG 80%) | 69 |
| Abb. 54: Treibhausgaseinsparung Fernwärmeversorgung Selmsdorf W (AG 80%) | 70 |
| Abb. 55: Investitionsschätzung und Förderung Fernwärmeversorgung Selmsdorf W (AG 80%) | 71 |
| Abb. 56: Wärmegestehungskosten Fernwärmeversorgung Selmsdorf W (AG 80%) | 72 |
| Abb. 62: Übersicht funktionale Konzeption kalte Nahwärme | 77 |
| Abb. 63: Karte Versorgungsgebiet kalte Nahwärme Selmsdorf „Am Dorfpark“ | 80 |
| Abb. 64: Anteile Energieträger kalte Nahwärme Selmsdorf „Am Dorfpark“ | 81 |
| Abb. 65: Investitionsschätzung und Förderung kalte Nahwärme Selmsdorf „Am Dorfpark“ | 83 |
| Abb. 66: Wärmegestehungskosten kalte Nahwärme Selmsdorf „Am Dorfpark“ | 84 |
| Abb. 67: Karte Versorgungsgebiet kalte Nahwärme Selmsdorf südl. Kirche | 84 |
| Abb. 68: Anteile Energieträger kalte Nahwärme Selmsdorf südl. Kirche | 86 |
| Abb. 69: Investitionsschätzung und Förderung kalte Nahwärme Selmsdorf südl. Kirche | 87 |
| Abb. 70: Wärmegestehungskosten kalte Nahwärme Selmsdorf südl. Kirche | 88 |
| Abb. 71: Versorgungsumfang netzgebundener Anlagen | 94 |
| Abb. 72: Variantenvergleich Energieträgereinsatz | 94 |
| Abb. 73: Variantenvergleich Investitionskosten | 95 |
| Abb. 74: Variantenvergleich spezifische Investitionskosten | 96 |
| Abb. 75: Variantenvergleich Wärmegestehungskosten | 97 |
| Abb. 76: Variantenvergleich Treibhausgasemissionen | 98 |
| Abb. 77: Sensitivität Anschlussgrad | 99 |
| Abb. 78: Sensitivität Förderquote | 100 |
| Abb. 79: Sensitivität Brennstoffpreis | 101 |

Tabellenverzeichnis

| | |
|---|----|
| Tab. 1: Emissionsfaktoren nach GEMIS | 7 |
| Tab. 2: Nutzfläche nach Sektor und Ortsteil..... | 8 |
| Tab. 3: Rückmeldequote und Interessenlage nach Ortsteilen | 9 |
| Tab. 4: Wärmebedarf nach Sektor und Ortsteil..... | 10 |
| Tab. 5: Strombedarf nach Sektor und Ortsteil..... | 12 |
| Tab. 6: Endenergiebedarf der Wärmeversorgung nach Ortsteil und Energieträger | 13 |
| Tab. 7: Treibhausgasemissionen der Wärmeversorgung nach Ortsteil und Energieträger | 14 |
| Tab. 8: Zubaumengen | 15 |
| Tab. 9: Mittelfristiges Entwicklungsszenario – Wärme..... | 16 |
| Tab. 10: Mittelfristiges Entwicklungsszenario – Strom..... | 16 |
| Tab. 11: Wärme-Einsparpotenzial Gebäudesanierung nach Ortsteil und Sektor | 19 |
| Tab. 12: THG-Einsparpotenzial Gebäudesanierung nach Ortsteil..... | 19 |
| Tab. 13: Energetisches Potenzial Biomasse..... | 22 |
| Tab. 14: Treibhausgasminderungspotenzial Biomasse | 23 |
| Tab. 15: Energetisches Potenzial Deponiegas | 24 |
| Tab. 16: Treibhausgasminderungspotenzial Deponiegas..... | 25 |
| Tab. 17: Treibhausgasminderungspotenzial Deponiegas..... | 25 |
| Tab. 18: Energetisches Potenzial solarer Aufdachanlagen nach Ortsteil | 27 |
| Tab. 19: Treibhausgasminderungspotenzial solarer Aufdachanlagen nach Ortsteil | 28 |
| Tab. 20: Energetisches Potenzial Umweltwärmenutzung nach Ortsteil | 30 |
| Tab. 21: Treibhausgasminderungspotenzial Umweltwärmenutzung nach Ortsteil | 31 |
| Tab. 19: Kriterien Flächenkulisse PV-Freiflächen | 35 |
| Tab. 23: Energetisches Potenzial PV-Freiflächenanlagen..... | 36 |
| Tab. 24: THG-Minderungspotenzial PV-Freiflächenanlagen | 37 |
| Tab. 25: Energetisches Potenzial Windenergie | 39 |
| Tab. 26: Treibhausgasminderungspotenzial Windenergie..... | 40 |
| Tab. 27: Zusammenfassung energetische Potenziale | 41 |
| Tab. 28: Zusammenfassung Treibhausgasminderungspotenzial | 42 |
| Tab. 29: Kenngrößen Versorgungsgebiete Nahwärme..... | 43 |
| Tab. 30: Energie- und Stoffbilanz PtX-Abwärmenutzung..... | 50 |
| Tab. 31: Wärmebilanz Fernwärmeversorgung Lauen (AG 80%)..... | 56 |
| Tab. 32: Endenergiebedarf und THG-Emissionen Fernwärmeversorgung Lauen (AG 80%)..... | 57 |
| Tab. 33: Investitionsschätzung und Förderung Fernwärmeversorgung Lauen (AG 80%)..... | 58 |
| Tab. 34: Wärmegegestehungskosten Fernwärmeversorgung Lauen (AG 80%)..... | 60 |
| Tab. 35: Wärmebilanz Fernwärmeversorgung Selmsdorf M (AG 80%)..... | 62 |
| Tab. 36: Endenergiebedarf und THG-Emissionen Fernwärmeversorgung Selmsdorf M (AG 80%) | 63 |
| Tab. 37: Investitionsschätzung und Förderung Fernwärmeversorgung Selmsdorf M (AG 80%) | 65 |
| Tab. 38: Wärmegegestehungskosten Fernwärmeversorgung Selmsdorf M (AG 80%)..... | 66 |
| Tab. 39: Wärmebilanz Fernwärmeversorgung Selmsdorf W (AG 80%) | 68 |
| Tab. 40: Endenergiebedarf und THG-Emissionen Fernwärmeversorgung Selmsdorf W (AG 80%) | 69 |
| Tab. 41: Investitionsschätzung und Förderung Fernwärmeversorgung Selmsdorf W (AG 80%) | 71 |
| Tab. 42: Wärmegegestehungskosten Fernwärmeversorgung Selmsdorf W (AG 80%) | 72 |
| Tab. 47: Kenngrößen Versorgungsgebiete Kalte Nahwärme | 79 |
| Tab. 48: Energiebilanz kalte Nahwärme Selmsdorf „Am Dorfpark“ | 81 |
| Tab. 49: THG-Emissionen kalte Nahwärme Selmsdorf „Am Dorfpark“..... | 82 |
| Tab. 50: Investitionsschätzung und Förderung kalte Nahwärme Selmsdorf „Am Dorfpark“ | 82 |
| Tab. 51: Wärmegegestehungskosten kalte Nahwärme Selmsdorf „Am Dorfpark“ | 83 |

Thema: MBS nachhaltige Energie- und Wärmeversorgung Selmsdorf

Projekt: T21.09

Bearbeitungsstand: 14.04.2022

TRIGENIUS
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG

| | |
|--|----|
| Tab. 52: Energiebilanz kalte Nahwärme Selmsdorf südl. Kirche | 86 |
| Tab. 53: THG-Emissionen kalte Nahwärme Selmsdorf südl. Kirche | 86 |
| Tab. 54: Investitionsschätzung und Förderung kalte Nahwärme Selmsdorf südl. Kirche | 87 |
| Tab. 55: Wärmegestehungskosten kalte Nahwärme Selmsdorf südl. Kirche | 88 |
| Tab. 56: Kennwerte Typ-Gebäude | 89 |
| Tab. 57: Kennwerte Erdgas-Therme | 90 |
| Tab. 58: Kennwerte Flüssiggas-Therme | 90 |
| Tab. 59: Kennwerte Heizölkessel | 91 |
| Tab. 60: Kennwerte Erdgas-Therme + Solarthermie | 92 |
| Tab. 61: Kennwerte Pelletkessel | 92 |
| Tab. 62: Kennwerte Luft-Wasser-Wärmepumpe | 93 |
| Tab. 63: Variantenvergleich Versorgungsumfang | 95 |
| Tab. 64: Variantenvergleich Investitionskosten | 95 |
| Tab. 65: Variantenvergleich spezifische Investitionskosten | 96 |
| Tab. 66: Variantenvergleich Wärmegestehungskosten | 97 |
| Tab. 67: Variantenvergleich Treibhausgasemissionen | 98 |

Anhänge

| | |
|-----------|--|
| Anhang 1: | Karten |
| Anhang 2: | Fragebögen der Anwohner- und Gewerbebefragung |
| Anhang 3: | Energetisches Biomassepotenzial |
| Anhang 4: | Kalkulation Fernwärme Gewerbegebiet Lauen |
| Anhang 5: | Kalkulation Fernwärme Selmsdorf Mitte |
| Anhang 6: | Kalkulation Fernwärme Selmsdorf West |
| Anhang 7: | Kalkulation kalte Nahwärme Selmsdorf „Am Dorfpark“ |
| Anhang 8: | Kalkulation kalte Nahwärme Selmsdorf „Südlich der Kirche / Hinterstraße“ |
| Anhang 9: | Kalkulation alternativer Versorgungskonzepte |

1 Hintergrund und Aufgabenstellung

Die Gemeinde Selmsdorf 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 der 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 Energieversorgungslösungen 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 CO₂-Bepreisung aller Voraussicht nach tiefgreifende Veränderungen der Energieversorgungsstruktur nach sich ziehen.

Aufgrund der baulichen Struktur steht mittelfristig in vielen Gebäuden eine altersbedingte Sanierung der vorhandenen Wärmeversorgungsanlagen an. Gleichzeitig sind aus lokaler Forst- und Landschaftspflege sowie Industrietätigkeit erhebliche Mengen an Restholz zu erwarten, 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 Selmsdorf die Durchführung einer Machbarkeitsstudie zum Aufbau einer Energieversorgungsinfrastruktur auf Basis regional verfügbarerer erneuerbarer Energiequellen. Im Fokus stand hierbei der Wärmesektor. Jedoch sollte ergänzend auch der Stromsektor mit beleuchtet werden. Ziel war die Darstellung und Bewertung bestehender Energiebedarfe und Potenziale sowie die umsetzungsorientierte Ableitung möglicher Handlungsansätze zum Aufbau einer Energieversorgung auf Basis regional verfügbarer Quellen. Die Machbarkeitsstudie bildet damit eine belastbare Entscheidungs- und Planungsgrundlage für nachfolgende konkrete Schritte zur Schaffung einer zukunftsfähigen und nachhaltigen Versorgungsinfrastruktur. Auf diese Weise sollen durch den Einsatz regional verfügbarer Energieträger die Lebens- und Wirtschaftsbedingungen vor Ort weiter verbessert, lokale Wertschöpfungsketten gestärkt, und ein wichtiger Beitrag zum Klima- und Umweltschutz geleistet werden.

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

2 Grundlagenermittlung

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

Im Einzelnen wurden folgende Informationen ausgewertet:

2.1 Kartografische Daten

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

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

Folgende Übersichts- und Fachkarten wurden genutzt:

2.1.1 Topografische Informationen

- Topografische Karte (WebAtlas MV)¹
- Digitale Orthophotos (DOP)²
- Bodennutzungstypen (BNT)³

2.1.2 Administrative Gliederung

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

2.1.3 Planerische Situation

- Regionales Raumentwicklungsprogramm (RREP)⁷ inkl. Teilfortschreibungsentwurf⁸
- Geltende bzw. in Aufstellung befindliche Bebauungspläne⁹
- Gebäudebestand¹⁰

¹ LAiV 01

² LAiV 02

³ LUNG 03

⁴ LAiV 03

⁵ LAiV 04

⁶ LAiV 05

⁷ LUNG 01

⁸ RPV WM 01

⁹ LAND MV 01 sowie ergänzende Pläne, bereitgestellt durch Auftraggeber

¹⁰ LAiV 06

2.1.4 Energetische Situation

- Energieportal Nordwestmecklenburg¹¹
- Fachkarten Erdwärmenutzung¹²

2.1.5 Naturschutzfachliche Belange

- Schutzgebiete¹³
- Geschützte Biotope¹⁴

2.2 Statistische Daten

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

- Bevölkerungsstand der Kreise, Ämter und Gemeinden¹⁵
- Bestand an Wohngebäuden und Wohnungen¹⁶
- Bodenfläche nach Art der tatsächlichen Nutzung¹⁷
- Regionales Energiekonzept Westmecklenburg¹⁸
- Kleinräumige Bevölkerungsprognose¹⁹

2.3 Auswertung der planerischen Situation

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

2.4 Lokale Akteure

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

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

¹¹ LK NWM 01

¹² LUNG 04

¹³ LUNG 02

¹⁴ LUNG 03

¹⁵ LAIV 07

¹⁶ LAiV 09

¹⁷ LAiV 10

¹⁸ RPV WM 02

¹⁹ RPV WM 03

3 Bedarfsanalyse

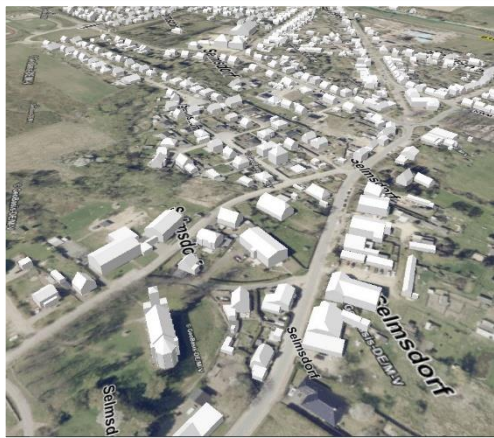
In einem zweiten Schritt wurde der Energiebedarf (Wärme und Strom) des vorhandenen Gebäudebestandes untersucht. Für den ermittelten Wärmebedarf wurden gebäudescharf und zeitlich aufgelöste Bedarfsprofile erstellt. Aufbauend hierauf wurde die Wärmebedarfsstruktur im Untersuchungsgebiet hinsichtlich einer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

3.1 Methodik

Bei der Erarbeitung der Bedarfsanalyse wurde wie folgt vorgegangen:

3.1.1 Erfassung des Gebäudebestandes

Anhand des Energieportals Nordwestmecklenburg²⁰, des amtlichen Liegenschaftskataster-Informationssystems (ALKIS®)²¹ sowie ergänzend durch die Auswertung aktueller Luftbildaufnahmen²² wurden zunächst sämtliche energetisch relevante Gebäude im Untersuchungsgebiet kartografisch und tabellarisch erfasst. Unter ergänzender Berücksichtigung der bestehenden Bebauungspläne²³ sowie kartografischer Informationen zum Gebäudebestand²⁴ wurden die Gebäude hinsichtlich folgender Aspekte klassifiziert:



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

Abb. 1: Gebäudeklassifizierung (exemplarisch)

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

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

²⁰ LK NWM 01

²¹ LAiV 05

²² LAiV 02

²³ LAND MV 01

²⁴ LAiV 06

3.1.2 Vorläufige Energiebedarfsermittlung

Der Wärmebedarf für Heizung und Warmwasserbereitung sowie der Strombedarf im erfassten Bestand wurde in einer ersten Stufe basierend auf Informationen des Energieportals Nordwestmecklenburg²⁵ sowie anhand typischer Bedarfskennwerte gebäudescharf ermittelt. Als Bezugsgröße diente hierbei die aus den Gebäudeabmessungen und dem Gebäudetyp ermittelte Nutzfläche.

Bei der Bestimmung typischer Bedarfskennwerte wurde sowohl die Art der Nutzung als auch die Baualtersklasse des Gebäudes ausgewertet. Berücksichtigung fanden unter anderem die in der Vergangenheit gültigen baurechtlichen Vorgaben (Wärmeschutzverordnungen / Energieeinsparverordnungen), diverse publizierte Kennwerte²⁶ sowie Erfahrungswerte aus vergleichbaren Untersuchungen.

Anhand von Klimaaufzeichnungen des Deutschen Wetterdienstes²⁷ wurde hieraus der jeweilige Verlauf des Wärmebedarfs in einem Jahr mit durchschnittlichem Temperaturverlauf (Typjahr) abgeleitet. Dabei wurden die weiterentwickelten Standard-Lastprofile für Erdgas (SigLinDe-Profile)²⁸ zugrunde gelegt. Die zeitliche Auflösung beträgt 24 Stunden.

3.1.3 Anwohnerbefragung

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

Abgefragt wurden Informationen aus folgenden Bereichen:

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

Ein Musterexemplar des Fragebogens ist im Anhang beigefügt.

3.1.4 Endgültige Bedarfsermittlung

Auf Grundlage der Befragungsergebnisse wurden die ermittelten Daten zum Gebäudebestand verifiziert und weiter verfeinert. Für besonders relevante Einzelverbraucher wurden hierzu gezielt Bedarfsdaten abgefragt. Im allgemeinen Gebäudebestand stützt sich die Bedarfsermittlung aufgrund des relativ geringen Befragungsrücklaufs weitgehend auf die kennwertbasierte Erhebung in Abgleich mit realen Verbrauchswerten vergleichbarer Konstellationen in der Region. Hieraus wurden gebäudescharf Wärmebedarfsprofile abgeleitet. Diese umfassen folgende Angaben:

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

²⁵ LK NWM 01

²⁶ u.a. RECK 01, WIKI 01

²⁷ DWD 01

²⁸ BDEW 01

Die Ermittlung der Jahrgänge erfolgte auch hier auf Basis von Klimadaten des Deutschen Wetterdienstes²⁹ sowie der spezifischen Nutzungsarten.

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

3.1.5 Zukünftige Bedarfsentwicklung

Für die zukünftige Entwicklung des Energiebedarfs im Untersuchungsgebiet werden voraussichtlich mehrere geplante Bauvorhaben in den Ortsteilen Selmsdorf und Lauen, von besonderer Bedeutung sein. Berücksichtigt wurden insbesondere folgende bestehende bzw. in Vorbereitung befindliche Vorhaben:

- Bebauungsplan Nr. 9 (Gewerbegebiet Kurzstücken)
- Bebauungsplan Nr. 14 (Wohngebiet „Am Dorfpark“)
- Bebauungsplan Nr. 23 (Wohngebiet „Südlich der Kirche – Hinterstraße“)

Um eine entsprechende Bedarfsentwicklung abschätzen zu können, wurden die jeweiligen Bebauungspläne ausgewertet und analysiert. Die zu erwartenden Energiebedarfe wurden auch hier anhand der geplanten Nutzfleichen und Nutzungsarten abgeschätzt. Soweit nicht anders bekannt wurde im Wohnbaubereich von einer Ausführung der Bauvorhaben nach dem Energiestandard KfW-40 ausgegangen. Entsprechend dem Detaillierungsgrad der vorliegenden Bebauungspläne wurde eine exemplarische Bebauungsstruktur zugrunde gelegt.

Im Industrie- und Gewerbebereich besteht naturgemäß hinsichtlich des zu erwartenden Energiebedarfs eine große Bandbreite. Dies liegt unter anderem in der variablen Überbauungsdichte und Nutzungsart sowie in eventuell anwendungsspezifisch anfallendem Prozessenergiebedarf begründet. Da für die geplanten Industrie- und Gewerbegebiete noch keine konkrete Flächenvergabe und Nutzung absehbar sind, wurde in Anlehnung an regional realisierte Gewerbegebiete von einer durchschnittlichen Bebauung mit gewerblich genutzten Hallen ausgegangen.

3.1.6 Endenergiebedarf und Treibhausgasemissionen

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

- 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

²⁹ DWD 01



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

Neben dem bedeutendsten Treibhausgas Kohlenstoffdioxid (CO₂) werden hierbei auch weitere klimawirksame Emissionen wie beispielweise Methan (CH₄) oder Lachgas (N₂O) berücksichtigt. Die Gesamtemissionen werden auf die entsprechende Menge an CO₂ umgerechnet. Die Angabe erfolgt als sogenanntes CO₂-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-Modells³⁰ bzw. Fachveröffentlichungen der Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe (FNR)³¹ und der Deutschen Energie-Agentur (dena)³² entnommen.

Folgende Emissionsfaktoren wurden genutzt:

| Energieträger | Bezug | Emissionsfaktor [g/kWh CO ₂ -Äqu.] | Quelle |
|----------------------|-------------------------|---|-------------------------------------|
| 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 |
| Deponiegas | Brennstoff (Endenergie) | 49,0 | UBA |
| Solarthermie | Wärme (Nutzenergie) | 25,0 | Gemis Solar-Kollektor Cu Warmwasser |
| Photovoltaik | Strom (Endenergie) | 49,0 | Gemis Solar-PV (polykristallin) |
| Windenergie | Strom (Endenergie) | 9,0 | Gemis Wind Park onshore |
| Strom (Netzbezug) | Strom (Endenergie) | 484,0 | Gemis Stromnetz-lokal 2020 |

Tab. 1: Emissionsfaktoren nach GEMIS

³⁰ GEMIS

³¹ FNR 04

³² DENA 01

3.2 Ergebnisse

3.2.1 Gebäudebestand

Im Untersuchungsgebiet wurden **insgesamt 996 Gebäude** identifiziert, die einen relevanten Energiebedarf aufweisen. Zu einem weit überwiegenden Anteil von ca. 92% sind diese dem privaten Sektor zuzuordnen.

Der beschriebene Gebäudebestand umfasst insgesamt eine **Nutzfläche von ca. 246.000 m²**. Auch hier stellt der private Sektor mit 69% den größten Anteil dar.

| Ortsteil | Nutzfläche (beheizt) [m ²] | | | | gesamt | |
|---------------|--|---------------|---------------|--------|----------------|--------|
| | privat | gewerbl. | öffentl. | Sektor | | |
| Lauen | 4.452 | 51.271 | 0 | | 55.723 | 22,7% |
| Selmsdorf | 124.212 | 11.878 | 11.937 | | 148.027 | 60,2% |
| Sülsdorf | 18.104 | 937 | 0 | | 19.041 | 7,7% |
| Teschow | 8.561 | 0 | 230 | | 8.791 | 3,6% |
| Zarnewenz | 13.525 | 898 | 0 | | 14.424 | 5,9% |
| gesamt | 168.855 | 64.984 | 12.167 | | 246.006 | 100,0% |
| | 68,6% | 26,4% | 4,9% | | 100,0% | |

Tab. 2: Nutzfläche nach Sektor und Ortsteil

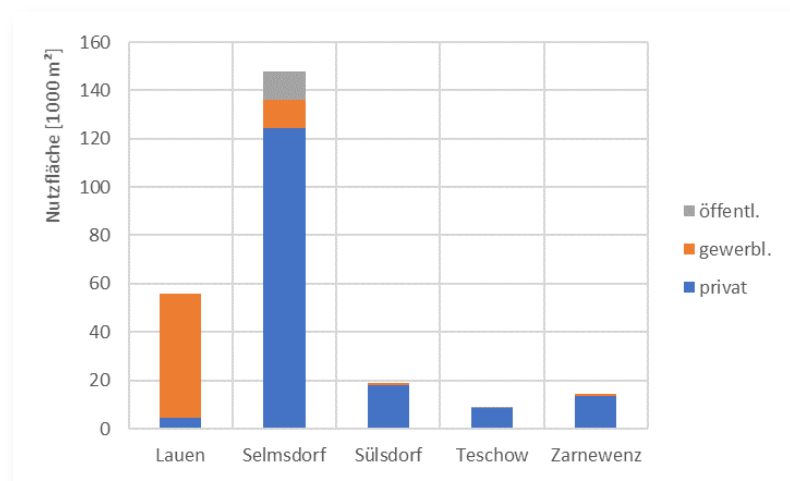


Abb. 2: Nutzfläche nach Sektor und Ortsteil

Der zahlen- und flächenmäßig größte Anteil am Gebäudebestand entfällt auf den Ortsteil Selmsdorf (ca. 60% der Nutzfläche / 80% der Gebäude).

3.2.2 Befragungsrücklauf

Die durchgeführten Befragungen von Anwohnern, Gewerbe und Wohnungswirtschaft sowie der öffentlichen Verwaltung ergab verwertbare Rückmeldungen zu 44 der 996 erfassten Gebäude. Dies entspricht einer **Rückmeldequote von ca. 4%**.

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

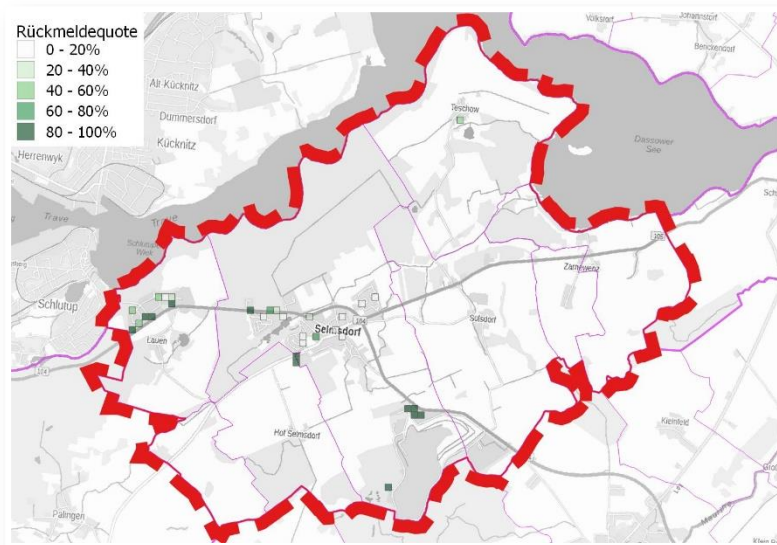


Abb. 3: Karte Rückmeldequote Befragung

Im Vergleich zu ähnlich gelagerten Untersuchungen ist die erzielte Resonanz eher gering. Die geringe Beteiligung an der Anwohnerbefragung konnte jedoch durch gezielte Abfrage bei Unternehmen der Wohnungswirtschaft, ortskundigen Akteuren und der öffentlichen Verwaltung teilweise kompensiert werden.

In ca. 50% der Rückmeldungen erklärten die Befragten ein grundsätzliches Interesse, wenn teilweise auch unter Bedingungen, an der Nutzung lokaler erneuerbarer Energien.

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

| Ortsteil | Rückmeldungen [-] | | | |
|---------------|--------------------------------|-----------------------|-----------------|-----------------|
| | interessiert (ggf. bedingt) | nicht interessiert | keine Angabe | gesamt |
| Lauen | 9 13,8% | 0 0,0% | 1 1,5% | 10 15,4% |
| Selmsdorf | 12 1,5% | 2 0,2% | 19 2,3% | 33 4,0% |
| Sülsdorf | 0 0,0% | 0 0,0% | 0 0,0% | 0 0,0% |
| Teschow | 1 3,8% | 0 0,0% | 0 0,0% | 1 3,8% |
| Zarnewenz | 0 0,0% | 0 0,0% | 0 0,0% | 0 0,0% |
| gesamt | 22 2,2% | 2 0,2% | 20 2,0% | 44 4,4% |

Tab. 3: Rückmeldequote und Interessenlage nach Ortsteilen

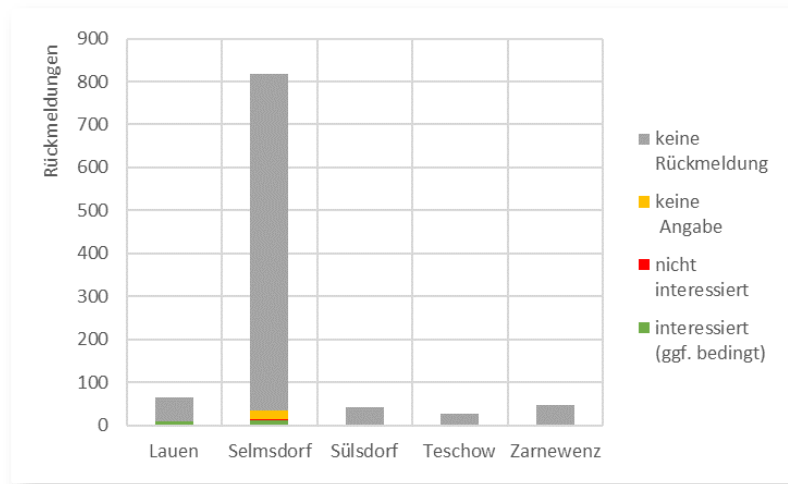


Abb. 4: Rückmeldequote und Interessenlage nach Ortsteilen

Als Bedingungen für ein Interesse wurden unter anderem genannt:

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

3.2.3 Wärmebedarf

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

| Ortsteil | Wärmebedarf [MWh/a] | | | | Gesamt | |
|---------------|---------------------|---------------|--------------|---------------|--------|--|
| | Sektor | | | | | |
| | privat | gewerblich | kommunal | | | |
| Lauen | 490 | 5.745 | 0 | 6.236 | 15,4% | |
| Selmsdorf | 12.588 | 16.066 | 1.118 | 29.771 | 73,5% | |
| Sülsdorf | 1.934 | 87 | 0 | 2.020 | 5,0% | |
| Teschow | 915 | 0 | 4 | 919 | 2,3% | |
| Zarnewenz | 1.490 | 75 | 0 | 1.566 | 3,9% | |
| gesamt | 17.417 | 21.973 | 1.122 | 40.512 | 100,0% | |
| | 43,0% | 54,2% | 2,8% | 100,0% | | |

Tab. 4: Wärmebedarf nach Sektor und Ortsteil

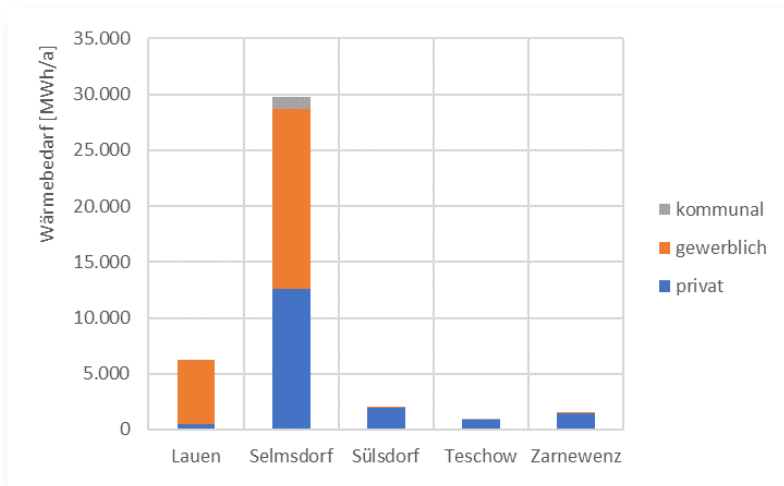


Abb. 5: Wärmebedarf nach Sektor und Ortsteil

Es wurde ein **Gesamt-Wärmebedarf von ca. 41.000 MWh/a** im Untersuchungsgebiet ermittelt. Hiervon entfallen ca. 54% auf die gewerbliche Nutzung und 43% auf die Wohnbebauung. Ein Großteil des gewerblichen Wärmebedarfs wird entsteht hierbei im Zusammenhang mit der Deponie Ihlenberg und wird lokal mit Hilfe des dort entstehenden Deponiegases gedeckt (siehe Potenzialanalyse).

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

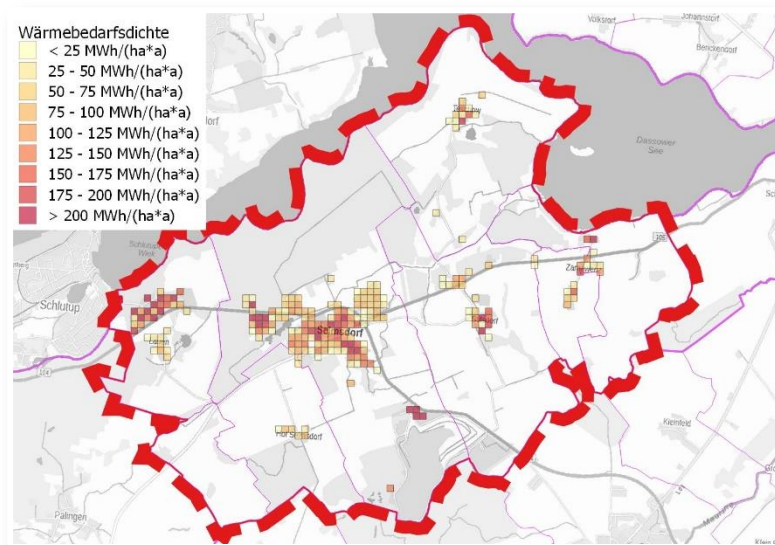


Abb. 6: Karte: Wärmebedarfsdichte

In dieser Darstellung werden bereits zusammenhängende Gebiete eines verdichteten Wärmebedarfs u.a. in den Ortsteilen Selmsdorf und Lauen erkennbar.

3.2.4 Strombedarf

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

Der ermittelte Strombedarf wird wie folgt zusammengefasst:

| Ortsteil | Strombedarf [MWh/a] | | | |
|---------------|------------------------|-----------------------|--------------------|----------------------|
| | Sektor | | | Gesamt |
| | privat | gewerblich | kommunal | |
| Lauen | 111 | 2.178 | 0 | 2.290 16,7% |
| Selmsdorf | 3.115 | 7.107 | 169 | 10.391 75,7% |
| Sülsdorf | 453 | 23 | 0 | 476 3,5% |
| Teschow | 212 | 0 | 2 | 215 1,6% |
| Zarnewenz | 338 | 22 | 0 | 361 2,6% |
| gesamt | 4.230 30,8% | 9.331 67,9% | 171 1,2% | 13.732 100,0% |

Tab. 5: Strombedarf nach Sektor und Ortsteil

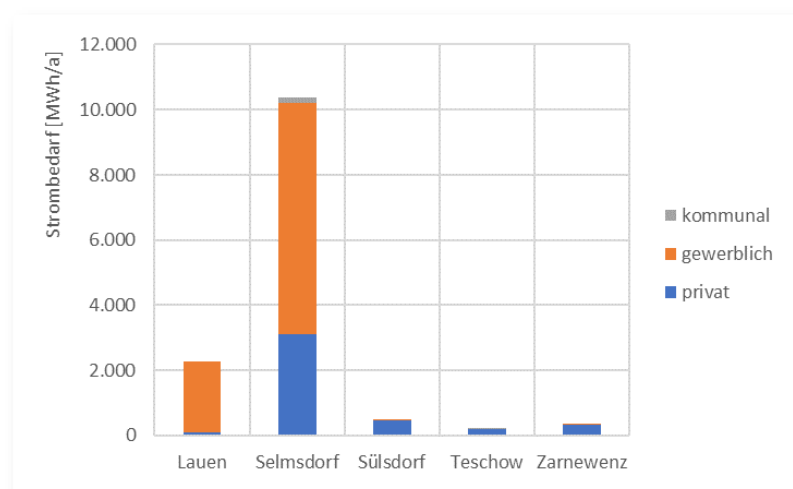


Abb. 7: Strombedarf nach Sektor und Ortsteil

Es wurde ein **Gesamt-Strombedarf von ca. 13.700 MWh/a** im Untersuchungsgebiet ermittelt. Hiervon entfallen ca. 68% auf den gewerblichen Sektor und ca. 31% auf die Wohnbebauung. Auch hier stellt der Bereich rund um die Deponie Ihlenberg den größten Verbrauchskern dar.

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

3.2.5 Endenergiebedarf & Treibhausgasemissionen

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

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

Für die Bereitstellung von Wärme ergibt sich insgesamt ein **Endenergiebedarf von ca. 44.200 MWh/a**. Als Endenergieträger kommt, im Bereich der allgemeinen Versorgung, überwiegend Erdgas (41%) zum Einsatz, gefolgt von Flüssiggas (9%). Geringere Anteile des Wärmebedarfs (2%) werden daneben bereits durch die Verbrennung von Holz gedeckt. Dies erfolgt überwiegend im privaten Bereich mittels Einzelfeuerstätten wie Kaminöfen und dergleichen. Eine Besonderheit stellt die Nutzung von Deponiegas zur Wärmeversorgung dar. Dieses wird mittels mehrerer BHKW's im Bereich der Anlage Ihlenberg ortsnah zur Deckung der dort entstehenden Strom- und Wärmebedarfe genutzt.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Aufteilung auf die Ortsteile im Detail:

| | Endenergiebedarf zur Wärmebereitstellung [MWh/a] | | | | | | | | Summe | |
|--------------|--|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|--------------|---------------|--------|--|
| | Erdgas | Flüssiggas | Heizöl | Feststoff | Deponiegas | Strom (Wärme) | Solarthermie | | | |
| Lauen | 5.617 | 343 | 346 | 156 | 0 | 239 | 2 | 6.703 | 15,2% | |
| Selmsdorf | 12.582 | 767 | 776 | 349 | 17.510 | 536 | 49 | 32.570 | 73,7% | |
| Sülsdorf | 0 | 1.332 | 539 | 253 | 0 | 78 | 0 | 2.201 | 5,0% | |
| Teschow | 0 | 606 | 245 | 115 | 0 | 35 | 0 | 1.001 | 2,3% | |
| Zarnewenz | 0 | 1.032 | 417 | 196 | 0 | 60 | 0 | 1.706 | 3,9% | |
| Summe | 18.199 | 4.080 | 2.323 | 1.068 | 17.510 | 948 | 51 | 44.181 | 100,0% | |
| | 41,2% | 9,2% | 5,3% | 2,4% | 39,6% | 2,1% | 0,1% | | 100,0% | |

Tab. 6: Endenergiebedarf der Wärmeversorgung nach Ortsteil und Energieträger

Zusätzlich zum Endenergieaufwand der Wärmeversorgung fließt auch der bereits oben dargestellte Stromverbrauch in Höhe von 13.700 MWh/a in den gesamten Endenergiebedarf mit ein. Die nachfolgende Abbildung zeigt diesen im Überblick:

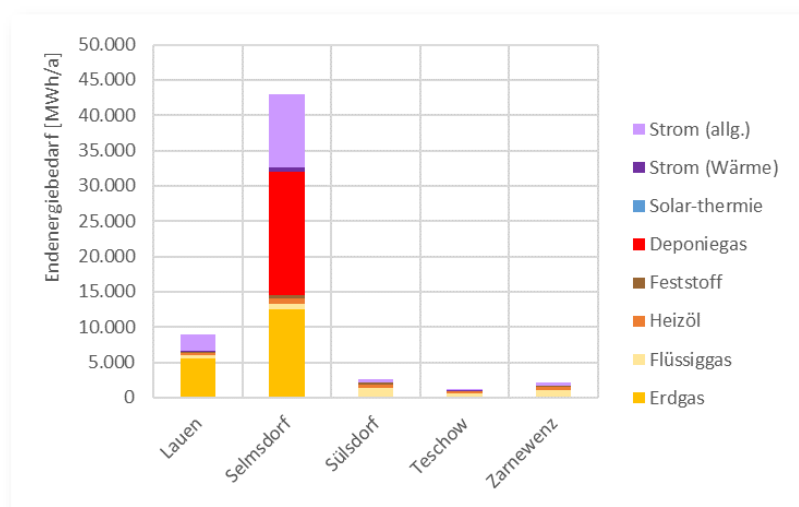


Abb. 8: Endenergiebedarf nach Ortsteil und Energieträger

Anhand der oben genannten Emissionsfaktoren wurden die **Treibhausgasemissionen der Wärmeversorgung mit insgesamt ca. 7.760 t/a CO₂-äqu.** bestimmt. Dies entspricht einem spezifischen Emissionsfaktor von **192 g/kWh CO₂-äqu. bezogen auf die Nutzwärme.** Zu ca. 73% werden diese durch den Einsatz von Erdgas und Flüssiggas verursacht. Die nachfolgende Tabelle zeigt die Zusammensetzung im Einzelnen:

| | Treibhausgasemissionen der Wärmebereitstellung [t/a] | | | | | | | Summe | |
|--------------|--|--------------|------------|-----------|------------|------------|--------------|--------------|--------|
| | Erdgas | Flüssiggas | Heizöl | Feststoff | Deponiegas | Strom | Solarthermie | | |
| Lauen | 1.404 | 95 | 110 | 3 | 0 | 116 | 0 | 1.729 | 22,3% |
| Selmsdorf | 3.145 | 213 | 247 | 7 | 858 | 259 | 2 | 4.732 | 61,0% |
| Sülsdorf | 0 | 369 | 172 | 5 | 0 | 38 | 0 | 583 | 7,5% |
| Teschow | 0 | 168 | 78 | 2 | 0 | 17 | 0 | 265 | 3,4% |
| Zarnewenz | 0 | 286 | 133 | 4 | 0 | 29 | 0 | 452 | 5,8% |
| Summe | 4.550 | 1.130 | 741 | 20 | 858 | 459 | 3 | 7.761 | 100,0% |
| | 58,6% | 14,6% | 9,5% | 0,3% | 11,1% | 5,9% | 0,0% | | |

Tab. 7: Treibhausgasemissionen der Wärmeversorgung nach Ortsteil und Energieträger

Hinzu kommen die **Treibhausgasemissionen der Stromversorgung** in Höhe von ca. **6.650 t/a CO₂-äqu.**

Die nachfolgende Abbildung verdeutlicht die Aufteilung:

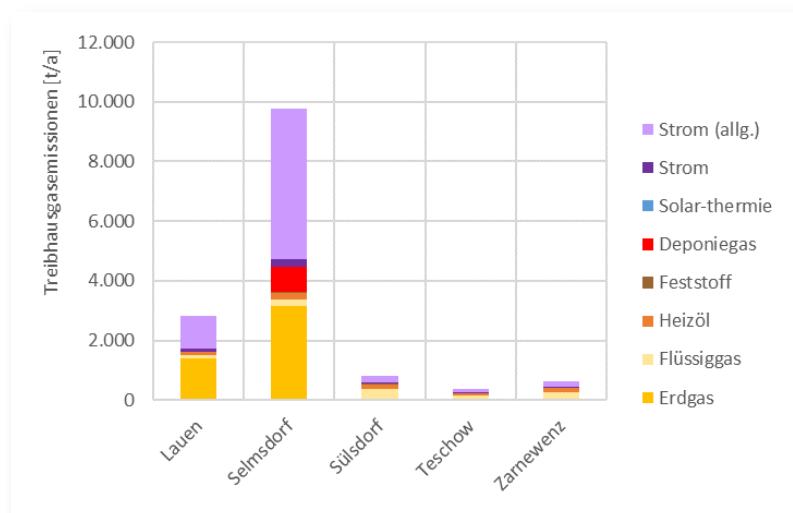


Abb. 9: Treibhausgasemissionen nach Ortsteil und Energieträger

3.3 Entwicklungsperspektive

Die oben dargestellte Energiebedarfsermittlung spiegelt den aktuellen IST-Zustand wieder. Eine perspektivische Entwicklung des Gebäudebestandes kann in der Zukunft zu veränderten Bedarfen führen. Zu nennen sind hierbei insbesondere die bereits konkret bekannten und in Vorbereitung befindlichen Ausbauprojekte im Bereich der Wohnbebauung sowie die Erweiterung bzw. Neueinrichtung von Industrie- und Gewerbegebieten im Stadtgebiet. Diese werden in der Zukunft voraussichtlich zu einer Erhöhung des Energiebedarfs führen.

Folgender Zubau wurde berücksichtigt:

| Ortsteil | Zubau | |
|---------------|-------------|------------------------------|
| | Gebäude [-] | Nutzfläche [m ²] |
| Lauen | +7 | +8.400 |
| Selmsdorf | +54 | +7.702 |
| Sülsdorf | | |
| Teschow | | |
| Zarnewenz | | |
| gesamt | +61 | +16.102 |

Tab. 8: Zubaumengen

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

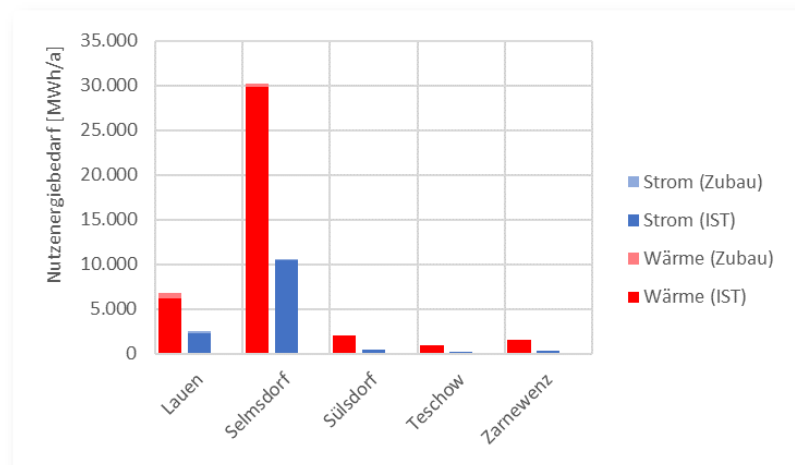


Abb. 10: Mittelfristiges Entwicklungsszenario nach Ortsteil

Unter Zugrundelegung des oben beschriebenen Zubauszenarios Es ergibt sich mittelfristig eine **Erhöhung des Wärmebedarfs um ca. 2,5%** sowie eine **Steigerung des Strombedarfs um ca. 3%**. Wie bereits erwähnt ist hierbei insbesondere die Unschärfe hinsichtlich der realen zukünftigen Nutzungsverhältnisse im Industrie- und Gewerbesektor zu beachten. Die nachfolgenden Tabellen zeigen die Verteilung auf die Ortsteile.



| Ortsteil | Wärmebedarf [MWh/a] | | | |
|---------------|------------------------|----------------------|----------|------------------------|
| | Sektor | | | Gesamt |
| | privat | gewerblich | kommunal | |
| Lauen | | +569 | | +569 +1,4% |
| Selmsdorf | +428 | +36 | | +464 +1,1% |
| Sülsdorf | | | | |
| Teschow | | | | |
| Zarnewenz | | | | |
| gesamt | +428 +1,1% | +605 +1,5% | | +1.033 +2,6% |

Tab. 9: Mittelfristiges Entwicklungsszenario – Wärme

| Ortsteil | Strombedarf [MWh/a] | | | |
|---------------|------------------------|----------------------|----------|----------------------|
| | Sektor | | | Gesamt |
| | privat | gewerblich | kommunal | |
| Lauen | | +210 | | +210 +1,5% |
| Selmsdorf | +175 | +18 | | +193 +1,4% |
| Sülsdorf | | | | |
| Teschow | | | | |
| Zarnewenz | | | | |
| gesamt | +175 +1,3% | +228 +1,7% | | +403 +2,9% |

Tab. 10: Mittelfristiges Entwicklungsszenario – Strom

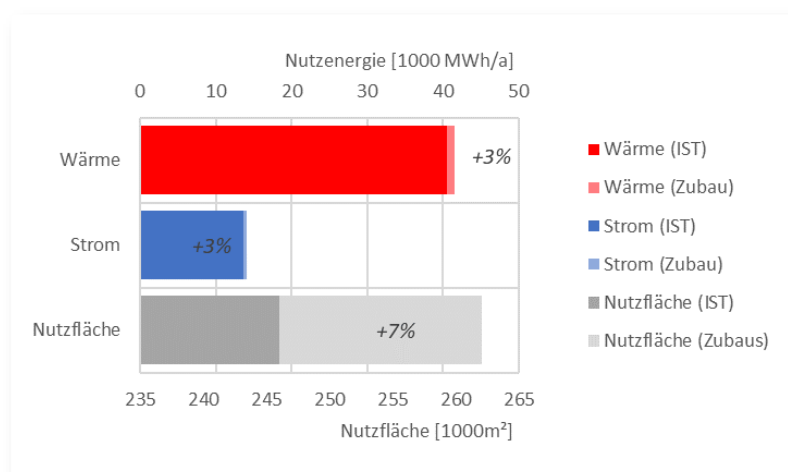


Abb. 11: Überblick Zubauszenario

4 Potenzialanalyse

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

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

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

Bereits zur **Wärmeversorgung** genutzte Potenziale erneuerbarer Energieträger sind mit ihren spezifischen Treibhausgasemissionen im zugrunde gelegten lokalen Energieträger-Mix berücksichtigt. Aus diesem Grunde wird ein 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 angesetzt. Die lokal regenerativ erzeugten Strommengen werden demgegenüber separat emissionsmindernd angerechnet.

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

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

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

4.1 Energetische Gebäudesanierung

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

- Dämmung von Bauteilen
- Optimierung der Anlagentechnik
- Energiebewusstes Nutzerverhalten

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

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

Um das erzielbare Einsparpotenzial im vorhandenen Gebäudebestand abzuschätzen dient die oben dargestellte Bedarfsanalyse als Ausgangspunkt. Erfahrungswerte zeigen, dass nach einer umfassenden Sanierung von Bestandsgebäuden ein spezifischer Wärmebedarf von 100 kWh/(m²*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. 2.600 MWh/a**. Dies entspricht ca. **6%** des bestehenden Wärmebedarfs.

Bei ansonsten gleichbleibender Versorgungsstruktur bedeutet dies eine Verminderung der Treibhausgasemissionen der Wärmeversorgung um ca. 560 t/a (7%). Die nachfolgenden Übersichten zeigen die Ergebnisse im Überblick.

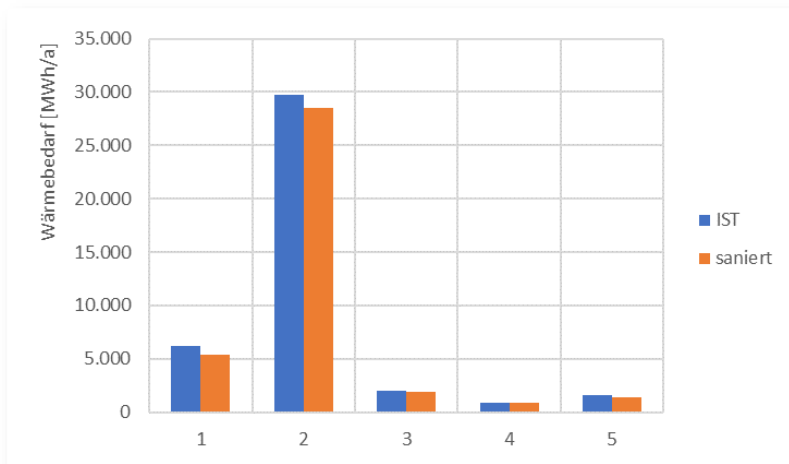


Abb. 12: Wärme-Einsparpotenzial Gebäudesanierung nach Ortsteil



| Ortsteil | Wärme-Einsparpotenzial Gebäudesanierung [MWh/a] | | | | | | | |
|---------------|--|--------------|-------------|--------------|-------------|---------------|---------------|--------------|
| | privat | | gewerbl. | | öffentl. | | gesamt | |
| Lauen | -62 | -12,7% | -815 | -14,2% | 0 | | -877 | -14,1% |
| Selmsdorf | -1.048 | -8,3% | -6 | 0,0% | -250 | -22,4% | -1.304 | -4,4% |
| Sülsdorf | -140 | -7,3% | -6 | -7,4% | 0 | | -147 | -7,3% |
| Teschow | -72 | -7,9% | 0 | | 0 | 0,0% | -72 | -7,9% |
| Zarnewenz | -164 | -11,0% | 0 | 0,0% | 0 | | -164 | -10,5% |
| gesamt | -1.487 | -8,5% | -827 | -3,8% | -250 | -22,3% | -2.564 | -6,3% |

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

| Ortsteil | THG-Einsparpotenzial Gebäudesanierung [t/a] | |
|---------------|---|--------------|
| Lauen | -243 | -14,1% |
| Selmsdorf | -207 | -4,4% |
| Sülsdorf | -42 | -7,3% |
| Teschow | -21 | -7,9% |
| Zarnewenz | -47 | -10,5% |
| gesamt | -561 | -7,2% |

Tab. 12: THG-Einsparpotenzial Gebäudesanierung nach Ortsteil

4.2 Energetische Biomassenutzung

Der Fokus der Aufgabenstellung liegt auf der energetischen Nutzung lokal verfügbarer bester 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 den Berechnungsblättern im Anhang zu entnehmen.

Datengrundlage

Zur Ermittlung der bestehenden Potenziale wurden folgende Informationsquellen ausgewertet:

- Kartenmaterial des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie MV u.a. zu Bodennutzungsarten³³
- Anbaustatistiken des Statistischen Amtes MV³⁴
- Diverse publizierte Daten zu spezifischen Erträgen und Brennstoffeigenschaften, u.a. bereitgestellt durch die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR)³⁵
- Gespräche mit lokal tätigen Industrie- und Landwirtschaftsbetrieben

³³ LUNG 03

³⁴ LAiV 10

³⁵ FNR01, FNR02

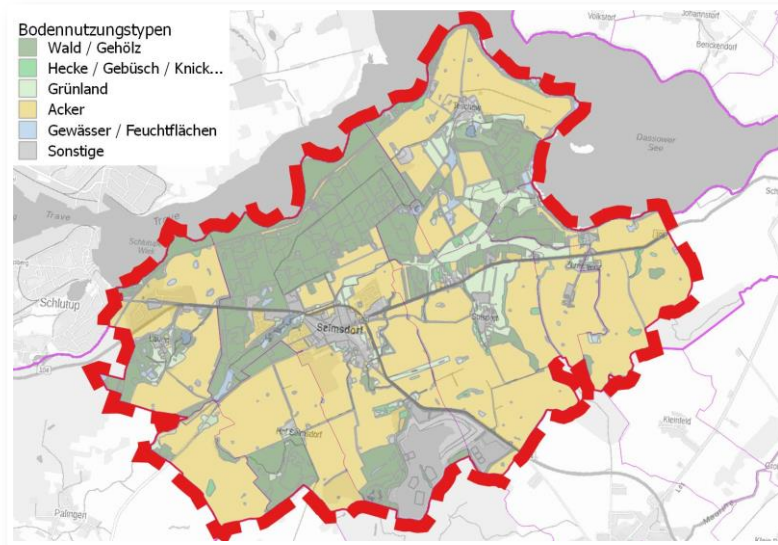


Abb. 13: Karte Bodennutzungsarten

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

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

Untersuchte Stoffgruppen

Waldrestholz (WRH)

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

Landschaftspflegeholz (LPH)

- Restholz aus der Landschaftspflege, insb. Heckenschnitt
- Flächenbezug: Hecken, Gebüsche usw. im Gemeindegebiet
- Aufkommen laut Ansätzen der FNR
- Mengenabzug: Verbrauch der Kleinfeuerungsanlagen (Restmenge)

Regional verfügbares Restholz

- Resthölzer der Gruppen WRH und LPH, die durch lokal tätige Unternehmen umgesetzt werden und einer lokalen energetischen Nutzung grundsätzlich zur Verfügung stehen.
- Die im Rahmen der Unternehmensbefragung erfassten Stoffmengen stellen hierbei lediglich einen Teil des tatsächlich regional verfügbaren Potenzials dar.

Getreidestroh (STROH)

- Stroh aus Weizenanbau
(laut Empfehlung der FNR hinsichtlich Brennstoffeigenschaften und Bodenwerterhalt)
- Flächenbezug: 38% der Ackerfläche (Anbaumix laut Anbaustatistik)
- Aufkommen laut Ansätzen der FNR
- Mengenbegrenzung: 50% (übliche landwirtschaftliche Praxis zwecks Bodenwerterhalt, teils unterschiedliche Aussagen befragter Landwirtschaftsunternehmen zur lokalen Praxis)

Landschaftspflegeheu (HEU)

- Heu aus der Grünlandpflege
- Flächenbezug: 50% der Grünlandfläche
(Nutzungskonkurrenzen / schwierige Bergebedingungen)
- Aufkommen laut Ansätzen der FNR

Energetisches Potenzial und Treibhausgasminderungspotenzial

Durch den Einsatz der untersuchten Biomassegruppen zur Energiegewinnung ergibt sich, je nach Szenario, ein energetisches Potenzial von bis zu ca. **33.600 MWh/a Wärme** und bis zu ca. **5.500 MWh/a Strom**. Dies entspricht ca. **83% des vorliegenden Wärmebedarfs** bzw. **40% des Strombedarfs**. Hierbei sind die bereits zur Wärmeversorgung genutzten Holzmenen berücksichtigt.

| Stoffgruppe | Nutzenenergiebedarf [MWh/a] | | Nutzenenergiepotenzial [MWh/a] | | | |
|-----------------------|-----------------------------|---------------|--------------------------------|-------------------|--------------------|--|
| | IST | | Szenario 1 | | Szenario 2 | |
| | Wärme | Strom | Wärme | Wärme | Strom | |
| Waldrestholz | 854 | | 2.464 6,1% | 2.187 5,4% | 284 2,1% | |
| Landschaftspflegeholz | | | 3.424 8,5% | 2.836 7,0% | 604 4,4% | |
| Restholz (regional) | | | 10.009 24,7% | 8.647 21,3% | 1.399 10,2% | |
| Getreidestroh | | | 16.209 40,0% | 13.748 33,9% | 2.929 21,3% | |
| Landschaftspflegeheu | | | 1.532 3,8% | 1.300 3,2% | 277 2,0% | |
| gesamt | Bestand | 13.732 | 33.638 83% | 28.719 71% | 5.494 40,0% | |
| | zzgl. Zubau | +1.033 | | | | |

Tab. 13: Energetisches Potenzial Biomasse

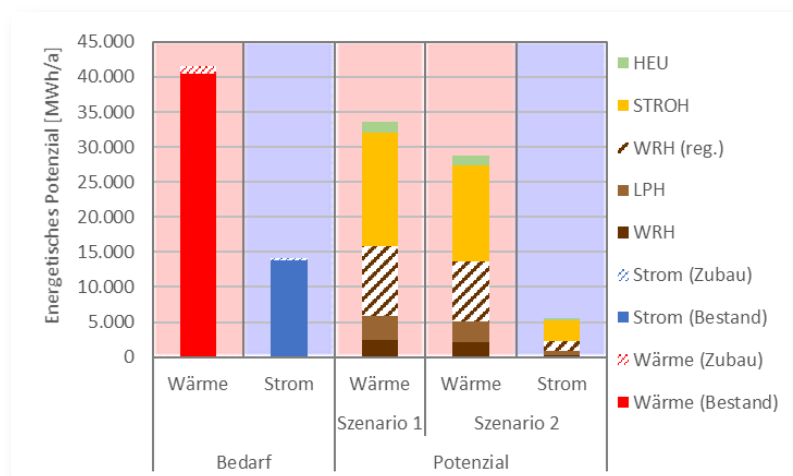


Abb. 14: Energetisches Potenzial Biomasse

Bezogen auf die in der Bedarfsanalyse dargestellte Versorgungsstruktur im Untersuchungsgebiet ergibt sich hieraus rechnerisch ein **Treibhausgasminderungspotenzial** von je nach Szenario ca. **5.200 bis 7.000 t/a**. Dies entspricht **ca. 36 – 49%** 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 | 20 | | | 245 3,2% | 245 1,7% | 207 2,7% | 127 1,6% | 334 2,3% | |
| Landschaftspflegeholz | 0 | | | 522 6,7% | 522 3,6% | 440 5,7% | 270 3,5% | 710 4,9% | |
| Restholz (regional) | 0 | | | 1.525 19,7% | 1.525 10,6% | 1.340 17,3% | 626 8,1% | 1.966 13,6% | |
| Getreidestroh | 0 | | | 2.693 34,7% | 2.693 18,7% | 2.323 29,9% | 1.352 17,4% | 3.675 25,5% | |
| Landschaftspflegeheu | 0 | | | 255 3,3% | 255 1,8% | 220 2,8% | 128 1,6% | 347 2,4% | |
| (Sonstige Energieträger) | 7.741 | 6.646 | | | | | | | |
| gesamt Bestand | 7.761 | 6.646 | 14.407 | 5.240 68% | 5.240 36% | 4.529 58% | 2.503 37,7% | 7.032 49% | |

Tab. 14: Treibhausgasminderungspotenzial Biomasse

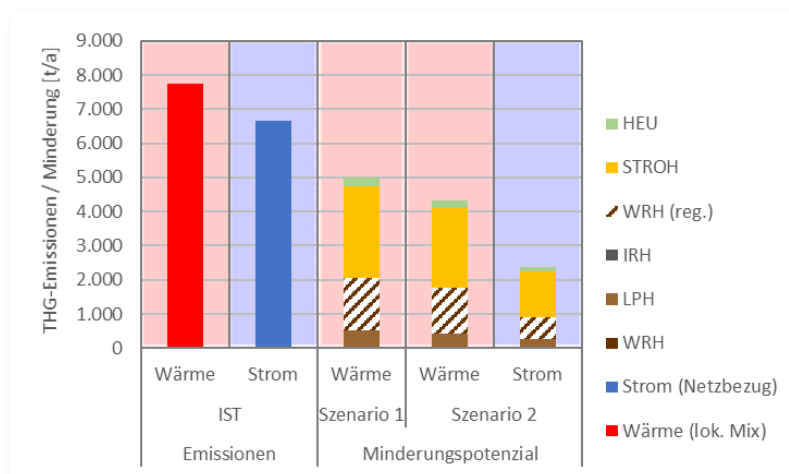


Abb. 15: Treibhausgasminderungspotenzial Biomasse



4.3 Deponiegas

Eine Besonderheit stellt das im Untersuchungsgebiet bestehende Potenzial an Deponiegas dar. Dieses methanhaltige Gas entsteht in Mülldeponien hauptsächlich durch biologische und / oder chemische Abbauprozesse organischer Anteile der eingelagerten Abfälle.

Dieses Deponiegas kann durch entsprechende Abdichtung und Ableitung gewonnen und einer energetischen Nutzung, z.B. in Blockheizkraftwerken (BHKW) zur Strom- und Wärmeenergiegewinnung, zugeführt werden. Dabei gilt Deponiegas, ähnlich wie auch Biogas und weitere biogene Energieträger, als weitgehend CO₂-neutraler Energieträger, da beim Abbau und der anschließenden Verbrennung nur so viel CO₂ frei wird, wie auch beim Wachstum der organischen Masse aufgenommen wurde und auch bei natürlicher Zersetzung wieder frei würde.

Im Untersuchungsgebiet entstehen signifikante Mengen an Deponiegas im Bereich der Deponie Ihlenberg. Dieses wird vor Ort vollständig zur Strom- und Wärmeversorgung genutzt.

Grundlage zur Ermittlung des entsprechenden Potenzials sind Angaben des Betreibers.

Energetisches Potenzial und Treibhausgasminderungspotenzial

Die Nutzung von Deponiegas ergibt ein energetisches Potenzial von ca. **15.800 MWh/a an Wärme (39% des Gesamtwärmebedarfs)** und **17.600 MWh/a an Strom (128% des Gesamtstrombedarfs)**.

Das gesamte erfasste Deponiegas-Potenzial wird bereits vor Ort genutzt, wobei überschüssige Stromanteile in das öffentliche Netz eingespeist werden.

| Ortsteil | IST-Situation [MWh/a] | | | | Energetisches Potenzial [MWh/a] | | | |
|----------------|--------------------------|--------|-------------------|--------------|------------------------------------|-------------|------------|-------------|
| | Bedarf | | Deponiegasnutzung | | Szenario 1 | | Szenario 2 | |
| | Wärme | Strom | Wärme | Strom | Wärme | Strom | Wärme | Strom |
| gesamt Bestand | 40.512 | 13.732 | 15.759 38,9% | 17.613 ##### | 15.759 39% | 17.613 128% | 15.759 39% | 17.613 128% |
| zzgl. Zubau | +1.033 | +403 | | | | | | |

Tab. 15: Energetisches Potenzial Deponiegas

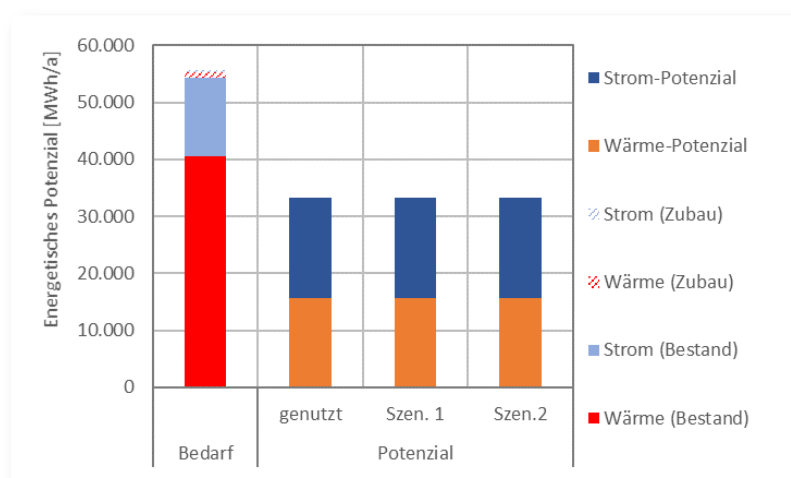


Abb. 16: Energetisches Potenzial Deponiegas

Hinsichtlich des Treibhausgasminderungspotenzials ist entsprechend der oben beschriebenen Bilanzierungsmethodik zu beachten, dass bereits genutzte Deponiegasmengen im Wärmebereich

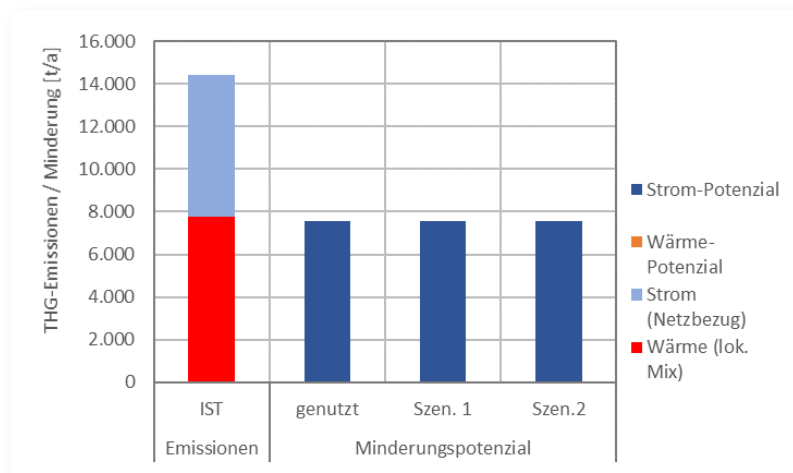


bereits in die Emissionen des lokalen Brennstoffmix eingerechnet sind. Da bereits das gesamte Potenzial vor Ort genutzt wird, werden hier keine Minderungen ausgewiesen.

Hingegen werden wesentliche Anteile des produzierten Stroms nicht vor Ort genutzt, sondern in das öffentliche Stromnetz eingespeist. Daher wird die Stromproduktion Emissionsmindernd gegenüber dem allgemeinen Strommix angerechnet. Es ergibt sich somit hier ein Minderungspotenzial von **ca. 7.600 t/a**, welches ebenfalls bereits vollständig realisiert wird.

| Ortsteil | THG-Emissionen [t/a] | | | THG-Minderungspotenzial [t/a] | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|----------------------|-------|--------|-------------------------------|--------|-------|------------|--------|-------|------------|--------|-------|-----|---|------|-------|------|-------|-----|
| | IST | | | realisiert(*) | | | Szenario 1 | | | Szenario 2 | | | | | | | | | |
| | Wärme | Strom | gesamt | Strom | gesamt | Wärme | Strom | gesamt | Wärme | Strom | gesamt | | | | | | | | |
| gesamt | 7.761 | 6.646 | 14.407 | 7.565 | 114% | 7.565 | 53% | 0 | 0,0% | 7.565 | 114% | 7.565 | 53% | 0 | 0,0% | 7.565 | 114% | 7.565 | 53% |

Tab. 16: Treibhausgasminderungspotenzial Deponiegas



Tab. 17: Treibhausgasminderungspotenzial Deponiegas

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 Energieportals Nordwestmecklenburg³⁶
- Kartenmaterial des amtlichen Liegenschaftskataster-Informationssystems (ALKIS)³⁷
- Luftbildaufnahmen³⁸
- Daten des Marktstammdatenregisters³⁹
- Ergebnisse der Anwohnerbefragung

Ansätze und Szenarien

Als potenziell geeignet wurden folgende Dachflächen identifiziert:

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

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

Für den erwarteten Gebäudezubau wurde jeweils von einer geeigneten Dachhälfte ausgegangen. 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 entsprechend der Angaben im Energieportal kalkuliert.

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

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

³⁶ LK NWM 01

³⁷ LAiV 05

³⁸ LAiV 02

³⁹ BNA 01



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

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

Laut Erhebung werden im Untersuchungsgebiet durch bestehende Solar-Aufdachanlagen bereits jährlich ca. **680 MWh Strom** (PV) und ca. **51 MWh Wärme** (ST) erzeugt.

Energetisches Potenzial und Treibhausgasminderungspotenzial

Durch den Ausbau der Aufdach-Solarenergienutzung ergibt sich im Gebäudebestand, je nach Szenario, ein energetisches Potenzial von bis zu ca. **3.000 MWh/a Wärme** und bis zu ca. **9.600 MWh/a Strom**. Dies entspricht ca. **8% des vorliegenden Wärmebedarfs** bzw. **70% des Strombedarfs**.

Durch den zu erwartenden Zubau könnte sich das energetische Potenzial im Wärmebereich um etwa 280 MWh/a und im Strombereich um etwa 1.300 MWh/a erhöhen.

Das **Treibhausgasminderungspotenzial beträgt ca. 26 - 29%**.

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

| Ortsteil | IST-Situation [MWh/a] | | | | Energetisches Potenzial [MWh/a] | | | |
|---------------|--------------------------|---------------|---------------------|----------------|------------------------------------|-----------------|------------------|------------------|
| | Bedarf | | Solarenergienutzung | | Szenario 1 | | Szenario 2 | |
| | Wärme | Strom | ST | PV | ST | PV | PV | |
| Lauen | Bestand | 6.236 | 2.290 | 2 0,0% | 436 19,0% | 627 10% | 3.641 159% | 4.045 177% |
| | zzgl. Zubau | +569 | +210 | | | +142 | +758 | +839 |
| Selmsdorf | Bestand | 29.771 | 10.391 | 49 0,2% | 231 2,2% | 2.002 7% | 2.588 25% | 3.991 38% |
| | zzgl. Zubau | +464 | +193 | | | +138 7% | +374 28% | +470 42% |
| Sülsdorf | Bestand | 2.020 | 476 | 0 0,0% | 10 2,2% | 191 9% | 938 197% | 1.068 224% |
| Teschow | Bestand | 919 | 215 | 0 0,0% | 0 0,0% | 87 9% | 172 80% | 230 107% |
| Zarnewenz | Bestand | 1.566 | 361 | 0 0,0% | 0 0,1% | 138 9% | 133 37% | 224 62% |
| gesamt | Bestand | 40.512 | 13.732 | 51 0,1% | 678 4,9% | 3.044 8% | 7.471 54% | 9.558 70% |
| | zzgl. Zubau | +1.033 | +403 | | | +280 8% | +1.132 61% | +1.309 77% |

Tab. 18: Energetisches Potenzial solarer Aufdachanlagen nach Ortsteil

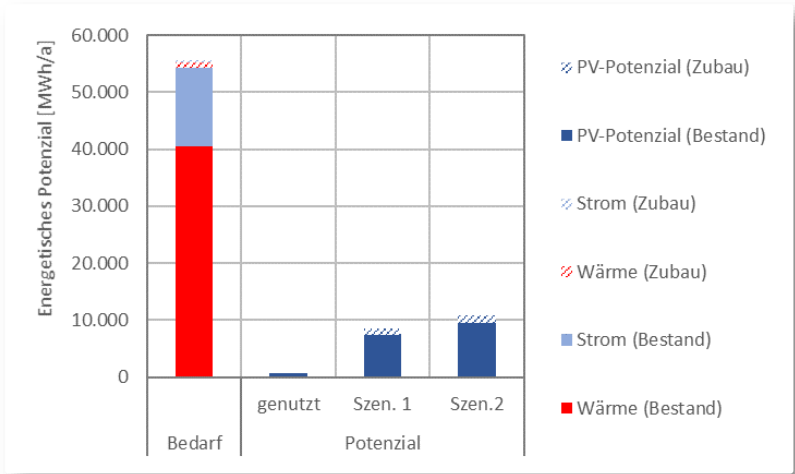


Abb. 17: Energetisches Potenzial solarer Aufdachanlagen

| 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 | | | | | | | |
| Lauen | 1.729 | 1.108 | 2.837 | 190 | 17% | 190 | 7% | 104 | 6,0% | 1.584 | 143% | 1.688 | 59% | 1.760 | 159% | 1.760 | 62% |
| Selmsdorf | 4.732 | 5.029 | 9.761 | 101 | 2% | 101 | 1% | 325 | 6,9% | 1.126 | 22% | 1.451 | 15% | 1.736 | 35% | 1.736 | 18% |
| Sülsdorf | 583 | 230 | 814 | 5 | 2% | 5 | 1% | 32 | 5,4% | 408 | 177% | 440 | 54% | 465 | 202% | 465 | 57% |
| Teschow | 265 | 104 | 369 | 0 | 0% | 0 | 0% | 14 | 5,4% | 75 | 72% | 89 | 24% | 100 | 96% | 100 | 27% |
| Zarnewenz | 452 | 175 | 626 | 0 | 0% | 0 | 0% | 23 | 5,1% | 58 | 33% | 81 | 13% | 97 | 56% | 97 | 16% |
| gesamt | 7.761 | 6.646 | 14.407 | 295 | 4% | 295 | 2% | 498 | 6,4% | 3.250 | 49% | 3.748 | 26% | 4.158 | 63% | 4.158 | 29% |

Tab. 19: Treibhausgasminderungspotenzial solarer Aufdachanlagen nach Ortsteil

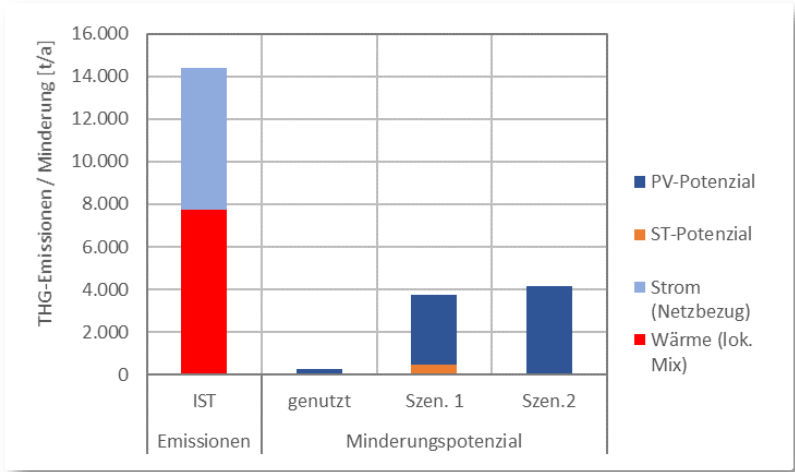


Abb. 18: Treibhausgasminderungspotenzial solarer Aufdachanlagen

4.5 Umweltwärmenutzung

Verfahren und Technologie

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

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

Für einen möglichst effizienten Betrieb sind daher folgende Faktoren wichtig:

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

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

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

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

Datengrundlage

Zur Ermittlung der bestehenden Potenziale wurden folgende Informationsquellen ausgewertet:

- Kartenmaterial des Energieportals Nordwestmecklenburg⁴⁰
- Ergebnisse der Anwohnerbefragung
- Modellrechnungen mit Hilfe des Online-Rechners des Bundesverband Wärmepumpe e.V.⁴¹

Ansätze

Zur Abschätzung der jeweiligen Potenziale wird von folgenden Annahmen ausgegangen:

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

⁴⁰ LK NWM 01

⁴¹ BWP 01



Energetisches Potenzial und Treibhausgasminderungspotenzial

Durch den Ausbau der Umweltwärmenutzung ergibt sich im Gebäudebestande in energetisches Potenzial von ca. **2.600 MWh/a Wärme**. Dies entspricht ca. **6,3% des vorliegenden Wärmebedarfs**. Der hierfür anzurechnende Strombedarf beträgt ca. 510 MWh/a.

Dieses Potenzial wird bereits zu ca. 29% genutzt.

Das **Treibhausgasminderungspotenzial beträgt ca. 2,3%**.

Durch den zu erwartenden Zubau könnte sich das energetische Potenzial aufgrund des zu erwartenden guten Wärmedämmstandards um weitere ca. 1.000 MWh/a erhöhen.

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

| Ortsteil | Bedarf | IST | | Potenzial | |
|-----------------------|--------|----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| | | Wärme aus Umwelt-Quellen [MWh/a] | verbundener Strombedarf [MWh/a] | Wärme aus Umwelt-Quellen [MWh/a] | verbundener Strombedarf [MWh/a] |
| Lauen Bestand | 6.236 | | | 437 7,0% | 87 |
| Lauen zzgl. Zubau | +569 | | | +569 14,8% | +114 |
| Selmsdorf Bestand | 29.771 | | | 1.924 6,5% | 385 |
| Selmsdorf zzgl. Zubau | +464 | | | +464 7,9% | +93 |
| Sülsdorf Bestand | 2.020 | | | 54 2,7% | 11 |
| Teschow Bestand | 919 | | | 24 2,7% | 5 |
| Zarnewenz Bestand | 1.566 | | | 117 7,5% | 23 |
| gesamt Bestand | 40.512 | 741 1,8% | 168 | 2.557 6,3% | 511 |
| gesamt zzgl. Zubau | +1.033 | | | +1.033 8,6% | +207 |

Tab. 20: Energetisches Potenzial Umweltwärmenutzung nach Ortsteil

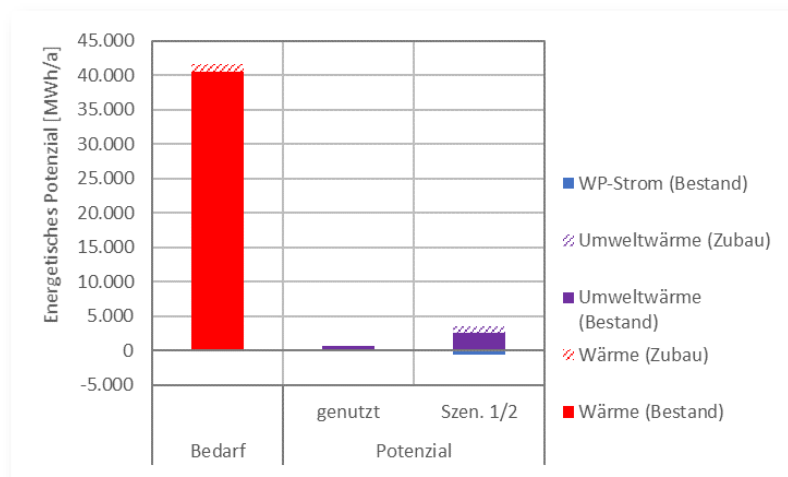


Abb. 19: Energetisches Potenzial Umweltwärmenutzung



| Ortsteil | THG-Emissionen Wärme IST (*) [t/a] | THG-Minderung Potenzial [t/a] | |
|-----------------|---|--|-------------|
| Lauen | 1.729 | 58 | 3,3% |
| Selmsdorf | 4.732 | 92 | 1,9% |
| Sülsdorf | 583 | 8 | 1,3% |
| Teschow | 265 | 3 | 1,3% |
| Zarnewenz | 452 | 16 | 3,6% |
| gesamt | 7.761 | 177 | 2,3% |

(*) realisierte Umweltwärmenutzung im lok. Energieträgermix berücksichtigt

Tab. 21: Treibhausgasreduzierungs- und Umweltwärmenutzungspotenzial nach Ortsteil

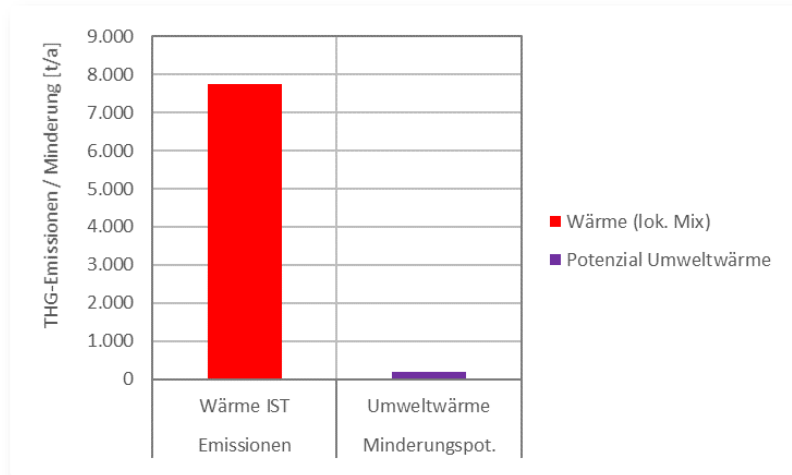


Abb. 20: Treibhausgasreduzierungs- und Umweltwärmenutzungspotenzial

4.6 PV-Freiflächen

Untersucht wurde das Potenzial einer Stromnutzung von Solarenergie (Photovoltaik) auf Freiflächen.

4.7 PV-Freiflächen

Untersucht wurde das Potenzial einer Stromnutzung von Solarenergie (Photovoltaik) auf Freiflächen.

Grundsätzlich ist zwischen zwei verschiedenen Arten von PV Freilandanlagen zu unterscheiden. Zum einen in sogenannten **EEG – Anlagen**, die nach dem „Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)“ förderfähig sind und zum anderen sogenannte **PPA** (Power-Purchase-Agreement) Anlagen, deren Strom nicht staatlich garantiert für eine feste Einspeisevergütung abgenommen wird, sondern durch Direktabnahmeverträge frei am Markt verhandelt werden muss.

4.7.1 PV Freiflächen nach dem EEG

In Deutschland werden Freiflächen Photovoltaikanlagen auf bestimmten Gebietskulissen durch eine zwanzigjährige, staatlich garantierte Einspeisevergütung gefördert werden. Gemäß der § 37 EEG 2021 können PV-Freiflächenanlagen auf folgenden Flächen grundsätzlich gefördert werden:

1. auf einer sonstigen baulichen Anlage, die zu einem anderen Zweck als der Erzeugung von Strom aus solarer Strahlungsenergie errichtet worden ist, oder
2. auf einer Fläche,
 - a. die zum Zeitpunkt des Beschlusses über die Aufstellung oder Änderung des Bebauungsplans bereits versiegelt war,
 - b. die zum Zeitpunkt des Beschlusses über die Aufstellung oder Änderung des Bebauungsplans eine Konversionsfläche aus wirtschaftlicher, verkehrlicher, wohnungsbaulicher oder militärischer Nutzung war,
 - c. die zum Zeitpunkt des Beschlusses über die Aufstellung oder Änderung des Bebauungsplans längs von Autobahnen oder Schienenwegen lag, wenn die Freiflächenanlage in einer Entfernung von bis zu 200 Metern, gemessen vom äußeren Rand der Fahrbahn, errichtet werden und innerhalb dieser Entfernung ein längs zur Fahrbahn gelegener und mindestens 15 Meter breiter Korridor freigehalten werden soll,
 - d. die sich im Bereich eines beschlossenen Bebauungsplans nach § 30 des Baugesetzbuchs befindet, der vor dem 1. September 2003 aufgestellt und später nicht mit dem Zweck geändert worden ist, eine Solaranlage zu errichten,
 - e. die in einem beschlossenen Bebauungsplan vor dem 1. Januar 2010 als Gewerbe- oder Industriegebiet im Sinn des § 8 oder § 9 der Baunutzungsverordnung ausgewiesen worden ist, auch wenn die Festsetzung nach dem 1. Januar 2010 zumindest auch mit dem Zweck geändert worden ist, eine Solaranlage zu errichten,
 - f. für die ein Verfahren nach § 38 Satz 1 des Baugesetzbuchs durchgeführt worden ist,
 - g. die im Eigentum des Bundes oder der Bundesanstalt für Immobilienaufgaben stand oder steht und nach dem 31. Dezember 2013 von der Bundesanstalt für Immobilienaufgaben verwaltet und für die Entwicklung von Solaranlagen auf ihrer Internetseite veröffentlicht worden ist,
 - h. deren Flurstücke zum Zeitpunkt des Beschlusses über die Aufstellung oder Änderung des Bebauungsplans als Ackerland genutzt worden sind und in einem benachteiligten Gebiet lagen und die nicht unter eine der in Buchstabe a bis g genannten Flächen fällt oder
 - i. deren Flurstücke zum Zeitpunkt des Beschlusses über die Aufstellung oder Änderung des Bebauungsplans als Grünland genutzt worden sind und in einem benachteiligten Gebiet lagen und die nicht unter eine der in Buchstabe a bis g genannten Flächen fällt.



4.7.2 PPA-Anlagen

Da diese Anlagen grundsätzlich nicht an konkrete Einspeisetarife mit festgelegten Gebietskulissen gebunden sind, sind zur Realisierung derartiger Projekte vor allem die raumordnerischen und bauordnungsrechtlichen Rahmenbedingungen entscheidend. Für Mecklenburg-Vorpommern ist das Landesraumentwicklungsprogramm Mecklenburg-Vorpommern (LEP M-V) aus dem Jahr 2016⁴². In diesem Raumordnungsprogramm ist z.B. die Umwandlung von Ackerland zur Errichtung großflächiger PV Anlagen außerhalb der zulässigen Gebietskulisse des EEG (2014) grundsätzlich ausgeschlossen.

Um dennoch die planerischen Grundlagen für eine Freiflächen PV Anlage zu erfüllen, müssen diese Projekte ein sogenanntes Zielabweichungsverfahren durchlaufen. Die Landesregierung hat sich mit dem Beschluss aus dem Juni 2021 dazu entschlossen auf einer Fläche von maximal 5000 ha, derartige Zielabweichungsverfahren zuzulassen⁴³. Die Bewertungskriterien des Landes aus dem Jahr 2021 lauten wie folgt:

Kategorie A – Kriterien, die obligatorisch erfüllt sein müssen:

- Bebauungsplan / Aufstellungsbeschluss wird von der Gemeinde positiv bewertet
- Einverständniserklärung des Landwirts liegt vor
- Sitz der Betreiberfirma möglichst im Land
- Bodenwertigkeit maximal 40 Bodenpunkte
- nach Beendigung PV-Nutzung muss die Fläche wieder landwirtschaftlich genutzt werden können (z.B. soll eine PV-Nutzung nach Betriebsende in eine ackerbauliche Nutzung umgewandelt werden)
- Absicherung von Kategorie A und B durch Maßnahmen im B-Plan sowie raumordnerischen Vertrag
- Größe der einzelnen Freiflächen-PVA darf 150 ha (gesamte überplante Fläche, nicht PV-Modulfläche) nicht überschreiten

Kategorie B – Auswahlkriterien

| Kriterium | Punkte jew. bis zu |
|---|-----------------------|
| fortschrittliche Kommunal- und/oder Bürgerbeteiligung | 20 |
| Sitz der Betreiberfirma in der Gemeinde | 10 |
| gemeindlicher Nutzen über die Gewerbesteuererinnahmen hinaus | 20 |
| interkommunale Kooperation | 10 |
| regionale Wertschöpfung durch Freiflächen-PVA direkt gestärkt/gesichert (Firmenansiedlung Dritter, Arbeitsplatzschaffung) | 20 |
| Investitionen in ländlichen Räume zu Gunsten weiterem Allgemeinwohlbezug (Kulturgüter, Tourismus, Mobilität, Beräumung / Rückbau von Altlasten) | 20 |
| Lage innerhalb Ländlicher Gestaltungsräume | 10 |
| Fläche ökologisch nützlich (Puffer zu Naturschutzfläche / Wasserschutzfläche) | 20 |
| Größe der FF-PVA über 100 ha | Minus 10 |
| durchschnittliche Bodenpunkte der überplanten Fläche zwischen 35 und 40* | Minus 20 |
| Projekt fördert naturschutzfachliche Projekte | 15 |
| geringe durchschnittliche Bodenpunkte bis 20 | 10 |
| Systemdienlichkeit der Energiewende | |
| * Nutzung von Wasserstoff | 10 |
| * Einbeziehung in regionale Energiesysteme | 20 |
| * anderweitige innovative Ansätze und Konzepte | 20 |

⁴² <https://www.regierung-mv.de/serviceassistent/download?id=1576266>

⁴³ <https://www.regierung-mv.de/Landesregierung/em/Aktuell/?id=170882&processor=processor.sa.pressemitteilung>

Thema: MBS nachhaltige Energie- und Wärmeversorgung Selmsdorf

Projekt: T21.09

Bearbeitungsstand: 14.04.2022

TRIGENIUS
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG

Zielabweichungsverfahren sind möglich, wenn für ein Projekt die Gesamtpunktzahl von 100 erreicht wird. Mindestens sechs Kriterien der Kategorie B müssen erfüllt sein, wobei das Kriterium mit * (Bodenpunkte) nicht in die Aufsummierung der Kriterien einfließt.

(Quelle: www.regierung-mv.de)

4.7.3 Wertschöpfungspotenziale für die Gemeinden

Verpachtung von Eigenland

Die Gemeinden, in deren Eigentum sich Flächen befinden, die in die o.g. Gebietskulissen fallen, oder in deren Eigentum sich sehr schlechtes Ackerland befindet (Grenzertragsstandorte), könnten sich aktiv um die Entwicklung von Photovoltaik Freiflächenanlagen bemühen. Dabei sollte man auf die Erfahrungen anderer Gemeinden mit diversen Projektentwicklern zurückgreifen.

Beteiligung an den Betreibergesellschaften

Bei vielen Projektentwicklern ist es möglich, sich als Gemeinde, der gemeindeeigene Unternehmen an den Betreibergesellschaften der Photovoltaik Freiflächenanlagen zu beteiligen. Diese Optionen sollten in Abstimmung mit den Kommunal- und Finanzaufsichten geprüft werden. Auch hier gilt es, sich verschiedene Beteiligungsmöglichkeiten in anderen Gemeinden anzuschauen und von Best Practice Beispielen zu lernen.

Gewerbesteuereinnahmen (Gewerbesteuerteilung)

Die Gemeinde hat grundsätzlich die Möglichkeit Gewerbesteureinnahmen aus den Solarprojekten zu generieren. Hierbei ist die Regelung zur Aufteilung der Steuer zwischen der Standortgemeinde und Sitzgemeinde der Betreiberfirma neu geregelt worden. Nach der aktuellen Regelung sind 90% der Gewerbesteureinnahmen von Photovoltaik Freiflächenanlagen in der Standortgemeinde abzuführen. Nähere Informationen finden Sie u.a. bei der Landesenergie- und Klimaschutzagentur Mecklenburg-Vorpommern (LEKA M-V)⁴⁴

Einbindung regionaler Unternehmen in die Bau- und Betriebsphase

Grundsätzlich sollte versucht werden, mit den Projektierern und Betreibern der Photovoltaik Freiflächenanlagen zu verhandeln, das für gewisse Bau-, Wartungs-, und Pflegemaßnahmen regionale Unternehmen eingesetzt werden.

Einnahmen gem. §6 EEG

Der neue §6 (vormals §36 K) im EEG 2021 regelt, dass der Vorhabenträger den betroffenen Gemeinden eine Zahlung i. H. v. 0,2 ct/kWh des erzeugten Stroms ohne Gegenleistung anbieten darf. Im Falle von EEG Anlagen wird dieser Betrag als Umlage vom Stromnetzbetreiber gezahlt. Nähere Informationen gibt es bei der LEKA M-V.⁴⁵

⁴⁴ https://www.leka-mv.de/wp-content/uploads/2022/03/220329_LEKA_Gewerbesteuerzerlegung_final.pdf

⁴⁵ <https://www.leka-mv.de/%c2%a7-6-eeeg/>

4.7.4 Potenzialermittlung

Flächenkulisse

Aufgrund der beschriebenen regulatorischen Voraussetzungen sowie üblicher Erfahrungswerte wurde zur Potenzialermittlung konkret folgende Flächenkulisse berücksichtigt:

| <u>EEG</u> | <u>PPA</u> |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Grünland- und Ackerflächen entlang von Schienenwegen oder Autobahnen im Abstand von 30 bis 200 m • Konversionsflächen mit Belastungen aus vormaliger Nutzung • Mindest-Flächengröße 1 ha (im räumlichen Zusammenhang) | <ul style="list-style-type: none"> • Grünland- und Ackerflächen mit einer Bodenwertzahl < 40 • Mindest-Flächengröße 30 ha (im räumlichen Zusammenhang) |
| <ul style="list-style-type: none"> • Außerhalb von Naturschutzgebieten • Außerhalb von Landschaftsschutzgebieten • Außerhalb von Europäischen Vogelschutzgebieten • Außerhalb von FFH-Gebieten | |

Tab. 22: Kriterien Flächenkulisse PV-Freiflächen

Als **EEG-Fläche** kommen demnach im Untersuchungsgebiet insbesondere Konversionsflächen im Zusammenhang mit der Deponie Ihlenberg in Betracht. Nach Aussage des Betreibers sind hierfür nach vollständiger Abdeckung perspektivisch ca. **16 ha** vorgesehen.

Hinzu kommen ca. **95 ha** an **PPA-Flächen** entsprechend der oben beschriebenen Flächenkulisse.

Die räumliche Verteilung stellt sich wie folgt dar:

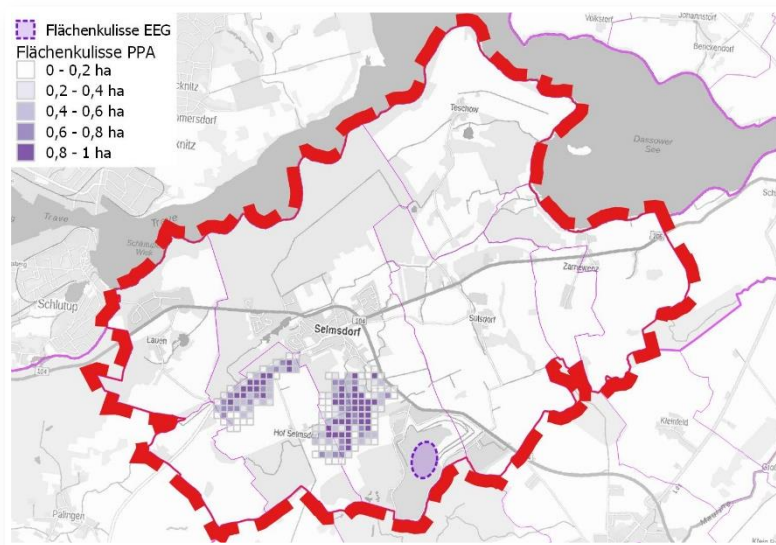


Abb. 21: Karte Flächenkulisse PV-Freiflächenanlagen



Energetisches Potenzial und Treibhausgasminderungspotenzial

Durch den Ausbau von PV-Freiflächenanlagen ergibt sich ein energetisches Potenzial von insgesamt ca. **74.300 MWh/a**. Dies entspricht in etwa dem **5,5-fachern** des lokal benötigten Strombedarfs und einer installierten Leistung von 77 MWp.

| | | Bedarf | Energetisches Potenzial | | | |
|---------------|--------------------|---------------|-------------------------|-------------|---------------|---------------|
| | | IST | realisiert | | Potenzial | |
| | | Strom | [MWh/a] | | | |
| | | | PVFF | | PVFF | |
| EEG-Kulisse | | | 1.075 | 7,8% | 10.752 | 78,3% |
| PPA-Option | | | 0 | 0,0% | 63.571 | 462,9% |
| gesamt | <i>Bestand</i> | 13.732 | 1.075 | 7,8% | 74.323 | 541,2% |
| | <i>zzgl. Zubau</i> | +403 | | | | |

Tab. 23: Energetisches Potenzial PV-Freiflächenanlagen

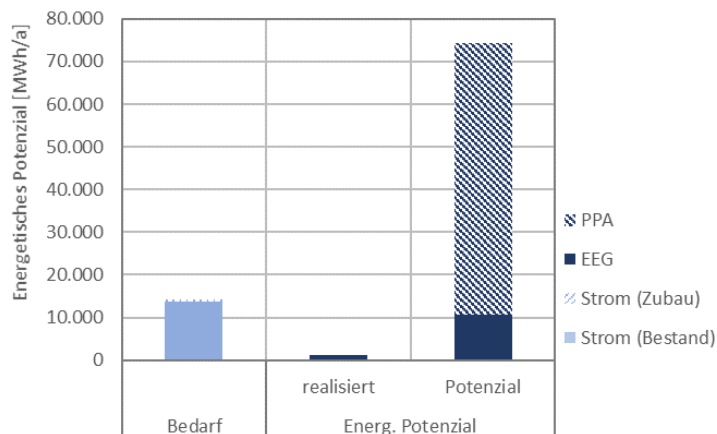


Abb. 22: Energetisches Potenzial PV-Freiflächenanlagen

Im Gewerbegebiet Lauen ist bereits eine PV-Freiflächenanlage vorhanden. Laut Marktstammdatenregister beträgt die installierte Leistung **1,1 MWp**. Dies entspricht einem Stromertrag von ca. **1.015 MWh/a**.



Das rechnerische Treibhausgasemissionsminderungspotenzial beträgt mit ca. **32.300 t/a** etwa das **4,8-fache** der strombedingten Treibhausgasemissionen im Untersuchungsgebiet.

| | <i>THG-Emissionen</i> | <i>THG-Einsparpotenzial</i> | |
|---------------|-----------------------|-----------------------------|----------------------|
| | <i>IST</i> | <i>realisiert</i> | <i>Potenzial</i> |
| | <i>Strom</i> | <i>PVFF</i> | <i>PVFF</i> |
| | | [t/a] | |
| EEG-Kulisse | | 468 7,0% | 4.677 70,4% |
| PPA-Option | | 0 0,0% | 27.653 416,1% |
| gesamt | 6.646 | 468 7,0% | 32.331 486,4% |

Tab. 24: THG-Minderungspotenzial PV-Freiflächenanlagen

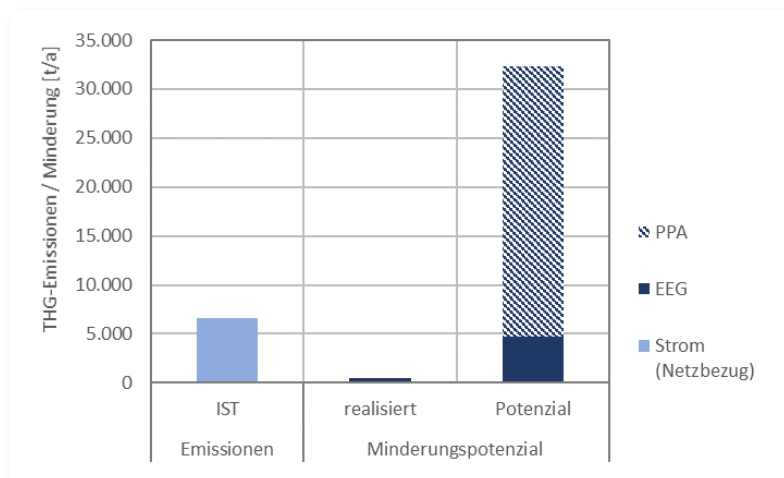


Abb. 23: THG-Minderungspotenzial PV-Freiflächenanlagen

4.8 Windenergie

Untersucht wurde das Potenzial einer Stromerzeugung durch Windenergie. Maßgeblich für die Identifikation entsprechender Flächen ist der aktuelle Fortschreibungsentwurf des regionalen Raumentwicklungsprogramms aus dem Jahr 2021. Hierin sind für das Untersuchungsgebiet keine Eignungsgebiete ausgewiesen.

Laut Marktstammdatenregister sind im Untersuchungsgebiet jedoch bereits Windenergieanlagen mit einer Gesamtleistung von 28 MW und einer jährlichen Stromerzeugung von ca. 82.000 MWh vorhanden. Errichtet wurden sie entsprechend der seinerzeit gültigen Rechtslage in einem Bereich der sogenannten „Planerischen Öffnungsklausel“, welche mittlerweile nicht mehr rechtskräftig ist. Dies zeigt der Auszug aus dem älteren Fortschreibungsentwurf des regionalen Raumentwicklungsprogramms aus dem Jahr 2018.

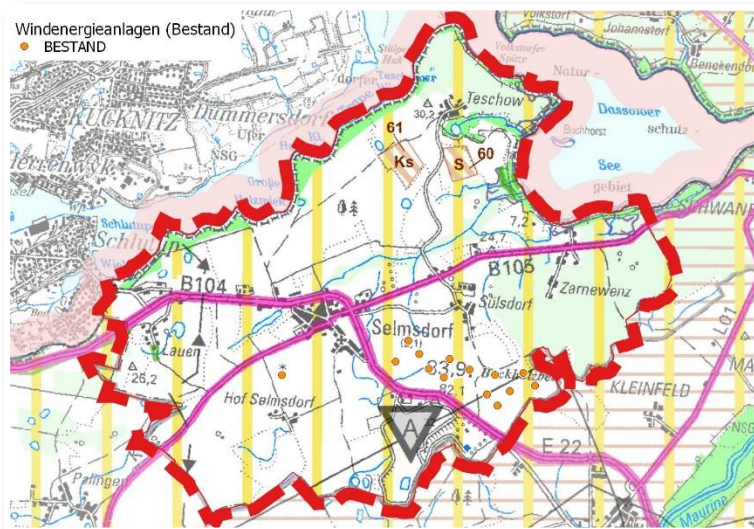


Abb. 24: Karte Windeignungsgebiet und Bestandsanlagen (AKTUELLER Entwurf 2021)

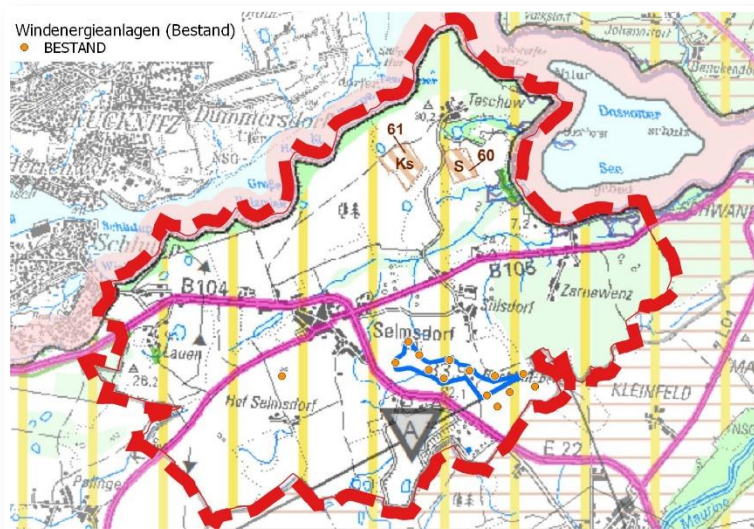


Abb. 25: Karte Windeignungsgebiet und Bestandsanlagen (ALTER Entwurf 2018)



Nach aktuellem Stand ist demnach davon auszugehen, dass mit Auslaufen des für die Anlagen gültigen EEG-Vergütungszeitraums ein Repowering der Anlagen an diesen Standorten nicht möglich ist und **die entsprechenden Erzeugerkapazitäten damit mittelfristig sukzessive entfallen** werden.

Die nachfolgenden Übersichten verdeutlichen die Potenziale:

| | | Bedarf | | Energetisches Potenzial | |
|---------------|--------------------|---------------|---------------|-------------------------|-------------|
| | | IST | Potenzial | realisiert | Potenzial |
| | | Strom | | PVFF | |
| | | [MWh/a] | | | |
| gesamt | Bestand | 13.732 | 82.277 | 599,2% | 0 |
| | <i>zzgl. Zubau</i> | <i>+403</i> | | | 0,0% |

Tab. 25: Energetisches Potenzial Windenergie

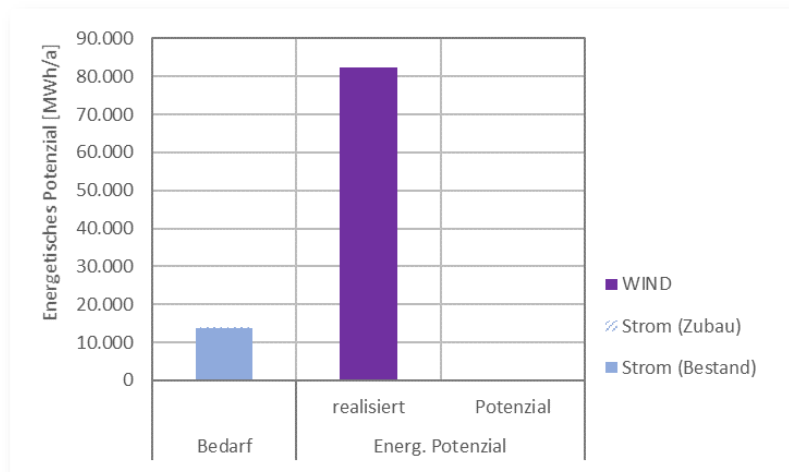


Abb. 26: Energetisches Potenzial Windenergie



| | <i>THG-Emissionen</i> | <i>THG-Einsparpotenzial</i> | |
|---------------|-----------------------|-----------------------------|------------------|
| | <i>IST</i> | <i>realisiert</i> | <i>Potenzial</i> |
| | <i>Strom</i> | <i>PVFF</i> | <i>PVFF</i> |
| | | [t/a] | |
| gesamt | 6.646 | 39.082 | 588,0% |
| | | 0 | 0,0% |

Tab. 26: Treibhausgasreduzierungsbeitrag Windenergie

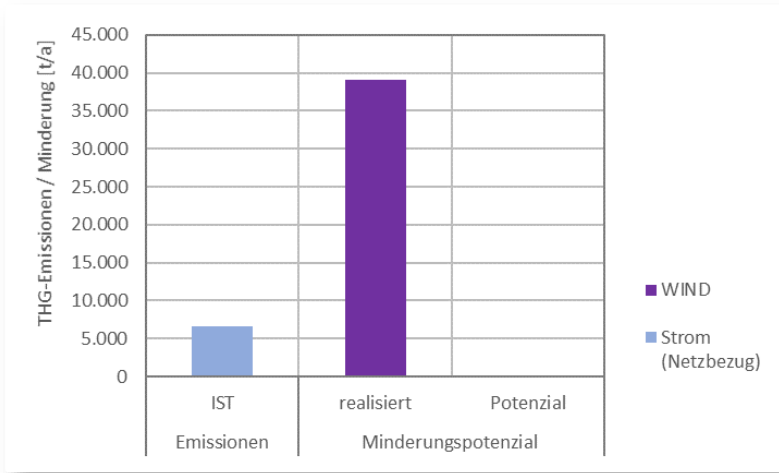


Abb. 27: Treibhausgasreduzierungsbeitrag Windenergie



4.9 Zusammenfassung

Wie die vorangestellten Untersuchungen zeigen, bestehen insbesondere im Bereich der regenerativen Stromerzeugung mittels Solarenergienutzung große Potenziale, die den lokalen Strombedarf bei weitem übersteigen. Insbesondere im Bereich der Photovoltaik-Freiflächenanlagen besteht ein großes Ausbaupotenzial. Auch bei der Aufdach-Photovoltaik ist ein weiterer Ausbau möglich.

Hinsichtlich der Windenergienutzung ist nach aktuellem Stand der Rahmenbedingungen hingegen in mittelfristig mit einem sukzessiven Wegfall der Erzeugerkapazitäten zu rechnen. Hier ist eine Veränderung der Rahmenbedingungen jedoch durchaus möglich ist.

Im Bereich der Wärmeversorgung bestehen die größten Potenziale im Bereich der energetischen Biomassenutzung. Diese könnte, je nach Szenario, bis zu 83 % 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 weiteres Potenzial im Wärmebereich liegt in der energetischen Gebäudesanierung. Aufgrund des durchschnittlich jedoch relativ neuen Gebäudebestandes sind hier die möglichen jedoch auf ca. 6% begrenzt. 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.

Die bestehenden Potenziale an Deponiegas werden ortsnah bereits vollständig genutzt.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass insbesondere im Strombereich erhebliche Potenzialüberschüsse bestehen, während im Wärmebereich die Potenziale insgesamt eher begrenzt sind. Wenngleich auch hier bei vollständiger Nutzung aller verfügbaren Potenziale leichte Überschüsse zu erwarten sind.

Für die Entwicklung von Versorgungslösungen bedeutet dies, dass eine Einbindung von Strom-Potenzialen in die Wärmeversorgung (Power-to-Heat z.B. mittels Wärmepumpen, Elektrolyse-Abwärme...) und / oder die Erschließung weiterer Quellen (z.B. Solarthermie-Freiflächen) empfehlenswert sind.

| | Nutzenenergiebedarf | | Nutzenenergiepotenzial | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|---------------------|-------------|------------------------|-------------|--------------|-----------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|------------|---------------|-------------|
| | | | realisiert | | Szenario 1 | | Szenario 2 | | | | | | | | | |
| | Wärme | Strom | Wärme | Strom | Wärme | Strom | Wärme | Strom | | | | | | | | |
| | [MWh/a] | | | | | | | | | | | | | | | |
| Gebäudesanierung | | | | | 2.564 | 6% | | 2.564 | 6% | | | | | | | |
| Biomasse | | | 854 | 2% | 33.638 | 83% | | 28.719 | 71% | 5.494 | 40% | | | | | |
| Deponiegas | | | 15.759 | 39% | 17.613 | 128% | 15.759 | 39% | 17.613 | 128% | 15.759 | 39% | | | | |
| Solar (Freifläche) | | | | | 1.075 | 8% | | 74.323 | 541% | | 74.323 | 541% | | | | |
| Solar (Aufdach) | | | 51 | 0% | 678 | 5% | 3.044 | 8% | 7.471 | 54% | | 9.558 | 70% | | | |
| zzgl. Zubau | | | | | | | +280 | | +1.132 | | | +1.309 | | | | |
| Umweltwärme | | | 741 | 2% | | | 2.557 | 6% | | 2.557 | 6% | | | | | |
| zzgl. Zubau | | | | | | | +1.033 | | +1.033 | | | | | | | |
| Windenergie | | | | | | 82.277 | 599% | | 0 | 0% | | 0 | 0% | | | |
| gesamt (Bestand) | 40.512 | 100% | 13.732 | 100% | 1.647 | 4% | 84.030 | 612% | 41.803 | 103% | 81.794 | 596% | 33.840 | 84% | 89.375 | 651% |
| zzgl. Zubau | +1.033 | +3% | +403 | +3% | | | | | +1.132 | | +1.033 | | +1.309 | | | |

Tab. 27: Zusammenfassung energetische Potenziale

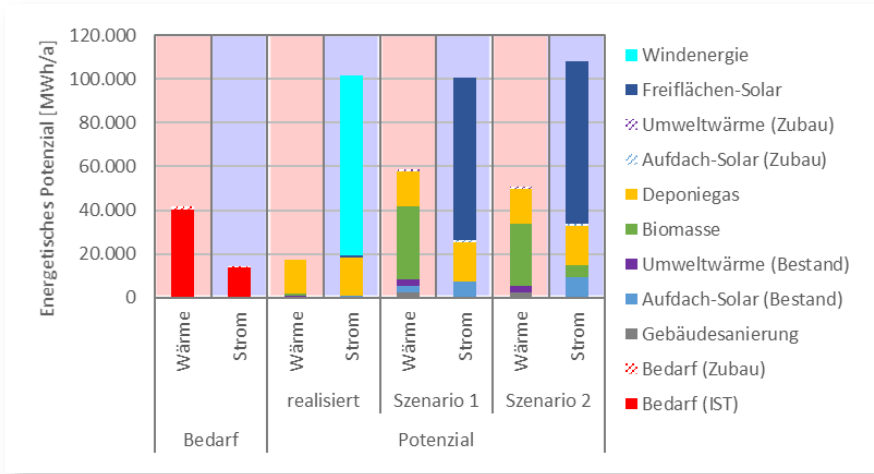
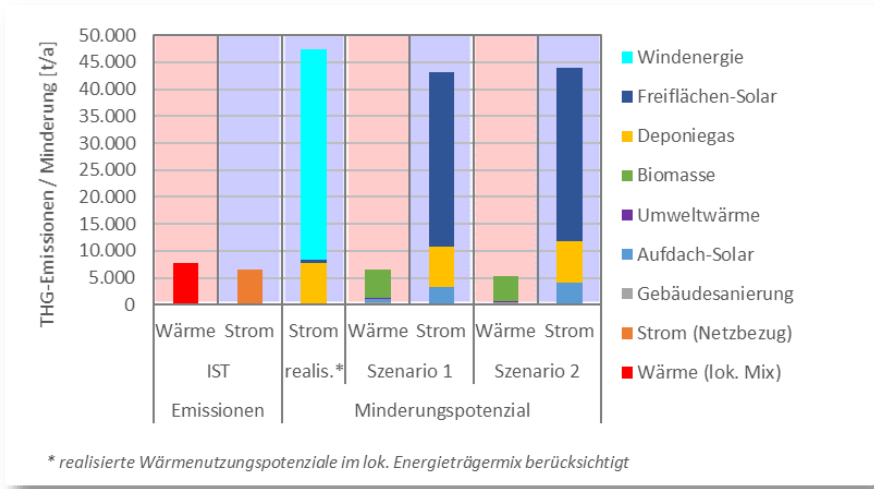


Abb. 28: Zusammenfassung energetische Potenziale

Insbesondere aufgrund der hohen Potenzialüberschüsse im Strombereich ist eine Reduktion der Treibhausgasemissionen im Untersuchungsgebiet rechnerisch um mehr als 350% möglich. Das bedeutet, dass die Gemeinde Selmsdorf bilanziell eine CO₂-Senke darstellen würde. Aufgrund des bestehenden Windenergieausbaus ist dies rein rechnerisch bereits jetzt der Fall.

| | THG-Emissionen | | | THG-Minderungspotenzial | | | | | | | | |
|-------------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------------|--------------------|------------------|--------------------|--------------------|------------------|--------------------|---------------|--|
| | IST | | | realisiert(*) | | Szenario 1 | | | Szenario 2 | | | |
| | Wärme | Strom | gesamt | Strom | gesamt | Wärme | Strom | gesamt | Wärme | Strom | gesamt | |
| | [t/a] | | | | | | | | | | | |
| Gebäudesanierung | | | | | 0 0% | 561 7% | | 561 4% | 561 7% | | 561 4% | |
| Biomasse | | | | | 0 0% | 5.240 68% | | 5.240 36% | 4.529 58% | 2.503 100% | 7.032 49% | |
| Deponiegas | | | | 7.565 114% | 7.565 53% | 0 0% | 7.565 114% | 7.565 53% | 0 0% | 7.565 100% | 7.565 53% | |
| Solar (Freifläche) | | | | 468 7% | 468 3% | | 32.331 486% | 32.331 224% | | 32.331 486% | 32.331 224% | |
| Solar (Aufdach) | | | | 295 4% | 295 2% | 498 6% | 3.250 49% | 3.748 26% | | 4.158 100% | 4.158 29% | |
| Umweltwärme | | | | | 0 0% | 177 2% | | 177 1% | 177 2% | | 177 1% | |
| Windenergie | | | | 39.082 588% | 39.082 271% | | 0 0% | 0 0% | | 0 0% | 0 0% | |
| gesamt (Bestand) | 7.761 100% | 6.646 100% | 14.407 100% | 47.409 713% | 47.409 329% | 6.477 83% | 43.145 649% | 49.622 344% | 5.267 68% | 46.556 700% | 0 360% | |

Tab. 28: Zusammenfassung Treibhausgasminderungspotenzial



* realisierte Wärmenutzungspotenziale im lok. Energieträgermix berücksichtigt

Abb. 29: Zusammenfassung Treibhausgasminderungspotenzial



5 Konzeption netzgebundener Wärmeversorgungs-lösungen auf Biomasse-Basis

Aufbauend auf der vorangestellten Wärmebedarfs- und Potenzialanalyse wurden in Frage kommende Versorgungsgebiete und Anlagenstandorte für netzgebundene Wärmeversorgungs-lösungen auf Basis energetischer Biomassennutzung identifiziert. Im Anschluss wurden für diese Gebiete jeweils geeignete Versorgungs-lösungen konzipiert.

Mit Blick auf die sich abzeichnende Weiterentwicklung der Fördermittelsituation und die begrenzten Biomassepotenziale wurde dabei in der Anlagenkonzeption weiterhin eine solarthermische Freiflächenanlage ergänzt.

Um Synergien einer möglichen zukünftigen Kopplung der Sektoren Strom, Wärme und Mobilität zu verdeutlichen, wurde an einem Beispiel zusätzlich exemplarisch die Nutzung von Abwärme einer Elektrolyseanlage zur Erzeugung grünen Wasserstoffs mit dargestellt.

Die Hauptkomponenten der jeweiligen Versorgungs-lösungen 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 8.5 im Rahmen von Sensitivitätsanalysen betrachtet.

5.1 Versorgungsgebiete

Ausgehend von den Betrachtungen im Rahmen der Bedarfsanalyse wurde zunächst nach geeigneten Strukturen gesucht, die aussichtsreiche Bedingungen für eine Umsetzbarkeit netzgebundener Versorgungs-lösungen aufweisen. Von zentraler Bedeutung hierfür ist ein verdichteter Wärmebedarf in zusammenhängenden Bereichen (Wärmebezugsdichte > ca. 150 MWh/(ha*a)).

Weitere wesentliche Faktoren waren ein ausreichender Gesamt-Wärmebedarf im Versorgungsgebiet (> ca. 1.000 MWh/a) sowie die bestehende lokale Bebauungs- und Versorgungsstruktur.

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

- Selmsdorf
(aufgeteilt in 2 Versorgungsgebiete: Mitte – M, West - W)
- Lauen
(Gewerbegebiet)

Die gewählten Gebiete können durch folgende Abnehmerstruktur beschrieben werden:

| | Gebäude | Wärmebedarf | Auslegungsleistung |
|-------------|---------|-------------|--------------------|
| Selmsdorf M | 469 | 8.391 MWh/a | 4.372 kW |
| Selmsdorf W | 134 | 2.644 MWh/a | 1.368 kW |
| Lauen | 46 | 5.827 MWh/a | 2.523 kW |

Tab. 29: Kenngrößen Versorgungsgebiete Nahwärme

5.2 Funktionale Konzeption

Überblick

Wie im Rahmen der Potenzialanalyse festgestellt wurde, stellt die die energetische Biomassenutzung ein erhebliches Potenzial zur regenerativen Wärmeversorgung der Gemeinde Selmsdorf dar. Gerade in Hinblick auf den weitgehend bereits älteren Gebäudebestand bietet sie den Vorteil, zuverlässig und effizient auch höhere Heizmedientemperaturen bereitstellen zu können. Wie bereits in der Aufgabenstellung zur Machbarkeitsstudie angelegt, bilden daher Anlagen Biomassefeuerungsanlagen der Kern der nachfolgend konzipierten netzgebundenen Wärmeversorgungslösungen.

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.

Ein weiterer Ansatz, der im zukünftigen Energiesystem aller Voraussicht nach eine zunehmende Rolle spielen dürfte wird als Power-to-X (PtX) bezeichnet. Darunter versteht man Technologien zur Umwandlung vorzugsweise regenerativ erzeugten Stroms in andere Energieträgerformen und somit deren Nutzung in weiteren Sektoren (Mobilität, Wärmeversorgung, Produktionsprozesse...). Als eine solche Technologie etabliert sich derzeit die Herstellung sogenannten „Grünen Wasserstoffs“ mittels Elektrolyse. Hierbei entsteht neben dem erzeugten Wasserstoff auch Wärme, die sich ebenfalls im Wärmenetz nutzen lässt. In Hinblick auf die bestehenden und ggf. zukünftig zusätzlich zu erwartenden Stromüberschüsse wird diese Möglichkeit konzeptionell ebenfalls mit abgebildet und an einem Beispiel kalkuliert.

Um den tendenziell eher ineffizienteren Schwachlastbetrieb der Biomassefeuerung gerade in den Sommermonaten möglichst weitgehend zu vermeiden und gleichzeitig die begrenzten Biomasse-Ressourcen zu schonen, bietet sich zusätzlich die Einbindung einer Solarthermie-Freiflächenanlage an. Diese Option wird nach aktuellem Kenntnisstand auch in der weiteren Gestaltung der Fördermittelkulissee für erneuerbare Wärmeversorgung eine zunehmende Bedeutung erlangen und wird daher ebenfalls im Versorgungskonzept berücksichtigt.

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

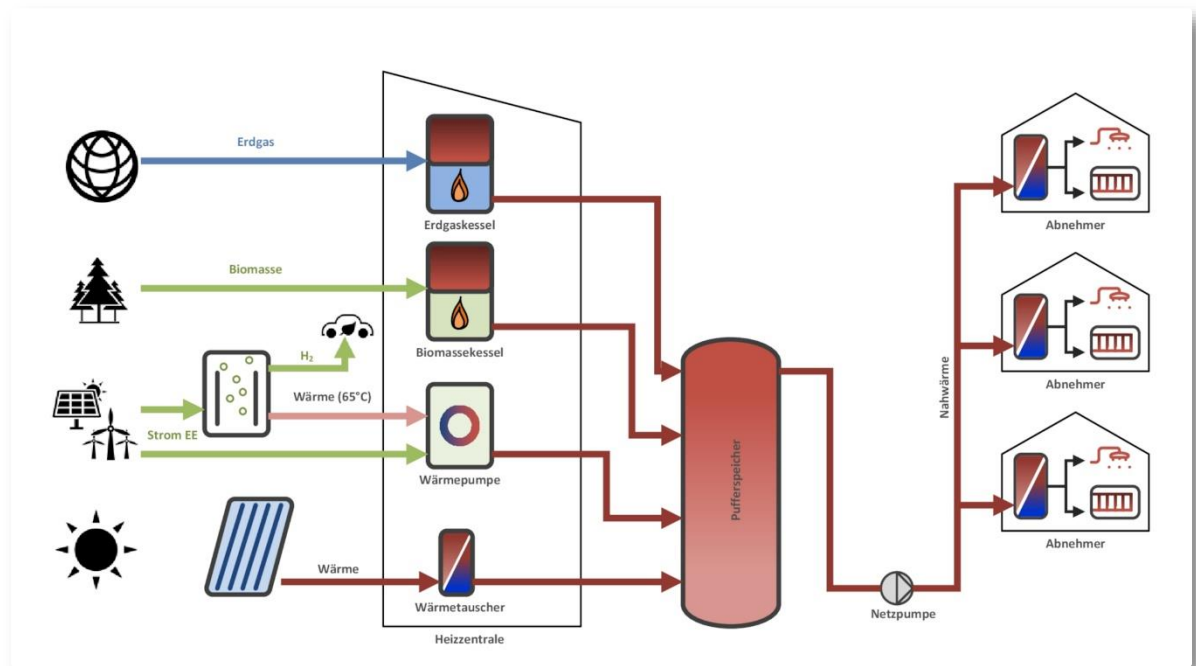


Abb. 30: Übersicht funktionale Konzeption Nahwärme

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. 31: 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 m² Grundstücksfläche. Für eine 5-MW-Anlage beträgt der Flächenbedarf ca. 860 m²⁴⁶. Die nachfolgende Abbildung veranschaulicht die Größenverhältnisse:

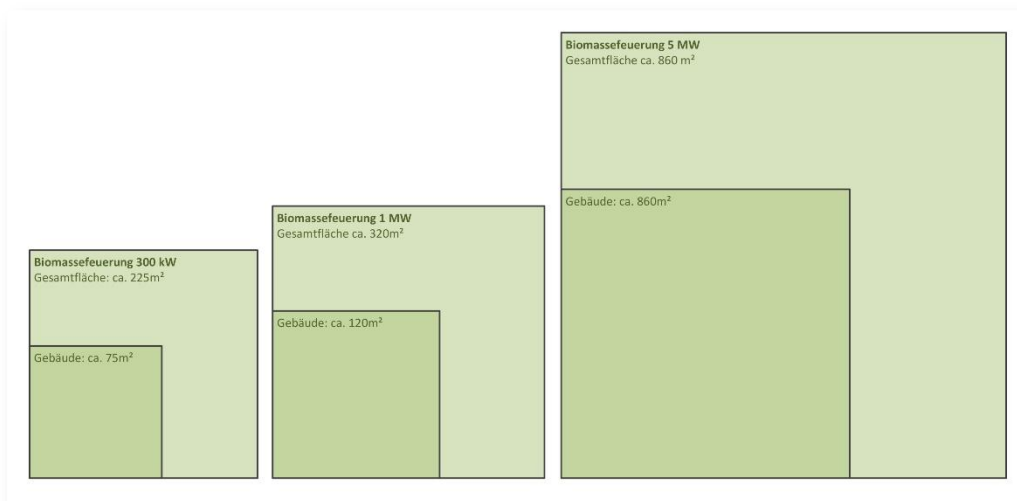


Abb. 32: Flächenbedarf Biomasseheizwerke

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

⁴⁶ FNR 02

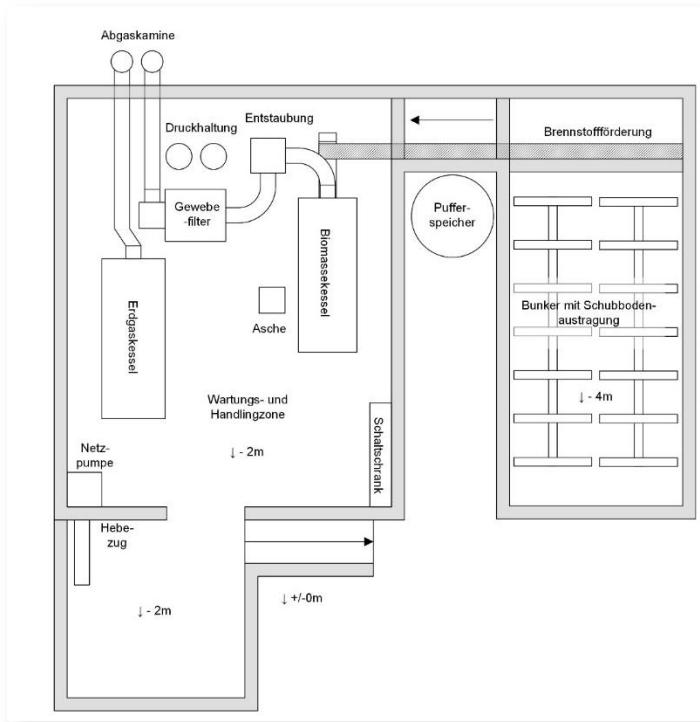


Abb. 33: Raumkonzept Heizzentrale (500 kW Biomasse)

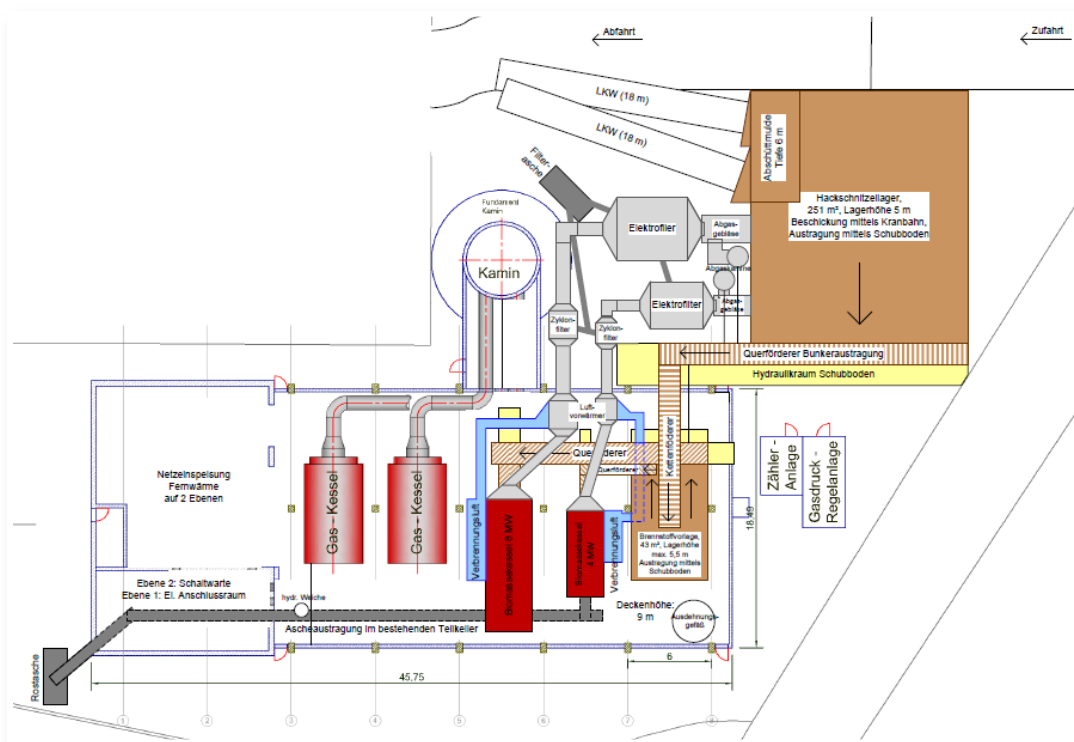


Abb. 34: Raumkonzept Heizwerk (12 MW Biomasse)

Solarthermische Freiflächenanlagen

Mit der Neugestaltung der Fördermittellandschaft für regenerative Wärmeversorgungskonzepte treten vermehrt auch brennstofffreie Versorgungslösungen in den Vordergrund. Hier ist u.a. die Einbindung großer Solarthermieanlagen 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.

Die 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.). Beispielweise auch in brachliegenden Bereichen mit einsetzender Verbuschung kann diese durch Installation von Solarthermieanlagen aufgehalten und so wertvolle Lebensräume für bodenbrütende Vögel und Offenlandhabitate für Flora und Fauna erhalten werden.



Abb. 35: 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 ScenoCalc⁴⁷. Diese erlaubt es, den solaren Nutzwärmeertrag von in Wärmenetze eingebundenen Solarthermieanlagen zu berechnen.

In Anlehnung an realisierte Anlagen wird hierbei als Kalkulationsziel eine solare Deckungsrate von ca. 20% angestrebt. Die von der Solarthermieanlage bereitgestellte Wärme wird hierbei stets vorrangig im System genutzt (Grundlast).

⁴⁷ SOL 02

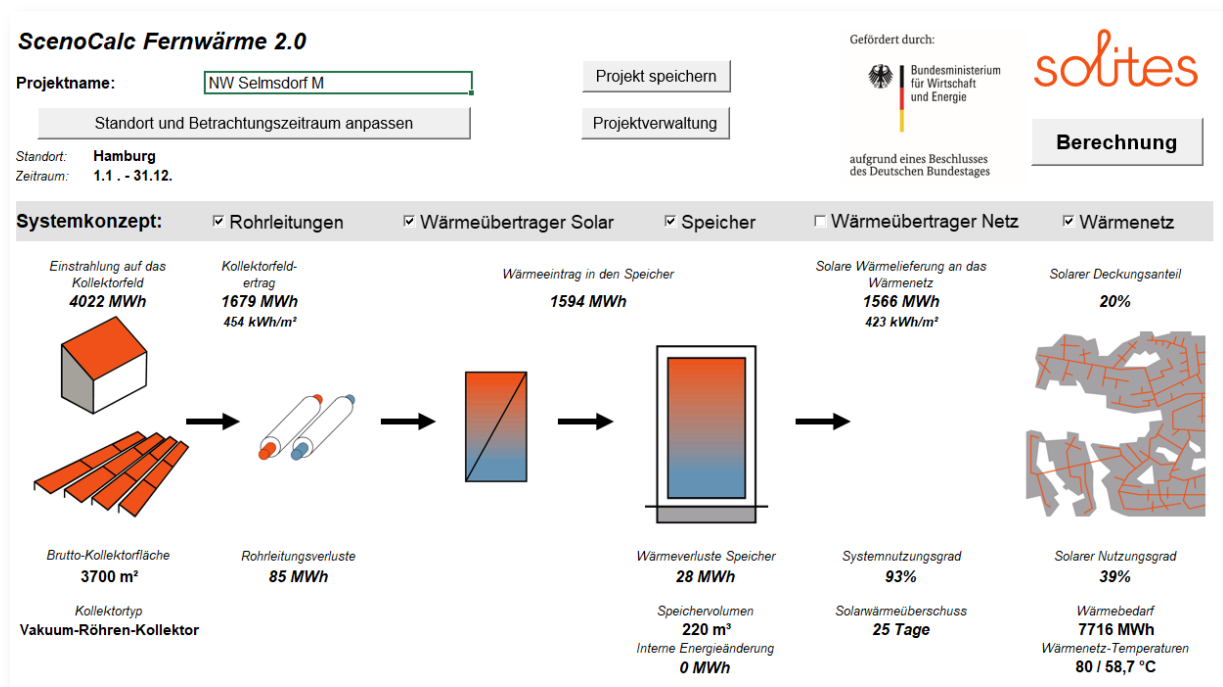


Abb. 36: Solarthermie-Kalkulation mit ScenoCalc (Bsp.)

Abwärme aus PtX-Prozessen

Ein weiterer Ansatz zur brennstofffreien Wärmeversorgung ist die Einbindung von Abwärme, beispielsweise aus PtX-Prozessen. Darunter versteht man Technologien zur Umwandlung vorzugsweise regenerativ erzeugten Stroms in andere Energieträgerformen und somit deren Nutzung in weiteren Sektoren (Mobilität, Wärmeversorgung, Produktionsprozesse...). Als eine solche Technologie etabliert sich derzeit die Herstellung sogenannten „Grünen Wasserstoffs“ mittels Elektrolyse. Hierbei entsteht neben dem erzeugten Wasserstoff auch Wärme, die sich ebenfalls im Wärmenetz nutzen lässt

Gerade mit Blick auf die in der Potenzialanalyse ermittelten Überschüsse aus regenerativem Strom bildet dies eine interessante Option. Voraussetzung ist jedoch hier ebenfalls eine entsprechende Wasserstoffabnahme. Hierfür kommen perspektivisch verschiedene Anwendungsfelder wie etwa der Verkehrssektor (ins. LKW-Verkehr), die Industrieproduktion sowie die Verwendung als chemischer Grundstoff in Betracht. Insofern kann ein Standort für entsprechende Anlagen im Bereich bestehender oder geplanter Industrie und Gewerbegebiete als am aussichtsreichsten vorausgesetzt werden. Entsprechend wird diese Quelle exemplarisch an einem gewerbenahen Standort in die Kalkulation einbezogen.

Der Berechnung liegt folgende an einem real marktverfügbaren System angelehnte Konfiguration⁴⁸ zugrunde:

⁴⁸ HTEC 01

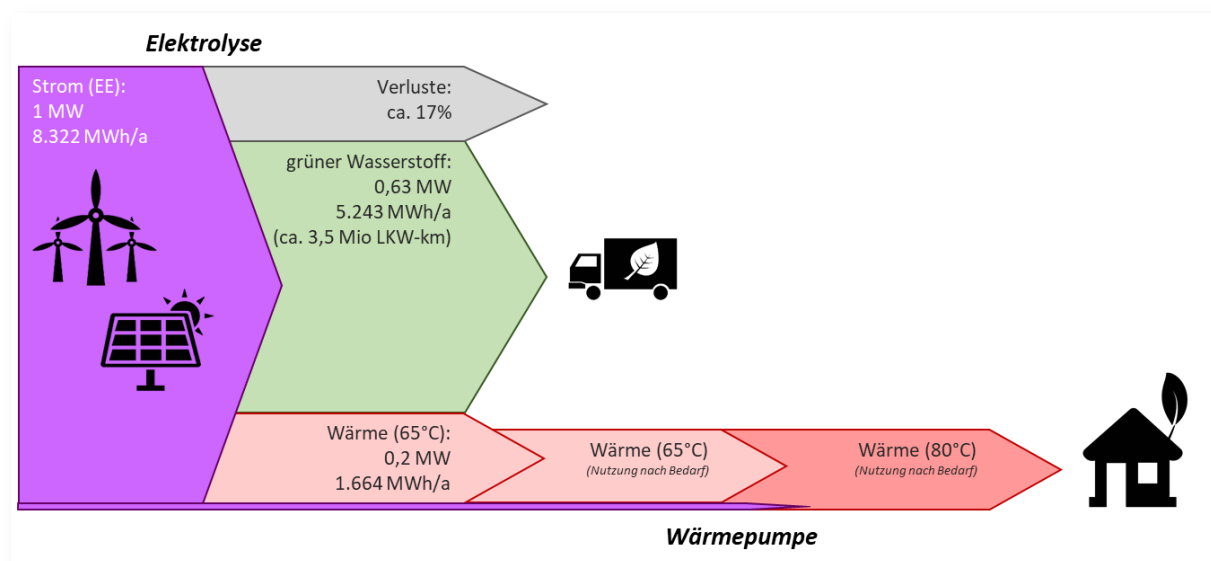


Abb. 37: Energieflussschema PtX-Abwärme

Hierbei werden mittels eines Elektrolyseurs (Nennleistung 1 MW elektrisch) aus ca. 8.300 MWh regenerativ erzeugten Stroms jährlich ca. 1,75 Mio. Nm³ grünen Wasserstoffs gewonnen. Dies entspricht etwa dem Bedarf von 3,5 LKW-Kilometern.

In diesem Prozess werden zusätzlich ca. 1.700 MWh an Wärme frei. Diese liegen zunächst bei einem Temperaturniveau von 65°C vor. Mittels einer ebenfalls mit regenerativ erzeugtem Strom betriebenen Wärmepumpe wird dieses Temperaturniveau auf die für Nahwärmenetze im Gebäudebestand häufig benötigten 80°C angehoben. Diese Wärme wird neben der solarthermischen Wärme ebenfalls zur Grundlastabdeckung verwendet.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Energie- und Stoffbilanz im Überblick:

| | Input | | Output | | |
|-----------------------|--------------------|-------------------------|---|----------------------------|--------------------|
| | Strom | Wasser | H ₂ | O ₂ | Wärme |
| Leistung | 1.000 kW | | 630 kW | | 200 kW |
| | | 280 l/h | 210 Nm ³ /h 18,9 kg/h | 105 Nm ³ /h | |
| Wirkungsgrad | | | 0,63 | | 0,20 |
| Verfügbarkeit | | | 0,95 | | |
| Jahresmenge | 8.322 MWh/a | | 5.243 MWh/a | | 1.664 MWh/a |
| | | 2.330 m ³ /a | 1.747.620 Nm ³ /a 157,1 t/a | 873.810 Nm ³ /a | |
| entspricht ca. | | | 3.491.000 LKW-km | | |

Tab. 30: Energie- und Stoffbilanz PtX-Abwärmennutzung

Biogene Festbrennstoffe

Im Rahmen der Potenzialanalyse wurden sowohl holzartige Biomassen (Waldrestholz, Landschaftspflegeholz, Industrierestholz) 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, das 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 Bereitstellungs-konzept.

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 konkret 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. 38: 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 m³) über Abrollcontainer mit Hakenlift (ca. 40 m³) bis hin zu Walking-Floor-Fahrzeugen (ca. 90 m³).

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. 39: Holz-Hackschnitzelkessel

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



Abb. 40: Pufferspeicher

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

Der eingeplante **Pufferspeicher** dient dem zeitlichen Ausgleich des tageszeitlich und witterungsbedingt schwankenden Wärmebedarfs. Auf diese Weise werden Lastspitzen ver gleichmäßig 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. 41: 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. 42: Wärmeübergabestation

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

5.3 Versorgungsgebiet Gewerbegebiet Lauen

Das Versorgungsgebiet umfasst das bestehende Gewerbegebiet in Lauen mit den Straßen An der Trave und Ringstraße.

5.3.1 Räumliche Konzeption

Die nachfolgende Darstellung verdeutlicht die Abgrenzung des Versorgungsgebiets sowie den Verlauf einer möglichen Nahwärmetrasse. Als Standort der Heizzentrale wird exemplarisch ein unbebautes Grundstück im Bereich Kreuzung Ringstraße / Selmsdorfer Landstraße vorgeschlagen. Für die Errichtung einer Solarthermie-Freiflächenanlage wird die Nutzung gegenüberliegend ebenfalls unbebauten Grundstücks vorgeschlagen.

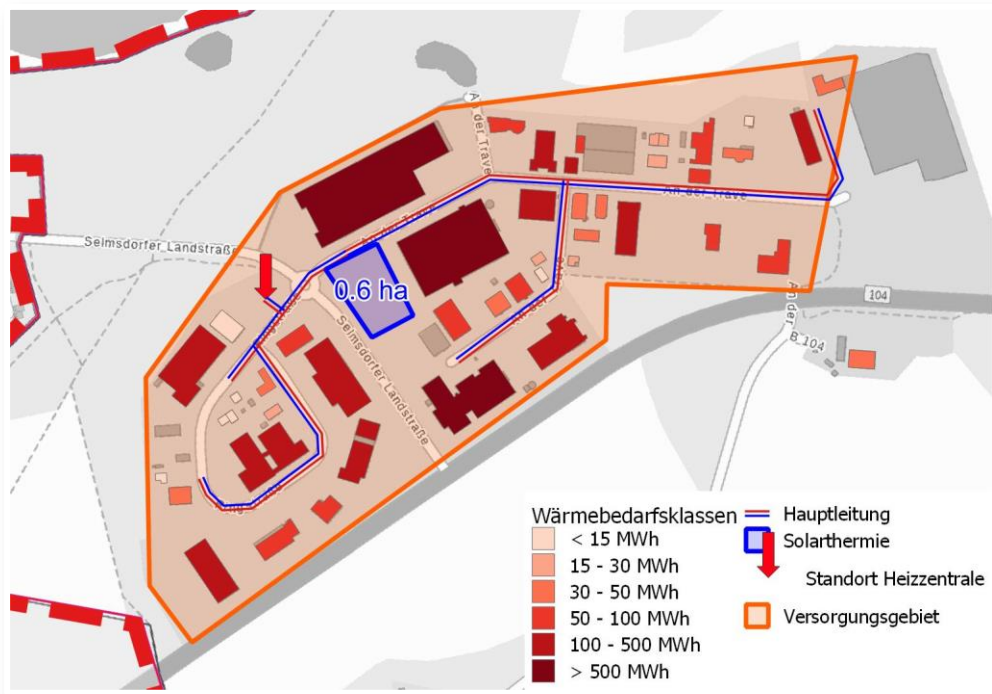


Abb. 43: Karte Versorgungsgebiet Fernwärme Lauen

5.3.2 Auslegung der Hauptkomponenten

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

Die erforderlichen Hauptkomponenten werden wie folgt dimensioniert:

Solarthermie-Freiflächenanlage

- Modultyp: Vakuüm-Röhrenkollektoren
- Brutto-Modulfläche: 2.300 m²
- Benötigte Grundstücksfläche: ca.0,6 ha

Einbindung PtX-Abwärme

- Wärmeleistung Wärmepumpe: 220 kW
- Temperaturhub: 65 / 80 °C

Biomassekessel

- Nennleistung: 750 kW
- Jahresnutzungsgrad: 0,85

Erdgaskessel

- Nennleistung: 1.900 kW
- Jahresnutzungsgrad: 0,95

Pufferspeicher

- Volumen: 140 m³

Wärmenetz

- Trassenlänge: 2.500 m
- Max. Querschnitt: DN 125
- Mittl. Querschnitt: DN 50
- Wärmebelegung: 1.897 kWh/(trm*a)

Hausanschlüsse

- Anzahl: 37
- Summe Anschlussleistung: 2.019 kW

Detailliertere Informationen zur Auslegung sind im Anhang aufgeführt.

5.3.3 Energie- und Treibhausgasbilanz

Wärmebilanz

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

Die angeschlossenen Abnehmer benötigen demnach jährlich 4.662 MWh an Nutzwärme. Diese werden über das Nahwärmenetz zu 20% aus Solarthermie, zu 27% aus PtX- Abwärme (optional), zu 51% aus Biomasse und zu 2% aus Erdgas bereitgestellt. Die Netzverluste betragen dabei ca. 4,7%.

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

| | Leistung | Wärme |
|-------------------------|------------------------|---------------------------|
| Bedarf frei Abnehmer | 2.019 kW | 4.662 MWh/a 95,3% |
| Gleichzeitigkeitsfaktor | 0,912 | |
| Verluste | 26,2 kW | 230 MWh/a 4,7% |
| Netz | 24,0 kW | 210 MWh/a |
| Speicher | 2,2 kW | 19 MWh/a |
| Summe Bedarf | 1.867 kW 100,0% | 4.891 MWh/a 100,0% |
| Summe Erzeugung | 2.850 kW 152,7% | 4.891 MWh/a 100,0% |
| Solarthermie | --- | 983 MWh/a 20,1% |
| Elektrolyse (via WP) | 200 kW 10,7% | 1.313 MWh/a 26,8% |
| Biomasse-Kessel | 750 kW 40,2% | 2.489 MWh/a 50,9% |
| Gaskessel | 1.900 kW 101,8% | 107 MWh/a 2,2% |

Tab. 31: Wärmebilanz Fernwärmeversorgung Lauen (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.

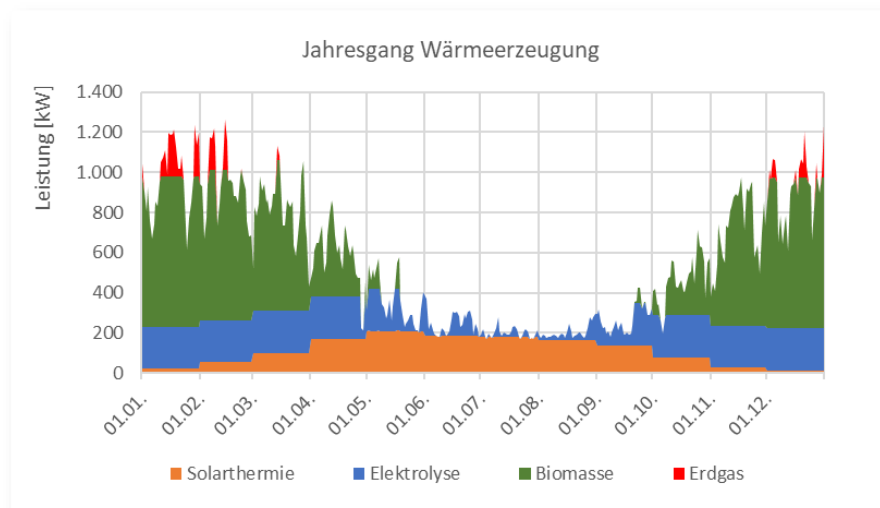


Abb. 44: Jahresgang Fernwärmeversorgung Lauen (AG 80%)

Endenergie- und Treibhausgasbilanz

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

| | Endenergie | Emissionsfaktor | THG-Emissionen |
|----------------------|---|------------------------|-----------------------|
| Wärme Solarthermie | 983 MWh/a | 25 g/kWh | 24,6 t/a |
| Abwärme Elektrolyse | 1.201 MWh/a | 0,7 g/kWh | 0,8 t/a |
| Biomasse | 2.928 MWh/a 3.254 sm ³ /a | 19 g/kWh | 55,6 t/a |
| Erdgas | 112 MWh/a | 250 g/kWh | 28,0 t/a |
| Strom (Wärmepumpe) | 112 MWh/a | 15 g/kWh | 1,7 t/a |
| Strom (Hilfsenergie) | 30.452 kWh/a | 484 g/kWh | 14,7 t/a |
| Heizwerk | 24.974 kWh/a | | |
| Netz | 5.478 kWh/a | | |
| Summe | 35.788 MWh/a | | 125,5 t/a |

Tab. 32: Endenergiebedarf und THG-Emissionen Fernwärmeversorgung Lauen (AG 80%)

Die spezifischen Treibhausgasemissionen der Nahwärmeversorgung betragen 27 g/kWh bezogen auf die Nutzwärme. Gegenüber dem laut Bedarfsanalyse festgestellten ortstypischen Brennstoffmix (277 g/kWh) ergibt sich somit ein spezifischer Vermeidungsfaktor von 250 g/kWh.

Durch die kalkulierte Versorgungsvariante können bei einem Anschlussgrad von 80% demnach jährlich **1.167 tCO₂-äqu. Treibhausgase eingespart** werden.

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

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

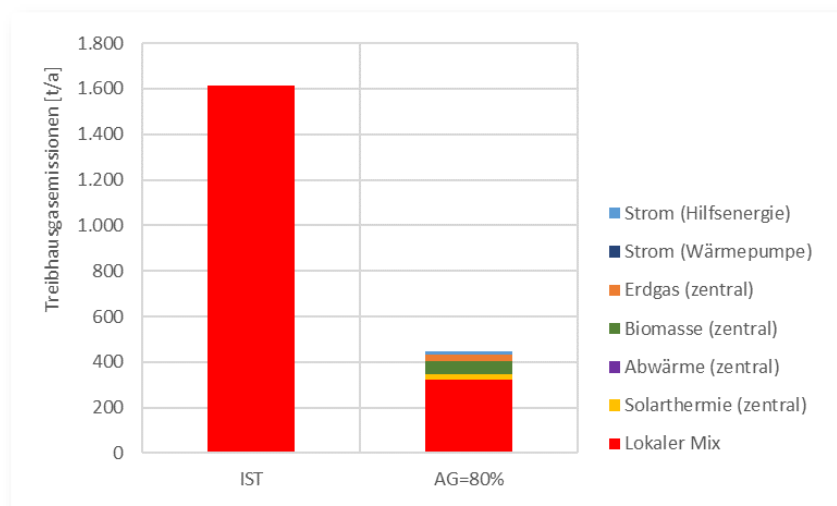


Abb. 45: Treibhausgaseinsparung Fernwärmeversorgung Lauen (AG 80%)



5.3.4 Wirtschaftliche Parameter

Investitionskosten

Auf Basis der Anlagenauslegung wurden die zu erwartenden **Investitionskosten** kalkuliert. Grundlage hierfür bilden diverse publizierte Preisansätze⁴⁹ sowie Erfahrungswerte und Richtpreisangebote zu vergleichbaren Anlagenkonfigurationen.

Das **Förderumfeld** für die Errichtung von regenerativen netzgebundenen Wärmeversorgungsanlagen befindet sich derzeit in der Umgestaltung. Dies betrifft sowohl die Förderprogramme auf Bundesebene als auch die über Landesprogramme ausgereichten EU-Fördermittel.

Für beide Ebenen wird im Laufe des Jahres mit einer Aktualisierung / Neuauflage der maßgeblichen Förderprogramme gerechnet.

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

- Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEW) – Richtlinienentwurf aus 08/2021
- Klimaschutz-Förderrichtlinie Mecklenburg-Vorpommern (KliFöRL-MV) – Stand Verbandsanhörung

Es ergibt sich ein **Investitionsbedarf von ca. 6,6 Mio. € vor Förderung**. Mit einer **Förderquote von 62%** verbleiben nach Förderung **Investitionskosten von ca. 4,1 Mio. €**.

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

| | | |
|-----------------------------------|--------------------|---------------|
| Gebäude (Heizhaus) | 700.000 € | 10,6% |
| Wärmeerzeugung (Anlagentechnik) | 2.668.700 € | 40,3% |
| Wärmeverteilung (Netz) | 1.844.400 € | 27,9% |
| Zwischensumme | 5.213.100 € | |
| Unvorhergesehenes | 782.000 € | 11,8% |
| Nebenkosten | 625.600 € | 9,4% |
| Investition vor Förderung | 6.620.700 € | 100,0% |
| Summe Förderung | 4.107.146 € | 62,0% |
| BEW (Entwurf) | 2.346.941 € | 35,4% |
| KliFöRL MV (Entwurf) | 1.760.206 € | 26,6% |
| Investition nach Förderung | 2.513.554 € | |

Tab. 33: Investitionsschätzung und Förderung Fernwärmeversorgung Lauen (AG 80%)

⁴⁹ U.a. FNR 02

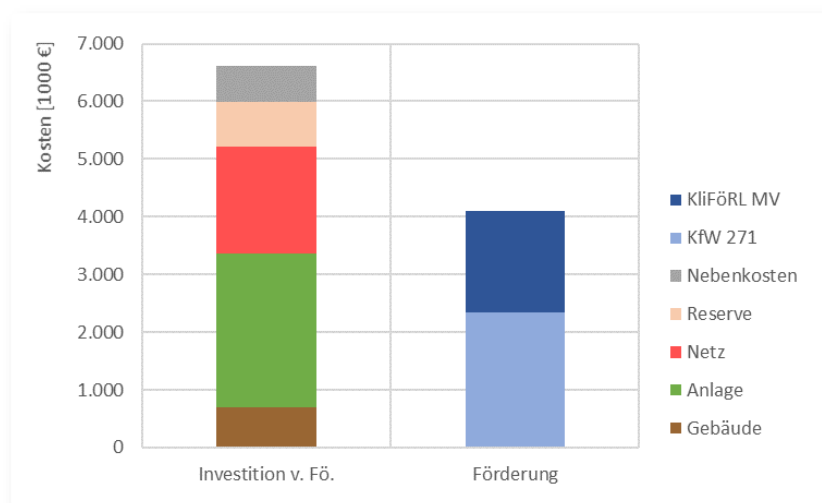


Abb. 46: Investitionsschätzung und Förderung Fernwärmeversorgung Lauen (AG 80%)

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 Kennwerte⁵⁰.

Es ergeben sich zu erwartende **Betriebskosten von ca. 149.500 €** pro Jahr.

Die **Verbrauchskosten** umfassen die Kosten, die durch den Verbrauch von Energieträgern entstehen. Darüber hinaus wurden hier die durch Einführung des CO₂-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 CO₂-Preis von 30 €/t (Stand 2022) angesetzt.

Es ist demnach mit **Verbrauchskosten in Höhe von ca. 129.300 €** pro Jahr zu rechnen.

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

Wärmegestehungskosten

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

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

Die Kapitalkosten wurden mit Hilfe der Annuitätenmethode aus den Investitionskosten nach Förderung, einer zugrunde gelegten Laufzeit von 20 Jahren sowie unter Berücksichtigung der Restwerte nach Laufzeitende bestimmt.

⁵⁰ U.a. FNR 02

Für die ortsteilbezogene Wärmeversorgung ergeben sich **Wärmegestehungskosten von durchschnittlich ca. 79,50 €/MWh**.

Im Vergleich zu konventionellen Wärmeerzeugungstechnologien (Erdgas: ca. 210 €/MWh, Heizöl: ca. 190 €/MWh) ist die vorgeschlagene Variante damit sehr attraktiv.

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

| | | |
|------------------------------|--------------------|---------------|
| Kapitalkosten | 91.769 €/a | 24,8% |
| Betriebskosten | 149.500 €/a | 40,3% |
| Verbrauchskosten | 129.346 €/a | 34,9% |
| Jahreskosten gesamt | 370.615 €/a | 100,0% |
| Jahres-Nutzwärmebedarf | 4.662 MWh/a | |
| Wärmegestehungskosten | 79,50 €/MWh | |

Tab. 34: Wärmegestehungskosten Fernwärmeversorgung Lauen (AG 80%)

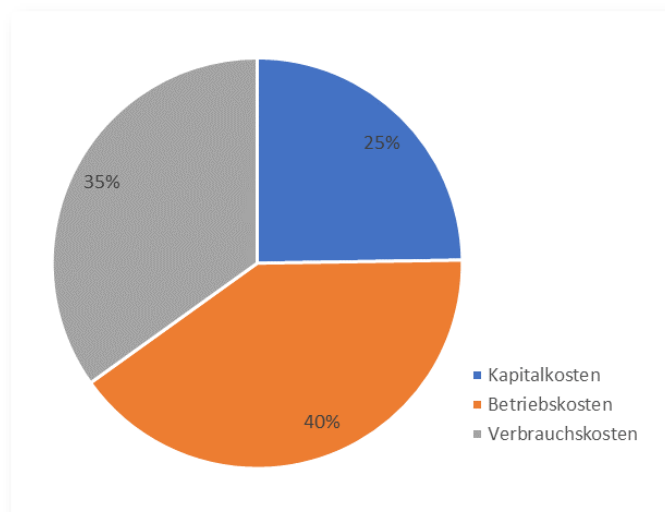


Abb. 47: Wärmegestehungskosten Fernwärmeversorgung Lauen (AG 80%)

5.4 Versorgungsgebiet Selmsdorf Mitte

Das Versorgungsgebiet umfasst die verdichtet bebauten Kernbereiche der Ortslage Selmsdorf südlich der B104.

5.4.1 Räumliche Konzeption

Die nachfolgende Darstellung verdeutlicht die Abgrenzung des Versorgungsgebiets sowie den Verlauf einer möglichen Nahwärmetrasse. Als Standort der Heizzentrale wird exemplarisch ein unbebautes Gelände im Bereich der westlichen Zufahrt zum Flöhkamp vorgeschlagen. Für die Errichtung einer Solarthermie-Freiflächenanlage wird die Nutzung einer anliegenden bereits überplanten Fläche südlich des Sportplatzes vorgeschlagen.

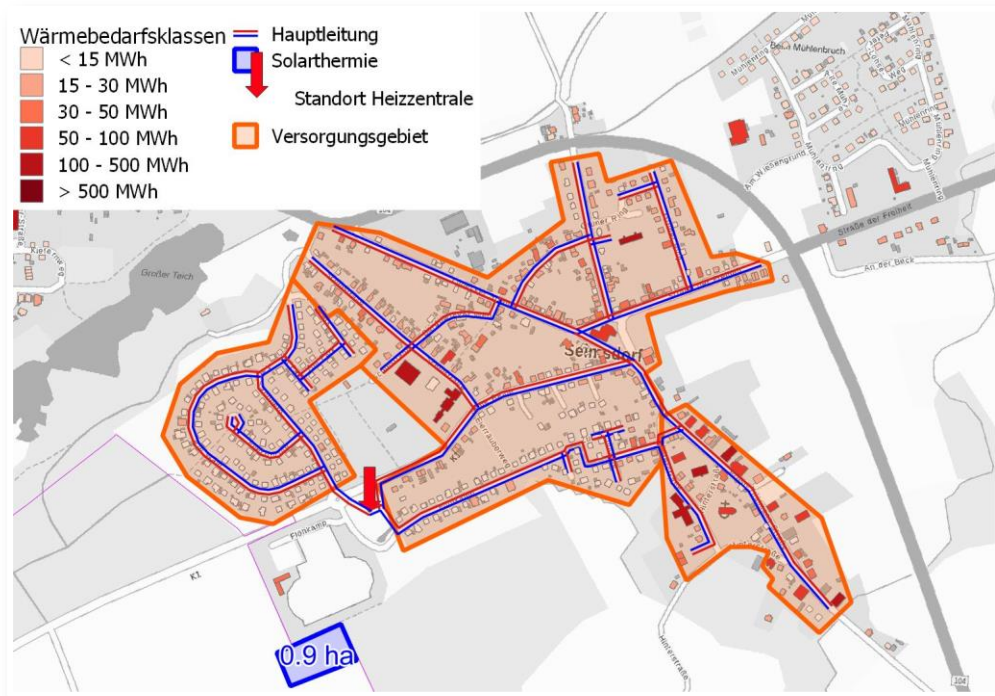


Abb. 48: Karte Versorgungsgebiet Fernwärme Selmsdorf M

5.4.2 Auslegung der Hauptkomponenten

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

Die erforderlichen Hauptkomponenten werden wie folgt dimensioniert:

Solarthermie-Freiflächenanlage

- Modultyp: Vakuüm-Röhrenkollektoren
- Brutto-Modulfläche: 3.700 m²
- Benötigte Grundstücksfläche: ca. 0,9 ha



Biomassekessel

- Nennleistung: 1.700 kW
- Jahresnutzungsgrad: 0,85

Erdgaskessel

- Nennleistung: 2.200 kW
- Jahresnutzungsgrad: 0,95

Pufferspeicher

- Volumen: 220 m³

Wärmenetz

- Trassenlänge: 11.800 m
- Max. Querschnitt: DN 125
- Mittl. Querschnitt: DN 50
- Wärmebelegung: 570 kWh/(trm*a)

Hausanschlüsse

- Anzahl: 376
- Summe Anschlussleistung: 3.498 kW

Detailliertere Informationen zur Auslegung sind im Anhang aufgeführt.

5.4.3 Energie- und Treibhausgasbilanz

Wärmebilanz

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

Die angeschlossenen Abnehmer benötigen demnach jährlich 6.712 MWh an Nutzwärme. Diese werden über das Nahwärmenetz zu 20% aus Solarthermie, zu 79% aus Biomasse und zu 1% aus Erdgas bereitgestellt. Die Netzverluste betragen dabei ca. 13%.

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

| | Leistung | Wärme |
|-------------------------|------------------------|---------------------------|
| Bedarf frei Abnehmer | 3.498 kW | 6.712 MWh/a 86,7% |
| Gleichzeitigkeitsfaktor | 0,573 | |
| Verluste | 117,3 kW | 1.028 MWh/a 13,3% |
| Netz | 114,5 kW | 1.003 MWh/a |
| Speicher | 2,8 kW | 25 MWh/a |
| Summe Bedarf | 2.120 kW 100,0% | 7.740 MWh/a 100,0% |
| Summe Erzeugung | 3.900 kW 184,0% | 7.740 MWh/a 100,0% |
| Solarthermie | --- | 1.566 MWh/a 20,2% |
| Biomasse-Kessel | 1.700 kW 80,2% | 6.107 MWh/a 78,9% |
| Gaskessel | 2.200 kW 103,8% | 67 MWh/a 0,9% |

Tab. 35: Wärmebilanz Fernwärmeversorgung Selmsdorf M (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.

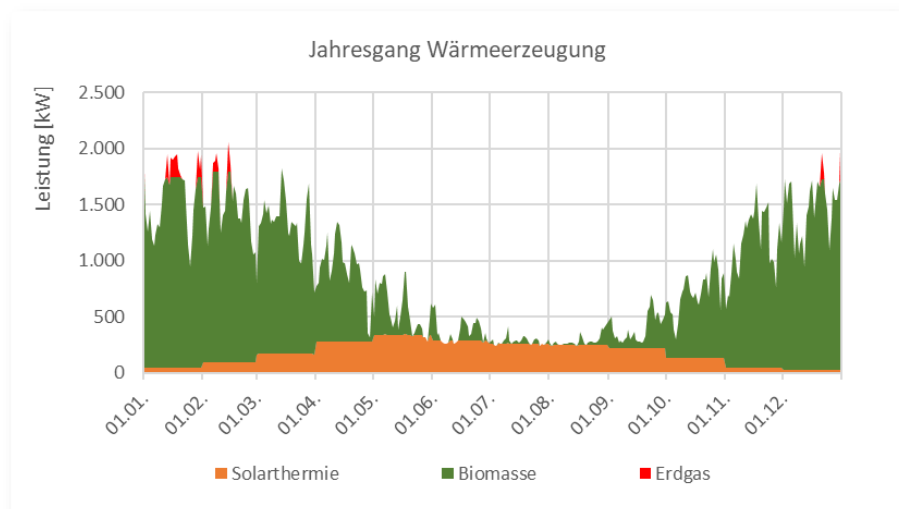


Abb. 49: Jahresgang Fernwärmeversorgung Selmsdorf M (AG 80%)

Endenergie- und Treibhausgasbilanz

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

| | Endenergie | Emissionsfaktor | THG-Emissionen |
|----------------------|---|------------------------|-----------------------|
| Wärme Solarthermie | 1.566 MWh/a | 25 g/kWh | 39,1 t/a |
| Biomasse | 7.185 MWh/a 7.983 sm ³ /a | 19 g/kWh | 136,5 t/a |
| Erdgas | 71 MWh/a | 250 g/kWh | 17,7 t/a |
| Strom (Hilfsenergie) | 84.618 kWh/a | 484 g/kWh | 41,0 t/a |
| Heizwerk | 61.119 kWh/a | | |
| Netz | 23.500 kWh/a | | |
| Summe | 93.440 MWh/a | | 234,3 t/a |

Tab. 36: Endenergiebedarf und THG-Emissionen Fernwärmeversorgung Selmsdorf M (AG 80%)

Die spezifischen Treibhausgasemissionen der Nahwärmeversorgung betragen 35 g/kWh bezogen auf die Nutzwärme. Gegenüber dem laut Bedarfsanalyse festgestellten ortstypischen Brennstoffmix (276 g/kWh) ergibt sich somit eine spezifischer Vermeidungsfaktor von 241 g/kWh.

Durch die kalkulierte Versorgungsvariante können bei einem Anschlussgrad von 80% demnach jährlich **234 tCO₂-äqu. Treibhausgase eingespart** werden.

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

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

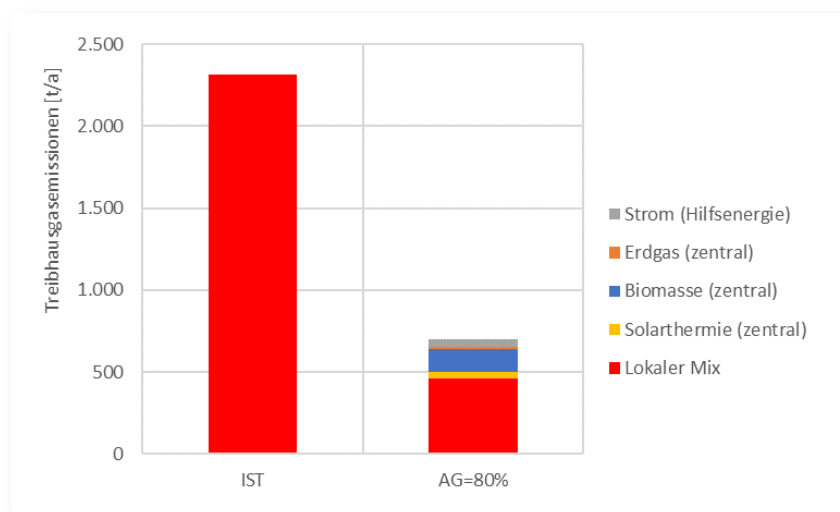


Abb. 50: Treibhausgaseinsparung Fernwärmeversorgung Selmsdorf M (AG 80%)

5.4.4 Wirtschaftliche Parameter

Investitionskosten

Auf Basis der Anlagenauslegung wurden die zu erwartenden **Investitionskosten** kalkuliert. Grundlage hierfür bilden diverse publizierte Preisansätze⁵¹ sowie Erfahrungswerte und Richtpreisangebote zu vergleichbaren Anlagenkonfigurationen.

Das **Förderumfeld** für die Errichtung von regenerativen netzgebundenen Wärmeversorgungsanlagen befindet sich derzeit in der Umgestaltung. Dies betrifft sowohl die Förderprogramme auf Bundesebene als auch die über Landesprogramme ausgereichten EU-Fördermittel.

Für beide Ebenen wird im Laufe des Jahres mit einer Aktualisierung / Neuausgabe der maßgeblichen Förderprogramme gerechnet.

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

- Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEW) – Richtlinienentwurf aus 08/2021
- Klimaschutz-Förderrichtlinie Mecklenburg-Vorpommern (KliFöRL-MV) – Stand Verbandsanhörung

Es ergibt sich ein **Investitionsbedarf von ca. 19,1 Mio. € vor Förderung**. Mit einer **Förderquote von 66%** verbleiben nach Förderung **Investitionskosten von ca. 6,4 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.

⁵¹ U.a. FNR 02

| | | |
|-----------------------------------|---------------------|---------------|
| Gebäude (Heizhaus) | 1.180.000 € | 6,2% |
| Wärmeerzeugung (Anlagentechnik) | 4.402.900 € | 23,1% |
| Wärmeverteilung (Netz) | 9.418.400 € | 49,4% |
| Zwischensumme | 15.001.300 € | |
| Unvorhergesehenes | 2.250.200 € | 11,8% |
| Nebenkosten | 1.800.200 € | 9,4% |
| Investition vor Förderung | 19.051.700 € | 100,0% |
| Summe Förderung | 12.630.427 € | 66,3% |
| BEW (Entwurf) | 7.217.387 € | 37,9% |
| KliFöRL MV (Entwurf) | 5.413.040 € | 28,4% |
| Investition nach Förderung | 6.421.273 € | |

Tab. 37: Investitionsschätzung und Förderung Fernwärmeversorgung Selmsdorf M (AG 80%)

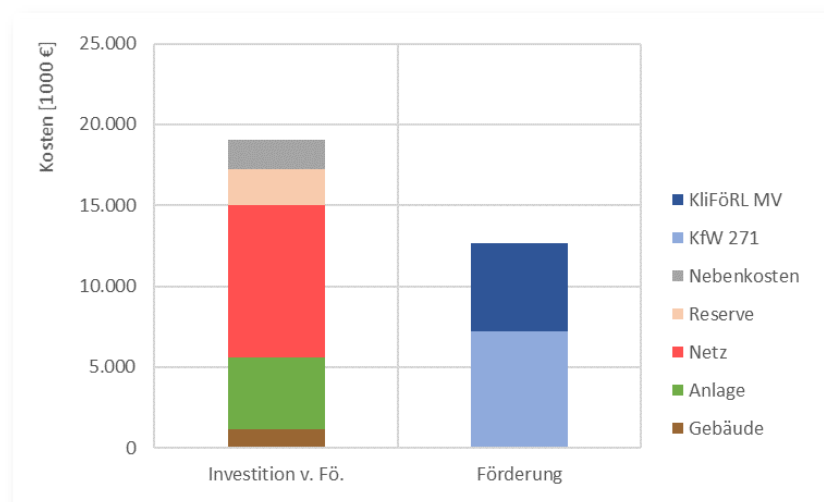


Abb. 51: Investitionsschätzung und Förderung Fernwärmeversorgung Selmsdorf M (AG 80%)

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 Kennwerte⁵².

Es ergeben sich zu erwartende **Betriebskosten von ca. 352.700 €** pro Jahr.

Die **Verbrauchskosten** umfassen die Kosten, die durch den Verbrauch von Energieträgern entstehen. Darüber hinaus wurden hier die durch Einführung des CO₂-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 CO₂-Preis von 30 €/t (Stand 2022) angesetzt.

Es ist demnach mit **Verbrauchskosten in Höhe von ca. 197.000 €** pro Jahr zu rechnen.

⁵² U.a. FNR 02

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

Wärmegestehungskosten

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

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

Die Kapitalkosten wurden mit Hilfe der Annuitätenmethode aus den Investitionskosten nach Förderung, einer zugrunde gelegten Laufzeit von 20 Jahren sowie unter Berücksichtigung der Restwerte nach Laufzeitende bestimmt.

Für die ortsteilbezogene Wärmeversorgung ergeben sich **Wärmegestehungskosten von durchschnittlich ca. 106 €/MWh**.

Im Vergleich zu konventionellen Wärmeerzeugungstechnologien (Erdgas: ca. 210 €/MWh, Heizöl: ca. 190 €/MWh) ist die vorgeschlagene Variante damit sehr attraktiv.

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

| | | |
|------------------------------|---------------------|---------------|
| Kapitalkosten | 165.856 €/a | 23,2% |
| Betriebskosten | 352.700 €/a | 49,3% |
| Verbrauchskosten | 197.034 €/a | 27,5% |
| Jahreskosten gesamt | 715.590 €/a | 100,0% |
| Jahres-Nutzwärmebedarf | 6.712 MWh/a | |
| Wärmegestehungskosten | 106,61 €/MWh | |

Tab. 38: Wärmegestehungskosten Fernwärmeversorgung Selmsdorf M (AG 80%)

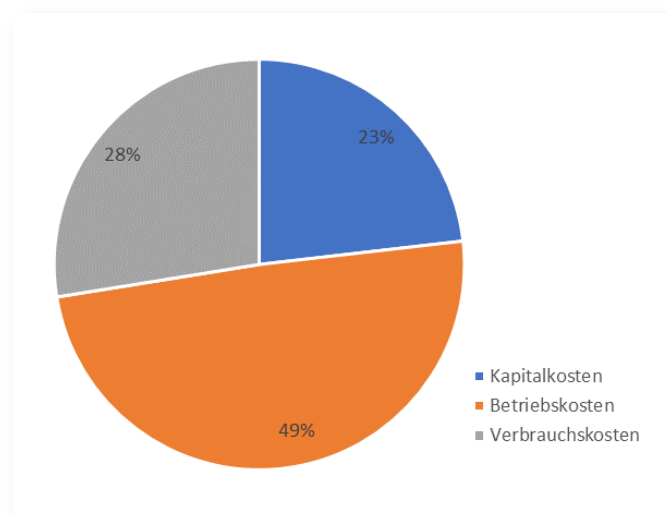


Abb. 52: Wärmegestehungskosten Fernwärmeversorgung Selmsdorf M (AG 80%)

5.5 Versorgungsgebiet Selmsdorf West

Das Versorgungsgebiet umfasst das Wohngebiet Tannenweg / Kiefernweg / Pappelring und Mittelweg, anliegende Gebäude in der Dr.-Leber-Straße sowie das Gebiet Am Forstweg.

5.5.1 Räumliche Konzeption

Die nachfolgende Darstellung verdeutlicht die Abgrenzung des Versorgungsgebiets sowie den Verlauf einer möglichen Nahwärmetrasse. Als Standort der Heizzentrale wird exemplarisch ein unbebautes Gelände Bereich B104 / Tannenweg vorgeschlagen. Für die Errichtung einer Solarthermie-Freiflächenanlage wird die Nutzung einer südlich anliegenden Freifläche vorgeschlagen.

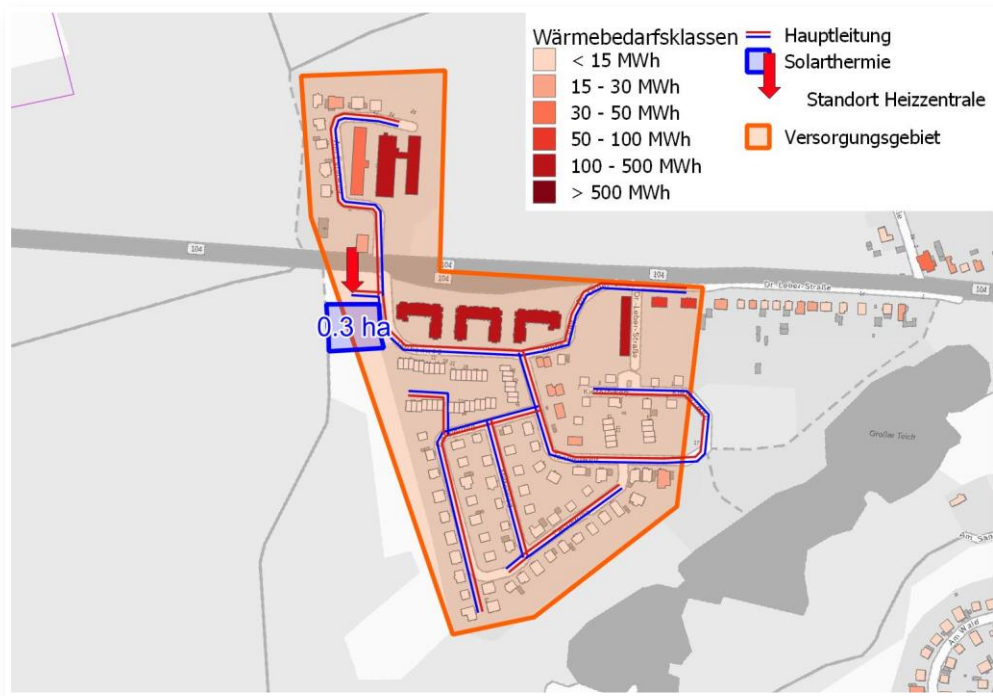


Abb. 53: Karte Versorgungsgebiet Fernwärme Selmsdorf W

5.5.2 Auslegung der Hauptkomponenten

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

Die erforderlichen Hauptkomponenten werden wie folgt dimensioniert:

Solarthermie-Freiflächenanlage

- Modultyp: Vakuüm-Röhrenkollektoren
- Brutto-Modulfläche: 1.200 m²
- Benötigte Grundstücksfläche: ca. 2.900 m²

Biomassekessel

- Nennleistung: 550 kW
- Jahresnutzungsgrad: 0,85



Erdgaskessel

- Nennleistung: 800 kW
- Jahresnutzungsgrad: 0,95

Pufferspeicher

- Volumen: 75 m³

Wärmenetz

- Trassenlänge: 4.400 m
- Max. Querschnitt: DN 80
- Mittl. Querschnitt: DN 40
- Wärmebelegung: 622 kWh/(trm*a)

Hausanschlüsse

- Anzahl: 107
- Summe Anschlussleistung: 1.094 kW

Detailliertere Informationen zur Auslegung sind im Anhang aufgeführt.

5.5.3 Energie- und Treibhausgasbilanz

Wärmebilanz

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

Die angeschlossenen Abnehmer benötigen demnach jährlich 2.431 MWh an Nutzwärme. Diese werden über das Nahwärmenetz zu 20% aus Solarthermie, zu 79% aus Biomasse und zu 1% aus Erdgas bereitgestellt. Die Netzverluste betragen dabei ca. 13%.

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

| | Leistung | Wärme |
|-------------------------|------------------------|---------------------------|
| Bedarf frei Abnehmer | 1.094 kW | 2.115 MWh/a 87,0% |
| Gleichzeitigkeitsfaktor | 0,646 | |
| Verluste | 36,1 kW | 316 MWh/a 13,0% |
| Netz | 34,5 kW | 302 MWh/a |
| Speicher | 1,6 kW | 14 MWh/a |
| Summe Bedarf | 744 kW 100,0% | 2.431 MWh/a 100,0% |
| Summe Erzeugung | 1.350 kW 181,6% | 2.431 MWh/a 100,0% |
| Solarthermie | --- | 485 MWh/a 20,0% |
| Biomasse-Kessel | 550 kW 74,0% | 1.933 MWh/a 79,5% |
| Gaskessel | 800 kW 107,6% | 13 MWh/a 0,5% |

Tab. 39: Wärmebilanz Fernwärmeversorgung Selmsdorf W (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.

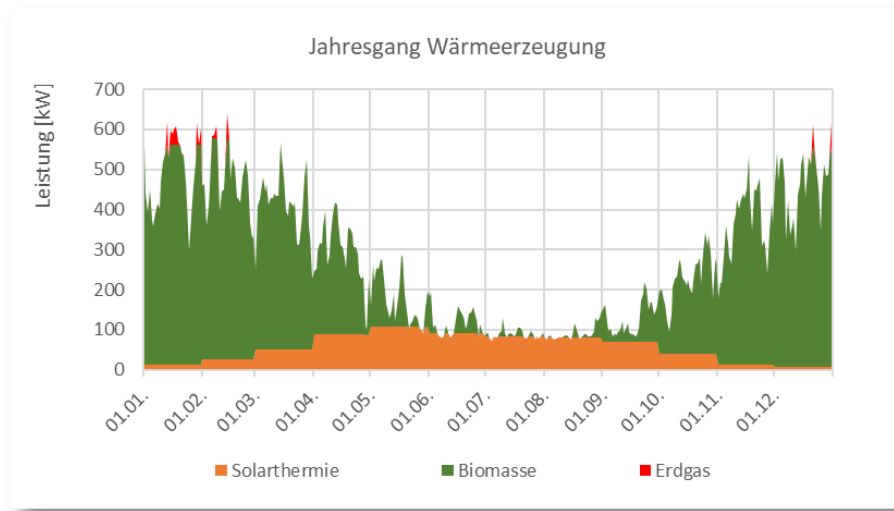


Abb. 54: Jahresgang Fernwärmeversorgung Selmsdorf W (AG 80%)

Endenergie- und Treibhausgasbilanz

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

| | Endenergie | Emissionsfaktor | THG-Emissionen |
|----------------------|---|------------------------|-----------------------|
| Wärme Solarthermie | 485 MWh/a | 25 g/kWh | 12,1 t/a |
| Biomasse | 2.274 MWh/a 2.527 sm ³ /a | 19 g/kWh | 43,2 t/a |
| Erdgas | 14 MWh/a | 250 g/kWh | 3,4 t/a |
| Strom (Hilfsenergie) | 23.031 kWh/a | 484 g/kWh | 11,1 t/a |
| Heizwerk | 19.353 kWh/a | | |
| Netz | 3.678 kWh/a | | |
| Summe | 25.804 MWh/a | | 69,9 t/a |

Tab. 40: Endenergiebedarf und THG-Emissionen Fernwärmeversorgung Selmsdorf W (AG 80%)

Die spezifischen Treibhausgasemissionen der Nahwärmeversorgung betragen 33 g/kWh bezogen auf die Nutzwärme. Gegenüber dem laut Bedarfsanalyse festgestellten ortstypischen Brennstoffmix (276 g/kWh) ergibt sich somit ein spezifischer Vermeidungsfaktor von 243 g/kWh.

Durch die kalkulierte Versorgungsvariante können bei einem Anschlussgrad von 80% demnach jährlich **70 tCO₂-äqu. Treibhausgase eingespart** werden.

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

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

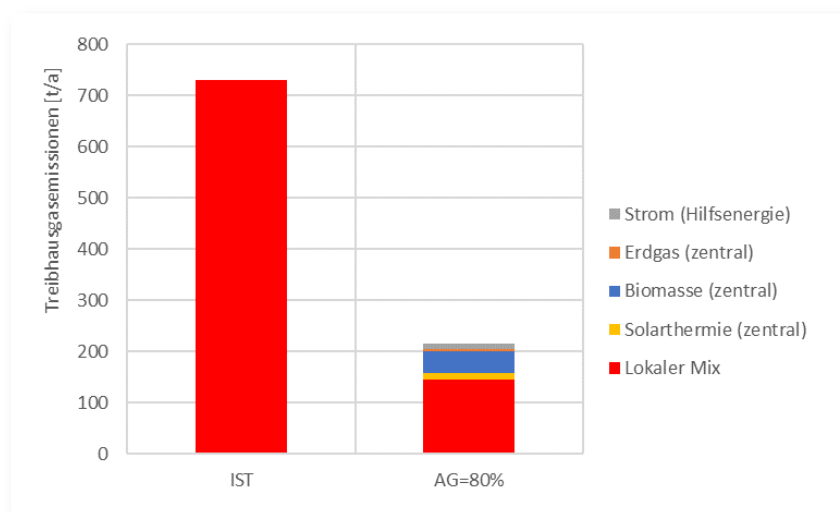


Abb. 55: Treibhausgaseinsparung Fernwärmeversorgung Selmsdorf W (AG 80%)

5.5.4 Wirtschaftliche Parameter

Investitionskosten

Auf Basis der Anlagenauslegung wurden die zu erwartenden **Investitionskosten** kalkuliert. Grundlage hierfür bilden diverse publizierte Preisansätze⁵³ sowie Erfahrungswerte und Richtpreisangebote zu vergleichbaren Anlagenkonfigurationen.

Das **Förderumfeld** für die Errichtung von regenerativen netzgebundenen Wärmeversorgungsanlagen befindet sich derzeit in der Umgestaltung. Dies betrifft sowohl die Förderprogramme auf Bundesebene als auch die über Landesprogramme ausgereichten EU-Fördermittel.

Für beide Ebenen wird im Laufe des Jahres mit einer Aktualisierung / Neuausgabe der maßgeblichen Förderprogramme gerechnet.

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

- Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEW) – Richtlinienentwurf aus 08/2021
- Klimaschutz-Förderrichtlinie Mecklenburg-Vorpommern (KliFöRL-MV) – Stand Verbandsanhörung

Es ergibt sich ein **Investitionsbedarf von ca. 5,3 Mio. € vor Förderung**. Mit einer **Förderquote von 65%** verbleiben nach Förderung **Investitionskosten von ca. 3,4 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.

⁵³ U.a. FNR 02

| | | |
|-----------------------------------|--------------------|---------------|
| Gebäude (Heizhaus) | 367.000 € | 7,0% |
| Wärmeerzeugung (Anlagentechnik) | 1.397.100 € | 26,5% |
| Wärmeverteilung (Netz) | 2.381.000 € | 45,2% |
| Zwischensumme | 4.145.100 € | |
| Unvorhergesehenes | 621.800 € | 11,8% |
| Nebenkosten | 497.400 € | 9,4% |
| Investition vor Förderung | 5.264.300 € | 100,0% |
| Summe Förderung | 3.437.966 € | 65,3% |
| BEW (Entwurf) | 1.964.552 € | 37,3% |
| KliFöRL MV (Entwurf) | 1.473.414 € | 28,0% |
| Investition nach Förderung | 1.826.334 € | |

Tab. 41: Investitionsschätzung und Förderung Fernwärmeversorgung Selmsdorf W (AG 80%)

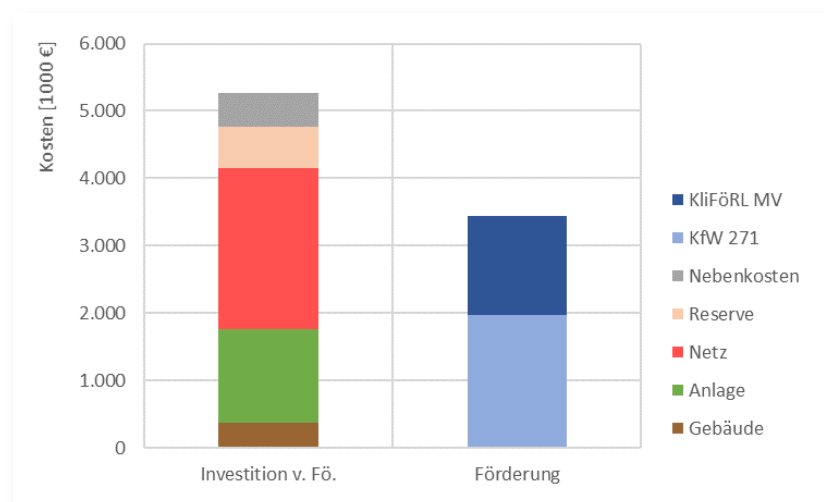


Abb. 56: Investitionsschätzung und Förderung Fernwärmeversorgung Selmsdorf W (AG 80%)

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 Kennwerte⁵⁴.

Es ergeben sich zu erwartende **Betriebskosten von ca. 100.500 €** pro Jahr.

Die **Verbrauchskosten** umfassen die Kosten, die durch den Verbrauch von Energieträgern entstehen. Darüber hinaus wurden hier die durch Einführung des CO₂-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 CO₂-Preis von 30 €/t (Stand 2022) angesetzt.

Es ist demnach mit **Verbrauchskosten in Höhe von ca. 59.700 €** pro Jahr zu rechnen.

⁵⁴ U.a. FNR 02

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

Wärmegestehungskosten

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

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

Die Kapitalkosten wurden mit Hilfe der Annuitätenmethode aus den Investitionskosten nach Förderung, einer zugrunde gelegten Laufzeit von 20 Jahren sowie unter Berücksichtigung der Restwerte nach Laufzeitende bestimmt.

Für die ortsteilbezogene Wärmeversorgung ergeben sich **Wärmegestehungskosten von durchschnittlich ca. 99,82 €/MWh**.

Im Vergleich zu konventionellen Wärmeerzeugungstechnologien (Erdgas: ca. 210 €/MWh, Heizöl: ca. 190 €/MWh) ist die vorgeschlagene Variante damit sehr attraktiv.

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

| | | |
|------------------------------|--------------------|---------------|
| Kapitalkosten | 50.900 €/a | 24,1% |
| Betriebskosten | 100.500 €/a | 47,6% |
| Verbrauchskosten | 59.727 €/a | 28,3% |
| Jahreskosten gesamt | 211.127 €/a | 100,0% |
| Jahres-Nutzwärmebedarf | 2.115 MWh/a | |
| Wärmegestehungskosten | 99,82 €/MWh | |

Tab. 42: Wärmegestehungskosten Fernwärmeversorgung Selmsdorf W (AG 80%)

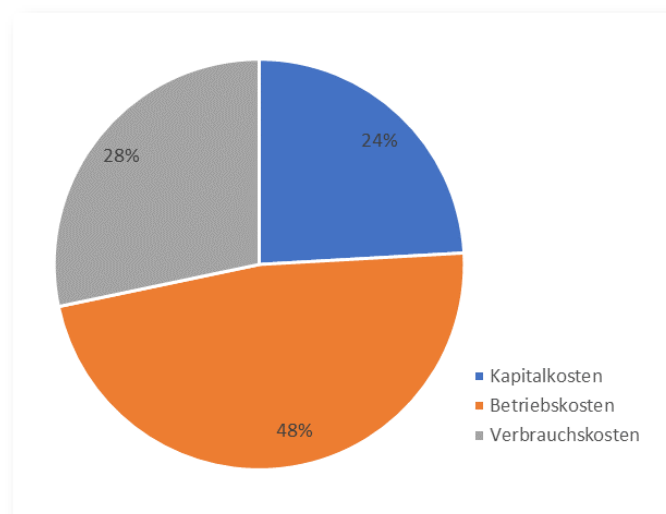


Abb. 57: Wärmegestehungskosten Fernwärmeversorgung Selmsdorf W (AG 80%)

5.6 Logistik

Hinsichtlich der Gewinnung, Aufbereitung, Bereitstellung und Lagerung von Holzhackschnitzel sollen im Folgenden einige grundsätzliche Hinweise zusammengestellt werden. Weiterführende und ausführliche Informationen sind unter anderem den Veröffentlichungen der Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe (FNR) zu entnehmen.⁵⁵

Grundsätzlich ist anzuraten, bei der Auswahl von Logistikpartnern auf das Vorhandensein bzw. den Erwerb entsprechender fundierter Vorkenntnisse zu achten.

5.6.1 Materialeigenschaften

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

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

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

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

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

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

5.6.2 Biologische Zersetzung

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

- Hoher Wassergehalt
- Große Oberfläche

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

⁵⁵ U.a. FNR 02, FNR 03

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

5.6.3 Handlungsansätze

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

Materialgewinnung

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

- ⇒ Wahl des Schnittzeitpunktes (außerhalb der Vegetationsperiode)

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

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

Zerkleinerung

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

- ⇒ Einsatz von Hackern mit scharfen Werkzeugen

Zwischenlagerung

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

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

Trocknung

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

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

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

⇒ Natürliche Vortrocknung als Stammware / Schwachholz, wenn möglich

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

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

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

Klassierung / Reinigung

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

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

⇒ Siebe ermöglichen definierte Korngrößen und Fremdstoffabscheidung (begrenzt)

Brennstoffanlieferung

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

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

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

Thema: MBS nachhaltige Energie- und Wärmeversorgung Selmsdorf

Projekt: T21.09

Bearbeitungsstand: 14.04.2022

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

⇒ Optimal: Abschütten in Bunker bzw. auf befahrbaren Schubboden

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

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

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

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

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

Qualitätssicherung

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

⇒ Festlegung von Brennstoffspezifikationen im Brennstoffliefervertrag

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

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

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

In jedem Fall sollte eine umfassende Dokumentation der Qualitätskontrolle erfolgen.

⇒ Dokumentation!

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

⇒ Abrechnung nach Wärmeabgabe

6 Konzeption kalter Wärmenetze auf Basis oberflächennaher Geothermie

6.1 Funktionale Konzeption

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

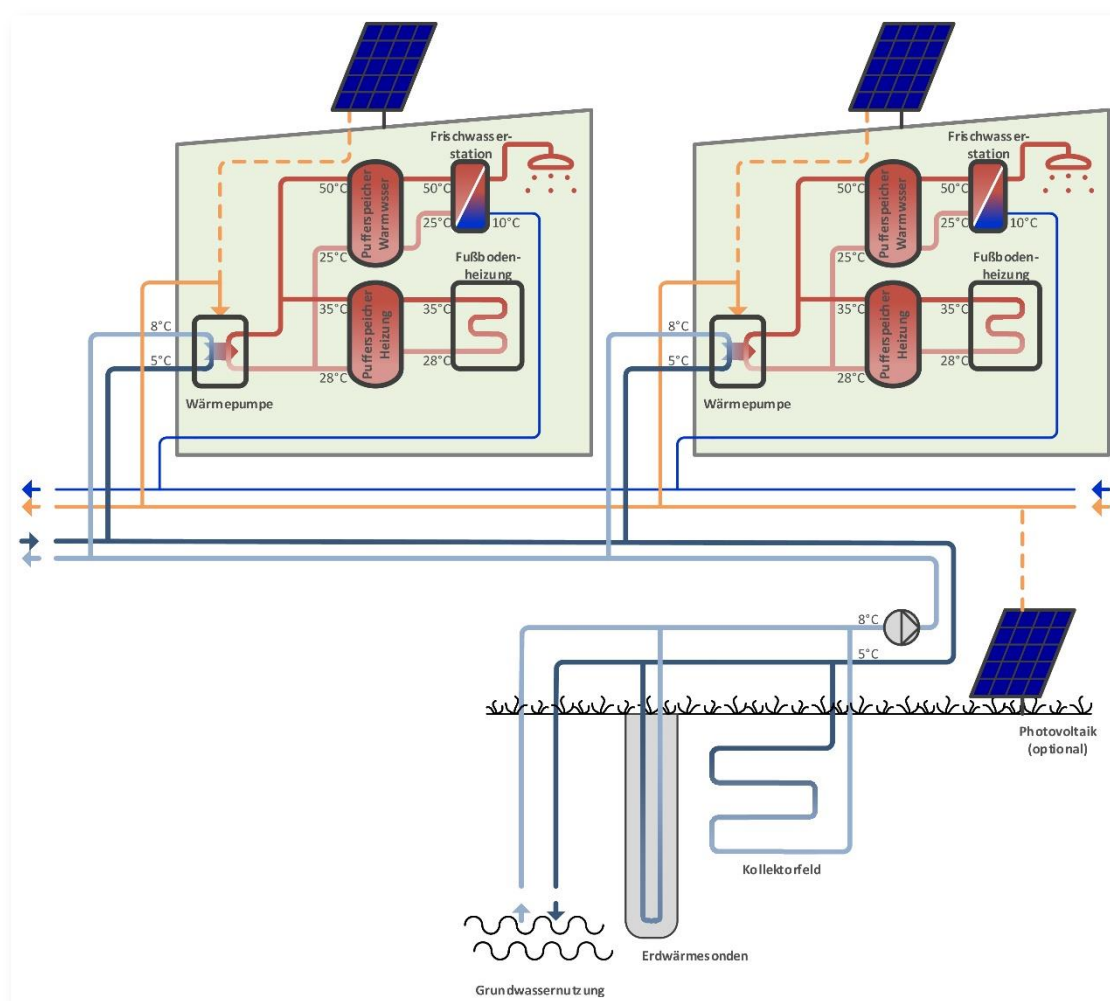


Abb. 58: Übersicht funktionale Konzeption kalte Nahwärme

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

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

Thema: MBS nachhaltige Energie- und Wärmeversorgung Selmsdorf

Projekt: T21.09

Bearbeitungsstand: 14.04.2022

TRIGENIUS
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG

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

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

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

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

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

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

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

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



6.2 Versorgungsgebiete

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

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

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

- Geplantes Wohngebiet „Am Dorfpark“
(B-Plan-Gebiet Nr. 14)
- Geplanter Wohngebiet „Südlich der Kirche – Hinterstraße“
(B-Plan – Gebiet Nr. 23)

Für beide Gebiete wurde entsprechend des vorliegenden Planstandes der Bebauungspläne eine exemplarische Bebauungsstruktur zugrunde gelegt

Anhand dieser können die gewählten Gebiete wie folgt beschrieben werden:

| | Gebäude | Wärmebedarf | Auslegungsleistung |
|--------------|----------------|--------------------|---------------------------|
| Am Dorfpark | 20 | 194 MWh/a | 93 kW |
| Südl. Kirche | 22 | 157 MWh/a | 76 kW |

Tab. 43: Kenngrößen Versorgungsgebiete Kalte Nahwärme

6.3 Versorgungsgebiet „Am Dorfpark“

6.3.1 Räumliche Konzeption

Die nachfolgende Darstellung verdeutlicht die exemplarisch vorausgesetzte Bebauungsstruktur, die Abgrenzung des Versorgungsgebiets sowie die Lage und Ausdehnung eines möglichen Sondenfeldes und den Verlauf einer möglichen Leitungstrasse.

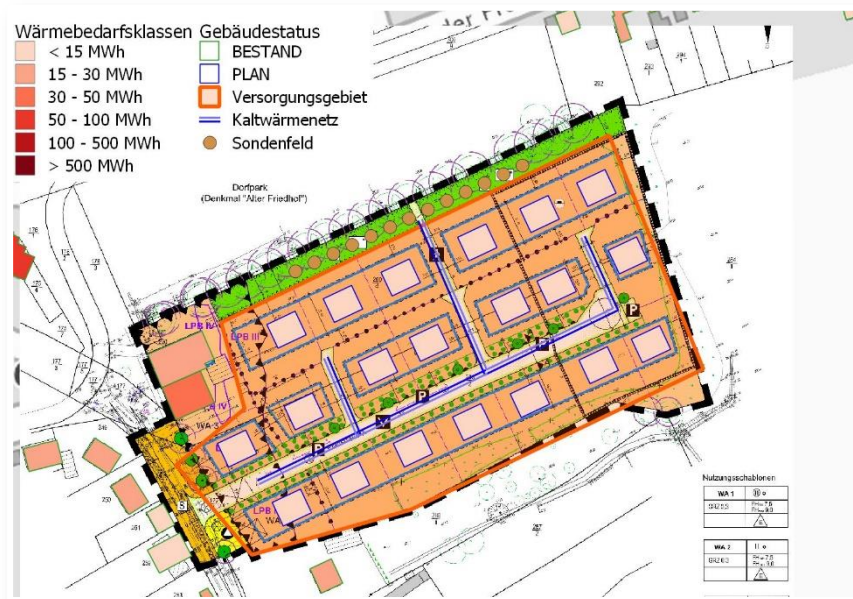


Abb. 59: Karte Versorgungsgebiet kalte Nahwärme Selmsdorf „Am Dorfpark“

6.3.2 Auslegung der Hauptkomponenten

Anhand der Bedarfsdaten im Versorgungsgebiet wurden die Hauptkomponenten der Anlage grob dimensioniert. Hierbei wird aufgrund der von einem Anschlussgrad von 100% ausgegangen. Des Weiteren wird die Installation von PV-Anlagen auf den Dächern bzw. Nebengebäuden sowie die teilweise Nutzung des erzeugten PV-Stroms zum Wärmepumpenbetrieb vorausgesetzt.

Die erforderlichen Hauptkomponenten werden wie folgt dimensioniert:

Sondenfeld

- Sondenanzahl: 13
- Sondenlänge: 100 m (je Sonde)
- Grundstücksfläche: ca. 830 m²

Wärmenetz

- Trassenlänge: 750 m
- Max. Querschnitt: DN 50
- Mittl. Querschnitt: DN 25

Wärmepumpen (Hausanschlüsse)

- Anzahl: 22
- Summe Anschlussleistung: 76 kW

Detailliertere Informationen zur Auslegung sind im Anhang aufgeführt.

6.3.3 Energie- und Treibhausgasbilanz

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

Die angeschlossenen Abnehmer benötigen demnach jährlich 194 MWh an Nutzwärme. Bei einer mittleren Jahresarbeitszahl der Wärmepumpen von 4,5 werden hiervon 151 MWh aus oberflächennaher Geothermie bereitgestellt. Daneben werden 43 MWh Strom zum Betrieb der Wärmepumpen benötigt. Diese stammen zu ca. 39% aus den eigenen PV-Anlagen und zu 61% aus dem Stromnetz.

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

| | Leistung [kW] | Wärme / Arbeit [MWh/a] |
|---|------------------|---------------------------|
| Wärmebedarf Abnehmer / Erzeugung Wärmepumpen | 93 | 194,2 |
| mittl. Jahres-Arbeitszahl | | 4,5 |
| Wärmepumpenstrom | | 43,2 100,0% |
| davon Netzstrom | | 26,4 61,1% |
| davon PV-Strom | | 16,8 38,9% |
| Kalte Wärme (Netz) | 70 | 151,0 |

| | | |
|--------------------------------|--|------|
| Hilfsenergiebedarf (Netzstrom) | | 0,41 |
|--------------------------------|--|------|

Tab. 44: Energiebilanz kalte Nahwärme Selmsdorf „Am Dorfpark“

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

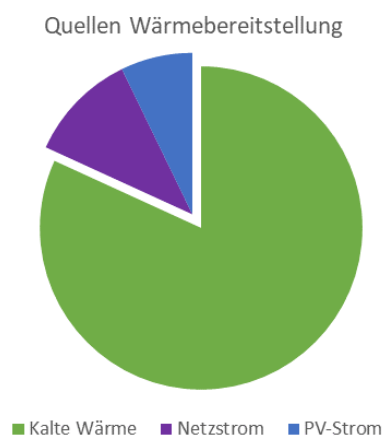


Abb. 60: Anteile Energieträger kalte Nahwärme Selmsdorf „Am Dorfpark“

Aus dem Endenergieverbrauch ergeben sich jährliche Treibhausgasemissionen in Höhe von **14 tCO₂-äqu.** Dies entspricht einem spezifischen Emissionsfaktor von 71 g/kWh und liegt damit bei ca. 26% des ortstypischen Brennstoffmix.

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



| | Endenergie | Emissionsfaktor | THG-Emissionen |
|-------------------|-------------------|------------------------|-----------------------|
| Netzstrom (allg.) | 0,4 MWh/a | 484 g/kWh | 0,2 t/a |
| Netzstrom (WP) | 26 MWh/a | | 12,8 t/a |
| PV-Strom | 17 MWh/a | 49 g/kWh | 0,8 t/a |
| Summe | 44 MWh/a | | 13,8 t/a |

Tab. 45: THG-Emissionen kalte Nahwärme Selmsdorf „Am Dorfpark“

6.3.4 Wirtschaftliche Parameter

Investitionskosten

Auf Basis der Anlagenauslegung wurden die zu erwartenden **Investitionskosten** kalkuliert. Grundlage hierfür bilden diverse publizierte Preisansätze⁵⁶ sowie Erfahrungswerte und Richtpreisangebote zu vergleichbaren Anlagenkonfigurationen.

Für eine **Förderung** des Vorhabens wird voraussichtlich zukünftig insbesondere die Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEW) in Betracht kommen.

Es ergibt sich ein **Investitionsbedarf von ca. 551.000 € vor Förderung**. Mit einer **Förderquote von 40%** verbleiben nach Förderung **Investitionskosten von ca. 330.000 €**.

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.

| | | |
|-----------------------------------|------------------|---------------|
| Anlageninvestition | 433.600 € | 78,8% |
| Unvorhergesehenes | 65.000 € | 11,8% |
| Nebenkosten | 52.000 € | 9,4% |
| Investition vor Förderung | 550.600 € | 100,0% |
| Summe Förderung | 220.240 € | 40,0% |
| BEW (Entwurf) | 220.240 € | 40,0% |
| Investition nach Förderung | 330.360 € | |

Tab. 46: Investitionsschätzung und Förderung kalte Nahwärme Selmsdorf „Am Dorfpark“

⁵⁶ U.a. FNR 02

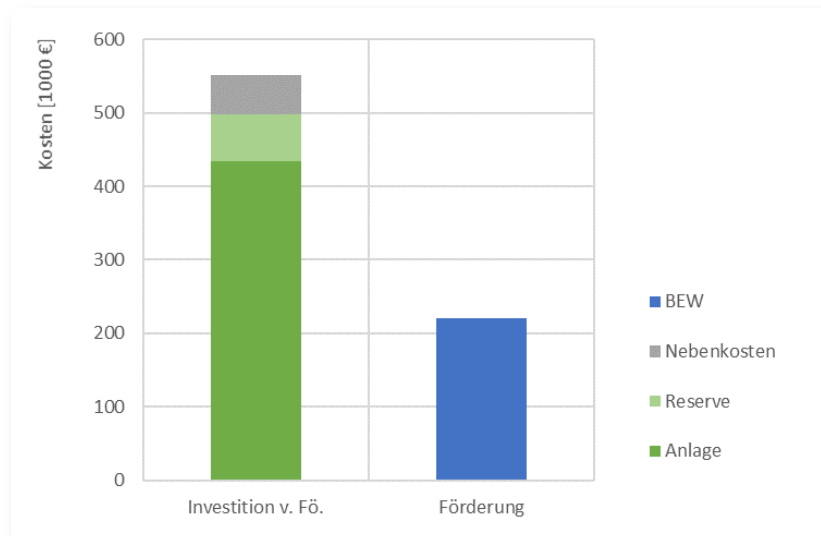


Abb. 61: Investitionsschätzung und Förderung kalte Nahwärme Selmsdorf „Am Dorfpark“

Betriebs-, Verbrauchs- und Wärmegestehungskosten

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

Es ergeben sich folgende Kennwerte:

- Betriebskosten: 8.200 €/a
- Verbrauchskosten: 11.600 €/a
- **Wärmegestehungskosten: 180 €/MWh**

Damit liegen die Wärmegestehungskosten hier etwas unterhalb des Bereichs, der auch für andere Wärmeversorgungs-lösungen auf Basis erneuerbarer Energieträger im Neubaubereich zu erwarten ist. Zu beachten ist, dass hier mit sehr energieeffizienten Neubauten (KfW-40-Standard) kalkuliert wurde. Dies geht mit einem niedrigen Wärmebedarf und in Folge dessen bei praktisch allen Versorgungslösungen mit höheren **spezifischen Wärmegestehungskosten** einher.

| | | |
|------------------------------|---------------------|---------------|
| Kapitalkosten | 15.149 €/a | 43,3% |
| Betriebskosten | 8.200 €/a | 23,4% |
| Verbrauchskosten | 11.630 €/a | 33,2% |
| Jahreskosten gesamt | 34.979 €/a | 100,0% |
| Jahres-Nutzwärmebedarf | 194 MWh/a | |
| Wärmegestehungskosten | 180,12 €/MWh | |

Tab. 47: Wärmegestehungskosten kalte Nahwärme Selmsdorf „Am Dorfpark“

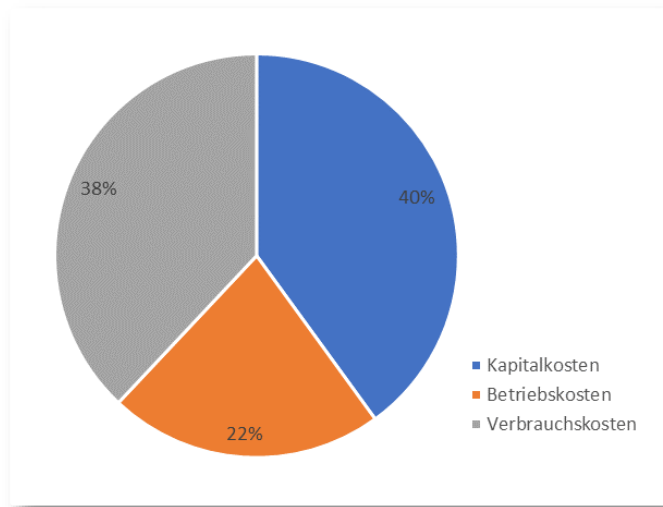


Abb. 62: Wärmegebungskosten kalte Nahwärme Selmsdorf „Am Dorfpark“

6.4 Versorgungsgebiet „Südlich der Kirche – Hinterstraße“

6.4.1 Räumliche Konzeption

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

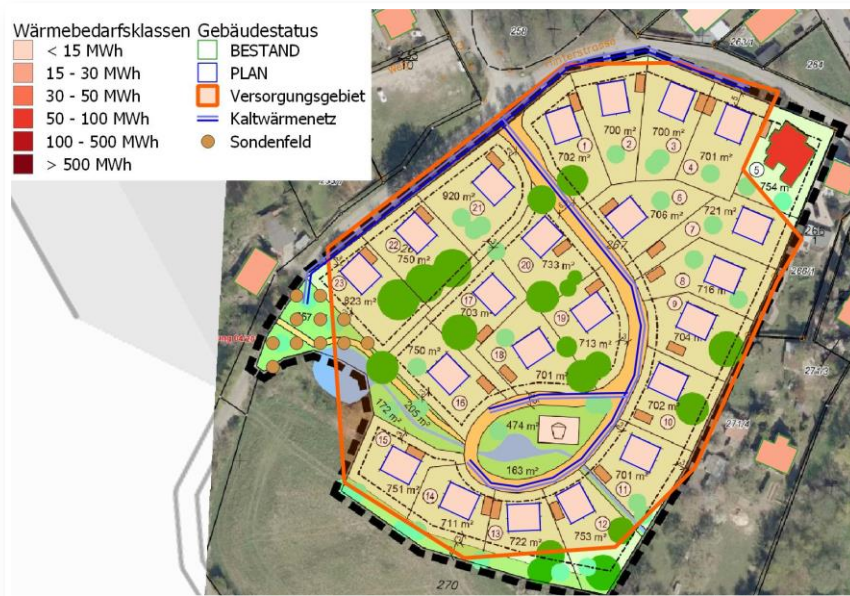


Abb. 63: Karte Versorgungsgebiet kalte Nahwärme Selmsdorf südl. Kirche

6.4.2 Auslegung der Hauptkomponenten

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

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

Die erforderlichen Hauptkomponenten werden wie folgt dimensioniert:

Sondenfeld

- Sondenanzahl: 11
- Sondenlänge: 100 m (je Sonde)
- Grundstücksfläche: ca. 700 m²

Wärmenetz

- Trassenlänge: 750 m
- Max. Querschnitt: DN 50
- Mittl. Querschnitt: DN 25

Wärmepumpen (Hausanschlüsse)

- Anzahl: 22
- Summe Anschlussleistung: 76 kW

Detailliertere Informationen zur Auslegung sind im Anhang aufgeführt.

6.4.3 Energie- und Treibhausgasbilanz

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

Die angeschlossenen Abnehmer benötigen demnach jährlich 157 MWh an Nutzwärme. Bei einer mittleren Jahresarbeitszahl der Wärmepumpen von 4,5 werden hiervon 122 MWh aus oberflächennaher Geothermie bereitgestellt. Daneben werden 35 MWh Strom zum Betrieb der Wärmepumpen benötigt. Diese stammen zu ca. 40% aus den eigenen PV-Anlagen und zu 60% aus dem Stromnetz.

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

| | Leistung [kW] | Wärme / Arbeit [MWh/a] |
|---|------------------|---------------------------|
| Wärmebedarf Abnehmer / Erzeugung Wärmepumpen | 76 | 157,3 |
| <i>mittl. Jahres-Arbeitszahl</i> | | 4,5 |
| Wärmepumpenstrom | | 35,0 100,0% |
| <i>davon Netzstrom</i> | | 21,1 60,3% |
| <i>davon PV-Strom</i> | | 13,9 39,7% |
| Kalte Wärme (Netz) | 56 | 122,3 |

| | | |
|--------------------------------|--|------|
| Hilfsenergiebedarf (Netzstrom) | | 0,43 |
|--------------------------------|--|------|

Tab. 48: Energiebilanz kalte Nahwärme Selmsdorf südl. Kirche

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

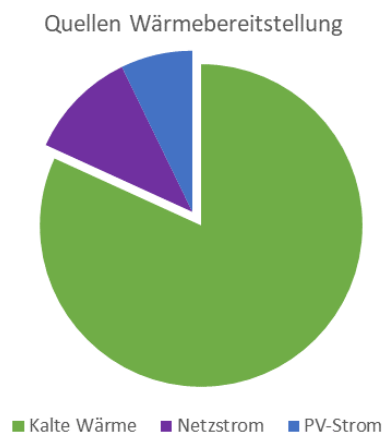


Abb. 64: Anteile Energieträger kalte Nahwärme Selmsdorf südl. Kirche

Aus dem Endenergieverbrauch ergeben sich jährliche Treibhausgasemissionen in Höhe von **11 t_{CO2-äqu.}** Dies entspricht einem spezifischen Emissionsfaktor von 71 g/kWh und liegt damit bei ca. 26% des ortstypischen Brennstoffmix.

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

| | Endenergie | Emissionsfaktor | THG-Emissionen |
|-------------------|-------------------|------------------------|-----------------------|
| Netzstrom (allg.) | 0,4 MWh/a | 484 g/kWh | 0,2 t/a |
| Netzstrom (WP) | 21 MWh/a | | 10,2 t/a |
| PV-Strom | 14 MWh/a | 49 g/kWh | 0,7 t/a |
| Summe | 35 MWh/a | | 11,1 t/a |

Tab. 49: THG-Emissionen kalte Nahwärme Selmsdorf südl. Kirche

6.4.4 Wirtschaftliche Parameter

Investitionskosten

Auf Basis der Anlagenauslegung wurden die zu erwartenden **Investitionskosten** kalkuliert. Grundlage hierfür bilden diverse publizierte Preisansätze⁵⁷ sowie Erfahrungswerte und Richtpreisangebote zu vergleichbaren Anlagenkonfigurationen.

Für eine **Förderung** des Vorhabens wird voraussichtlich zukünftig insbesondere die Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEW) in Betracht kommen.

Es ergibt sich ein **Investitionsbedarf von ca. 577.000 € vor Förderung**. Mit einer **Förderquote von 40%** verbleiben nach Förderung **Investitionskosten von ca. 346.000 €**.

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.

| | | |
|-----------------------------------|------------------|---------------|
| Anlageninvestition | 454.200 € | <i>78,7%</i> |
| Unvorhergesehenes | 68.100 € | <i>11,8%</i> |
| Nebenkosten | 54.500 € | <i>9,4%</i> |
| Investition vor Förderung | 576.800 € | 100,0% |
| Summe Förderung | 230.720 € | 40,0% |
| BEW (Entwurf) | 230.720 € | <i>40,0%</i> |
| Investition nach Förderung | 346.080 € | |

Tab. 50: Investitionsschätzung und Förderung kalte Nahwärme Selmsdorf südl. Kirche

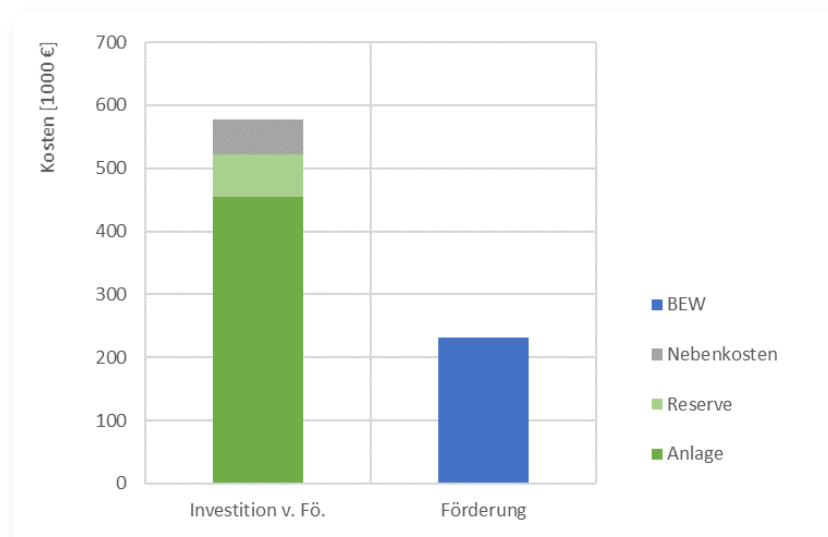


Abb. 65: Investitionsschätzung und Förderung kalte Nahwärme Selmsdorf südl. Kirche

Betriebs-, Verbrauchs- und Wärmegestehungskosten

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

⁵⁷ U.a. FNR 02



Es ergeben sich folgende Kennwerte:

- Betriebskosten: 8.300 €/a
- Verbrauchskosten: 9.460 €/a
- **Wärmegestehungskosten: 216 €/MWh**

Damit liegen die Wärmegestehungskosten hier etwa im Bereich, der für Neubauten auch mit anderweitigen Versorgungslösungen zu erwarten wäre. Es sollten ggf. auch weitere Versorgungsalternativen in Betracht gezogen werden.

Zu beachten ist auch hier, dass mit sehr energieeffizienten Neubauten (KfW-40-Standard) kalkuliert wurde. Dies geht mit einem niedrigen Wärmebedarf und in Folge dessen bei praktisch allen Versorgungslösungen mit höheren **spezifischen Wärmegestehungskosten** einher.

| | | |
|------------------------------|---------------------|---------------|
| Kapitalkosten | 16.168 €/a | 47,7% |
| Betriebskosten | 8.300 €/a | 24,5% |
| Verbrauchskosten | 9.460 €/a | 27,9% |
| Jahreskosten gesamt | 33.928 €/a | 100,0% |
| Jahres-Nutzwärmebedarf | 157 MWh/a | |
| Wärmegestehungskosten | 215,69 €/MWh | |

Tab. 51: Wärmegestehungskosten kalte Nahwärme Selmsdorf südl. Kirche

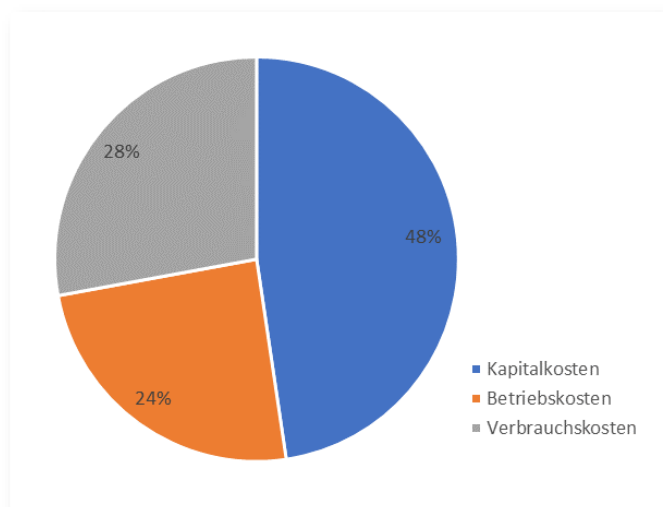


Abb. 66: Wärmegestehungskosten kalte Nahwärme Selmsdorf südl. Kirche

7 Alternative Versorgungsmodelle

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

Um einen Vergleich der verschiedenen Varianten zu ermöglichen wurden auch hier die Vollkosten der Wärmeversorgung sowie die Treibhausgasemissionen als CO₂-Äquivalent betrachtet. Die Kalkulation erfolgt auf Basis diverser veröffentlichter Kennwerte und Erfahrungswerte.⁵⁸ Eine detaillierte Darstellung ist im Anhang beigefügt.

7.1 Typ-Gebäude

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

| | Bestand | Neubau |
|--------------------|--------------------|----------------|
| Gebäudetyp | Einfamilienhaus | |
| Nutzfläche | 150 m ² | |
| Jahres-Wärmebedarf | 30.000 kWh/a | 11.250 kWh/a |
| Auslegungsleistung | 18 kW | 11 kW |
| Heizungsart | Heizkörper | Flächenheizung |

Tab. 52: Kennwerte Typ-Gebäude

7.2 Erdgas-Therme

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

Es wurde folgende Konstellation betrachtet:

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

Für die Errichtung bzw. den Ersatz der Anlage ist, je nach Gebäudekonstellation, mit **Investitionskosten von ca. 4.900 bis 6.400 €** zu rechnen. Die Wärmeversorgung ist mit **Wärmegestehungskosten von ca. 209 bis 229 €/MWh** sowie mit **spezifischen Treibhausgasemissionen von 260 bis 276 g/kWh** verbunden.

⁵⁸ U.a. BMVBS 01, RECK 01, HMU 01, RENEVA 01, BWP 01,



| | <u>Bestand</u> | <u>Neubau</u> |
|------------------------------|---------------------|---------------------|
| Investitionskosten | 6.400 € | 4.900 € |
| Kapitalkosten | 517 €/a | 396 €/a |
| Betriebskosten | 220 €/a | 220 €/a |
| Verbrauchskosten | 5.541 €/a | 1.961 €/a |
| Gesamtkosten | 6.278 €/a | 2.577 €/a |
| Wärmegestehungskosten | 209,25 €/MWh | 229,08 €/MWh |
| THG-Emissionen | 8,3 t/a | 2,9 t/a |
| | 276 g/kWh | 260 g/kWh |

Tab. 53: Kennwerte Erdgas-Therme

7.3 Flüssiggas

Ein weitere, verbreitete Versorgungsform stellt, insbesondere in den kleineren Ortsteilen, die Wärmeerzeugung aus Flüssiggas dar.

Es wurde folgende Konstellation betrachtet:

Die gesamte Wärmeversorgung (Heizung und Warmwasser) erfolgt durch eine Flüssiggas-Brennwerttherme. Die Brennstofflagerung erfolgt in außenstehenden Flüssiggastanks (Eigentum).

Für die Errichtung bzw. den Ersatz der Anlage ist, je nach Gebäudekonstellation, mit **Investitionskosten von ca. 4.900 bis 7.400 €** inkl. Flüssiggastank zu rechnen. Die Wärmeversorgung ist mit **Wärmegestehungskosten von ca. 214 bis 232 €/MWh** sowie mit **spezifischen Treibhausgasemissionen von 288 bis 305 g/kWh** verbunden.

| | <u>Bestand</u> | <u>Neubau</u> |
|------------------------------|---------------------|---------------------|
| Investitionskosten | 7.400 € | 4.900 € |
| Kapitalkosten | 598 €/a | 396 €/a |
| Betriebskosten | 240 €/a | 240 €/a |
| Verbrauchskosten | 5.567 €/a | 1.971 €/a |
| Gesamtkosten | 6.405 €/a | 2.607 €/a |
| Wärmegestehungskosten | 213,50 €/MWh | 231,69 €/MWh |
| THG-Emissionen | 9,2 t/a | 3,2 t/a |
| | 305 g/kWh | 288 g/kWh |

Tab. 54: Kennwerte Flüssiggas-Therme

7.4 Heizölkessel

Daneben spielt als weiterer fossiler Energieträger auch die Wärmeversorgung aus Heizöl eine Rolle im Gebäudebestand.

Es wurde folgende Konstellation betrachtet:

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



Für die Errichtung bzw. den Ersatz der Anlage ist, je nach Gebäudekonstellation, mit **Investitionskosten von ca. 4.700 bis 8.600 €** zu rechnen. Die Wärmeversorgung ist mit **Wärmegestehungskosten von ca. 179 bis 209 €/MWh** sowie mit **spezifischen Treibhausgasemissionen von 357 g/kWh** verbunden.

| | <u>Bestand</u> | <u>Neubau</u> |
|------------------------------|---------------------|---------------------|
| Investitionskosten | 8.600 € | 4.700 € |
| Kapitalkosten | 695 €/a | 380 €/a |
| Betriebskosten | 310 €/a | 310 €/a |
| Verbrauchskosten | 4.375 €/a | 1.658 €/a |
| Gesamtkosten | 5.380 €/a | 2.348 €/a |
| Wärmegestehungskosten | 179,33 €/MWh | 208,68 €/MWh |
| THG-Emissionen | 10,7 t/a | 4,0 t/a |
| | 357 g/kWh | 357 g/kWh |

Tab. 55: Kennwerte Heizölkessel

7.5 Solarthermie + Erdgas

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

Es wurde folgende Konstellation betrachtet:

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

Für die Errichtung bzw. den Ersatz der Anlage ist, je nach Gebäudekonstellation, mit **Investitionskosten (nach Förderung) von ca. 8.200 bis 9.800 €** zu rechnen. Die Wärmeversorgung ist mit **Wärmegestehungskosten von ca. 202 bis 220 €/MWh** sowie mit **spezifischen Treibhausgasemissionen von 186 bis 254 g/kWh** verbunden.



| | <u>Bestand</u> | <u>Neubau</u> |
|------------------------------|---------------------|---------------------|
| Investitionskosten | 8.190 € | 9.800 € |
| Kapitalkosten | 661 €/a | 792 €/a |
| Betriebskosten | 275 €/a | 275 €/a |
| Verbrauchsdaten | 5.109 €/a | 1.407 €/a |
| Gesamtkosten | 6.045 €/a | 2.473 €/a |
| Wärmegestehungskosten | 201,50 €/MWh | 219,84 €/MWh |
| THG-Emissionen | 7,6 t/a | 2,1 t/a |
| | 254 g/kWh | 186 g/kWh |

Tab. 56: Kennwerte Erdgas-Therme + Solarthermie

7.6 Holz-Pellets

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

Es wurde folgende Konstellation betrachtet:

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

Für die Errichtung bzw. den Ersatz der Anlage ist, je nach Gebäudekonstellation, mit **Investitionskosten (nach Förderung) von ca. 11.600 bis 13.000 €** zu rechnen. Die Wärmeversorgung ist mit **Wärmegestehungskosten von ca. 134 bis 207 €/MWh** sowie mit **spezifischen Treibhausgasemissionen von 34 bis 40 g/kWh** verbunden.

| | <u>Bestand</u> | <u>Neubau</u> |
|------------------------------|---------------------|---------------------|
| Investitionskosten | 12.980 € | 11.615 € |
| Kapitalkosten | 1.048 €/a | 938 €/a |
| Betriebskosten | 350 €/a | 350 €/a |
| Verbrauchsdaten | 2.628 €/a | 1.038 €/a |
| Gesamtkosten | 4.026 €/a | 2.326 €/a |
| Wärmegestehungskosten | 134,22 €/MWh | 206,80 €/MWh |
| THG-Emissionen | 1,0 t/a | 0,5 t/a |
| | 34 g/kWh | 40 g/kWh |

Tab. 57: Kennwerte Pelletkessel



7.7 Luft-Wasser-Wärmepumpe

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

Es wurde folgende Konstellation betrachtet:

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

Für die Errichtung bzw. den Ersatz der Anlage ist, mit **Investitionskosten von ca. 9.800 €** zu rechnen. Die Wärmeversorgung ist mit **Wärmegestehungskosten von ca. 185 €/MWh** sowie mit **spezifischen Treibhausgasemissionen von 140 g/kWh** verbunden.

| | <u>Bestand</u> | <u>Neubau</u> |
|------------------------------|----------------|---------------------|
| Investitionskosten | | 9.750 € |
| Kapitalkosten | | 787 €/a |
| Betriebskosten | | 70 €/a |
| Verbrauchskosten | | 1.223 €/a |
| Gesamtkosten | | 2.080 €/a |
| Wärmegestehungskosten | | 184,89 €/MWh |
| THG-Emissionen | | 1,6 t/a |
| | | 140 g/kWh |

Tab. 58: Kennwerte Luft-Wasser-Wärmepumpe

8 Variantenvergleich und Szenarien

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

- Investitionskosten
- Warmegestehungskosten
- Treibhausgasemissionen

8.1 Vergleich Versorgungsumfang

Im Zuge der konzipierten netzgebundenen Versorgungsvarianten ist bei den kalkulierten Anschlussgraden von bis zu 33% des Wärmebedarfs im Untersuchungsgebiet möglich. Davon werden können deutlich über 90% aus erneuerbaren, regional verfügbaren Energieträgern bereitgestellt werden.

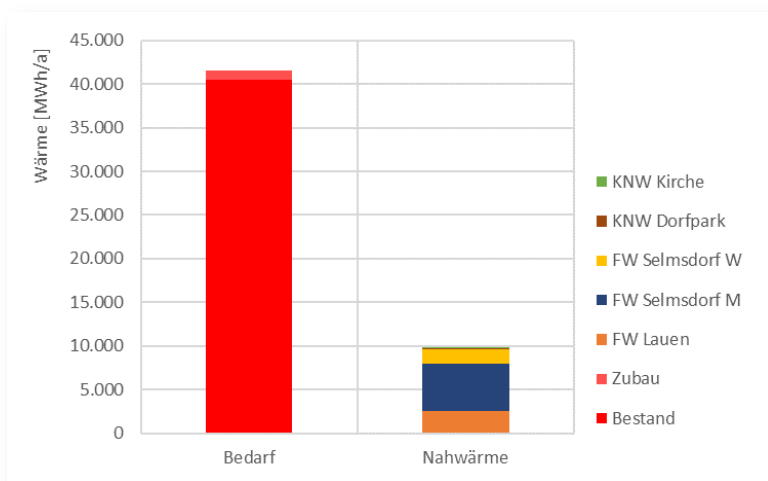


Abb. 67: Versorgungsumfang netzgebundener Anlagen

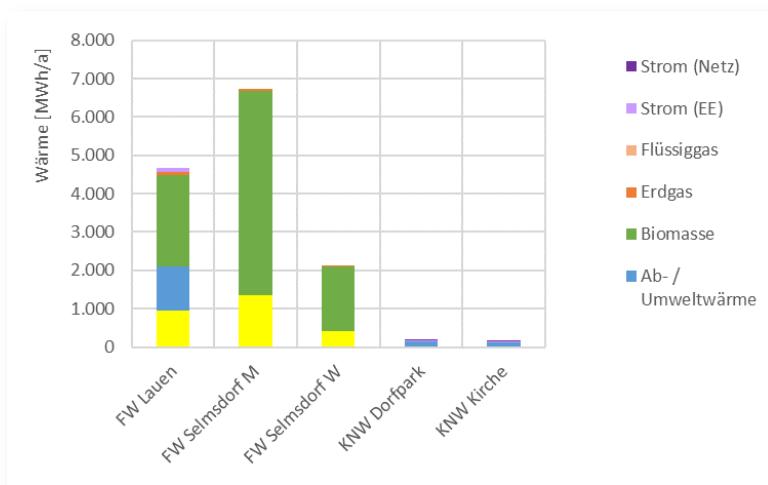


Abb. 68: Variantenvergleich Energieträgereinsatz



| | Untersuchungs- gebiet | FW Lauen | FW Selmsdorf M | FW Selmsdorf W | KNW Dorfpark | KNW Kirche |
|-------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|
| Solarthermie | | 941 MWh/a 20% | 1.362 MWh/a 20% | 422 MWh/a 20% | | |
| Ab- / Umweltwärme | | 1.149 MWh/a 25% | | | 151 MWh/a 78% | 122 MWh/a 78% |
| Biomasse | | 2.382 MWh/a 51% | 5.313 MWh/a 79% | 1.682 MWh/a 80% | | |
| Erdgas | | 102 MWh/a 2% | 58 MWh/a 1% | 11 MWh/a 1% | | |
| Flüssiggas | | | | | | |
| Strom (EE) | | 107 MWh/a 2% | | | 17 MWh/a 9% | 14 MWh/a 9% |
| Strom (Netz) | | | | | 26 MWh/a 14% | 21 MWh/a 13% |
| IST | 40.512 MWh/a | | | | | |
| Zubau | 1.033 MWh/a | | | | | |
| Gesamt | 41.546 MWh/a 100% | 4.662 MWh/a 11% | 6.712 MWh/a 16% | 2.115 MWh/a 5% | 194 MWh/a 0% | 157 MWh/a 0% |

Tab. 59: Variantenvergleich Versorgungsumfang

8.2 Vergleich Investitionskosten

Für die konzipierten netzgebundenen Versorgungslösungen ist, mit Gesamtinvestitionen nach Förderung in Höhe von ca. 11,4 Mio. € zu rechnen. Dem liegt eine Förderquote von ca. 65% (konventionelle Wärmenetze) bzw. 40% (kalte Wärmenetze) zugrunde.

| | FW Lauen | FW Selmsdorf M | FW Selmsdorf W | KNW Dorfpark | KNW Kirche |
|-----------------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Anlageninvestition | 5.213.100 € | 15.001.300 € | 4.145.100 € | 433.600 € | 454.200 € |
| Unvorhergesehenes | 782.000 € 12% | 2.250.200 € 12% | 621.800 € 12% | 65.000 € 12% | 68.100 € 12% |
| Nebenkosten | 625.600 € 9% | 1.800.200 € 9% | 497.400 € 9% | 52.000 € 9% | 54.500 € 9% |
| Investition vor Förderung | 6.620.700 € 100% | 19.051.700 € 100% | 5.264.300 € 100% | 550.600 € 100% | 576.800 € 100% |
| Summe Förderung | 4.107.146 € 62% | 12.630.427 € 66% | 3.437.966 € 65% | 220.240 € 40% | 230.720 € 40% |
| BEW (Entwurf) | 2.346.941 € 35% | 7.217.387 € 38% | 1.964.552 € 37% | 220.240 € 40% | 230.720 € 40% |
| KliFöRL MV (Entwurf) | 1.760.206 € 27% | 5.413.040 € 28% | 1.473.414 € 28% | | |
| Investition nach Förderung | 2.513.554 € | 6.421.273 € | 1.826.334 € | 330.360 € | 346.080 € |

Tab. 60: Variantenvergleich Investitionskosten

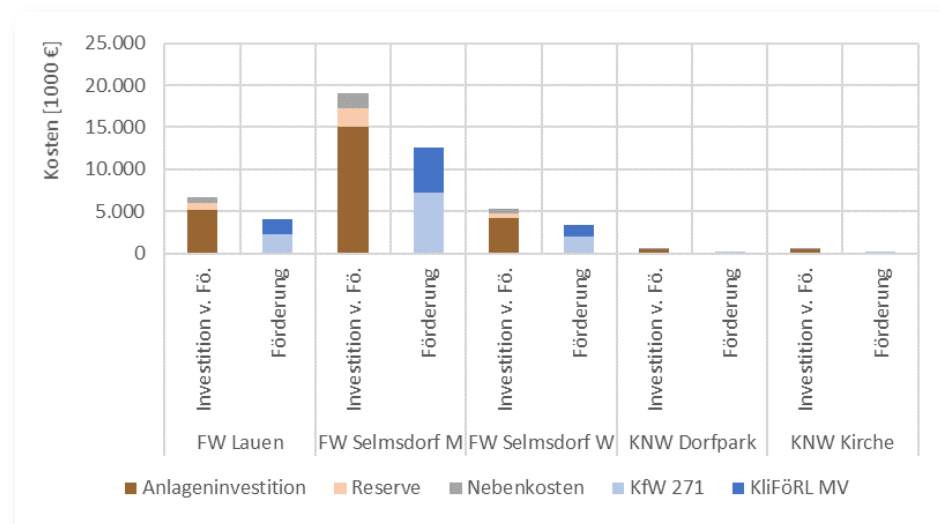


Abb. 69: Variantenvergleich Investitionskosten

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

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

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

| | Investitionskosten [€/kWh/a] | |
|----------------|---------------------------------|--------|
| | Bestand | Neubau |
| FW Lauen | 539 | |
| FW Selmsdorf M | 957 | |
| FW Selmsdorf W | 864 | |
| KNW Dorfpark | 1.701 | |
| KNW Kirche | 2.200 | |
| Erdgas | 213 | 436 |
| Flüssiggas | 247 | 436 |
| Heizöl | 287 | 418 |
| ST + Erdgas | 273 | 871 |
| Wärmepumpe | | 867 |
| Pellets | 433 | 1.032 |

Tab. 61: Variantenvergleich spezifische Investitionskosten

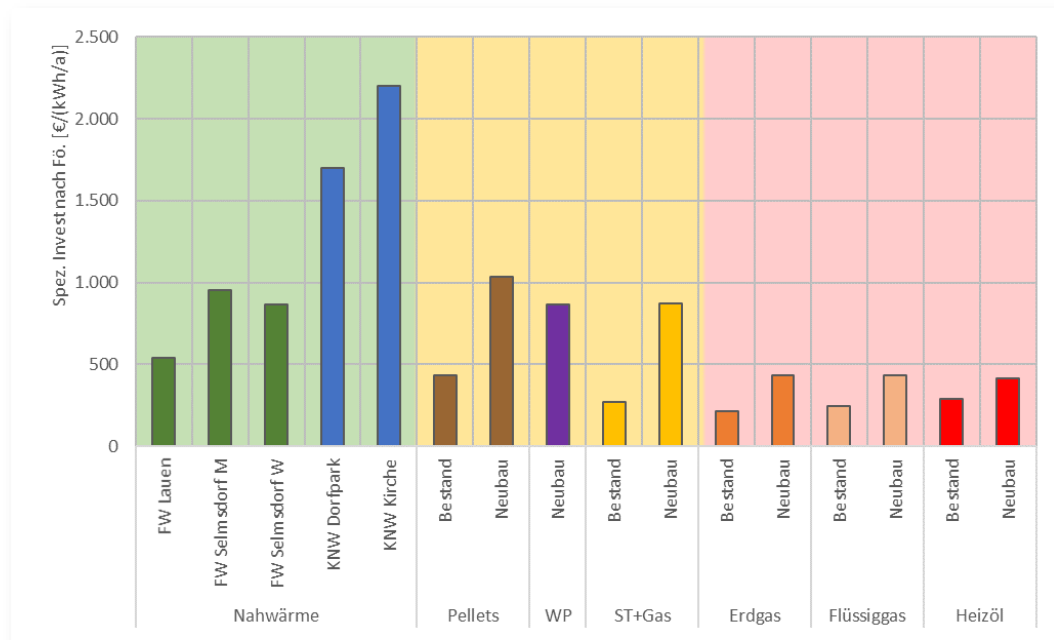


Abb. 70: Variantenvergleich spezifische Investitionskosten

8.3 Vergleich Wärmegestehungskosten

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

| | Kapitalkosten [€/kWh] | | Betriebskosten [€/kWh] | | Verbrauchskosten [€/kWh] | | Wärmegestehungs- [€/kWh] | |
|----------------|--------------------------|--------|---------------------------|--------|-----------------------------|--------|-----------------------------|--------|
| | Bestand | Neubau | Bestand | Neubau | Bestand | Neubau | Bestand | Neubau |
| FW Lauen | | 19,7 | | 32,1 | | 27,7 | | 79,5 |
| FW Selmsdorf M | | 24,7 | | 52,5 | | 29,4 | | 106,6 |
| FW Selmsdorf W | | 24,1 | | 47,5 | | 28,2 | | 99,8 |
| KNW Dorfpark | | 78,0 | | 42,2 | | 59,9 | | 180,1 |
| KNW Kirche | | 102,8 | | 52,8 | | 60,1 | | 215,7 |
| Erdgas | 17,2 | 35,2 | 7,3 | 19,6 | 184,7 | 174,3 | 209,3 | 229,1 |
| Flüssiggas | 19,9 | 35,2 | 8,0 | 21,3 | 185,6 | 175,2 | 213,5 | 231,7 |
| Heizöl | 23,2 | 33,7 | 10,3 | 27,6 | 145,8 | 147,4 | 179,3 | 208,7 |
| ST + Erdgas | 22,0 | 70,4 | 9,2 | 24,4 | 170,3 | 125,0 | 201,5 | 219,8 |
| Wärmepumpe | | 70,0 | | 6,2 | | 108,7 | | 184,9 |
| Pellets | 34,9 | 83,4 | 11,7 | 31,1 | 87,6 | 92,3 | 134,2 | 206,8 |

Tab. 62: Variantenvergleich Wärmegestehungskosten

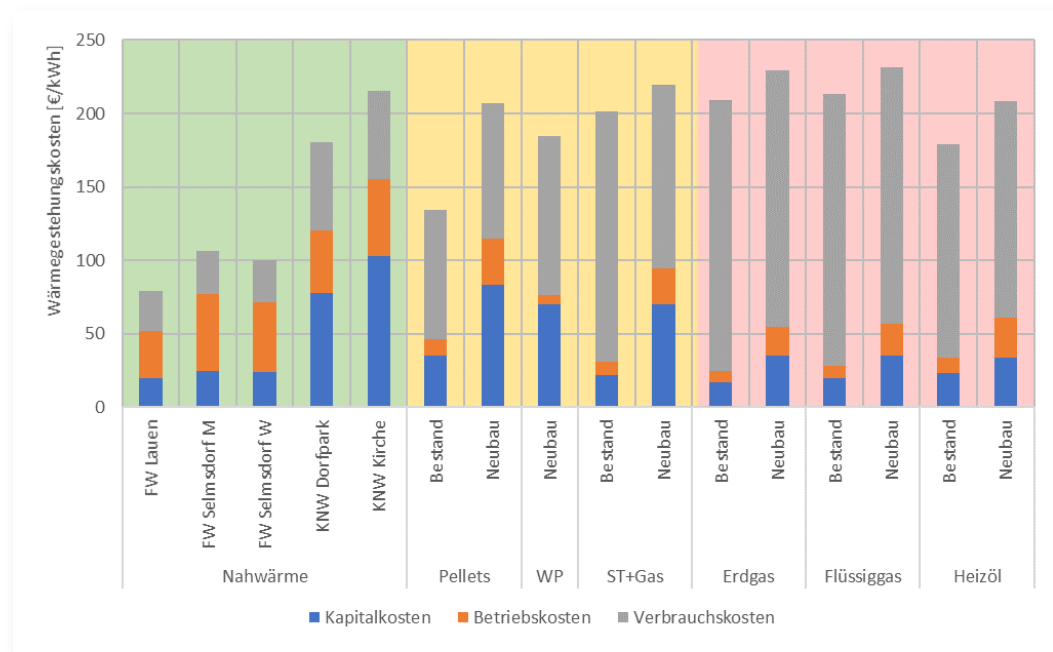


Abb. 71: Variantenvergleich Wärmegestehungskosten

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

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

8.4 Vergleich Treibhausgasemissionen

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

| | Treibhausgas-Emissionen [g/kWh] | |
|----------------|---------------------------------|--------|
| | Bestand | Neubau |
| FW Lauen | 27 | |
| FW Selmsdorf M | 35 | |
| FW Selmsdorf W | 33 | |
| KNW Dorfpark | 71 | |
| KNW Kirche | 71 | |
| Erdgas | 276 | 260 |
| Flüssiggas | 305 | 288 |
| Heizöl | 357 | 357 |
| ST + Erdgas | 254 | 186 |
| Wärmepumpe | | 140 |
| Pellets | 34 | 40 |

Tab. 63: Variantenvergleich Treibhausgasemissionen

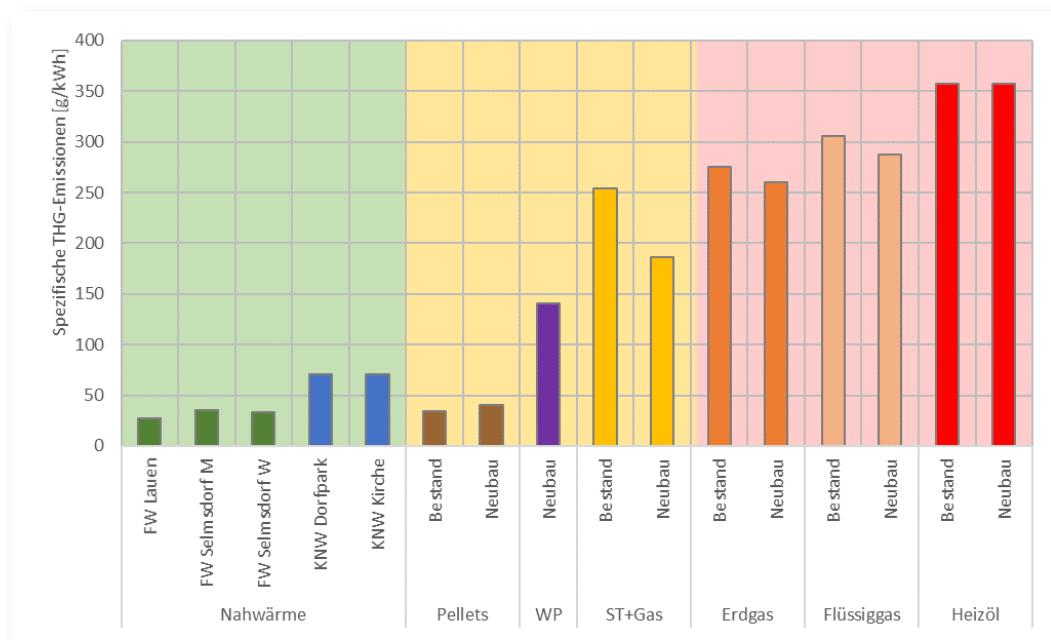


Abb. 72: Variantenvergleich Treibhausgasemissionen

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

8.5 Sensitivitätsanalyse

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

Hierbei wurden folgende Parameter variiert:

- Anschlussgrad
- Förderquote
- Brennstoffkosten

Sensitivität „Anschlussgrad“

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

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

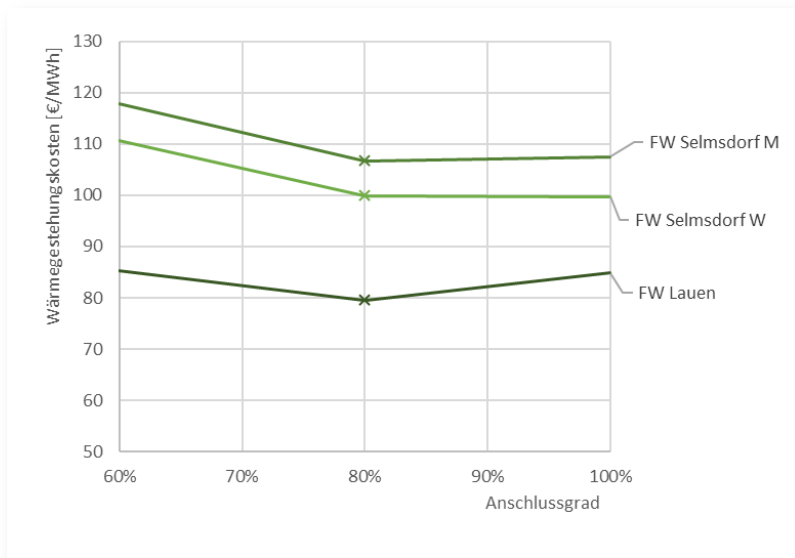


Abb. 73: Sensitivität Anschlussgrad

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



Sensitivität Förderquote

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

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

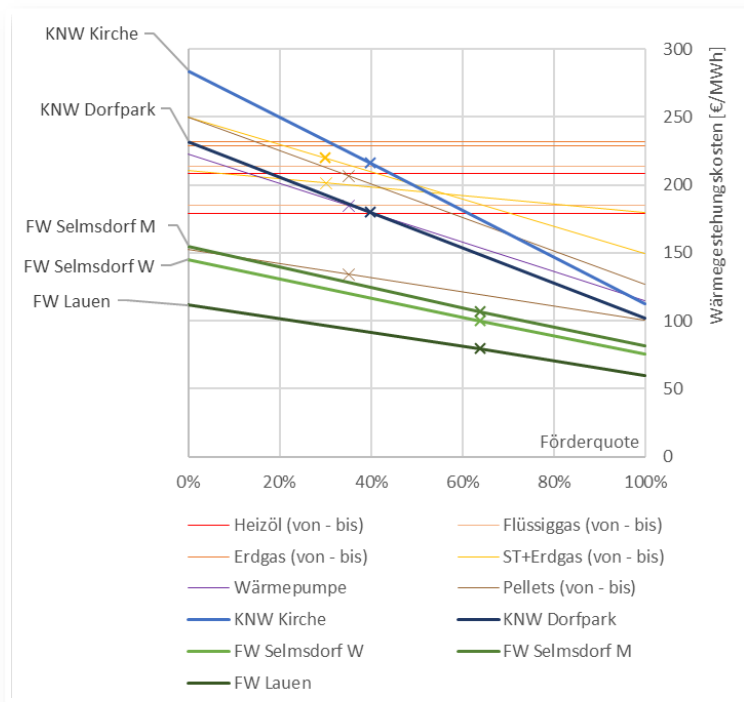


Abb. 74: Sensitivität Förderquote

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

Sensitivität Brennstoffkosten

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

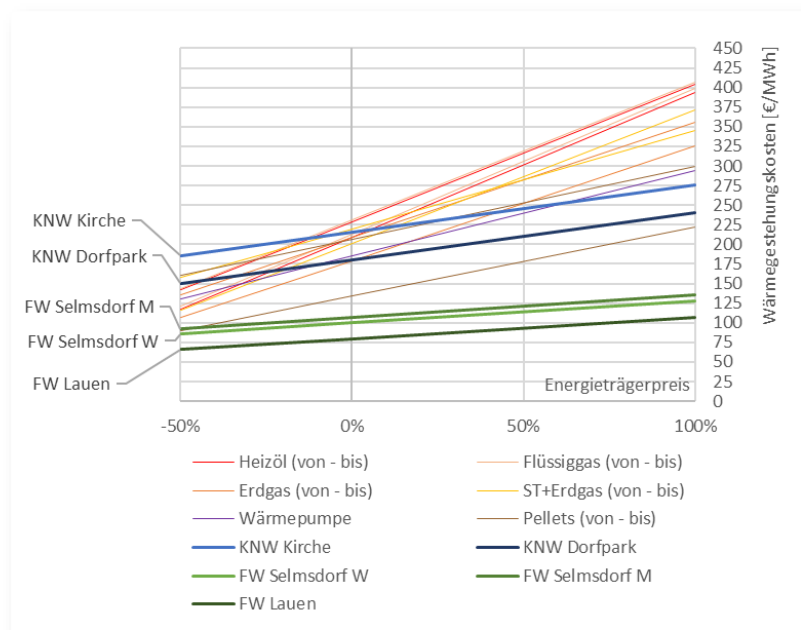


Abb. 75: Sensitivität Brennstoffpreis

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

9 Fördermittel-Situation

Die Entscheidung für eine Investition in Energieeffizienz und Klimaschutz hängt nicht zuletzt oft auch an der Wirtschaftlichkeit. Dies gilt sowohl für kleine Maßnahmen als auch für große Vorhaben.

Aus diesem Grunde haben Bund, Länder und EU zahlreiche Fördermöglichkeiten für derartige Projekte auf den Weg gebracht. In der Folge werden die wesentlichen Programme kurz aufgeführt, die für die in dieser Studie vorgeschlagenen Maßnahmen relevant sind. Da sich die Fördermittelsituation jedoch laufend weiterentwickelt, empfiehlt es sich hier auf dem neusten Stand zu bleiben. Hilfreich können dabei u.a. folgende Internetseiten sein:

- 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
- Beratungsangebote der Verbraucherzentrale
<https://www.verbraucherzentrale-energieberatung.de>
<https://www.verbraucherzentrale-mv.eu>
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
<https://www.deutschland-machts-effizient.de>

9.1 Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien

Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)

Seit das EEG im Jahr 2000 erstmals in Kraft trat, stellt es in Deutschland das zentrale Steuerungs- und Förderinstrument insbesondere im Bereich der regenerativen Stromerzeugung dar. Es regelt die Konditionen für die Erzeugung, Netzeinspeisung und Vergütung von Strom aus erneuerbaren Energien.

Im Laufe der Jahre wurde das EEG mehrfach umfassend überarbeitet und weiterentwickelt, sodass es mittlerweile sehr umfangreiche und differenzierte Regelungen enthält.

Was wird gefördert?

- Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien

Wer wird gefördert?

- (vielfältige Akteursgruppen)

Wie wird gefördert?

- Hauptsächlich über festgelegte Einspeisevergütungen bzw. Marktprämien
- Im Einzelnen stark differenziert

Wie hoch ist die Förderung?

- Stark abhängig u.a. von Anlagenart und -größe, Marktentwicklung, Anschlusszeitpunkt usw.
- Keine pauschale Aussage möglich

Weitere Informationen

- https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Navigation/DE/Recht-Politik/Das_EEG/das_eeg.html

KfW-Programm 270: Erneuerbare Energien – Standard

Ergänzend zur Förderung nach dem EEG (Förderung im Betrieb der Anlagen) kann die Errichtung von Anlagen zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien im Rahmen zinsvergünstigter Kredite im Programm 270 der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) werden. Auch die Finanzierung von Anlagen zur regenerativen Wärme- / Kälteerzeugung und -verteilung Maßnahmen zur Systemintegration erneuerbarer Energien können finanziert werden.

Was wird gefördert?

- Errichtung / Erwerb von Anlagen zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien
- Errichtung / Erwerb von Anlagen zur Wärme-/Kälteerzeugung, -verteilung und -speicherung aus erneuerbaren Energien
- Maßnahmen zur Systemintegration erneuerbarer Energien (Digitalisierung, Lastmanagement, PtX...)
- Contracting / Modernisierung

Wer wird gefördert?

- Unternehmen / Körperschaften öffentl. Rechts... / Selbständige / natürliche Personen / Vereine, Genossenschaften...
- KEINE Kommunen / Gebietskörperschaften

Wie wird gefördert?

- Zinsvergünstigte Darlehen (bis 100% Finanzierung, max. 50 Mio €, individueller Zinssatz)
- Bearbeitung über Hausbank

Wie hoch ist die Förderung?

- Individueller, risikoabhängiger Zinssatz
- Max. Kreditbetrag 50 Mio € pro Vorhaben

Weitere Informationen

- [https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Unternehmen/Energie-Umwelt/F%C3%B6rderprodukte/Erneuerbare-Energien-Standard-\(270\)/](https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Unternehmen/Energie-Umwelt/F%C3%B6rderprodukte/Erneuerbare-Energien-Standard-(270)/)

9.2 Energieeffizienz im Gebäudebereich

9.2.1 Energieberatung

Verbraucherzentralen

Die Verbraucherzentralen unterstützen private Haushalte beim Energiesparen. Hierzu bieten Sie zahlreiche kostenlose oder kostengünstige Beratungsangebote durch qualifizierte Fachleute an. Die Beratung ist telefonisch, online oder vor Ort möglich.

Was wird gefördert?

- Allgemeine Beratung zu Energieeinsparung und Effizienz (Basisberatung)
- Konkret situationsbezogene Energieberatung (Energie-Check)

Wer wird gefördert?

- Privatpersonen

Wie wird gefördert?

- Kostenlose / kostengünstige Beratungsangebote (telefonisch / online / vor Ort)

Wie hoch ist die Förderung?

- Kostenlose Basisberatung
- Energie-Check ab 30 € Eigenanteil

Weitere Informationen

- <https://verbraucherzentrale-energieberatung.de/>

Bundesförderung für Energieberatung für Wohngebäude (EBW)

Die Bundesregierung bezuschusst über das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (Bafa) die qualifizierte Energieberatung und die fachlich fundierte Vorbereitung von Sanierungsschritten im Wohngebäudebestand mit bis zu 80% der Kosten.

Was wird gefördert?

- Energieberatung und Sanierungskonzept im Wohngebäude

Wer wird gefördert?

- Hauseigentümer, Privatpersonen, Mieter

Wie wird gefördert?

- Zuschuss

Wie hoch ist die Förderung?

- 80%
- Ein- und Zweifamilienhäuser: max. 1.300 €
- Mehrfamilienhäuser: max. 1.700 €

Weitere Informationen

- https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieberatung/Energieberatung_Wohngebäude/energieberatung_wohngebäude_node.htm

Bundesförderung für Energieberatung für Nichtwohngebäude, Anlagen und Systeme (EBN)

Die Bundesregierung bezuschusst über das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (Bafa) die qualifizierte Energieberatung und die fachlich fundierte Vorbereitung von Sanierungsschritten im Nichtwohngebäudebestand bzw. für den energieeffizienten Neubau mit bis zu 80% der Kosten.

Was wird gefördert?

- Energieberatung für Sanierungskonzept, Neubau oder Energiespar-Contracting im Nichtwohngebäude

Wer wird gefördert?

- Unternehmen
- Kommunale Zweckverbände
- Soziale, gesundheitliche, kulturelle Einrichtungen
- Kommunen
- Freiberuflich Tätige

Wie wird gefördert?

- Zuschuss

Wie hoch ist die Förderung?

- 80%
- Modul 1 „Energieaudit“: max. 6.000 €
- Modul 2 „Energieberatung“: max. 8.000 €
- Modul 3 „Contracting-Orientierung“: max. 10.000 €
- Mehrfamilienhäuser: max. 1.700 €

Weitere Informationen

- [https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieberatung/Nichtwohngebäude Anlagen Systeme/nichtwohngebäude_anlagen_systeme_node.html](https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieberatung/Nichtwohngebäude_Anlagen_Systeme/nichtwohngebäude_anlagen_systeme_node.html)

9.2.2 Effizienzmaßnahmen / Sanierung / Neubau

Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)

Mit der Bundesförderung für effiziente Gebäude bündelt die Bundesregierung die vormals vielfältigen Förderprogramme in den Bereichen des energieeffizienten Bauens und Sanierens. Mit dem BEG können nun angefangen von der Durchführung effizienzsteigernder Einzelmaßnahmen über die Komplettsanierung bis hin zum Neubau effizienter Gebäude vielfältige Vorhaben im Wohn- und Nichtwohngebäudebereich gefördert werden. Hierbei sind auch erforderliche Umfeldmaßnahmen sowie eine fachlich fundierte Baubegleitung förderfähig. Die Förderung steht in vielen Fällen entweder als reine Zuschussvariante oder als Zinsgünstiger Kredit mit Tilgungszuschüssen einer breiten Palette an Antragstellern zur Verfügung. Da für ein optimales Ergebnis alle Bau- und Sanierungsschritte inhaltlich aufeinander abgestimmt sein sollten, ist für die Antragstellung meist die Beratung durch einen sog. Energieeffizienzexperten (förderfähig nach EBW bzw. EBN) erforderlich.

Was wird gefördert?

- Effizienzsteigernde Einzelmaßnahmen (Dämmung, Heizungstechnik, Anlagentechnik...)
- Energetische Sanierung von Bestandsgebäuden
- Energieeffizienter Neubau
- Inkl. erforderlicher Umfeldmaßnahmen und Baubegleitung

Wer wird gefördert?

- Zahlreiche Akteursgruppen (Kommunen, Unternehmen, Gebäudeeigentümer...)

Wie wird gefördert?

- Reine Zuschussvariante
- Zinsgünstiger Kredit mit Tilgungszuschüssen

Wie hoch ist die Förderung?

- Einzelmaßnahmen: maßnahmenabhängig 20-50%
(ggf. inkl. Boni für Austausch von Ölheizung, verbesserte Emissionswerte und Maßnahmen im Rahmen eines individuellen Sanierungsfahrplans, inkl. Fachplanung und Baubegleitung)
- Sanierung Wohngebäude: max. 50% / 75.000€ je WE
(abhängig vom erreichter Energiestandard)
- Neubau Wohngebäude: max. 12,5% / 18.750€ je WE
(abhängig vom erreichten Energiestandard)
- Sanierung Nichtwohngebäude: max. 50% / 1.000 € je m² / 15 Mio. €
(abhängig vom erreichter Energiestandard)
- Neubau Nichtwohngebäude: max. 12,5% / 3,75 Mio. €
(abhängig vom erreichten Energiestandard)

Weitere Informationen

- <https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Bundesförderung-für-effiziente-Gebäude/>

9.3 Energieeffiziente Infrastruktur

Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) (Entwurf 08/2021)

Mit der geplanten Bundesförderung für effiziente Wärmenetze soll ein einheitliches Förderinstrument zur Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien und Abwärme sowie der Effizienzsteigerung in Wärme- und Kältenetzen geschaffen werden. Einem systemischen Förderansatz folgend sollen sowohl die Transformation bestehender Systeme als auch der Bau neuer effizienter Netzsysteme gefördert werden. Ursprünglich war das Inkrafttreten bereits für 2021 angekündigt. Aktuell wird von einem Termin in 2022 ausgegangen. Die unten dargestellten Informationen spiegeln den Stand des zuletzt veröffentlichten Entwurfs aus dem August 2021 wieder.

Was wird gefördert?

Modul 1:

- Transformationspläne / Machbarkeitsstudien
zur Vorbereitung des Umbaus bzw. der Neuerrichtung effizienter Wärmenetze
- Fachplanung (Leistungsphasen 1-4 HOAI)

Modul 2:

- Bau neuer Netze mit hohem Anteil erneuerbarer Energien
- Transformation von Bestandsnetzen
- Inkl. Erzeugungsanlagen und Umfeldmaßnahmen (systemischer Ansatz)
- Einzelmaßnahmen
- Fachplanung (Leistungsphasen 5-8 HOAI)

Wer wird gefördert?

- Unternehmen
- Kommunen, kommunale Eigenbetriebe, kommunale Unternehmen, kommune Zweckverbände
- Eingetragene Vereine und Genossenschaften

Wie wird gefördert?

- Kostenzuschuss für Studien, Planungsleistungen...
- Investitionskostenzuschuss für Neubau / Transformation
- Betriebskostenzuschuss für Solarthermieanlagen und Großwärmepumpen

Wie hoch ist die Förderung?

- Modul 1: bis 50%, max. 600.000€
- Modul 2: bis 40%
- Betriebskostenzuschuss Solarthermie 2 ct/kWh
- Betriebskostenzuschuss Wärmepumpen: noch nicht bekannt

Weitere Informationen

- Richtlinienentwurf abrufbar über https://www.carmen-ev.de/wp-content/uploads/2021/10/20210818-BEW_RL_Entwurf.pdf

KfW-Programme 271/281: Erneuerbare Energien – Premium

Solange die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze noch nicht zur Verfügung steht, können nach wie vor die KfW-Programme 271/281 „Erneuerbare Energien – Premium“ genutzt werden. Hiermit können größerer Vorhaben zur Nutzung regenerativer Energieträger im Wärmebereich mittels zinsgünstiger Kredite mit maßnahmenabhängigen Tilgungszuschüssen gefördert werden. Die Programme stehen einem breiten Spektrum an Antragstellern offen. Der Erfahrung nach sind die resultierenden Förderquoten i.d.R. jedoch geringer als mit dem neuen BEW zu erwarten.

Was wird gefördert?

- Große Solarthermieranlagen
- Große Anlagen zur Verbrennung fester Biomasse
- Wärme- / Kältenetze, die aus erneuerbaren Energien gespeist werden
- Roh-Biogasleitungen
- Große Wärmespeicher
- Große Wärmepumpen
- KWK-Anlagen

Wer wird gefördert?

- Unternehmen
- Privatpersonen und Freiberufler
- Landwirte
- Kommunen, kommunale Gebietskörperschaften und Gemeindeverbände
- Gemeinnützige Antragsteller und Genossenschaften
- Contractoren (Energiedienstleister)

Wie wird gefördert?

- Zinsgünstiger Kredit mit Tilgungszuschüssen

Wie hoch ist die Förderung?

- Individuelle, risikoabhängiger Zinssatz
- Maßnahmenabhängiger Tilgungszuschuss

Weitere Informationen

- [https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Unternehmen/Energie-Umwelt/Finanzierungsangebote/Erneuerbare-Energien-Premium-\(271-281\)/](https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Unternehmen/Energie-Umwelt/Finanzierungsangebote/Erneuerbare-Energien-Premium-(271-281)/)

Klimaschutz-Förderrichtlinie MV (KliFöRL MV) (Stand: Verbandsanhörung)

Bereits seit längerem stellen die Klimaschutz-Förderrichtlinien für Kommunen und Unternehmen zwei wesentliche Säulen der Klimaschutzförderung des Landes Mecklenburg-Vorpommern dar. Mit Hilfe der EFRE-Strukturfondsmittel der EU werden hier u.a. Energieeffizienzprojekte wie LED-Beleuchtungen, Biomasseheizungen, Strom- und Wärmespeicherlösungen sowie Elektromobilitätsprojekte in Unternehmen, Vereinen und Kommunen gefördert.

Derzeit befinden sich die Richtlinien im Überarbeitung. Mit einer Verfügbarkeit ist nach derzeitigem Kenntnisstand ab Juli 2022 zu rechnen. Die nachfolgenden Ausführungen stellen den aktuellen Kenntnisstand im Rahmen der Verbandsanhörung dar.

Was wird gefördert?

- Maßnahmen zur Verringerung von THG-Emissionen um mind. 30% und Steigerung der Energieeffizienz oder Errichtung intelligenter Energiesysteme, z.B.:
- Investive Maßnahmen zur Energieeinsparung / Energieeffizienzsteigerung über den gesetzlichen Standard hinaus
- Intelligente kleinräumige Energiesysteme und lokale Netze
- Innovative Demonstrationsprojekte
- Planungsleistungen
- Machbarkeitsstudien / Vorplanungsstudien

Wer wird gefördert?

- Nicht wirtschaftlich tätige Organisationen – Programmteil „Kommunen“
- Wirtschaftlich tätige Organisationen – Programmteil „Unternehmen“

Wie wird gefördert?

- Zuschuss (Projektförderung)

Wie hoch ist die Förderung?

- Programmteil „Kommunen“: 25 – 50% (in Ausnahmen bis 80%)
- Programmteil „Unternehmen“: 20 – 70%

Weitere Informationen

- <https://www.regierung-mv.de/Landesregierung/Im/Klima/Klimaschutz/Foerderung/>

9.4 Quartiersentwicklung

KfW-Programm 432: Energetische Stadtsanierung

Mit dem KfW-Programm 432 „Energetische Stadtsanierung“ werden Maßnahmen zum Klimaschutz und der Klimaanpassung im Quartier bezuschusst. Konkret geht es um die fundierte Vorbereitung und Umsetzung konkreter Maßnahmen in abgegrenzten Bereichen. Hierbei wird in einem ersten Modul die Erstellung eines integrierten Quartierskonzepts gefördert. In der Folge (Modul B) können Sach- und Personalkosten für einen Sanierungsmanager bezuschusst werden, dessen Aufgabe die Planung und Koordination zur Konzeptumsetzung ist.

Dieses Förderprogramm kann einen zentralen Baustein sein, um die umfangreichen Aufgaben im Bereich der Projektentwicklung und Projektsteuerung rund Sanierungs- und Energieprojekte im kommunalen Kontext zu erfüllen.

Was wird gefördert?

- Modul A: Erstellung integrierter Quartierskonzepte
- Modul B: Sanierungsmanagement

Wer wird gefördert?

- Kommunale Gebietskörperschaften und deren rechtl. unselbstständige Eigenbetriebe
- Ggf. Weitergabe an beteiligte Dritte

Wie wird gefördert?

- Kostenzuschuss für die Erstellung integrierte Konzepte (Modul A)
- Personal- und Sachkostenzuschüsse für Sanierungsmanager (Modul B)
(3 Jahre, mit Verlängerung max. 5 Jahre)

Wie hoch ist die Förderung?

- Modul A: 75%
- Modul B: 75% (max. 210.000€, mit Verlängerung max. 350.000€)

Weitere Informationen

- [https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/oeffentliche-Einrichtungen/Kommunen/Foerderprodukte/Energetische-Stadtsanierung-Zuschuss-Kommunen-\(432\)/](https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/oeffentliche-Einrichtungen/Kommunen/Foerderprodukte/Energetische-Stadtsanierung-Zuschuss-Kommunen-(432)/)

10 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:

10.1 Unternehmensformen

10.1.1 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

10.1.2 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

10.1.3 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

10.2 Betreibermodelle

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

10.2.1 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.

Thema: MBS nachhaltige Energie- und Wärmeversorgung Selmsdorf

Projekt: T21.09

Bearbeitungsstand: 14.04.2022

TRIGENIUS
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG

10.2.2 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.

10.2.3 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.

10.3 Situation vor Ort

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

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

11 Zusammenfassung und Handlungsempfehlungen

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

- Solarthermienutzung und energetische Biomassenutzung (Feuerungsanlagen) in Wärmenetzen
- Eventuell Einbindung von Stromüberschüssen in die Wärmeversorgung
- Oberflächennahe Geothermienutzung, ggf. in kalten Wärmenetzen
- Photovoltaik-Freiflächennutzung
- Aufdach-Solarenergienutzung
- Energetische Gebäudesanierung

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

Die Fernwärmeversorgung auf Basis von Solarthermie und energetische Biomassenutzung kommt insbesondere in verdichteten Kernlagen der Ortsteile im Gebäudebestand in Betracht. Insbesondere in räumlicher Nähe zu beispielsweise Industrie- und Gewerbegebieten kann perspektivisch die Einbindung von Wärmeüberschüssen aus dem Stromsektor, z.B. aus PtX-Anlagen, eine interessante Option sein.

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

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

Konkret können folgende Handlungsempfehlungen abgeleitet werden:

11.1 Planung und Realisierung biomassebasierte Nahwärme

Für die beschriebenen Versorgungsbereiche in den Ortsteilen Selmsdorf und Lauen, wird die Umsetzung von Nahwärmeversorgungskonzepten auf Basis von Solarthermie-Freiflächenanlagen und Biomassefeuerungsanlagen empfohlen.

Im Rahmen der Entwicklung der neuen Wohngebiete „Am Dorfpark“ und „Südlich der Kirche – Hinterstraße“ sollte die Versorgung mittels kalter Nahwärme frühzeitig in Betracht gezogen werden.

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

Empfehlenswert erscheint für die konkrete Vorbereitung entsprechender Maßnahmen die nach KfW-Programm 432 zu 75% förderfähige Vorgehensweise zur Quartierssanierung. Hierbei werden in einem ersten Schritt aus dieser Machbarkeitsstudie für die einzelnen in Betracht kommenden Gebiete sogenannte integrierte Quartierskonzepte abgeleitet. In einem zweiten Schritt können dann durch einen ebenfalls geförderten 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
- 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.

11.2 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.

11.3 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

11.4 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
- Beratungsangebote der Verbraucherzentrale
<https://www.verbraucherzentrale-energieberatung.de>
<https://www.verbraucherzentrale-mv.eu>
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
<https://www.deutschland-machts-effizient.de>

11.5 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.

11.6 Regionale und überregionale Vernetzung

Um konkrete Vorhaben fachlich fundiert und professionell voranzubringen ist ein intensiver Kontakt zu externen Netzwerken wie etwa dem Landeszentrum für erneuerbare Energie (LEEAA 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.

Thema: MBS nachhaltige Energie- und Wärmeversorgung Selmsdorf

Projekt: T21.09

Bearbeitungsstand: 14.04.2022

TRIGENIUS
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG

12 Quellenverzeichnis

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: MBS nachhaltige Energie- und Wärmeversorgung Selmsdorf

Projekt: T21.09

Bearbeitungsstand: 14.04.2022

TRIGENIUS
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG

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

- FRAUNH 01 Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland
Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE
Heidenhofstr. 2, 79110 Freiburg
Zugang via: <http://www.pv-fakten.de/>
- GEMIS Ergebnisse aus GEMIS Version 4.95
IINAS GmbH – Internationales Institut für Nachhaltigkeitsanalysen und -strategien
Excel-Tabelle: 2017_GEMIS-Ergebnisse-Auszug.xlsx, Datenstand: Apr. 2017
- HMU 01 Lerneinheit Solarthermie - Didaktische Handreichung
Hrsg.: Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
Wiesbaden und Kassel 2011
- HTEC 01 Neue Post-EEG Geschäftsmodelle mit Wasserstoff
Vortrag 28. Windenergietage, 07.11.2019, Potsdam
Dr. Markus Forstmeier
H-TEC Systems GmbH
- 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?
- 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?
- 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?
- 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?
- 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?
- 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/gebäude_wms?
- LAiV 07 Statistischer Bericht
Bevölkerungsstand der Kreise, Ämter und Gemeinden in Mecklenburg-Vorpommern
Stand: 30.06.2021
Statistisches Amt Mecklenburg-Vorpommern

Thema: MBS nachhaltige Energie- und Wärmeversorgung Selmsdorf

Projekt: T21.09

Bearbeitungsstand: 14.04.2022



Lübecker Str. 287, 19059 Schwerin

- LAiV 08 Statistischer Bericht
Bevölkerung, Haushalte und Familien in Mecklenburg-Vorpommern (Mikrozensus)
Stand:2019
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
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/>
- LK NWM 01 Energieportal des Landkreises Nordwestmecklenburg
<https://www.geoport-nwm.de/de/energie.html>
Inkl. bereitgestellter Geo-Web-Dienste
Landkreis Nordwestmecklenburg
Rostocker Straße 76, 23970 Wismar
- LUNG 01 WMS Regionale Raumentwicklungsprogramme (MV RREP)
Landesamt 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?
- 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?
- 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?
- 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?
- RECK 01 Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik

Thema: MBS nachhaltige Energie- und Wärmeversorgung Selmsdorf

Projekt: T21.09

Bearbeitungsstand: 14.04.2022

TRIGENIUS
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG

73. Auflage
Prof. Dr. Ing. Ernst-Rudolf Schramek (Hrsg.)
© 2007 Oldenbourg Industrieverlag

- RENEWA 01 Informationsportal [energieheld.de](https://www.energieheld.de)
RENEWA GmbH, Dorotheenstraße 84, 22301 Hamburg
<https://www.energieheld.de/>
- RPV WM 01 Regionales Raumentwicklungsprogramm Westmecklenburg
Teilfortschreibung Entwurf des Kapitels 6.5 Energie
zur 2. Stufe des Beteiligungsverfahrens
Regionaler Planungsverband Westmecklenburg
c/o Amt für Raumordnung und Landesplanung Westmecklenburg
Wismarsche Straße 159, 19053 Schwerin
- RPV WM 02 Regionales Energiekonzept Westmecklenburg
Regionaler Planungsverband Westmecklenburg
c/o Amt für Raumordnung und Landesplanung Westmecklenburg
Wismarsche Straße 159, 19053 Schwerin
- RPV WM 03 Kleinräumige Bevölkerungsprognose
für den Regionalen Planungsverband Westmecklenburg
Gertz Gutsche Rümenapp GbR
Ruhrstraße 11, 22761 Hamburg
veröffentlicht durch den Regionalen Planungsverband Westmecklenburg
Stand: 2010
- SOL 01 SOLARANLAGEN.DE
Informationsportal für Sonnenenergie
Be Around GmbH
Potsdamer Platz 11, 10785 Berlin
Zugang via: <https://www.solaranlage.de/>
- 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

Thema: MBS nachhaltige Energie- und Wärmeversorgung Selmsdorf

Projekt: T21.09

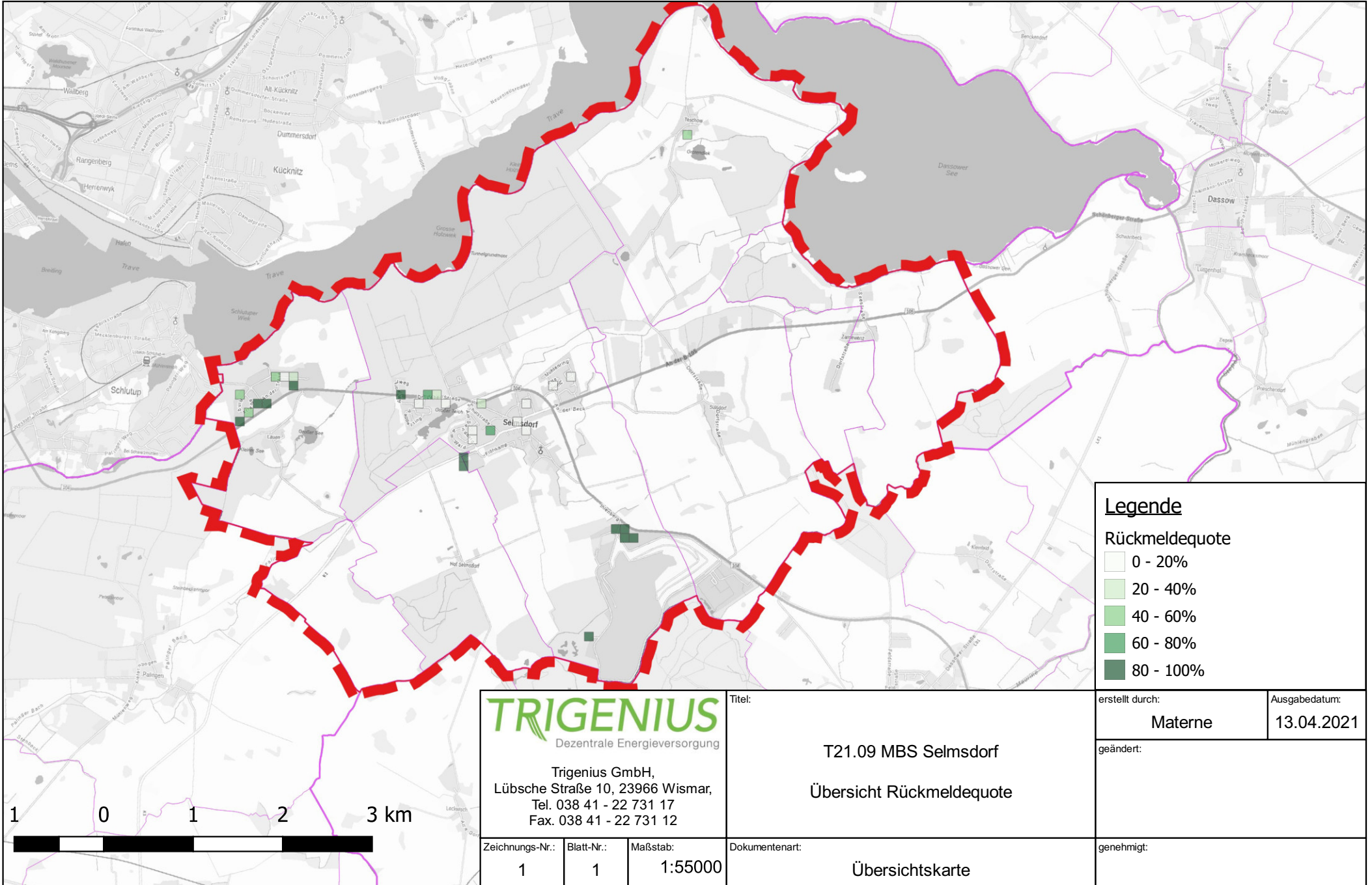
Bearbeitungsstand: 13.04.2022



TRIGENIUS
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG

Anhang 1

Karten



Legende

Rückmeldequote

| |
|-----------|
| 0 - 20% |
| 20 - 40% |
| 40 - 60% |
| 60 - 80% |
| 80 - 100% |



TRIGENIUS
Dezentrale Energieversorgung

Trigenius GmbH,
Lübsche Straße 10, 23966 Wismar,
Tel. 038 41 - 22 731 17
Fax. 038 41 - 22 731 12

| | | |
|-----------------|------------|----------|
| Zeichnungs-Nr.: | Blatt-Nr.: | Maßstab: |
| 1 | 1 | 1:55000 |

Titel:

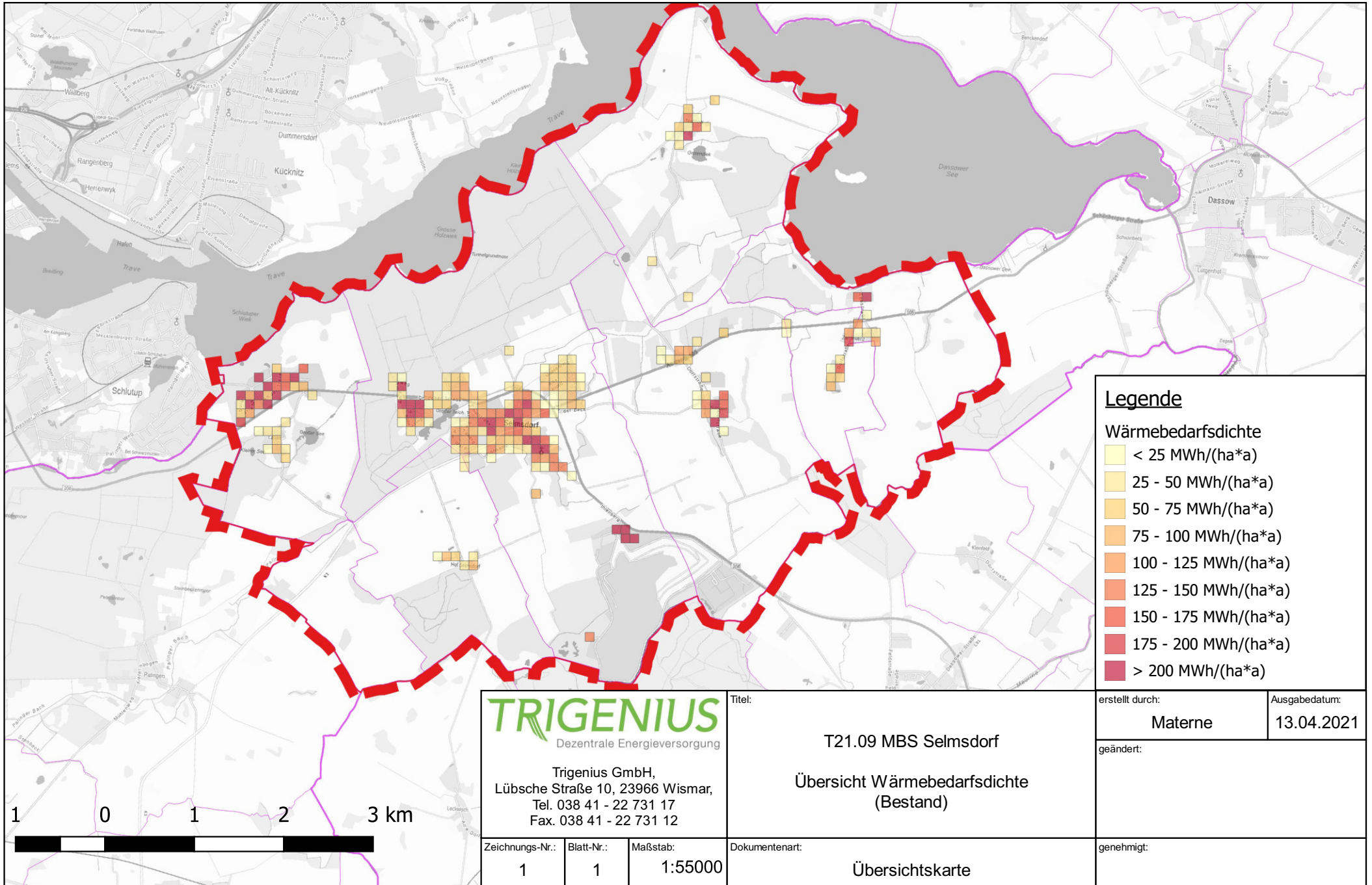
T21.09 MBS Selmsdorf

Übersicht Rückmeldequote

Dokumentenart:

Übersichtskarte

| | |
|-----------------|---------------|
| erstellt durch: | Ausgabedatum: |
| Materne | 13.04.2021 |
| geändert: | |
| genehmigt: | |



| Legende | |
|--|----------------------|
| Wärmebedarfsdichte | |
| | < 25 MWh/(ha*a) |
| | 25 - 50 MWh/(ha*a) |
| | 50 - 75 MWh/(ha*a) |
| | 75 - 100 MWh/(ha*a) |
| | 100 - 125 MWh/(ha*a) |
| | 125 - 150 MWh/(ha*a) |
| | 150 - 175 MWh/(ha*a) |
| | 175 - 200 MWh/(ha*a) |
| | > 200 MWh/(ha*a) |

TRIGENIUS
 Dezentrale Energieversorgung

Trigenius GmbH,
 Lübsche Straße 10, 23966 Wismar,
 Tel. 038 41 - 22 731 17
 Fax. 038 41 - 22 731 12

Titel:
T21.09 MBS Selmsdorf
Übersicht Wärmebedarfsdichte
(Bestand)

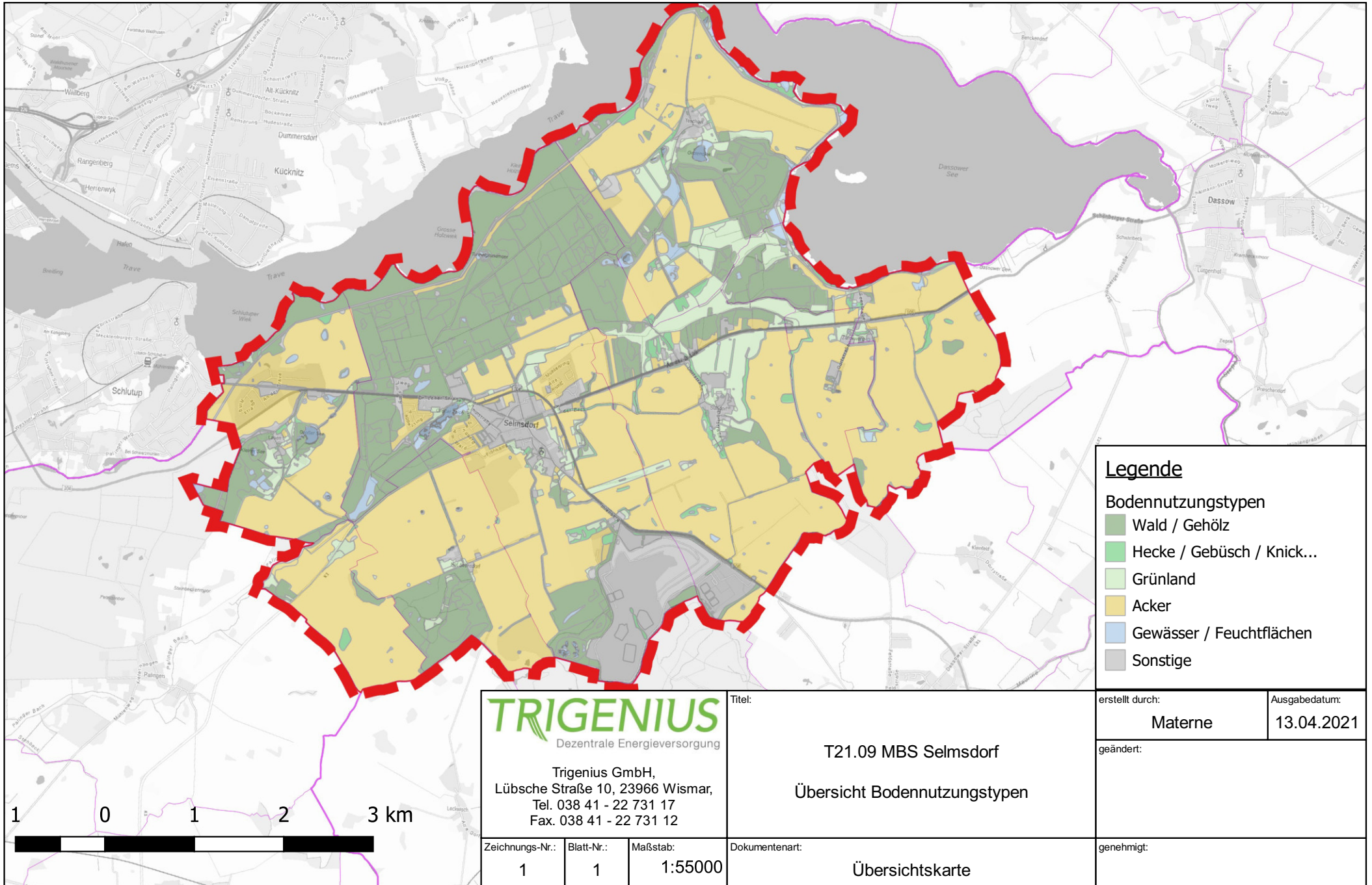
| | |
|-----------------------------------|------------------------------------|
| erstellt durch: Materne | Ausgabedatum: 13.04.2021 |
|-----------------------------------|------------------------------------|

geändert:

| | | |
|-----------------------------|------------------------|----------------------------|
| Zeichnungs-Nr.: 1 | Blatt-Nr.: 1 | Maßstab: 1:55000 |
|-----------------------------|------------------------|----------------------------|

Dokumentenart:
Übersichtskarte

genehmigt:



Legende

Bodennutzungstypen

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



TRIGENIUS
Dezentrale Energieversorgung

Trigenius GmbH,
Lübsche Straße 10, 23966 Wismar,
Tel. 038 41 - 22 731 17
Fax. 038 41 - 22 731 12

Titel:
T21.09 MBS Selmsdorf

Übersicht Bodennutzungstypen

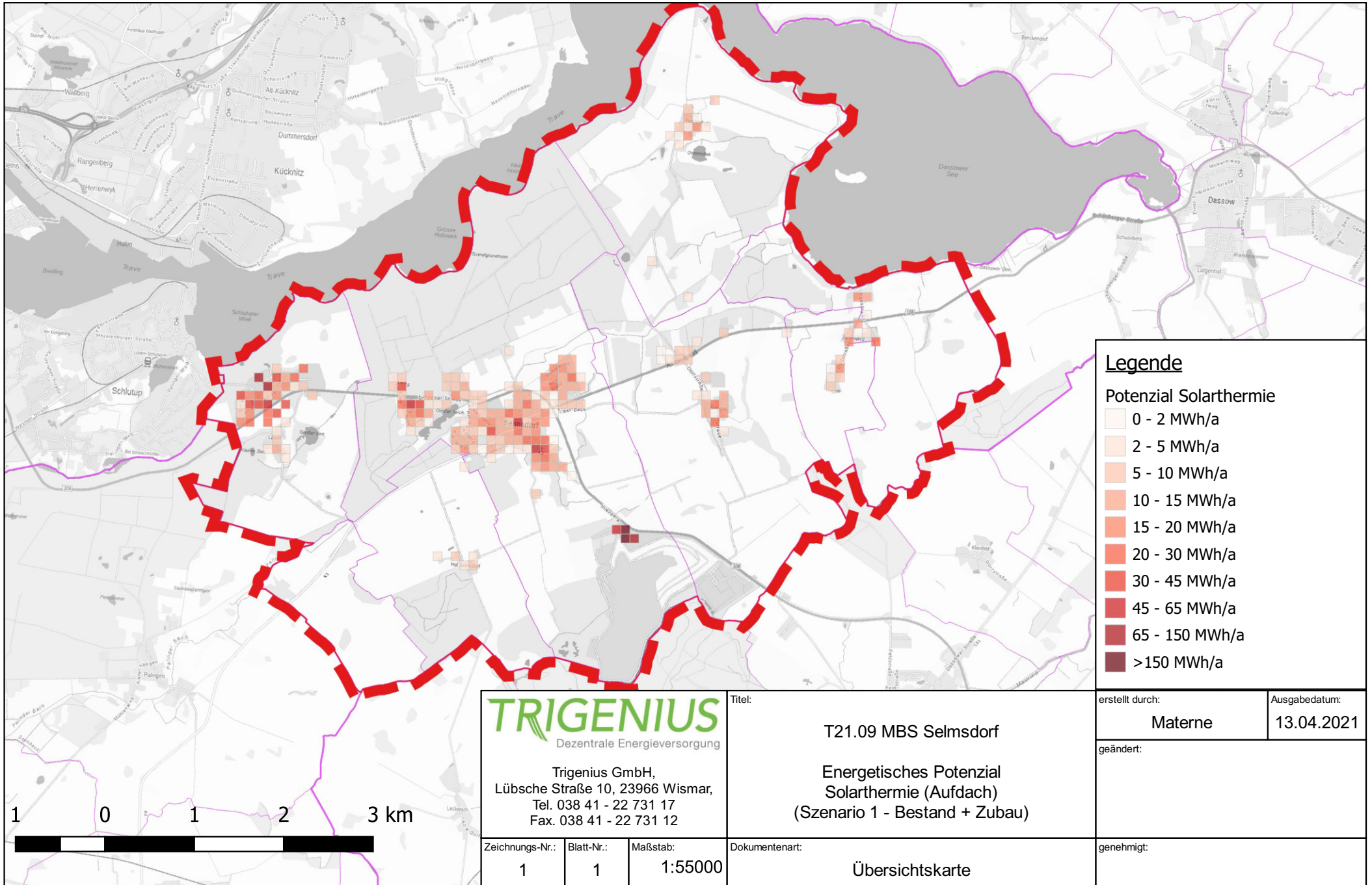
| | |
|-----------------------------------|------------------------------------|
| erstellt durch: Materne | Ausgabedatum: 13.04.2021 |
|-----------------------------------|------------------------------------|

geändert:

| | | |
|-----------------------------|------------------------|----------------------------|
| Zeichnungs-Nr.: 1 | Blatt-Nr.: 1 | Maßstab: 1:55000 |
|-----------------------------|------------------------|----------------------------|

Dokumentenart:
Übersichtskarte

genehmigt:



Legende

Potenzial Solarthermie

| |
|----------------|
| 0 - 2 MWh/a |
| 2 - 5 MWh/a |
| 5 - 10 MWh/a |
| 10 - 15 MWh/a |
| 15 - 20 MWh/a |
| 20 - 30 MWh/a |
| 30 - 45 MWh/a |
| 45 - 65 MWh/a |
| 65 - 150 MWh/a |
| >150 MWh/a |

TRIGENIUS
Dezentrale Energieversorgung

Trigenius GmbH,
Lübsche Straße 10, 23966 Wismar,
Tel. 038 41 - 22 731 17
Fax. 038 41 - 22 731 12

Titel:
T21.09 MBS Selmsdorf

**Energetisches Potenzial
Solarthermie (Aufdach)**
(Szenario 1 - Bestand + Zubau)

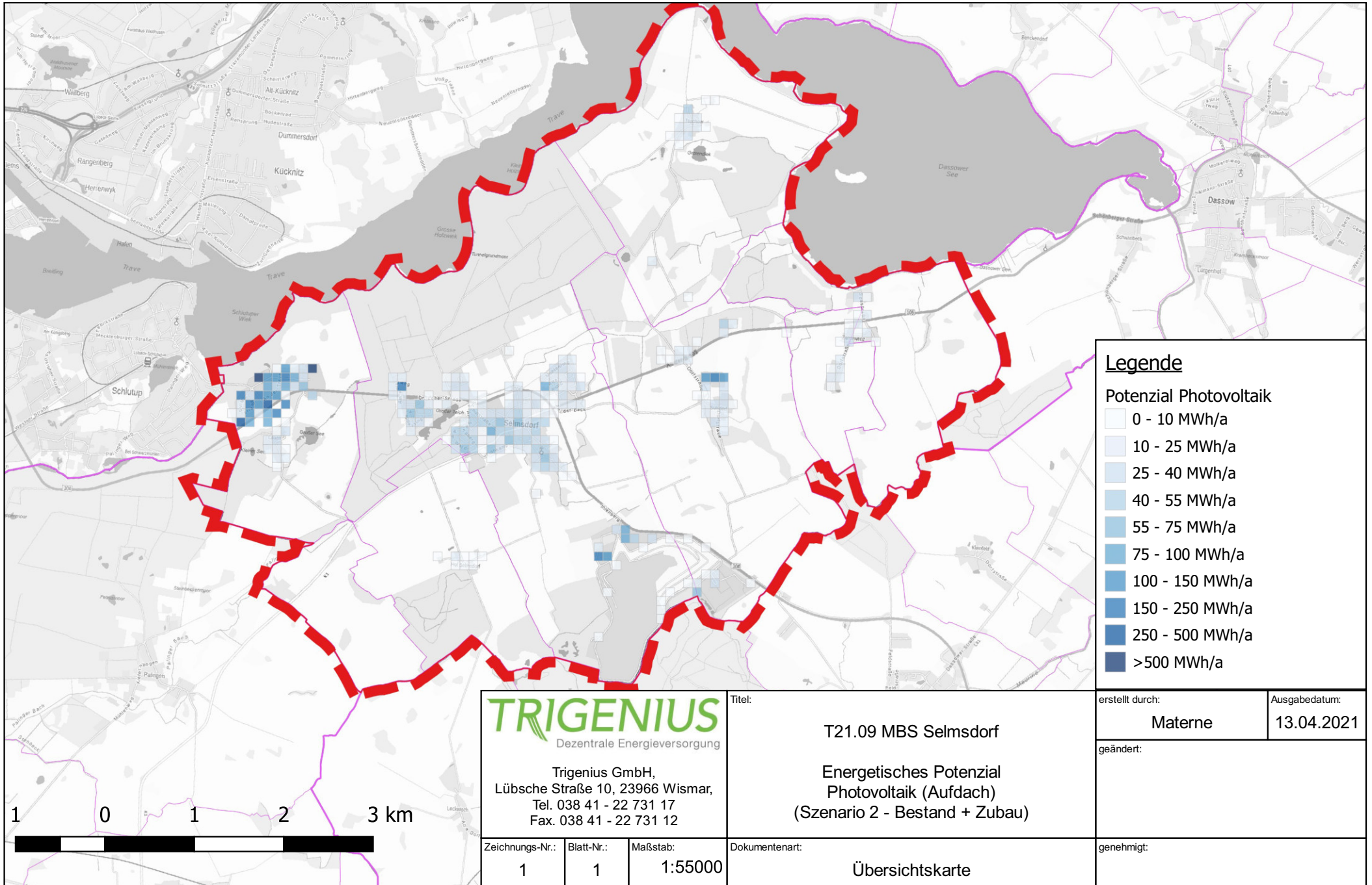
| | |
|-----------------------------------|------------------------------------|
| erstellt durch: Materne | Ausgabedatum: 13.04.2021 |
|-----------------------------------|------------------------------------|

geändert:

| | | |
|-----------------------------|------------------------|----------------------------|
| Zeichnungs-Nr.: 1 | Blatt-Nr.: 1 | Maßstab: 1:55000 |
|-----------------------------|------------------------|----------------------------|

Dokumentenart:
Übersichtskarte

genehmigt:



Legende

Potenzial Photovoltaik

| |
|-----------------|
| 0 - 10 MWh/a |
| 10 - 25 MWh/a |
| 25 - 40 MWh/a |
| 40 - 55 MWh/a |
| 55 - 75 MWh/a |
| 75 - 100 MWh/a |
| 100 - 150 MWh/a |
| 150 - 250 MWh/a |
| 250 - 500 MWh/a |
| >500 MWh/a |

TRIGENIUS
Dezentrale Energieversorgung

Trigenius GmbH,
Lübsche Straße 10, 23966 Wismar,
Tel. 038 41 - 22 731 17
Fax. 038 41 - 22 731 12

Titel:
T21.09 MBS Selmsdorf

**Energetisches Potenzial
Photovoltaik (Aufdach)**
(Szenario 2 - Bestand + Zubau)

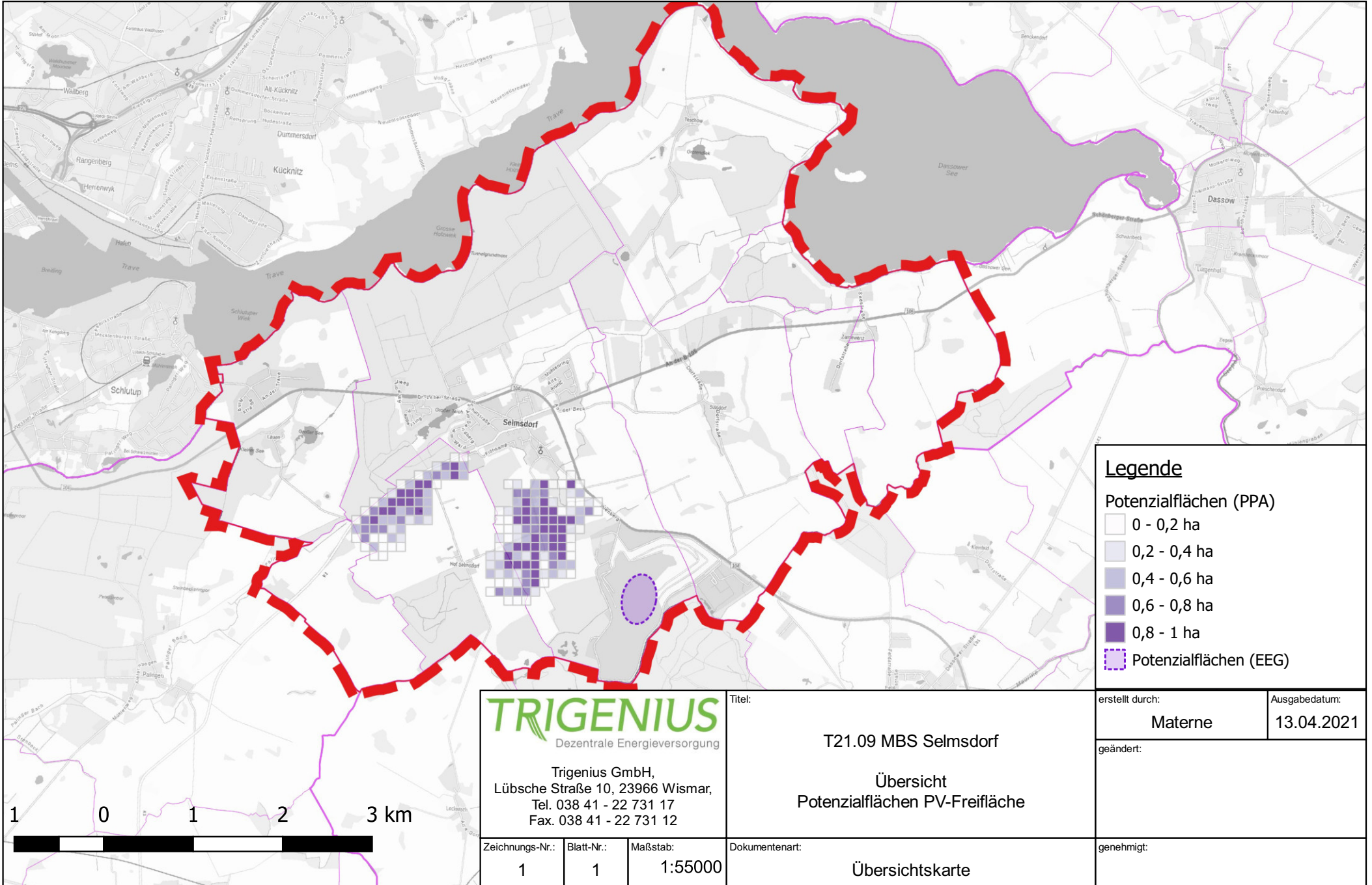
| | |
|-----------------------------------|------------------------------------|
| erstellt durch: Materne | Ausgabedatum: 13.04.2021 |
|-----------------------------------|------------------------------------|

geändert:

| | | |
|-----------------------------|------------------------|----------------------------|
| Zeichnungs-Nr.: 1 | Blatt-Nr.: 1 | Maßstab: 1:55000 |
|-----------------------------|------------------------|----------------------------|

Dokumentenart:
Übersichtskarte

genehmigt:



Legende

Potenzialflächen (PPA)

- 0 - 0,2 ha
- 0,2 - 0,4 ha
- 0,4 - 0,6 ha
- 0,6 - 0,8 ha
- 0,8 - 1 ha

Potenzialflächen (EEG)

-



Trigenius GmbH,
 Lübsche Straße 10, 23966 Wismar,
 Tel. 038 41 - 22 731 17
 Fax. 038 41 - 22 731 12

Titel:
T21.09 MBS Seimsdorf
Übersicht
Potenzialflächen PV-Freifläche

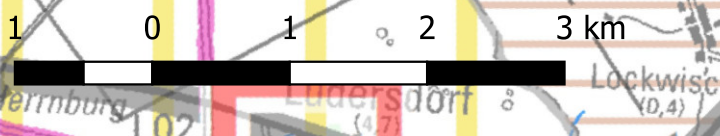
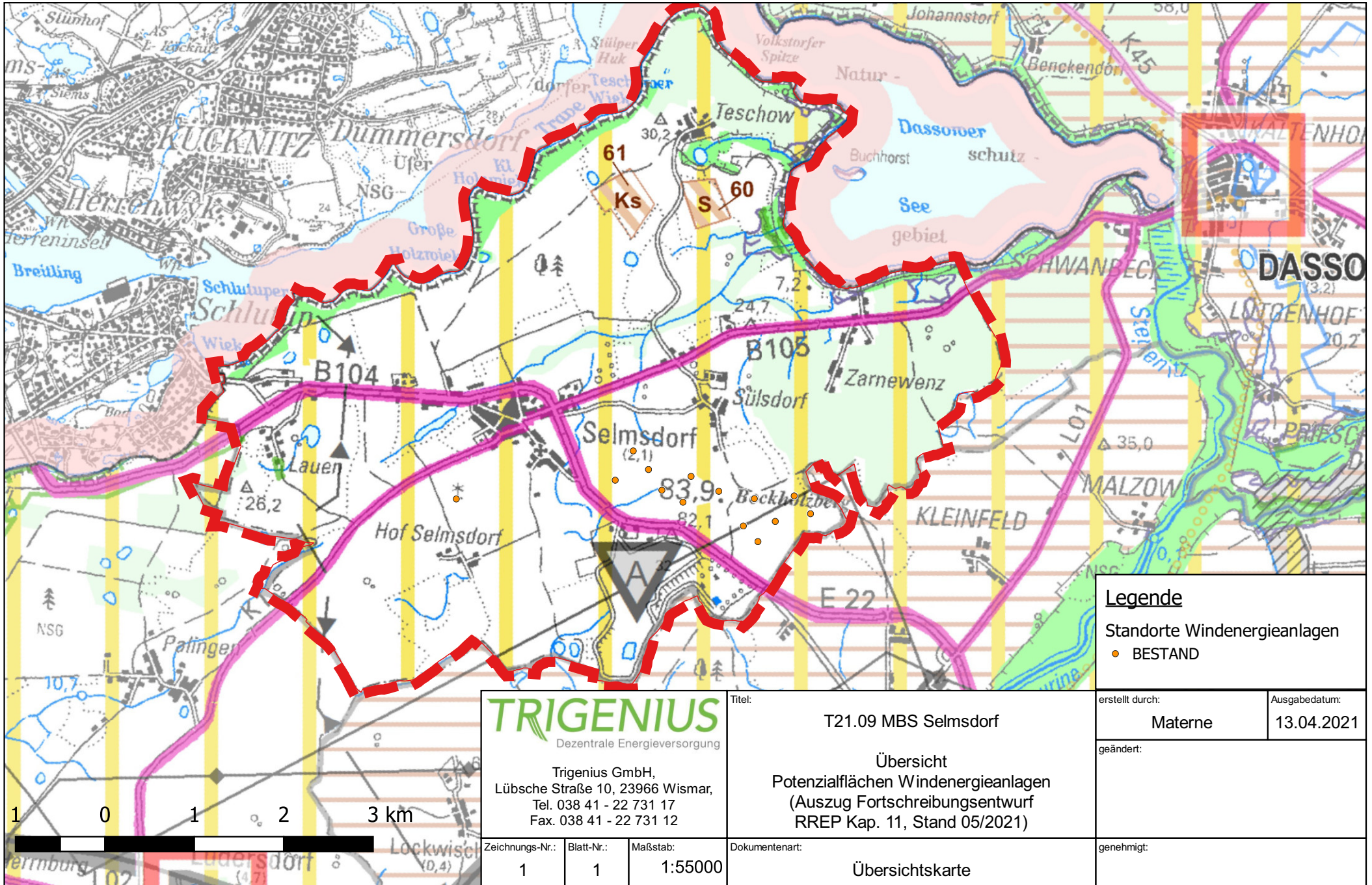
| | |
|-----------------------------------|------------------------------------|
| erstellt durch: Materne | Ausgabedatum: 13.04.2021 |
|-----------------------------------|------------------------------------|

geändert:

| | | |
|-----------------------------|------------------------|----------------------------|
| Zeichnungs-Nr.: 1 | Blatt-Nr.: 1 | Maßstab: 1:55000 |
|-----------------------------|------------------------|----------------------------|

Dokumentenart:
Übersichtskarte

genehmigt:



| | |
|------------------------------|---------------|
| Legende | |
| Standorte Windenergieanlagen | |
| ● BESTAND | |
| erstellt durch: | Ausgabedatum: |
| Materne | 13.04.2021 |
| geändert: | |
| genehmigt: | |

TRIGENIUS
Dezentrale Energieversorgung

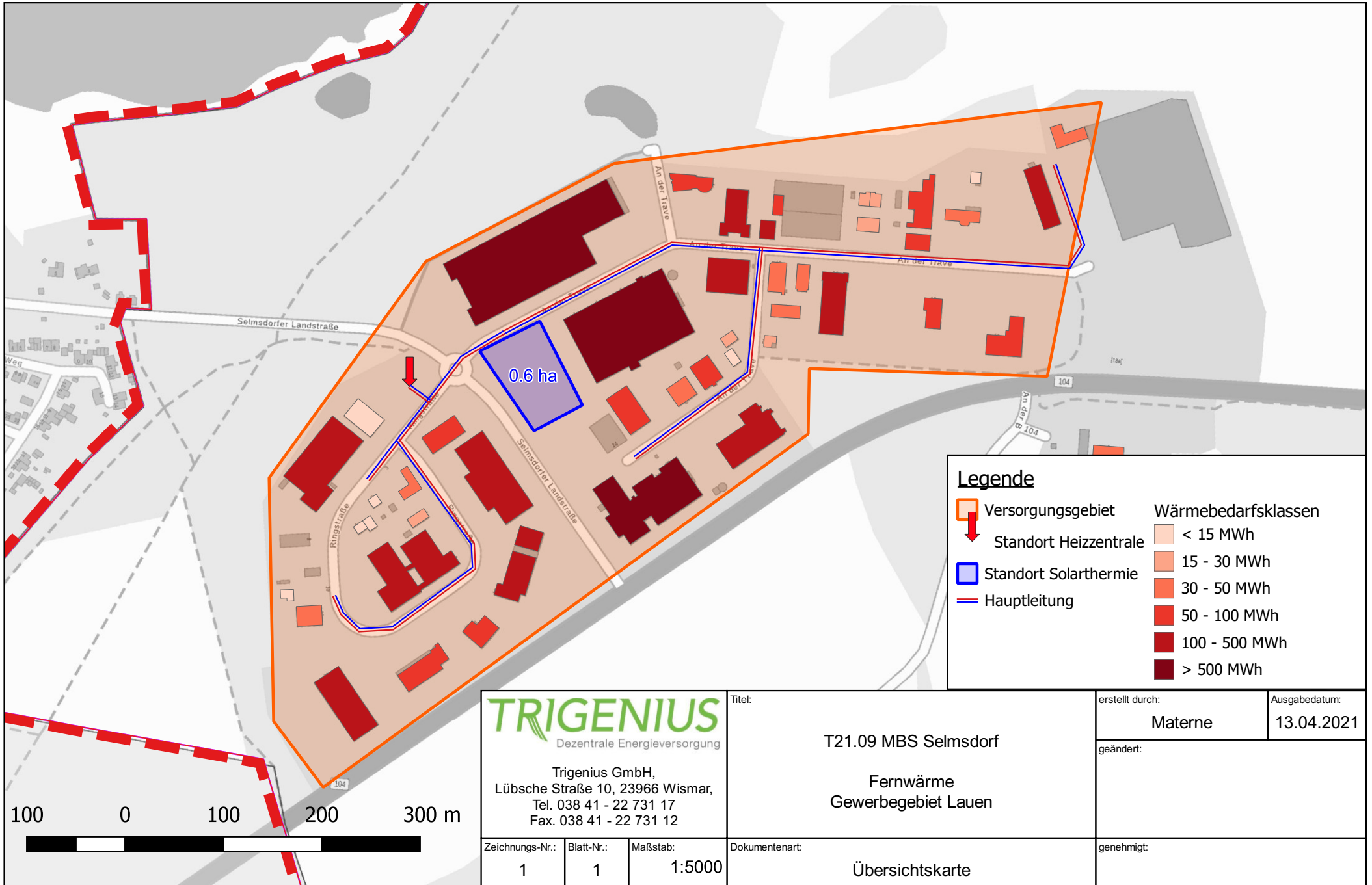
Trigenius GmbH,
Lübsche Straße 10, 23966 Wismar,
Tel. 038 41 - 22 731 17
Fax. 038 41 - 22 731 12

| | | |
|-----------------|------------|----------|
| Zeichnungs-Nr.: | Blatt-Nr.: | Maßstab: |
| 1 | 1 | 1:55000 |

Titel: T21.09 MBS Selmsdorf

Übersicht
Potenzialflächen Windenergieanlagen
(Auszug Fortschreibungsentwurf
RREP Kap. 11, Stand 05/2021)

Dokumentenart: Übersichtskarte



Legende

| | |
|-----------------------|------------------------------|
| Versorgungsgebiet | Wärmebedarfsklassen < 15 MWh |
| Standort Heizzentrale | 15 - 30 MWh |
| Standort Solarthermie | 30 - 50 MWh |
| Hauptleitung | 50 - 100 MWh |
| | 100 - 500 MWh |
| | > 500 MWh |

TRIGENIUS
Dezentrale Energieversorgung

Trigenius GmbH,
Lübsche Straße 10, 23966 Wismar,
Tel. 038 41 - 22 731 17
Fax. 038 41 - 22 731 12

| | | |
|----------------------|-----------------|--------------------|
| Zeichnungs-Nr.: 1 | Blatt-Nr.: 1 | Maßstab: 1:5000 |
|----------------------|-----------------|--------------------|

Titel:
T21.09 MBS Seimisdorf

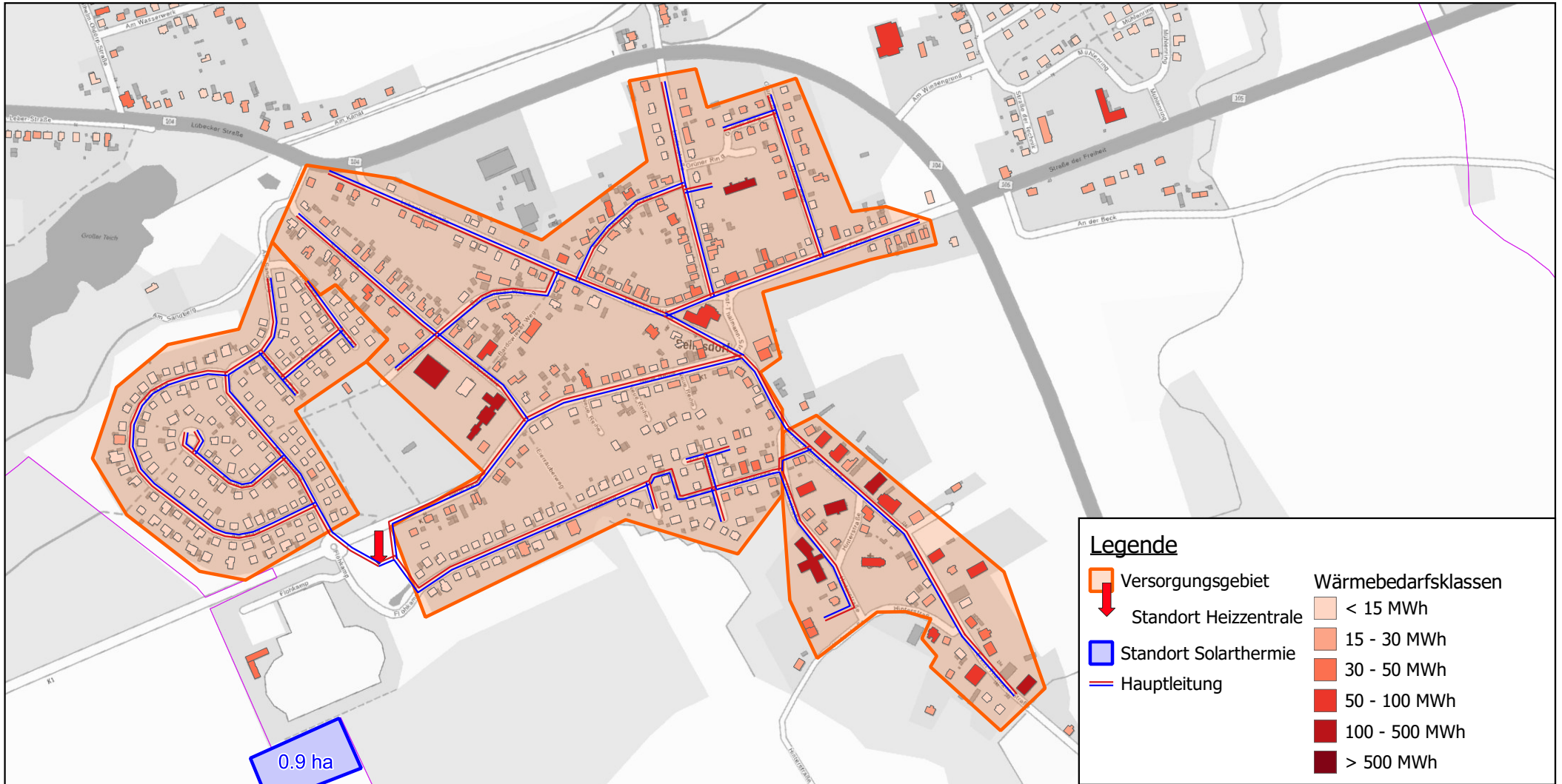
**Fernwärme
Gewerbegebiet Lauen**

Dokumentenart:
Übersichtskarte

erstellt durch:
Materne
Ausgabedatum:
13.04.2021

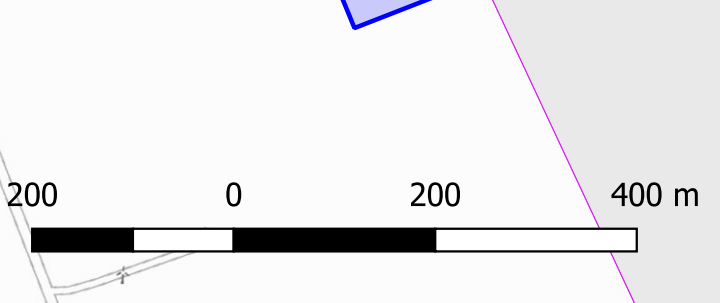
geändert:

genehmigt:



Legende

| | |
|-----------------------|------------------------------|
| Versorgungsgebiet | Wärmebedarfsklassen < 15 MWh |
| Standort Heizzentrale | 15 - 30 MWh |
| Standort Solarthermie | 30 - 50 MWh |
| Hauptleitung | 50 - 100 MWh |
| | 100 - 500 MWh |
| | > 500 MWh |



TRIGENIUS
Dezentrale Energieversorgung

Trigenius GmbH,
Lübsche Straße 10, 23966 Wismar,
Tel. 038 41 - 22 731 17
Fax. 038 41 - 22 731 12

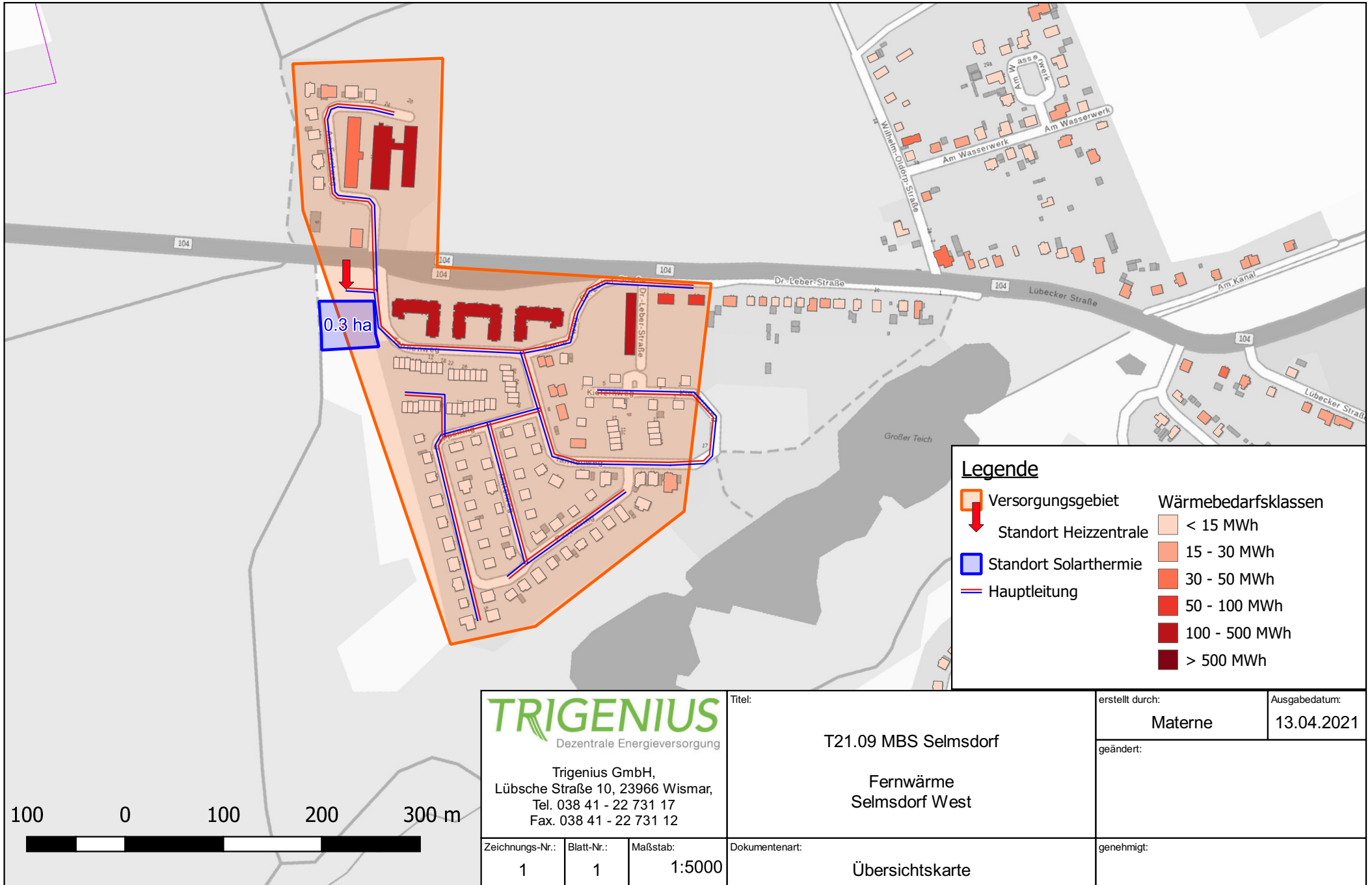
Titel:
T21.09 MBS Selmsdorf

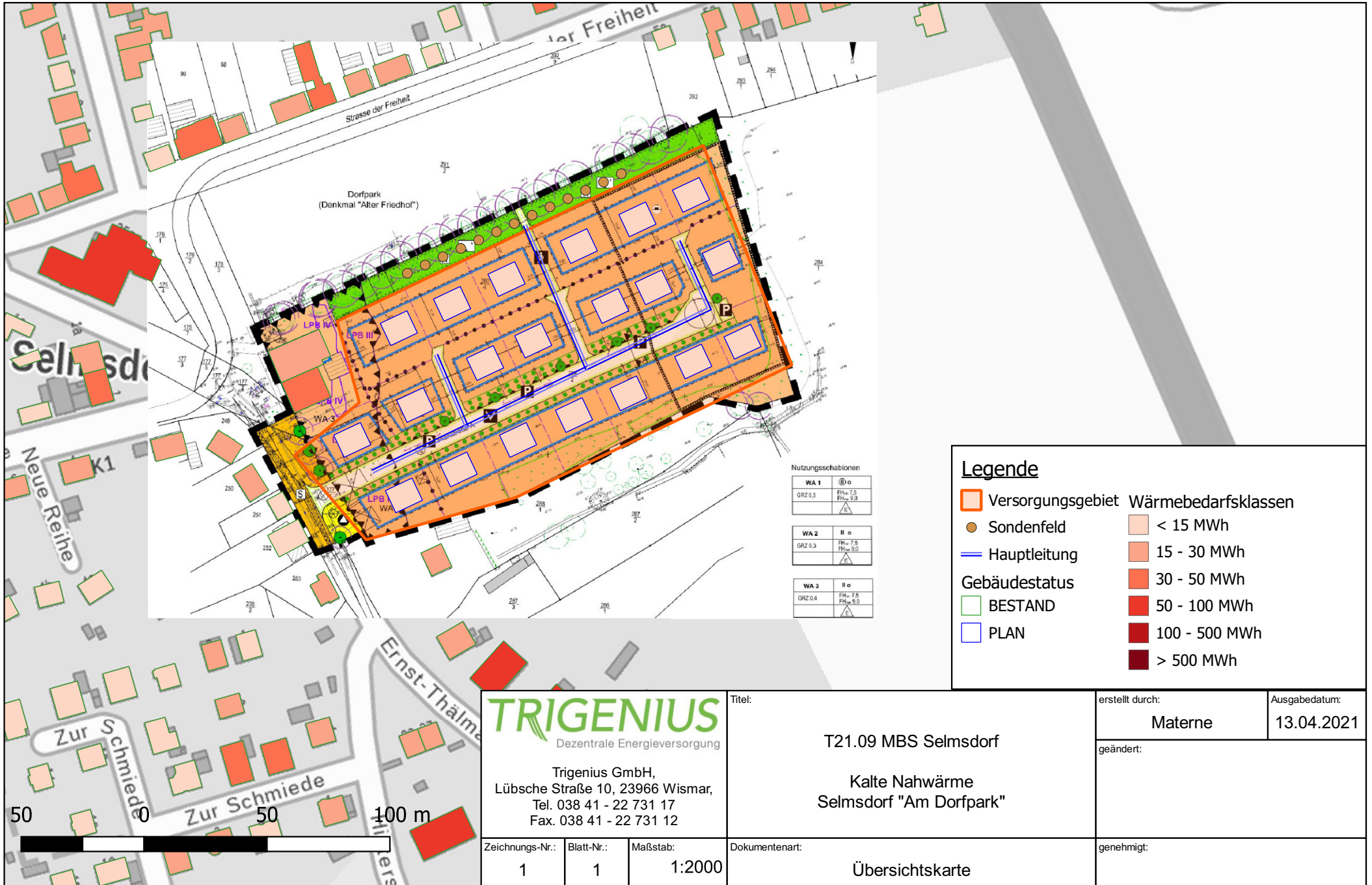
**Fernwärme
Selmsdorf Mitte**

Dokumentenart:
Übersichtskarte

| | |
|-----------------------------------|------------------------------------|
| erstellt durch: Materne | Ausgabedatum: 13.04.2021 |
| geändert: | |
| genehmigt: | |

| | | |
|-----------------------------|------------------------|---------------------------|
| Zeichnungs-Nr.: 1 | Blatt-Nr.: 1 | Maßstab: 1:7500 |
|-----------------------------|------------------------|---------------------------|





Legende

| | |
|-------------------|----------------------------|
| Versorgungsgebiet | Wärmebedarfsklassen |
| Sondenfeld | < 15 MWh |
| Hauptleitung | 15 - 30 MWh |
| BESTAND | 30 - 50 MWh |
| PLAN | 50 - 100 MWh |
| | 100 - 500 MWh |
| | > 500 MWh |

Nutzungsschablonen

| | |
|-------------|--|
| WA 1 | |
| GRZ 0.3 | Fl _W 7.5 Fl _W 9.0 |
| WA 2 | |
| GRZ 0.3 | Fl _W 7.5 Fl _W 9.0 |
| WA 3 | |
| GRZ 0.4 | Fl _W 7.5 Fl _W 9.0 |

TRIGENIUS
Dezentrale Energieversorgung

Trigenius GmbH,
Lübsche Straße 10, 23966 Wismar,
Tel. 038 41 - 22 731 17
Fax. 038 41 - 22 731 12

| | | |
|-----------------|------------|----------|
| Zeichnungs-Nr.: | Blatt-Nr.: | Maßstab: |
| 1 | 1 | 1:2000 |

| | |
|----------------|---|
| Titel: | T21.09 MBS Selmsdorf |
| | Kalte Nahwärme Selmsdorf "Am Dorfpark" |
| Dokumentenart: | Übersichtskarte |

| | | | |
|-----------------|---------|---------------|------------|
| erstellt durch: | Materne | Ausgabedatum: | 13.04.2021 |
| geändert: | | | |
| genehmigt: | | | |



| Legende | |
|---------|---------------------------------|
| | Versorgungsgebiet |
| | Sondenfeld |
| | Hauptleitung |
| | Gebäudestatus BESTAND |
| | PLAN |
| | Wärmebedarfsklassen < 15 MWh |
| | 15 - 30 MWh |
| | 30 - 50 MWh |
| | 50 - 100 MWh |
| | 100 - 500 MWh |
| | > 500 MWh |



| | | | | | | |
|---|------------------------|---------------------------|---|--|-----------------------------------|------------------------------------|
| Dezentrale Energieversorgung Trigenius GmbH, Lübsche Straße 10, 23966 Wismar, Tel. 038 41 - 22 731 17 Fax. 038 41 - 22 731 12 | | | Titel: T21.09 MBS Selmsdorf | | erstellt durch: Materne | Ausgabedatum: 13.04.2021 |
| | | | Kalte Nahwärme Selmsdorf "Südlich der Kirche / Hinterstraße" | | geändert: | |
| Zeichnungs-Nr.: 1 | Blatt-Nr.: 1 | Maßstab: 1:2000 | Dokumentenart: Übersichtskarte | | genehmigt: | |

Thema: MBS nachhaltige Energie- und Wärmeversorgung Selmsdorf

Projekt: T21.09

Bearbeitungsstand: 13.04.2022



TRIGENIUS
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG

Anhang 2

Fragebögen der Anwohner und Gewerbebefragung



Haushaltsbefragung zur Energiebedarfsermittlung

im Rahmen der Machbarkeitsstudie „Nachhaltige Energieversorgung“

1. Gebäudeanschrift

| | | | |
|-----|-----------------------|---|------------------------|
| 1.1 | PLZ, Ort | ..... |  |
| 1.2 | Straße, Hausnummer | ..... |  |
| 1.3 | Ggf. Adresszusatz | ..... | ⇒ z.B. Nebengebäude... |
| 1.4 | Gemeindezugehörigkeit | <input type="checkbox"/> Stadt Schönberg <input type="checkbox"/> Gemeinde Selmsdorf | |

2. Interessenlagen

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

3. Gebäude und Nutzung

| | | | |
|-----|--------------------------------|---|---|
| 3.1 | Gebäudetyp: | ..... | ⇒ z.B. Einfamilien-, Doppel-, Reihenhaus... |
| 3.2 | Wohn- / Nutzfläche: | m ² davon beheizt..... m ² | ⇒ beheizbare Bereiche |
| 3.3 | Etagen: | ..... | ⇒ beheizbare Bereiche |
| 3.4 | Baujahr: | ..... |  |
| 3.5 | Dämmmaßnahmen: | <input type="checkbox"/> Fenster: <input type="checkbox"/> Fassade: <input type="checkbox"/> Dach: <input type="checkbox"/> Sonstiges: | ⇒ Bitte Art, Umfang und Jahr der Maßnahmen angeben. |
| 3.6 | Nutzungsart: | ..... | ⇒ z.B. Wohnen, Gewerbe, Büro... |
| 3.7 | Bewohner / Nutzer: | Personen | |
| 3.8 | Besonderheiten: | ..... | ⇒ z.B. Saisonale Nutzung, Leerstand... |
| 3.9 | Die Angaben beziehen sich auf: | <input type="checkbox"/> das gesamte Gebäude <input type="checkbox"/> den von mir genutzten Gebäudeteil | ⇒ z.B. Mietwohnung... |

Für Rückfragen stehen Ihnen die folgenden Ansprechpartner gern zur Verfügung:

Bearbeiter Trigenius GmbH:

Herr Materne,

E-Mail: b.materne@trigenius-gmbh.de

Tel: 0 384 1 – 22 731 17,

Alle Angaben sind freiwillig und werden vertraulich behandelt.



4. Heizung und Warmwasser

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

5. Energieverbrauch

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

6. Solarenergienutzung

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



Gewerbebefragung zur Energiebedarfsermittlung

im Rahmen der Machbarkeitsstudie „Nachhaltige Energieversorgung“

1. Grunddaten zum Unternehmen

| | | | |
|-----|-----------------------------------|-------|--|
| 1.1 | Firmenname | ..... |  |
| 1.2 | Ansprechpartner / Kontakt | ..... |  |
| 1.3 | Anschrift Unternehmensstandort(e) | ..... |  |
| 1.4 | Branche | ..... |  |
| 1.5 | Kurze Tätigkeitsbeschreibung | ..... |  |
| 1.6 | Unternehmensgröße | ..... | <i>Aussagekräftige Kenngrößen, z.B. Arbeitsplätze, Verkaufsfläche, Produktionsmenge, Bettenzahl...</i> |

2. Wärmeversorgung

| | | | |
|-----|--|--|--|
| 2.1 | Wärme wird im Unternehmen zu folgenden Zwecken genutzt: | <input type="checkbox"/> Heizung <input type="checkbox"/> Warmwasser <input type="checkbox"/> Prozesswärme ggf. Temperaturniveau: °C | |
| 2.2 | Folgende(r) Energieträger wird / werden zur Wärmeversorgung genutzt: | <input type="checkbox"/> Erdgas: <input type="checkbox"/> Flüssiggas: <input type="checkbox"/> Heizöl: <input type="checkbox"/> Holz: <input type="checkbox"/> Strom: <input type="checkbox"/> Sonstiges: | <i>Bitte jeweils den mittleren Jahresverbrauch sowie die entsprechende Einheit angeben! (z.B. kWh, t, m³, ...)</i> |
| 2.3 | Angaben zum Wärmeerzeuger (Heizkessel...) | Bezeichnung: Baujahr: Leistung: | <i>Bei mehreren Anlagen, bitte einzeln auflisten. (Beiblatt)</i> |



3. Kälteversorgung

| | | | |
|-----|--|--|--|
| 3.1 | Kälte wird im Unternehmen zu folgenden Zwecken genutzt: | <input type="checkbox"/> Klimatisierung <input type="checkbox"/> Kühlräume / Kühllager ... ggf. Temperaturniveau: °C <input type="checkbox"/> Prozesskälte ggf. Temperaturniveau: °C | |
| 3.2 | Folgende(s) Verfahren wird / werden zur Kälteerzeugung eingesetzt: | <input type="checkbox"/> Kompressionskältemaschine <input type="checkbox"/> Sorptionskältemaschine <input type="checkbox"/> Sonstiges: | |
| 3.3 | Folgende(r) Energieträger wird / werden zur Kälteversorgung genutzt: | <input type="checkbox"/> Strom: kWh <input type="checkbox"/> Erdgas: kWh <input type="checkbox"/> Sonstiges: | <i>Bitte jeweils den mittleren Jahresverbrauch angeben!</i> |
| 3.4 | Angaben zum Kälteerzeuger (Heizkessel...) | Bezeichnung: Baujahr: Leistung: | <i>Bei mehreren Anlagen, bitte einzeln auflühren. (Beiblatt)</i> |

4. Stromversorgung

| | | | |
|-----|--|---|---|
| 4.1 | Mittlerer jährlicher Stromverbrauch | kWh | <i>Ggf. inkl. selbst erzeugten Stroms und Strom für Wärme und Kälte</i> |
| 4.2 | Gibt es Anlagen zur Stromproduktion am Standort? | Art (KWK, PV...): Baujahr: Elektr. Leistung: kW Jährliche Stromproduktion: - Gesamt: kWh - davon Eigenverbrauch: kWh - davon Netzeinspeisung: kWh | <i>Bei mehreren Anlagen, bitte einzeln auflühren. (Beiblatt)</i> |

5. Überschüsse und Potenziale

| | | | |
|-----|--|--|---|
| 5.1 | Bestehen bisher ungenutzte Wärmeüberschüsse? | Wärmequelle: Temperaturniveau: °C Wärmeleistung: kW Jährl. Wärmemenge: kWh | <i>z.B. Abwärme aus Prozessen bzw. KWK... Bei mehreren Anlagen, bitte einzeln auflühren. (Beiblatt)</i> |
| 5.2 | Fallen bisher ungenutzte, energetisch nutzbare Reststoffe an? | Art: Menge: | <i>z.B. Holz... Bitte ggf. ergänzen! (Beiblatt)</i> |
| 5.3 | Sind ggf. für eine Solarenergienutzung infrage kommende Flächen vorhanden? | <input type="checkbox"/> auf / an Gebäuden: m ² <input type="checkbox"/> Freiflächen: ha | <i>Bitte jeweils ungefähre Größe angeben!</i> |



6. Interessenlage

| | | | |
|-----|--|---|--|
| 7.1 | Wo liegen Ihre Interessenschwerpunkte? | <input type="checkbox"/> Alternativen im Bereich der Wärmeversorgung <input type="checkbox"/> Alternativen im Bereich der Stromversorgung <input type="checkbox"/> Installation eigener Versorgungsanlagen (PV, KWK...) <input type="checkbox"/> Nutzung energetischer Überschüsse (Wärme, Strom, Reststoffe) <input type="checkbox"/> Elektromobilität | |
|-----|--|---|--|

Kontakt und Abgabe

Die Abgabe ist postalisch oder per E-Mail an die Trigenius GmbH möglich. Hier stehen wir Ihnen auch gerne für Rückfragen zur Verfügung.

TRIGENIUS GmbH

Lübsche Str. 10, 23966 Wismar

Tel: 03841 / 22731 19

E-Mail: m.neben@trigenius-gmbh.de

Informationen zur Freiwilligkeit und zum Datenschutz

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

Zweck der Befragung: Erstellung einer Machbarkeitsstudie

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

Verbleib und Aufbewahrung der Daten: Die erhobenen Daten werden vertraulich und ausschließlich zum Zweck der Erstellung des Machbarkeitsstudie verwendet. Hiermit ist durch die Stadt Schönberg die Trigenius GmbH beauftragt. Der Datenschutz wird in allen Arbeitsschritten durch geeignete technische und organisatorische Maßnahmen sichergestellt. Die Daten werden nur so lange aufbewahrt, wie dies zur Erstellung der Studie sowie zur ggf. erforderlichen Nachweisführung gegenüber Dritten (z.B. Fördermittelgeber) erforderlich ist. Anschließend werden sie vollständig gelöscht / vernichtet. Dieser Zeitraum beträgt maximal 10 Jahre.

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

Thema: MBS nachhaltige Energie- und Wärmeversorgung Selmsdorf

Projekt: T21.09

Bearbeitungsstand: 13.04.2022

TRIGENIUS
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG

Anhang 3

Energetisches Biomassepotenzial

Energetisches Biomassepotenzial

| Waldrestholz (WRH) | | | |
|--|---------------|----------------------------------|-----------|
| Endenergiepotenzial (theoretisch) | | | |
| Fläche | 967,4 ha | Wald | LUNG 01 |
| Spez. Ertrag | 1,9 t/(ha*a) | WRH w=55%, umgerechnet aus w=15% | FNR 01,02 |
| Mittl. Heizwert | 9,4 MJ/kg | WRH w=55%, umgerechnet aus w=15% | FNR 01,02 |
| Biomasse (Aufkommen) | 1.827,3 t/a | WRH w=55%, umgerechnet aus w=15% | |
| | 4.774,9 MWh/a | WRH w=55%, umgerechnet aus w=15% | |

| | | | |
|--------------------------------------|---------------|------------------------------------|-------------------|
| Endenergiepotenzial (nutzbar) | | | |
| Nutzungseinschränkung | 13,1% | Wald in FFH / NSG | LUNG 02 |
| Bereitstellungsverluste | 5% | Bergung / Aufbereitung / Transport | typ. Betriebswert |
| Lagerverluste | 10% | bezogen auf Trockensubstanz | FNR 02 |
| Mittl. Heizwert | 13,3 MJ/kg | WRH w=30%, umgerechnet aus w=15% | FNR 01,02 |
| Biomasse (verfügbar) | 872,9 t/a | WRH w=30%, umgerechnet aus w=15% | |
| | 3.219,6 MWh/a | WRH w=30%, umgerechnet aus w=15% | |

| | | | |
|---------------------------------|---------------|---|-------------------|
| Nutzenergieverbrauch IST | | | |
| Biomasseverbrauch | 1.068,1 MWh/a | in Privathaushalte lt. Energie- und | Anwahnerbefragung |
| JNG Umwandlung | 80% | Treibhausgasbilanz, überwiegend | typ. Betriebswert |
| Wärme (genutzt) | 854,5 MWh/a | Einzelfeuerung, Kaminöfen... | |
| | 2,1% | bez. auf gesamten Nutzenergiebedarf "Wärme" | |

| | | | |
|--|---------------|---|-------------------|
| Nutzenergiepotenzial (Szen. 1. inkl. IST) | | | |
| JNG Umwandlung | 85% | | FNR 02 |
| Verteilverlust Wärme | 12% | bez. auf Wärmeerzeugung | typ. Betriebswert |
| Hilfsenergiebedarf | 2,50% | bez. auf Wärmeerzeugung | typ. Betriebswert |
| Wärme (nutzbar) | 2.463,8 MWh/a | Wärme frei Abnehmer | |
| | 6,0% | bez. auf gesamten Nutzenergiebedarf "Wärme" | |
| Hilfsenergiebedarf | 45,7 MWh/a | Strom | |

| | | | |
|--|---------------|---|-------------------|
| Nutzenergiepotenzial (Szen. 2. inkl. IST) | | | |
| JNG Biomassekessel | 88% | | FNR 02 |
| η_{el} Turbogenerator | 15% | Bsp. ORC, netto | FNR 02 |
| η_{therm} Turbogenerator | 80% | Bsp. ORC | FNR 02 |
| Verteilverlust Wärme | 12% | | typ. Betriebswert |
| Hilfsenergiebedarf | 2,50% | bez. auf Wärmeerzeugung, exkl. ORC | typ. Betriebswert |
| Wärme (nutzbar) | 2.187,4 MWh/a | Wärme frei Abnehmer | |
| | 5,4% | bez. auf gesamten Nutzenergiebedarf "Wärme" | |
| Strom (nutzbar) | 284,0 MWh/a | Strom ab HKW | |
| | | bez. auf gesamten Nutzenergiebedarf "Strom" | |
| Hilfsenergiebedarf | 37,9 MWh/a | Strom | |

Energetisches Biomassepotenzial

Landschaftspflegeholz (LPH)

Endenergiepotenzial (theoretisch)

| | | | |
|----------------------|---------------|----------------------------------|-------------|
| Fläche | 115,6 ha | Hecken, Knicks | LUNG 01 |
| Spez. Ertrag | 16,7 t/(ha*a) | LPH w=40%, abgeleitet | nach BWS 01 |
| Mittl. Heizwert | 11,6 MJ/kg | LPH w=40%, umgerechnet aus w=15% | FNR 01,02 |
| Biomasse (Aufkommen) | 1.926,7 t/a | LPH w=40%, umgerechnet aus w=15% | |
| | 6.201,9 MWh/a | | |

Endenergiepotenzial (nutzbar)

| | | | |
|-------------------------|---------------|------------------------------------|-------------------|
| Nutzungseinschränkung | 11,0% | | |
| Bereitstellungsverluste | 5% | Bergung / Aufbereitung / Transport | typ. Betriebswert |
| Lagerverluste | 10% | bezogen auf Trockensubstanz | FNR 02 |
| Mittl. Heizwert | 13,1 MJ/kg | LPH w=30%, umgerechnet aus w=15% | FNR 01,02 |
| Biomasse (verfügbar) | 1.256,9 t/a | LPH w=30%, umgerechnet aus w=15% | |
| | 4.578,1 MWh/a | LPH w=30%, umgerechnet aus w=15% | |

Nutzenergieverbrauch IST

| | | | |
|-------------------|-----------|---|-------------------|
| Biomasseverbrauch | 0,0 MWh/a | | Angabe Betrieb |
| JNG Umwandlung | 80% | | typ. Betriebswert |
| Wärme (genutzt) | 0,0 MWh/a | | |
| | 0,0% | bez. auf gesamten Nutzenergiebedarf "Wärme" | |

Nutzenergiepotenzial (Szen. 1. inkl. IS)

| | | | |
|----------------------|---------------|---|-------------------|
| JNG Umwandlung | 85% | | FNR 02 |
| Verteilverlust Wärme | 12% | bez. auf Wärmeerzeugung | typ. Betriebswert |
| Hilfsenergiebedarf | 2,50% | bez. auf Wärmeerzeugung | typ. Betriebswert |
| Wärme (nutzbar) | 3.424,4 MWh/a | Wärme frei Abnehmer | |
| | 8,4% | bez. auf gesamten Nutzenergiebedarf "Wärme" | |
| Hilfsenergiebedarf | 97,3 MWh/a | Strom | |

Nutzenergiepotenzial (Szen. 2. inkl. IS)

| | | | |
|-------------------------------|---------------|---|-------------------|
| JNG Biomassekessel | 88% | | FNR 02 |
| η_{el} Turbogenerator | 15% | Bsp. ORC, netto | FNR 02 |
| η_{therm} Turbogenerator | 80% | Bsp. ORC | FNR 02 |
| Verteilverlust Wärme | 12% | | typ. Betriebswert |
| Hilfsenergiebedarf | 2,50% | bez. auf Wärmeerzeugung, exkl. ORC | typ. Betriebswert |
| Wärme (nutzbar) | 2.836,2 MWh/a | Wärme frei Abnehmer | |
| | 6,9% | bez. auf gesamten Nutzenergiebedarf "Wärme" | |
| Strom (nutzbar) | 604,3 MWh/a | Strom ab HKW | |
| | | bez. auf gesamten Nutzenergiebedarf "Strom" | |
| Hilfsenergiebedarf | 80,6 MWh/a | Strom | |

Energetisches Biomassepotenzial

Getreidestroh (STROH)

Endenergiepotenzial (theoretisch)

| | | | |
|----------------------|----------------|--------------------------------------|--------------------------|
| Fläche | 1.939,0 ha | 38% d. Ackerfläche (Weizenanbau NWM) | LUNG 01, FNR 03, LAiV 01 |
| Spez. Ertrag | 6,0 t/(ha*a) | STROH w=15% | FNR 01,02 |
| Mittl. Heizwert | 14,3 MJ/kg | STROH w=15% | FNR 01,02 |
| Biomasse (Aufkommen) | 11.634,0 t/a | STROH w=15% | |
| | 46.212,8 MWh/a | | |

Endenergiepotenzial (nutzbar)

| | | | |
|-------------------------|----------------|------------------------------------|-------------------|
| Nutzungseinschränkung | 50,0% | übliche landwirtschaftliche Praxis | |
| Bereitstellungsverluste | 2% | Bergung / Aufbereitung / Transport | typ. Betriebswert |
| Lagerverluste | 2% | bezogen auf Trockensubstanz | FNR 02 |
| Mittl. Heizwert | 14,3 MJ/kg | STROH w=15%, umgerechnet aus w=15% | FNR 01,02 |
| Biomasse (verfügbar) | 5.586,6 t/a | STROH w=15%, umgerechnet aus w=15% | |
| | 22.191,4 MWh/a | STROH w=15%, umgerechnet aus w=15% | |

Nutzenergieverbrauch IST

| | |
|-------------------|--|
| Biomasseverbrauch | |
| JNG Umwandlung | |
| Wärme (genutzt) | |

Nutzenergiepotenzial (Szen. 1. inkl. IS)

| | | | |
|----------------------|----------------|---|-------------------|
| JNG Umwandlung | 83% | | FNR 03 |
| Verteilverlust Wärme | 12% | bez. auf Wärmeerzeugung | typ. Betriebswert |
| Hilfsenergiebedarf | 2,50% | bez. auf Wärmeerzeugung | typ. Betriebswert |
| Wärme (nutzbar) | 16.208,6 MWh/a | Wärme frei Abnehmer | |
| | 39,7% | bez. auf gesamten Nutzenergiebedarf "Wärme" | |
| Hilfsenergiebedarf | 460,5 MWh/a | Strom | |

Nutzenergiepotenzial (Szen. 2. inkl. IS)

| | | | |
|-------------------------------|----------------|---|-------------------|
| JNG Biomassekessel | 88% | | FNR 02 |
| η_{el} Turbogenerator | 15% | Bsp. ORC, netto | FNR 02 |
| η_{therm} Turbogenerator | 80% | Bsp. ORC | FNR 02 |
| Verteilverlust Wärme | 12% | | typ. Betriebswert |
| Hilfsenergiebedarf | 2,50% | bez. auf Wärmeerzeugung, exkl. ORC | typ. Betriebswert |
| Wärme (nutzbar) | 13.748,0 MWh/a | Wärme frei Abnehmer | |
| | 33,7% | bez. auf gesamten Nutzenergiebedarf "Wärme" | |
| Strom (nutzbar) | 2.929,3 MWh/a | Strom ab HKW | |
| | | bez. auf gesamten Nutzenergiebedarf "Strom" | |
| Hilfsenergiebedarf | 390,6 MWh/a | Strom | |

Energetisches Biomassepotenzial

| Landschaftspflegeheu (HEU) | | | |
|--|---------------|-----------|-----------|
| Endenergiepotenzial (theoretisch) | | | |
| Fläche | 242,7 ha | Grünland | LUNG 01 |
| Spez. Ertrag | 4,5 t/(ha*a) | HEU w=15% | FNR 01,02 |
| Mittl. Heizwert | 14,4 MJ/kg | HEU w=15% | FNR 01,02 |
| Biomasse (Aufkommen) | 1.092,2 t/a | HEU w=15% | |
| | 4.368,6 MWh/a | | |

| | | | |
|--------------------------------------|---------------|--|-------------------|
| Endenergiepotenzial (nutzbar) | | | |
| Nutzungseinschränkung | 50,0% | konkurrierende Nutzung /aufwändige Bergung | |
| Bereitstellungsverluste | 2% | Bergung / Aufbereitung / Transport | typ. Betriebswert |
| Lagerverluste | 2% | bezogen auf Trockensubstanz | FNR 02 |
| Mittl. Heizwert | 14,4 MJ/kg | HEU w=15%, umgerechnet aus w=15% | FNR 01,02 |
| Biomasse (verfügbar) | 524,5 t/a | STROH w=15%, umgerechnet aus w=15% | |
| | 2.097,8 MWh/a | STROH w=15%, umgerechnet aus w=15% | |

Nutzenergieverbrauch IST

| | |
|-------------------|--|
| Biomasseverbrauch | |
| JNG Umwandlung | |
| Wärme (genutzt) | |

Nutzenergiepotenzial (Szen. 1. inkl. IS)

| | | | |
|----------------------|---------------|---|-------------------|
| JNG Umwandlung | 83% | | FNR 03 |
| Verteilverlust Wärme | 12% | bez. auf Wärmeerzeugung | typ. Betriebswert |
| Hilfsenergiebedarf | 2,50% | bez. auf Wärmeerzeugung | typ. Betriebswert |
| Wärme (nutzbar) | 1.532,2 MWh/a | Wärme frei Abnehmer | |
| | 3,8% | bez. auf gesamten Nutzenergiebedarf "Wärme" | |
| Hilfsenergiebedarf | 43,5 MWh/a | Strom | |

Nutzenergiepotenzial (Szen. 2. inkl. IS)

| | | | |
|-------------------------------|---------------|---|-------------------|
| JNG Biomassekessel | 88% | | FNR 02 |
| η_{el} Turbogenerator | 15% | Bsp. ORC, netto | FNR 02 |
| η_{therm} Turbogenerator | 80% | Bsp. ORC | FNR 02 |
| Verteilverlust Wärme | 12% | | typ. Betriebswert |
| Hilfsenergiebedarf | 2,50% | bez. auf Wärmeerzeugung, exkl. ORC | typ. Betriebswert |
| Wärme (nutzbar) | 1.299,6 MWh/a | Wärme frei Abnehmer | |
| | 3,2% | bez. auf gesamten Nutzenergiebedarf "Wärme" | |
| Strom (nutzbar) | 276,9 MWh/a | Strom ab HKW | |
| | | bez. auf gesamten Nutzenergiebedarf "Strom" | |
| Hilfsenergiebedarf | 36,9 MWh/a | Strom | |

Holz-Hackschnitzel extern (WRH & LPH)

Endenergiepotenzial (nutzbar)

| | | | |
|----------------------|---------------------------|--------------------------------|--------------------|
| Verfügbares Material | 11.000 sm ³ /a | Hackschnitzel aus ext. Betrieb | Unternehmensbefrag |
| Schüttdichte | 290 kg/sm ³ | w = 30% | FNR 01 |
| Mittl. Heizwert | 940,0 kWh/sm ³ | w= 30% | FNR 01 |
| Biomasse (verfügbar) | 3.190 t/a | w=30% | |
| | 10.340 MWh/a | w=30% | |

| | | | |
|-------------------|-----------|---|-------------------|
| Biomasseverbrauch | 0,0 MWh/a | | Angabe Betrieb |
| JNG Umwandlung | 80% | | typ. Betriebswert |
| Wärme (genutzt) | 0,0 MWh/a | | |
| | 0,0% | bez. auf gesamten Nutzenergiebedarf "Wärme" | |

Nutzenergiepotenzial (Szen. 1)

| | | | |
|----------------------|---------------|---|-------------------|
| JNG Umwandlung | 85% | | FNR 02 |
| Verteilverlust Wärme | 12% | bez. auf Wärmeerzeugung | typ. Betriebswert |
| Hilfsenergiebedarf | 2,50% | bez. auf Wärmeerzeugung | typ. Betriebswert |
| Wärme (nutzbar) | 7.734,3 MWh/a | Wärme frei Abnehmer | |
| | 18,9% | bez. auf gesamten Nutzenergiebedarf "Wärme" | |
| Hilfsenergiebedarf | 219,7 MWh/a | Strom | |

Nutzenergiepotenzial (Szen. 2)

| | | | |
|-------------------------------|---------------|---|-------------------|
| JNG Biomassekessel | 88% | | FNR 02 |
| η_{el} Turbogenerator | 15% | Bsp. ORC, netto | FNR 02 |
| η_{therm} Turbogenerator | 80% | Bsp. ORC | FNR 02 |
| Verteilverlust Wärme | 12% | | typ. Betriebswert |
| Hilfsenergiebedarf | 2,50% | bez. auf Wärmeerzeugung, exkl. ORC | typ. Betriebswert |
| Wärme (nutzbar) | 6.405,8 MWh/a | Wärme frei Abnehmer | |
| | 15,7% | bez. auf gesamten Nutzenergiebedarf "Wärme" | |
| Strom (nutzbar) | 1.364,9 MWh/a | Strom ab HKW | |
| | | bez. auf gesamten Nutzenergiebedarf "Strom" | |
| Hilfsenergiebedarf | 182,0 MWh/a | Strom | |

THG-Minderungspotenzial durch energetische Biomassenutzung

THG-Einsparung (Szen. 1, exkl. IST)

| | | |
|--------------------|---------------------------------|---|
| aus Wärmeerzeugung | 1.170 t/a CO ₂ -äqu. | Vermeidungsfaktor Nahwärme aus Verbrennung |
| | 15,0% | bez. auf THG-Emissionen der Nutzenergie "Wärme" |

THG-Einsparung (Szen. 2, exkl. IST)

| | | |
|--------------------|-------------------------------|---|
| aus Wärmeerzeugung | 985 t/a CO ₂ -äqu. | Vermeidungsfaktor Nahwärme aus KWK |
| | 12,7% | bez. auf THG-Emissionen der Nutzenergie "Wärme" |
| aus Stromerzeugung | 611 t/a CO ₂ -äqu. | Vermeidungsfaktor Strom aus KWK |
| | 7,8% | bez. auf THG-Emissionen der Nutzenergie "Strom" |

Thema: MBS nachhaltige Energie- und Wärmeversorgung Selmsdorf

Projekt: T21.09

Bearbeitungsstand: 13.04.2022



TRIGENIUS
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG

Anhang 4

Kalkulation Fernwärme Gewerbegebiet Lauen

Zusammenfassung Wärmenetz

Netzstruktur

| | |
|---------------|-------------------|
| Abnehmer | 37 |
| Netzlänge | 2.457 trm |
| Wärmebelegung | 1.897 kWh/(trm*a) |

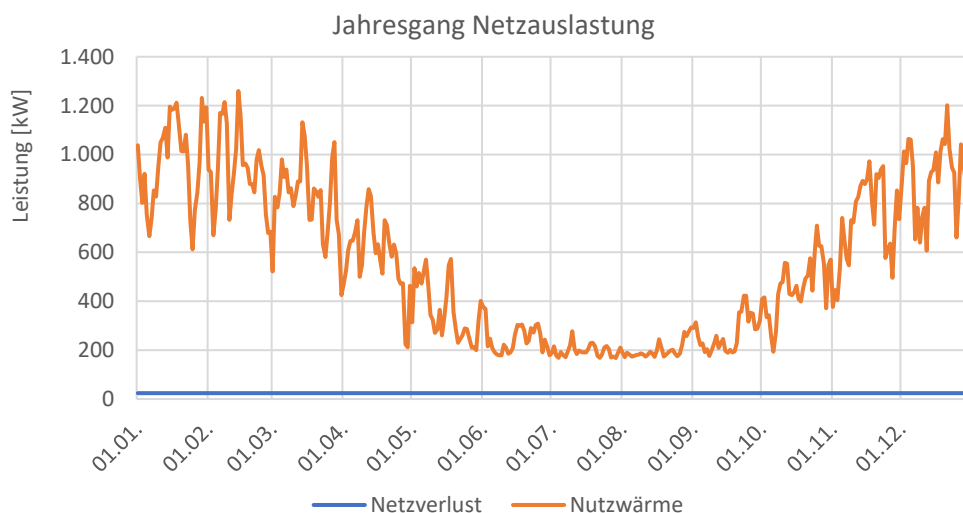
Wärmebilanz

| | Leistung [kW] | Wärme [MWh/a] | |
|------------------|------------------|------------------|--------|
| Summe Abnehmer | 2.018,7 | 4.661,9 | 95,7% |
| Gleichzeitigkeit | 0,91 | --- | |
| Netzverlust | 24,0 | 210,1 | 4,3% |
| Netzeingang | 1.864,7 | 4.871,9 | 100,0% |

| | | |
|----------------------|------|-------------|
| Pumpe (Hilfsenergie) | 12,0 | 5.478 kWh/a |
|----------------------|------|-------------|

Leitungsbemessung

| | Hauptl. | Anschlussl. | Gesamt |
|--------------------|-----------|-------------|-----------|
| Länge | 1.532 trm | 925 trm | 2.457 trm |
| Nennweite (mittel) | DN 80 | DN 25 | DN 50 |
| Nennweite (max) | | | DN 125 |



Zusammenfassung

Solarthermie

| | | |
|--------------------------|-------------------|-------|
| Kollektorfläche (brutto) | [m ²] | 2.300 |
| Grundstücksfläche | [m ²] | 5.610 |

| | | |
|-----------------------|-------------------|-----|
| Pufferspeicher | [m ³] | 140 |
|-----------------------|-------------------|-----|

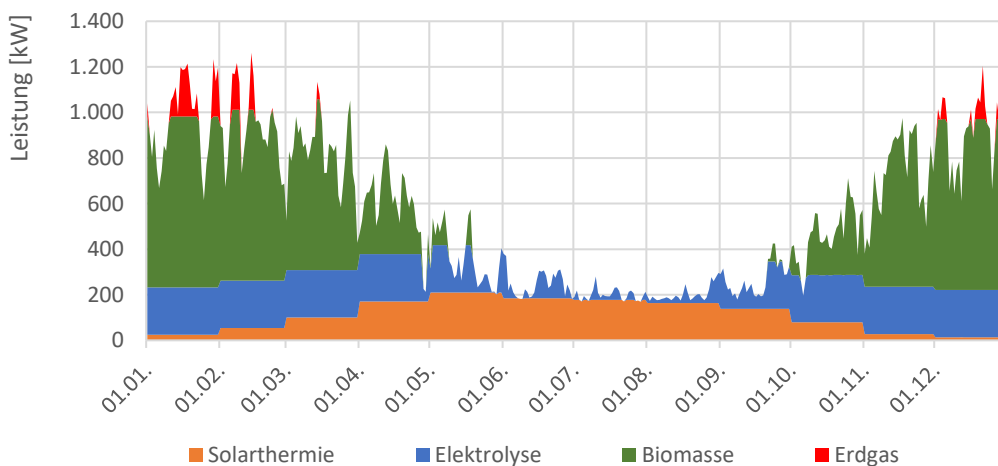
Wärmeerzeugung

| | Leistung [kW] | | Wärme [MWh/a] | | Auslastung [h/a] |
|----------------------|------------------|------|------------------|------|---------------------|
| Bedarf frei Netz | 1.865 | 100% | 4.872 | 100% | |
| Speicherverluste | 2 | 0% | 19 | 0% | |
| Summe Bedarf | 1.867 | 100% | 4.891 | 100% | |
| Summe Erzeugung | 2.850 | 153% | 4.891 | 100% | |
| Solarthermie | --- | | 983 | 20% | --- |
| Elektrolyse (via WP) | 200 | 11% | 1.313 | 27% | 6.563 |
| Biomassekessel | 750 | 40% | 2.489 | 51% | 3.319 |
| Gaskessel | 1.900 | 102% | 107 | 2% | 56 |

Endenergiebedarf

| | | Abw. ELY | Biomasse | Erdgas | Summe |
|---------------------------|---------|----------|----------|--------|---------|
| Endenergieaufkommen | [MWh/a] | 1.664,4 | | | |
| Endenergieeinsatz | [MWh/a] | 1.201,1 | 2.928,2 | 112,1 | 4.241,4 |
| (% des Aufkommens) | | 72,2% | | | |
| Strombedarf (WP / Hilfe.) | [MWh/a] | 111,6 | 24,9 | 0,1 | 136,5 |

Jahresgang Wärmeerzeugung



Projekt: NW Lauen**Eingabedaten**

| | |
|----------------------|-------------|
| Standort | Hamburg |
| Betrachtungszeitraum | 1.1 - 31.12 |

Kollektordaten

| | |
|----------------------------|---------------------------------------|
| Hersteller | Ritter XL Solar GmbH |
| Produkt | Vakuum-Röhren-Kollektor XL 19/49 P |
| Zertifikatnummer | 011-7S2425 R |
| Modulfläche (brutto) | 4,94 m ² |
| Modulfläche (apertur) | 4,50 m ² |
| Bezugsfläche für Kennwerte | Kollektoraperturfläche |
| $\eta_{0,b}$ | 0,693 |
| $k_{\theta,d}$ | 0,951 |
| c1 | 0,583 W/m ² K |
| c2 | 0,003 W/m ² K ² |
| c3 | 0,000 J/m ³ K |

| | |
|----------------------|---------------------|
| Kollektorfeldgröße | 2300 m ² |
| Art der Nachführung | Keine Nachführung |
| Kollektorneigung | 35° |
| Kollektorausrichtung | 0° |
| Wärmeträgermedium | Wasser-Glykol |
| Verlust durch Glykol | 0,0 % |
| Regelung | Vorwärmbetrieb |

Angaben zur Systemberechnung

| | |
|--|---------------------------------------|
| Rohrleitungsvolumen Kollektorfeld | 0,0006 m ³ /m ² |
| Verlustfaktor kollektorfeldinterne Rohre | 0,060 W/m ² K |
| Verbindungs-Rohrleitungslänge | 80 m |
| Verbindungsleitungstyp | erdvergraben |
| Rohrleitungsdurchmesser (innen) | 0,107 m |
| Verlustfaktor der Rohrleitung | 0,260 W/mK |

| | |
|---------------------------------------|--------------------|
| ΔT Wärmeübertrager Solarkreis | 5,0 K |
| Speichervolumen | 140 m ³ |
| maximale Speichertemperatur | 110 °C |
| Speicherinhalt zu Beginn | 0,0 MWh |
| Koeffizient Speicherverluste | 44,9 W/K |

| | |
|------------|-----|
| Lastprofil | LAU |
|------------|-----|

Die hier angegebenen Kollektordaten wurden für die Berechnung verwendet. Wenn der Kollektor mit der Steady State Testmethode getestet wurde, wurden die eingegebenen Daten für $\eta_{0,hem}$, a_1 und a_2 in die hier angezeigten Daten umgerechnet. Verluste durch Glykol werden ggf. von $\eta_{0,b}$ subtrahiert.

Gefördert durch:



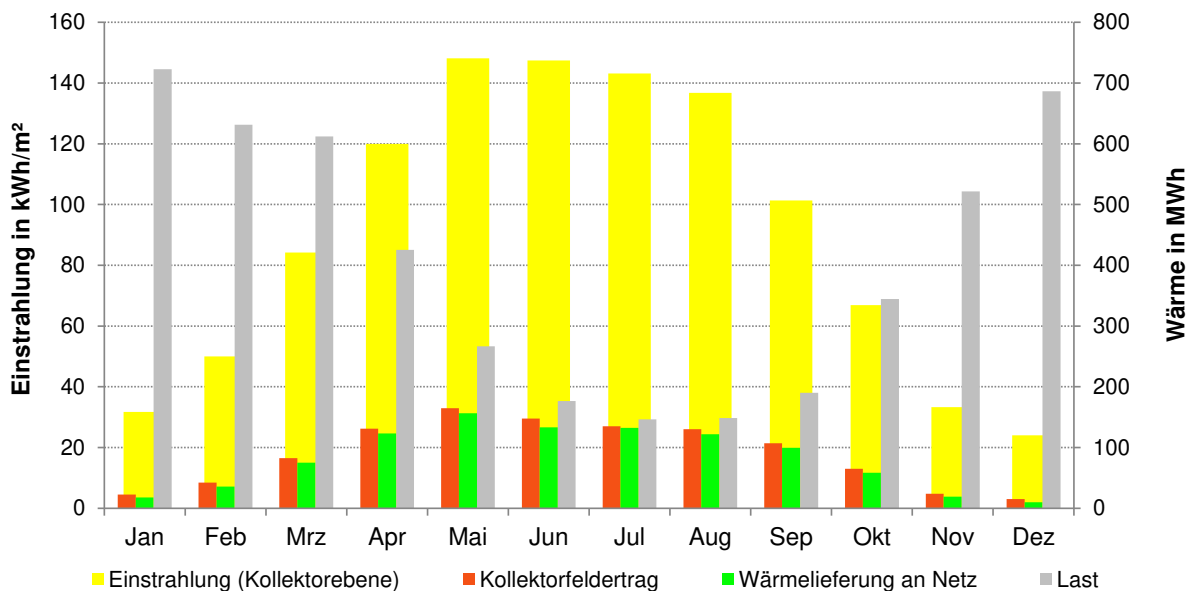
Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Projekt: NW Lauen

Berechnungsergebnisse

| Monat | Kollektor- ertrag | Kollektor- feldertrag | Wärme- eintrag in Speicher | Wärme- lieferung an Netz | Last | TVL | TRL |
|-------------|------------------------------------|--------------------------|----------------------------------|--------------------------------|------------------|-----------|-------------|
| | <i>kWh/m²</i> Brutto | <i>kWh</i> | <i>kWh</i> | <i>kWh</i> | <i>kWh</i> | °C | °C |
| Jan | 9,9 | 22.795 | 19.526 | 17.740 | 722.782 | 80 | 59 |
| Feb | 18,3 | 42.205 | 37.716 | 35.984 | 631.444 | 80 | 59 |
| Mrz | 36,0 | 82.724 | 76.741 | 74.917 | 612.064 | 80 | 59 |
| Apr | 57,0 | 131.101 | 124.842 | 123.111 | 425.379 | 80 | 59 |
| Mai | 71,6 | 164.765 | 158.115 | 156.291 | 266.695 | 80 | 59 |
| Jun | 64,3 | 147.819 | 141.451 | 133.257 | 176.488 | 80 | 59 |
| Jul | 58,7 | 134.979 | 128.302 | 132.269 | 146.245 | 80 | 59 |
| Aug | 56,6 | 130.269 | 124.065 | 122.024 | 148.377 | 80 | 59 |
| Sep | 46,6 | 107.089 | 101.499 | 99.770 | 190.108 | 80 | 59 |
| Okt | 28,2 | 64.921 | 60.119 | 58.542 | 344.264 | 80 | 59 |
| Nov | 10,5 | 24.073 | 20.823 | 19.281 | 521.587 | 80 | 59 |
| Dez | 6,6 | 15.103 | 12.280 | 10.108 | 686.496 | 80 | 59 |
| Jahr | 464 | 1.067.843 | 1.005.481 | 983.294 | 4.871.930 | 80 | 59,1 |



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Nahwärme Lauen (AG 80)

Investitionskostenschätzung

(Preise sind Nettopreise)

| | | EP | GP |
|---|----------------------|------------------------|--------------------|
| Gebäude (Heizwerk) psch. | | | 700.000 € |
| Wärmeerzeugung | | | 2.668.700 € |
| Solarthermie-Anlage (inkl. Peripherie) | 2.300 m ² | 552 €/m ² | 1.269.600 € |
| Wärmepumpe (Einbindung Elektolyse) | 250 kW | 499 €/kW | 124.800 € |
| Biomassekesselanlage (inkl. Peripherie) | 750 kW | 597 €/kW | 447.800 € |
| Spitzenlastkessel (inkl. Peripherie) | 1.900 kW | 215 €/kW | 408.500 € |
| Pufferspeicher | 140 m ³ | 1.164 €/m ³ | 163.000 € |
| Leittechnik / Sonstige Peripherie | psch. | | 255.000 € |
| Wärmeverteilung | | | 1.844.400 € |
| Netzpumpe | psch. | | 7.300 € |
| Nahwärmeleitung | 2.457 trm | 596 €/trm | 1.463.400 € |
| Hausanschlüsse | 37 Stk. | 10.100 €/Stk. | 373.700 € |
| Zwischensumme | | | 5.213.100 € |
| Unvorhergesehenes | 15% | | 782.000 € |
| Nebenkosten | 12% | | 625.600 € |
| Investition vor Förderung | | | 6.620.700 € |
| davon Förderfähig | | | 5.867.352 € |
| Summe Förderung | | 62,0% | 4.107.146 € |
| BEW (Entwurf) - systemische Förderung | | 40,0% | 2.346.941 € |
| KliFöRL MV (EFRE, Entwurf) | | 30,0% | 1.760.206 € |
| Investition nach Förderung | | | 2.513.554 € |

Betriebskostenschätzung

(Preise sind Nettopreise)

| | |
|-----------------------------|--------------------|
| Personalkosten (TBF / KBF) | 55.900 €/a |
| Wartung / Instandhaltung | 53.400 €/a |
| Betriebsmittel / Entsorgung | 4.700 €/a |
| Versicherungen / Abgaben... | 35.500 €/a |
| Summe Betriebskosten | 149.500 €/a |

Verbrauchskostenschätzung

(Preise sind Nettopreise)

| | | | |
|----------------------------------|-------------|--------------|--------------------|
| BEW-Betriebskostenförderung ST | 983 MWh/a | -20,00 €/MWh | -19.666 €/a |
| Abwärme Elektrolyse | 1.201 MWh/a | 25,00 €/MWh | 30.030 €/a |
| Strom (Wärmepumpe) | 112 MWh/a | 200,00 €/MWh | 22.310 €/a |
| BEW-Betriebskostenförderung WP | | | -9.188 €/a |
| Holz-Hackschnitzel (frei Anlage) | 2.928 MWh/a | 25,00 €/MWh | 73.200 €/a |
| Erdgas | 112 MWh/a | 160,00 €/MWh | 17.940 €/a |
| Hilfsenergie (Strom) | 31 MWh/a | 359,00 €/MWh | 10.950 €/a |
| CO ₂ -Preis-Umlage | 126 t/a | 30,00 €/t | 3.770 €/a |
| Summe Verbrauchskosten | | | 129.346 €/a |

Berechnung Wärmegestehungskosten

(Preise sind Nettopreise)

| | |
|--|-----------------|
| Jährliche Kapitalkosten (Annuitätenmethode) | 91.769 € |
|--|-----------------|

| | |
|----------|-------------|
| Zinssatz | 1,55% p.a. |
| Laufzeit | 20 a |
| Restwert | 1.286.390 € |
| KWF | 0,0585 |
| RVF | 0,0430 |

| | |
|--|------------------|
| Jährliche Betriebskosten (siehe oben) | 149.500 € |
|--|------------------|

| | |
|--|------------------|
| Jährliche Verbrauchskosten (siehe oben) | 129.346 € |
|--|------------------|

| | |
|------------------------------|--------------------|
| Jahreskosten gesamt | 370.615 € |
| Jahresnutzwärmebedarf | 4.662 MWh |
| Wärmegestehungskosten | 79,50 €/MWh |

Thema: MBS nachhaltige Energie- und Wärmeversorgung Selmsdorf

Projekt: T21.09

Bearbeitungsstand: 13.04.2022

TRIGENIUS
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG

Anhang 5

Kalkulation Fernwärme Selmsdorf Mitte

Zusammenfassung Wärmenetz

Netzstruktur

| | |
|---------------|-----------------|
| Abnehmer | 376 |
| Netzlänge | 11.775 trm |
| Wärmebelegung | 570 kWh/(trm*a) |

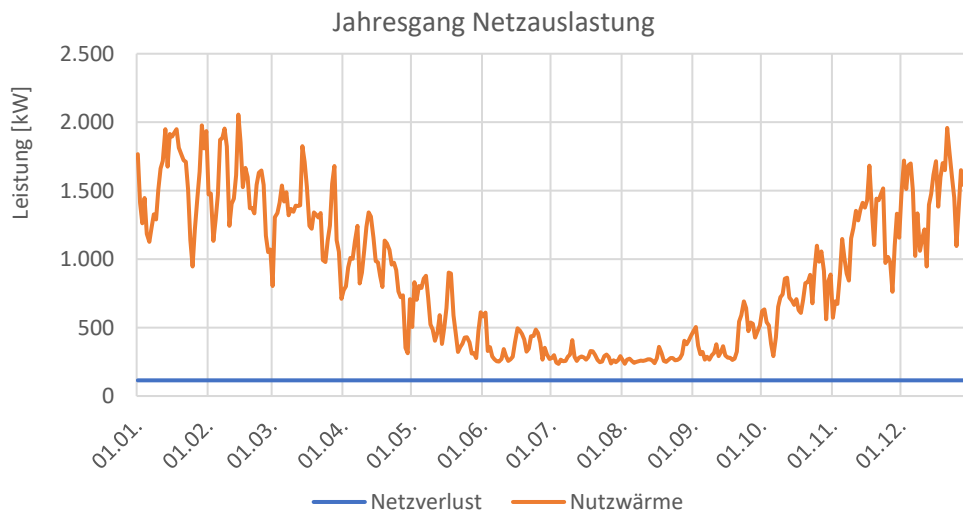
Wärmebilanz

| | Leistung [kW] | Wärme [MWh/a] | |
|------------------|------------------|------------------|--------|
| Summe Abnehmer | 3.497,9 | 6.712,4 | 87,0% |
| Gleichzeitigkeit | 0,57 | --- | |
| Netzverlust | 114,5 | 1.003,1 | 13,0% |
| Netzeingang | 2.117,1 | 7.715,5 | 100,0% |

| | | |
|----------------------|------|--------------|
| Pumpe (Hilfsenergie) | 18,7 | 23.500 kWh/a |
|----------------------|------|--------------|

Leitungsbemessung

| | Hauptl. | Anschlussl. | Gesamt |
|--------------------|-----------|-------------|------------|
| Länge | 6.135 trm | 5.640 trm | 11.775 trm |
| Nennweite (mittel) | DN 100 | DN 20 | DN 50 |
| Nennweite (max) | | | DN 125 |



Zusammenfassung

Solarthermie

| | | |
|--------------------------|-------------------|-------|
| Kollektorfläche (brutto) | [m ²] | 3.700 |
| Grundstücksfläche | [m ²] | 9.020 |

| | | |
|-----------------------|-------------------|-----|
| Pufferspeicher | [m ³] | 220 |
|-----------------------|-------------------|-----|

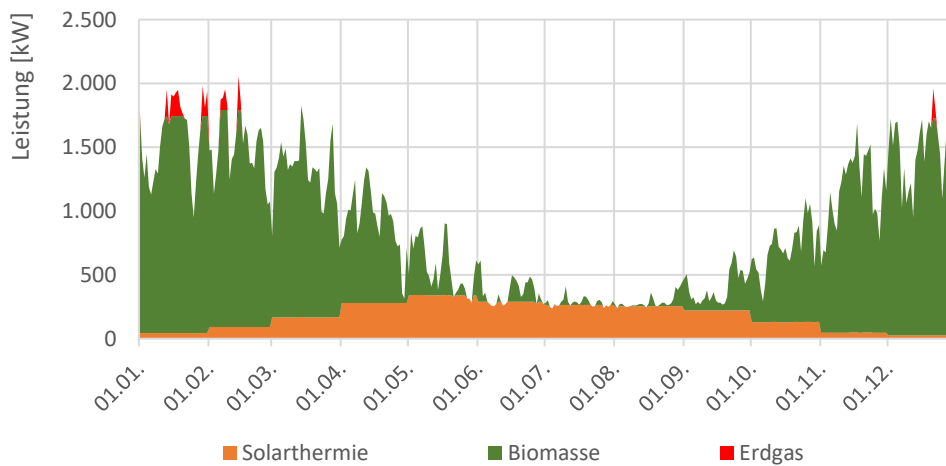
Wärmeerzeugung

| | Leistung [kW] | | Wärme [MWh/a] | | Auslastung [h/a] |
|------------------|------------------|------|------------------|------|---------------------|
| Bedarf frei Netz | 2.117 | 100% | 7.716 | 100% | |
| Speicherverluste | 3 | 0% | 25 | 0% | |
| Summe Bedarf | 2.120 | 100% | 7.740 | 100% | |
| Summe Erzeugung | 3.900 | 184% | 7.740 | 100% | |
| Solarthermie | --- | | 1.566 | 20% | --- |
| Biomassekessel | 1.700 | 80% | 6.107 | 79% | 3.593 |
| Gaskessel | 2.200 | 104% | 67 | 1% | 31 |

Endenergiebedarf

| | Biomasse | Erdgas | Summe |
|---|----------|--------|---------|
| Endenergieaufkommen [MWh/a] | | | |
| Endenergieeinsatz [MWh/a] (% des Aufkommens) | 7.185,0 | 70,7 | 7.255,7 |
| Strombedarf (WP / Hilfe.) [MWh/a] | 61,1 | 0,0 | 61,1 |

Jahresgang Wärmeerzeugung



Projekt: NW Selmsdorf M**Eingabedaten**

| | |
|----------------------|-------------|
| Standort | Hamburg |
| Betrachtungszeitraum | 1.1 - 31.12 |

Kollektordaten

| | |
|----------------------------|---------------------------------------|
| Hersteller | Ritter XL Solar GmbH |
| Produkt | Vakuum-Röhren-Kollektor XL 19/49 P |
| Zertifikatnummer | 011-7S2425 R |
| Modulfläche (brutto) | 4,94 m ² |
| Modulfläche (apertur) | 4,50 m ² |
| Bezugsfläche für Kennwerte | Kollektoraperturfläche |
| $\eta_{0,b}$ | 0,693 |
| $k_{\theta,d}$ | 0,951 |
| c1 | 0,583 W/m ² K |
| c2 | 0,003 W/m ² K ² |
| c3 | 0,000 J/m ³ K |

| | |
|----------------------|---------------------|
| Kollektorfeldgröße | 3700 m ² |
| Art der Nachführung | Keine Nachführung |
| Kollektorneigung | 35° |
| Kollektorausrichtung | 0° |
| Wärmeträgermedium | Wasser-Glykol |
| Verlust durch Glykol | 0,0 % |
| Regelung | Vorwärmbetrieb |

Angaben zur Systemberechnung

| | |
|--|---------------------------------------|
| Rohrleitungsvolumen Kollektorfeld | 0,0006 m ³ /m ² |
| Verlustfaktor kollektorfeldinterne Rohre | 0,060 W/m ² K |
| Verbindungs-Rohrleitungslänge | 80 m |
| Verbindungsleitungstyp | erdvergraben |
| Rohrleitungsdurchmesser (innen) | 0,107 m |
| Verlustfaktor der Rohrleitung | 0,260 W/mK |

| | |
|---------------------------------------|--------------------|
| ΔT Wärmeübertrager Solarkreis | 5,0 K |
| Speichervolumen | 220 m ³ |
| maximale Speichertemperatur | 110 °C |
| Speicherinhalt zu Beginn | 0,0 MWh |
| Koeffizient Speicherverluste | 56,3 W/K |

| | |
|------------|--------|
| Lastprofil | SELM-M |
|------------|--------|

Die hier angegebenen Kollektordaten wurden für die Berechnung verwendet. Wenn der Kollektor mit der Steady State Testmethode getestet wurde, wurden die eingegebenen Daten für $\eta_{0,he,m}$, a_1 und a_2 in die hier angezeigten Daten umgerechnet. Verluste durch Glykol werden ggf. von $\eta_{0,b}$ subtrahiert.

Gefördert durch:



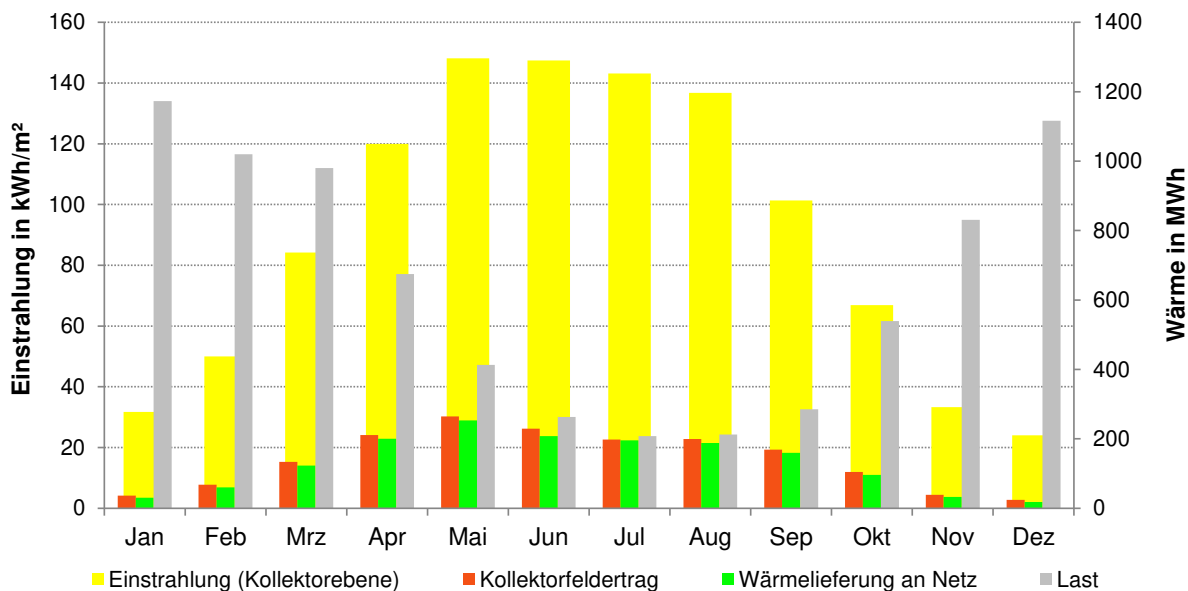
Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Projekt: NW Selmsdorf M

Berechnungsergebnisse

| Monat | Kollektor- ertrag | Kollektor- feldertrag | Wärme- eintrag in Speicher | Wärme- lieferung an Netz | Last | TVL | TRL |
|-------------|------------------------------------|--------------------------|----------------------------------|--------------------------------|------------------|-----------|-------------|
| | <i>kWh/m²</i> Brutto | <i>kWh</i> | <i>kWh</i> | <i>kWh</i> | <i>kWh</i> | °C | °C |
| Jan | 10,0 | 36.833 | 32.434 | 30.210 | 1.172.524 | 80 | 59 |
| Feb | 18,4 | 68.111 | 62.080 | 59.925 | 1.020.029 | 80 | 59 |
| Mrz | 36,1 | 133.395 | 125.328 | 123.058 | 979.862 | 80 | 59 |
| Apr | 57,1 | 211.350 | 202.867 | 200.709 | 674.876 | 80 | 59 |
| Mai | 71,6 | 264.761 | 255.660 | 253.245 | 413.025 | 80 | 59 |
| Jun | 62,0 | 229.416 | 220.733 | 208.160 | 263.009 | 80 | 59 |
| Jul | 53,6 | 198.292 | 189.027 | 196.010 | 208.118 | 80 | 59 |
| Aug | 53,9 | 199.585 | 191.065 | 188.386 | 212.738 | 80 | 59 |
| Sep | 45,7 | 169.255 | 161.633 | 159.422 | 285.245 | 80 | 59 |
| Okt | 28,3 | 104.617 | 98.137 | 96.166 | 539.011 | 80 | 59 |
| Nov | 10,5 | 38.876 | 34.463 | 32.544 | 830.912 | 80 | 59 |
| Dez | 6,6 | 24.418 | 20.671 | 17.965 | 1.116.173 | 80 | 59 |
| Jahr | 454 | 1.678.909 | 1.594.099 | 1.565.799 | 7.715.522 | 80 | 58,7 |



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Nahwärme Selmsdorf M (AG 80)

Investitionskostenschätzung

(Preise sind Nettopreise)

| | | EP | GP |
|---|----------------------|------------------------|---------------------|
| Gebäude (Heizwerk) psch. | | | 1.180.000 € |
| Wärmeerzeugung | | | 4.402.900 € |
| Solarthermie-Anlage (inkl. Peripherie) | 3.700 m ² | 552 €/m ² | 2.042.400 € |
| Biomassekesselanlage (inkl. Peripherie) | 1.700 kW | 682 €/kW | 1.159.400 € |
| Spitzenlastkessel (inkl. Peripherie) | 2.200 kW | 215 €/kW | 473.000 € |
| Pufferspeicher | 220 m ³ | 1.164 €/m ³ | 256.100 € |
| Leittechnik / Sonstige Peripherie | psch. | | 472.000 € |
| Wärmeverteilung | | | 9.418.400 € |
| Netzpumpe | psch. | | 36.200 € |
| Nahwärmeleitung | 11.775 trm | 615 €/trm | 7.239.000 € |
| Hausanschlüsse | 376 Stk. | 5.700 €/Stk. | 2.143.200 € |
| Zwischensumme | | | 15.001.300 € |
| Unvorhergesehenes | 15% | | 2.250.200 € |
| Nebenkosten | 12% | | 1.800.200 € |
| Investition vor Förderung | | | 19.051.700 € |
| davon Förderfähig | | | 18.043.467 € |
| Summe Förderung | | 66,3% | 12.630.427 € |
| BEW (Entwurf) - systemische Förderung | | 40,0% | 7.217.387 € |
| KliFöRL MV (EFRE, Entwurf) | | 30,0% | 5.413.040 € |
| Investition nach Förderung | | | 6.421.273 € |

Betriebskostenschätzung

(Preise sind Nettopreise)

| | |
|-----------------------------|--------------------|
| Personalkosten (TBF / KBF) | 80.500 €/a |
| Wartung / Instandhaltung | 156.500 €/a |
| Betriebsmittel / Entsorgung | 13.600 €/a |
| Versicherungen / Abgaben... | 102.100 €/a |
| Summe Betriebskosten | 352.700 €/a |

Verbrauchskostenschätzung

(Preise sind Nettopreise)

| | | | |
|----------------------------------|-------------|--------------|--------------------|
| BEW-Betriebskostenförderung ST | 1.566 MWh/a | -20,00 €/MWh | -31.316 €/a |
| Holz-Hackschnitzel (frei Anlage) | 7.185 MWh/a | 25,00 €/MWh | 179.630 €/a |
| Erdgas | 71 MWh/a | 160,00 €/MWh | 11.320 €/a |
| Hilfsenergie (Strom) | 85 MWh/a | 359,00 €/MWh | 30.370 €/a |
| CO ₂ -Preis-Umlage | 234 t/a | 30,00 €/t | 7.030 €/a |
| Summe Verbrauchskosten | | | 197.034 €/a |

Berechnung Wärmegestehungskosten

(Preise sind Nettopreise)

| | |
|--|------------------|
| Jährliche Kapitalkosten (Annuitätenmethode) | 165.856 € |
|--|------------------|

| | |
|----------|-------------|
| Zinssatz | 1,55% p.a. |
| Laufzeit | 20 a |
| Restwert | 4.879.987 € |
| KWF | 0,0585 |
| RVF | 0,0430 |

| | |
|--|------------------|
| Jährliche Betriebskosten (siehe oben) | 352.700 € |
|--|------------------|

| | |
|--|------------------|
| Jährliche Verbrauchskosten (siehe oben) | 197.034 € |
|--|------------------|

| | |
|------------------------------|---------------------|
| Jahreskosten gesamt | 715.590 € |
| Jahresnutzwärmebedarf | 6.712 MWh |
| Wärmegestehungskosten | 106,61 €/MWh |

Thema: MBS nachhaltige Energie- und Wärmeversorgung Selmsdorf

Projekt: T21.09

Bearbeitungsstand: 13.04.2022

TRIGENIUS
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG

Anhang 6

Kalkulation Fernwärme Selmsdorf West

Zusammenfassung Wärmenetz

Netzstruktur

| | |
|---------------|-----------------|
| Abnehmer | 107 |
| Netzlänge | 3.398 trm |
| Wärmebelegung | 622 kWh/(trm*a) |

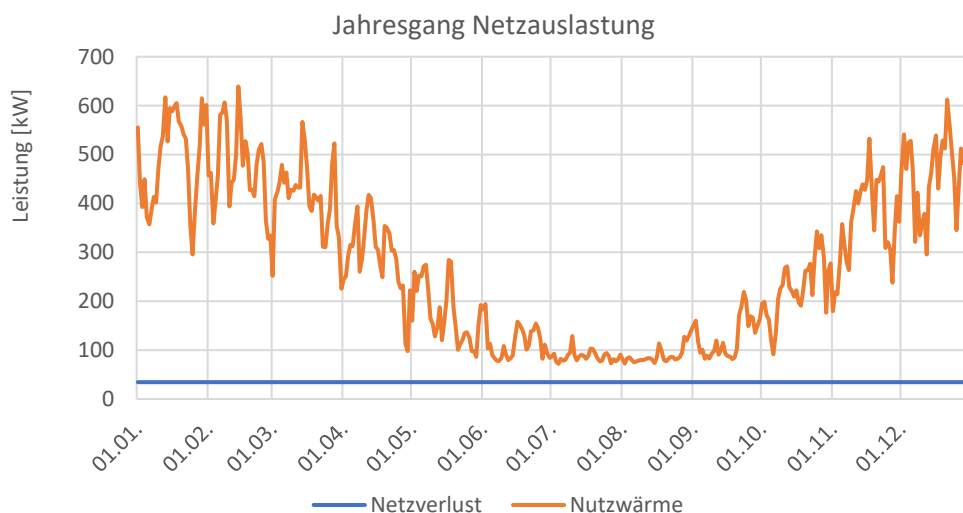
Wärmebilanz

| | Leistung [kW] | Wärme [MWh/a] | |
|------------------|------------------|------------------|--------|
| Summe Abnehmer | 1.094,4 | 2.115,0 | 87,5% |
| Gleichzeitigkeit | 0,65 | --- | |
| Netzverlust | 34,5 | 301,8 | 12,5% |
| Netzeingang | 741,9 | 2.416,8 | 100,0% |

| | | |
|----------------------|-----|-------------|
| Pumpe (Hilfsenergie) | 4,2 | 3.678 kWh/a |
|----------------------|-----|-------------|

Leitungsbemessung

| | Hauptl. | Anschlussl. | Gesamt |
|--------------------|-----------|-------------|-----------|
| Länge | 1.793 trm | 1.605 trm | 3.398 trm |
| Nennweite (mittel) | DN 65 | DN 20 | DN 40 |
| Nennweite (max) | | | DN 80 |



Zusammenfassung

Solarthermie

| | | |
|--------------------------|-------------------|-------|
| Kollektorfläche (brutto) | [m ²] | 1.200 |
| Grundstücksfläche | [m ²] | 2.930 |

| | | |
|-----------------------|-------------------|----|
| Pufferspeicher | [m ³] | 75 |
|-----------------------|-------------------|----|

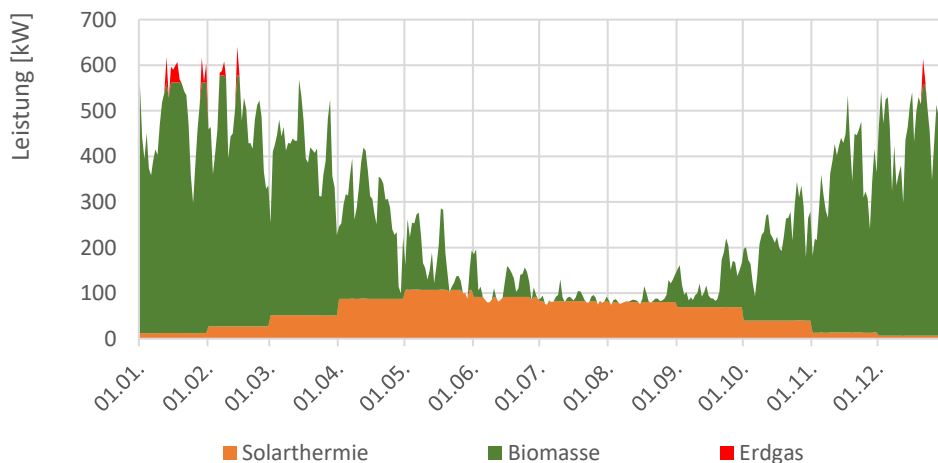
Wärmeerzeugung

| | Leistung [kW] | | Wärme [MWh/a] | | Auslastung [h/a] |
|------------------|------------------|------|------------------|------|---------------------|
| Bedarf frei Netz | 742 | 100% | 2.417 | 99% | |
| Speicherverluste | 2 | 0% | 14 | 1% | |
| Summe Bedarf | 744 | 100% | 2.431 | 100% | |
| Summe Erzeugung | 1.350 | 182% | 2.431 | 100% | |
| Solarthermie | --- | | 485 | 20% | --- |
| Biomassekessel | 550 | 74% | 1.933 | 80% | 3.514 |
| Gaskessel | 800 | 108% | 13 | 1% | 16 |

Endenergiebedarf

| | Biomasse | Erdgas | Summe |
|---|----------|--------|---------|
| Endenergieaufkommen [MWh/a] | | | |
| Endenergieeinsatz [MWh/a] (% des Aufkommens) | 2.274,0 | 13,7 | 2.287,7 |
| Strombedarf (WP / Hilfe.) [MWh/a] | 19,3 | 0,0 | 19,4 |

Jahresgang Wärmeerzeugung



Projekt: NW Selmsdorf W**Eingabedaten**

| | |
|----------------------|-------------|
| Standort | Hamburg |
| Betrachtungszeitraum | 1.1 - 31.12 |

Kollektordaten

| | |
|----------------------------|---------------------------------------|
| Hersteller | Ritter XL Solar GmbH |
| Produkt | Vakuum-Röhren-Kollektor XL 19/49 P |
| Zertifikatnummer | 011-7S2425 R |
| Modulfläche (brutto) | 4,94 m ² |
| Modulfläche (apertur) | 4,50 m ² |
| Bezugsfläche für Kennwerte | Kollektoraperturfläche |
| $\eta_{0,b}$ | 0,693 |
| $k_{\theta,d}$ | 0,951 |
| c1 | 0,583 W/m ² K |
| c2 | 0,003 W/m ² K ² |
| c3 | 0,000 J/m ³ K |

| | |
|----------------------|---------------------|
| Kollektorfeldgröße | 1200 m ² |
| Art der Nachführung | Keine Nachführung |
| Kollektorneigung | 35° |
| Kollektorausrichtung | 0° |
| Wärmeträgermedium | Wasser-Glykol |
| Verlust durch Glykol | 0,0 % |
| Regelung | Vorwärmbetrieb |

Angaben zur Systemberechnung

| | |
|--|---------------------------------------|
| Rohrleitungsvolumen Kollektorfeld | 0,0006 m ³ /m ² |
| Verlustfaktor kollektorfeldinterne Rohre | 0,060 W/m ² K |
| Verbindungs-Rohrleitungslänge | 80 m |
| Verbindungsleitungstyp | erdvergraben |
| Rohrleitungsdurchmesser (innen) | 0,107 m |
| Verlustfaktor der Rohrleitung | 0,260 W/mK |

| | |
|---------------------------------------|-------------------|
| ΔT Wärmeübertrager Solarkreis | 5,0 K |
| Speichervolumen | 75 m ³ |
| maximale Speichertemperatur | 110 °C |
| Speicherinhalt zu Beginn | 0,0 MWh |
| Koeffizient Speicherverluste | 32,9 W/K |

| | |
|------------|--------|
| Lastprofil | SELM-W |
|------------|--------|

Die hier angegebenen Kollektordaten wurden für die Berechnung verwendet. Wenn der Kollektor mit der Steady State Testmethode getestet wurde, wurden die eingegebenen Daten für $\eta_{0,he,m}$, a_1 und a_2 in die hier angezeigten Daten umgerechnet. Verluste durch Glykol werden ggf. von $\eta_{0,b}$ subtrahiert.

Gefördert durch:



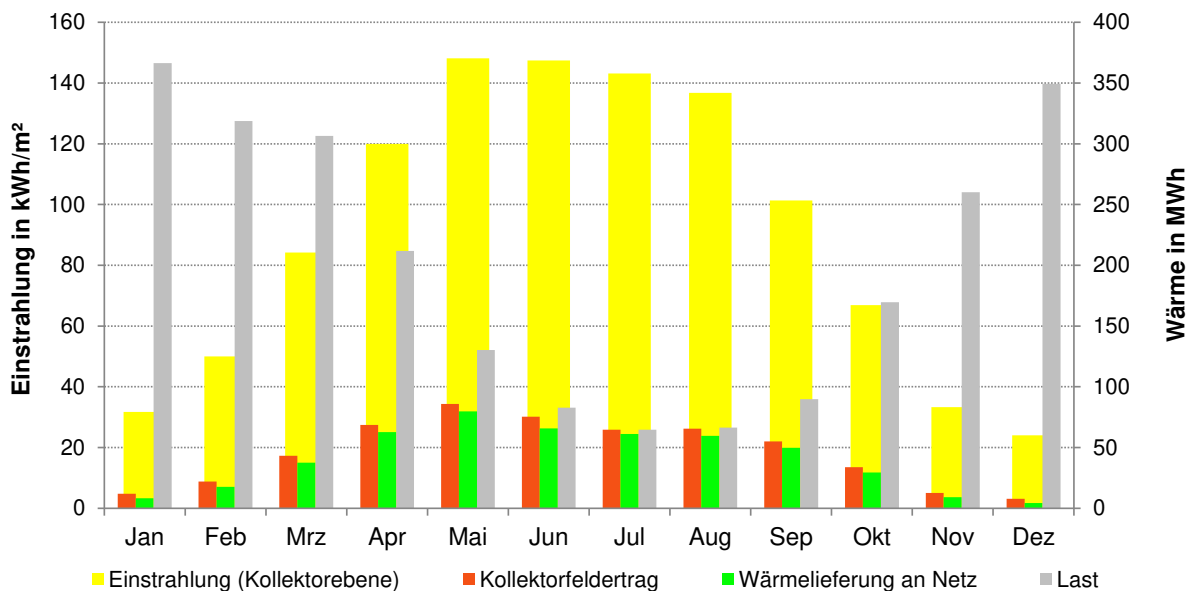
Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Projekt: NW Selmsdorf W

Berechnungsergebnisse

| Monat | Kollektor- ertrag | Kollektor- feldertrag | Wärme- eintrag in Speicher | Wärme- lieferung an Netz | Last | TVL | TRL |
|-------------|------------------------------------|--------------------------|----------------------------------|--------------------------------|------------------|-----------|-------------|
| | <i>kWh/m²</i> Brutto | <i>kWh</i> | <i>kWh</i> | <i>kWh</i> | <i>kWh</i> | °C | °C |
| Jan | 9,9 | 11.934 | 9.568 | 8.292 | 366.456 | 80 | 59 |
| Feb | 18,4 | 22.070 | 18.841 | 17.559 | 318.805 | 80 | 59 |
| Mrz | 36,0 | 43.236 | 38.948 | 37.621 | 306.473 | 80 | 59 |
| Apr | 57,1 | 68.518 | 64.048 | 62.784 | 211.858 | 80 | 59 |
| Mai | 71,6 | 85.896 | 81.136 | 79.738 | 130.287 | 80 | 59 |
| Jun | 62,8 | 75.308 | 70.753 | 65.796 | 82.803 | 80 | 59 |
| Jul | 53,8 | 64.588 | 59.699 | 61.184 | 64.773 | 80 | 59 |
| Aug | 54,6 | 65.472 | 60.985 | 59.572 | 66.322 | 80 | 59 |
| Sep | 46,0 | 55.141 | 51.123 | 49.837 | 89.813 | 80 | 59 |
| Okt | 28,3 | 33.929 | 30.492 | 29.382 | 169.608 | 80 | 59 |
| Nov | 10,5 | 12.596 | 10.270 | 9.109 | 260.227 | 80 | 59 |
| Dez | 6,6 | 7.920 | 5.856 | 4.279 | 349.371 | 80 | 59 |
| Jahr | 456 | 546.608 | 501.720 | 485.152 | 2.416.797 | 80 | 58,8 |



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Nahwärme Selmsdorf W (AG 80)

Investitionskostenschätzung

(Preise sind Nettopreise)

| | | EP | GP |
|---|----------------------|------------------------|--------------------|
| Gebäude (Heizwerk) | psch. | | 367.000 € |
| Wärmeerzeugung | | | 1.397.100 € |
| Solarthermie-Anlage (inkl. Peripherie) | 1.200 m ² | 552 €/m ² | 662.400 € |
| Biomassekesselanlage (inkl. Peripherie) | 550 kW | 597 €/kW | 328.400 € |
| Spitzenlastkessel (inkl. Peripherie) | 800 kW | 215 €/kW | 172.000 € |
| Pufferspeicher | 75 m ³ | 1.164 €/m ³ | 87.300 € |
| Leittechnik / Sonstige Peripherie | psch. | | 147.000 € |
| Wärmeverteilung | | | 2.381.000 € |
| Netzpumpe | psch. | | 9.300 € |
| Nahwärmeleitung | 3.398 trm | 550 €/trm | 1.868.800 € |
| Hausanschlüsse | 107 Stk. | 4.700 €/Stk. | 502.900 € |
| Zwischensumme | | | 4.145.100 € |
| Unvorhergesehenes | 15% | | 621.800 € |
| Nebenkosten | 12% | | 497.400 € |
| Investition vor Förderung | | | 5.264.300 € |
| davon Förderfähig | | | 4.911.380 € |
| Summe Förderung | 65,3% | | 3.437.966 € |
| BEW (Entwurf) - systemische Förderung | 40,0% | | 1.964.552 € |
| KliFöRL MV (EFRE, Entwurf) | 30,0% | | 1.473.414 € |
| Investition nach Förderung | | | 1.826.334 € |

Betriebskostenschätzung

(Preise sind Nettopreise)

| | |
|-----------------------------|--------------------|
| Personalkosten (TBF / KBF) | 25.400 €/a |
| Wartung / Instandhaltung | 43.100 €/a |
| Betriebsmittel / Entsorgung | 3.800 €/a |
| Versicherungen / Abgaben... | 28.200 €/a |
| Summe Betriebskosten | 100.500 €/a |

Verbrauchskostenschätzung

(Preise sind Nettopreise)

| | | | |
|----------------------------------|-------------|--------------|-------------------|
| BEW-Betriebskostenförderung ST | 485 MWh/a | -20,00 €/MWh | -9.703 €/a |
| Holz-Hackschnitzel (frei Anlage) | 2.274 MWh/a | 25,00 €/MWh | 56.850 €/a |
| Erdgas | 14 MWh/a | 160,00 €/MWh | 2.190 €/a |
| Hilfsenergie (Strom) | 23 MWh/a | 359,00 €/MWh | 8.290 €/a |
| CO ₂ -Preis-Umlage | 70 t/a | 30,00 €/t | 2.100 €/a |
| Summe Verbrauchskosten | | | 59.727 €/a |

Berechnung Wärmegestehungskosten

(Preise sind Nettopreise)

| | |
|--|-----------------|
| Jährliche Kapitalkosten (Annuitätenmethode) | 50.900 € |
|--|-----------------|

| | |
|----------|-------------|
| Zinssatz | 1,55% p.a. |
| Laufzeit | 20 a |
| Restwert | 1.301.340 € |
| KWF | 0,0585 |
| RVF | 0,0430 |

| | |
|--|------------------|
| Jährliche Betriebskosten (siehe oben) | 100.500 € |
|--|------------------|

| | |
|--|-----------------|
| Jährliche Verbrauchskosten (siehe oben) | 59.727 € |
|--|-----------------|

| | |
|------------------------------|--------------------|
| Jahreskosten gesamt | 211.127 € |
| Jahresnutzwärmebedarf | 2.115 MWh |
| Wärmegestehungskosten | 99,82 €/MWh |

Thema: MBS nachhaltige Energie- und Wärmeversorgung Selmsdorf

Projekt: T21.09

Bearbeitungsstand: 13.04.2022

TRIGENIUS
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG

Anhang 7

Kalkulation kalte Nahwärme Selmsdorf „Am Dorfpark“

Zusammenfassung Kaltes Wärmenetz

Netzstruktur

| | |
|-----------|---------|
| Abnehmer | 20 |
| Netzlänge | 576 trm |

Energiebilanz

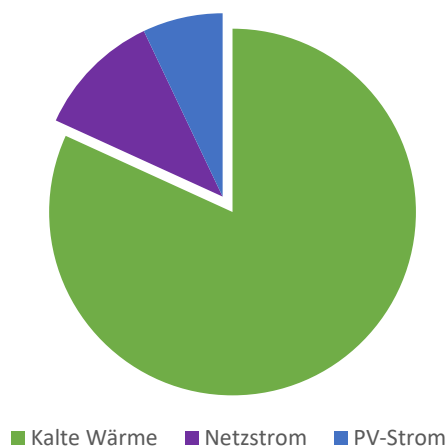
| | Leistung [kW] | Wärme / Arbeit [MWh/a] | |
|---|------------------|---------------------------|--------|
| Wärmebedarf Abnehmer / Erzeugung Wärmepumpen | 93 | 194,2 | |
| <i>mittl. Jahres-Arbeitszahl</i> | | 4,5 | |
| Wärmepumpenstrom | | 43,2 | 100,0% |
| <i>davon Netzstrom</i> | | 26,4 | 61,1% |
| <i>davon PV-Strom</i> | | 16,8 | 38,9% |
| Kalte Wärme (Netz) | 70 | 151,0 | |

| | | |
|--------------------------|-----|------------|
| Netzpumpe (Hilfsenergie) | 0,6 | 0,19 MWh/a |
|--------------------------|-----|------------|

Leitungsbemessung

| | Hauptl. | Anschlussl. | Gesamt |
|--------------------|---------|-------------|---------|
| Länge | 276 trm | 300 trm | 576 trm |
| Nennweite (mittel) | DN 40 | DN 20 | DN 25 |
| Nennweite (max) | | | DN 50 |

Quellen Wärmebereitstellung



Zusammenfassung Oberflächennahe Geothermie

Auslegung

| Sondenfeld | | |
|--------------|-------------------|-----|
| Sondenanzahl | [Stk] | 13 |
| Sondenlänge | [m] | 100 |
| Grundfläche | [m ²] | 832 |

| Kollektorfeld | | |
|-------------------------|-------------------|-------|
| Anzahl Kollektorstränge | [Stk] | 35 |
| Stranglänge | [m] | 100 |
| Grundfläche | [m ²] | 2.800 |

Energiebilanz

| | | | |
|---------------------------|---------|------|------|
| Bedarf frei Netz = Entzug | [MWh/a] | 151 | |
| Hilfsenergiebedarf | [MWh/a] | 0,22 | 0,07 |

Kalte Wärme Selmsdorf Dorfpark

Investitionskostenschätzung

(Preise sind Nettopreise)

| | | EP | GP |
|-------------------------------|---------|--------------|-----------|
| Sondenfeld (inkl. Verrohrung) | 1.300 m | 96 €/m | 124.800 € |
| Kaltwärmenetz | 576 trm | 90 €/trm | 51.800 € |
| Hausanschlüsse | 20 Stk | 2.300 €/Stk | 46.000 € |
| Wärmepumpen inkl. Speicher | 20 Stk | 10.000 €/Stk | 200.000 € |
| Peripherie | psch. | | 11.000 € |
| Zwischensumme | | | 433.600 € |
| Unvorhergesehenes | 15% | | 65.000 € |
| Nebenkosten | 12% | | 52.000 € |

| | | |
|---------------------------------------|--------------|------------------|
| Investition vor Förderung | | 550.600 € |
| Summe Förderung | 40,0% | 220.240 € |
| BEW (Entwurf) - systemische Förderung | 40,0% | 220.240 € |
| Investition nach Förderung | | 330.360 € |

Betriebskostenschätzung

(Preise sind Nettopreise)

| | |
|-----------------------------|------------------|
| Personalkosten (TBF / KBF) | 1.200 €/a |
| Wartung / Instandhaltung | 4.100 €/a |
| Versicherungen / Abgaben... | 2.900 €/a |
| Summe Betriebskosten | 8.200 €/a |

Verbrauchskostenschätzung

(Preise sind Nettopreise)

| | | | |
|-------------------------------|------------|--------------|-------------------|
| PV-Strom (Wärmepumpen) | 16,8 MWh/a | 10,00 ct/kWh | 1.680 €/a |
| Wärmepumpenstrom (Netz) | 26,4 MWh/a | 35,90 ct/kWh | 9.470 €/a |
| Hilfsenergie (Strom - Netz) | 0,2 MWh/a | 35,90 ct/kWh | 70 €/a |
| CO ₂ -Preis-Umlage | 14 t/a | 30,00 €/t | 410 €/a |
| Summe Verbrauchskosten | | | 11.630 €/a |

Berechnung Wärmegestehungskosten

(Preise sind Nettopreise)

| | |
|--|-----------------|
| Jährliche Kapitalkosten (Annuitätenmethode) | 15.149 € |
|--|-----------------|

| | |
|----------|------------|
| Zinssatz | 1,55% p.a. |
| Laufzeit | 20 a |
| Restwert | 97.328 € |
| KWF | 0,0585 |
| RVF | 0,0430 |

| | |
|--|----------------|
| Jährliche Betriebskosten (siehe oben) | 8.200 € |
|--|----------------|

| | |
|--|-----------------|
| Jährliche Verbrauchskosten (siehe oben) | 11.630 € |
|--|-----------------|

| | |
|------------------------------|---------------------|
| Jahreskosten gesamt | 34.979 € |
| Jahresnutzwärmebedarf | 194 MWh |
| Wärmegestehungskosten | 180,12 €/MWh |

Thema: MBS nachhaltige Energie- und Wärmeversorgung Selmsdorf

Projekt: T21.09

Bearbeitungsstand: 13.04.2022

TRIGENIUS
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG

Anhang 8

Kalkulation kalte Nahwärme Selmsdorf „Südlich der Kirche / Hinterstraße“

Zusammenfassung Kaltes Wärmenetz

Netzstruktur

| | |
|-----------|---------|
| Abnehmer | 22 |
| Netzlänge | 744 trm |

Energiebilanz

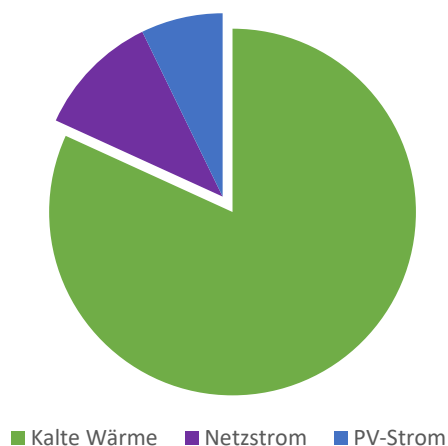
| | Leistung [kW] | Wärme / Arbeit [MWh/a] | |
|---|------------------|---------------------------|--------|
| Wärmebedarf Abnehmer / Erzeugung Wärmepumpen | 76 | 157,3 | |
| <i>mittl. Jahres-Arbeitszahl</i> | | 4,5 | |
| Wärmepumpenstrom | | 35,0 | 100,0% |
| <i>davon Netzstrom</i> | | 21,1 | 60,3% |
| <i>davon PV-Strom</i> | | 13,9 | 39,7% |
| Kalte Wärme (Netz) | 56 | 122,3 | |

| | | |
|--------------------------|-----|------------|
| Netzpumpe (Hilfsenergie) | 0,8 | 0,25 MWh/a |
|--------------------------|-----|------------|

Leitungsbemessung

| | Hauptl. | Anschlussl. | Gesamt |
|--------------------|---------|-------------|---------|
| Länge | 414 trm | 330 trm | 744 trm |
| Nennweite (mittel) | DN 40 | DN 20 | DN 25 |
| Nennweite (max) | | | DN 50 |

Quellen Wärmebereitstellung



Zusammenfassung Oberflächennahe Geothermie

Auslegung

| Sondenfeld | | |
|--------------|-------------------|-----|
| Sondenanzahl | [Stk] | 11 |
| Sondenlänge | [m] | 100 |
| Grundfläche | [m ²] | 704 |

| Kollektorfeld | | |
|-------------------------|-------------------|-------|
| Anzahl Kollektorstränge | [Stk] | 29 |
| Stranglänge | [m] | 100 |
| Grundfläche | [m ²] | 2.320 |

Energiebilanz

| | | | |
|---------------------------|---------|------|------|
| Bedarf frei Netz = Entzug | [MWh/a] | 122 | |
| Hilfsenergiebedarf | [MWh/a] | 0,18 | 0,06 |

Kalte Wärme Selmsdorf B-Plan 23

Investitionskostenschätzung

(Preise sind Nettopreise)

| | | EP | GP |
|-------------------------------|---------|--------------|-----------|
| Sondenfeld (inkl. Verrohrung) | 1.100 m | 96 €/m | 105.600 € |
| Kaltwärmenetz | 744 trm | 90 €/trm | 67.000 € |
| Hausanschlüsse | 22 Stk | 2.300 €/Stk | 50.600 € |
| Wärmepumpen inkl. Speicher | 22 Stk | 10.000 €/Stk | 220.000 € |
| Peripherie | psch. | | 11.000 € |
| Zwischensumme | | | 454.200 € |
| Unvorhergesehenes | 15% | | 68.100 € |
| Nebenkosten | 12% | | 54.500 € |

| | | |
|---------------------------------------|--------------|------------------|
| Investition vor Förderung | | 576.800 € |
| Summe Förderung | 40,0% | 230.720 € |
| BEW (Entwurf) - systemische Förderung | 40,0% | 230.720 € |
| Investition nach Förderung | | 346.080 € |

Betriebskostenschätzung

(Preise sind Nettopreise)

| | |
|-----------------------------|------------------|
| Personalkosten (TBF / KBF) | 900 €/a |
| Wartung / Instandhaltung | 4.300 €/a |
| Versicherungen / Abgaben... | 3.100 €/a |
| Summe Betriebskosten | 8.300 €/a |

Verbrauchskostenschätzung

(Preise sind Nettopreise)

| | | | |
|-------------------------------|------------|--------------|------------------|
| PV-Strom (Wärmepumpen) | 13,9 MWh/a | 10,00 ct/kWh | 1.390 €/a |
| Wärmepumpenstrom (Netz) | 21,1 MWh/a | 35,90 ct/kWh | 7.570 €/a |
| Hilfsenergie (Strom - Netz) | 0,5 MWh/a | 35,90 ct/kWh | 170 €/a |
| CO ₂ -Preis-Umlage | 11 t/a | 30,00 €/t | 330 €/a |
| Summe Verbrauchskosten | | | 9.460 €/a |

Berechnung Wärmegestehungskosten

(Preise sind Nettopreise)

| | |
|--|-----------------|
| Jährliche Kapitalkosten (Annuitätenmethode) | 16.168 € |
|--|-----------------|

| | |
|----------|------------|
| Zinssatz | 1,55% p.a. |
| Laufzeit | 20 a |
| Restwert | 95.028 € |
| KWF | 0,0585 |
| RVF | 0,0430 |

| | |
|--|----------------|
| Jährliche Betriebskosten (siehe oben) | 8.300 € |
|--|----------------|

| | |
|--|----------------|
| Jährliche Verbrauchskosten (siehe oben) | 9.460 € |
|--|----------------|

| | |
|------------------------------|---------------------|
| Jahreskosten gesamt | 33.928 € |
| Jahresnutzwärmebedarf | 157 MWh |
| Wärmegestehungskosten | 215,69 €/MWh |

Thema: MBS nachhaltige Energie- und Wärmeversorgung Selmsdorf

Projekt: T21.09

Bearbeitungsstand: 13.04.2022

TRIGENIUS
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG

Anhang 9

Kalkulation alternativer Versorgungskonzepte

| Technologie | | Erdgas-Brennwert-Therme | |
|--------------------------------|-----------|--------------------------------|---------------------|
| | | Bestand | Neubau |
| Auslegung | | | |
| Erdgastherme | | 18 kW | 11 kW |
| Wärmebereitstellung | | | |
| Erdgastherme | | 30.000 kWh/a | 11.250 kWh/a |
| Effizienz | | | |
| JNG Erdgastherme | | 0,91 | 0,97 |
| Endenergiebedarf | | | |
| Erdgas | | 32.967 kWh/a | 11.598 kWh/a |
| Strom (Hilfsenergie) | | 50 kWh/a | 50 kWh/a |
| Investition | | | |
| | | 6.400 € | 4.900 € |
| Gastherme | | 3.900 € | 2.400 € |
| Gasanschluss | | 2.000 € | 2.000 € |
| Schornstein | | 500 € | 500 € |
| Kapitalkosten | | | |
| | | 517 €/a | 396 €/a |
| Zinssatz | | 2,5% | 2,5% |
| Nutzungsdauer | | 15 a | 15 a |
| Betriebskosten | | | |
| | | 220 €/a | 220 €/a |
| Wartung / Instandhaltung | | 150 €/a | 150 €/a |
| Schornsteinfeger | | 70 €/a | 70 €/a |
| Versicherung | | 0 €/a | 0 €/a |
| Verbrauchskosten | | | |
| | | 5.541 €/a | 1.961 €/a |
| Erdgas | 160 €/MWh | 5.275 €/a | 1.856 €/a |
| Strom (Hilfsenergie) | 36 ct/kWh | 18 €/a | 18 €/a |
| CO2-Preis | 30 €/t | 248 €/a | 88 €/a |
| Gesamtkosten | | | |
| | | 6.278 €/a | 2.577 €/a |
| Wärmegestehungskosten | | | |
| | | 209,25 €/MWh | 229,08 €/MWh |
| THG-Emissionen | | | |
| als CO₂-äqu. | | 8,3 t/a | 2,9 t/a |
| | | 276 g/kWh | 260 g/kWh |
| Erdgas | 250 g/kWh | 8,2 t/a | 2,9 t/a |
| Strom | 484 g/kWh | 0,0 t/a | 0,0 t/a |

| Technologie | | Flüssiggas-Brennwert-Therme | |
|--------------------------------|-----------|------------------------------------|---------------------|
| | | Bestand | Neubau |
| Auslegung | | | |
| Erdgastherme | | 18 kW | 11 kW |
| Wärmebereitstellung | | | |
| Gastherme | | 30.000 kWh/a | 11.250 kWh/a |
| Effizienz | | | |
| JNG Gastherme | | 0,91 | 0,97 |
| Endenergiebedarf | | | |
| Flüssiggas | | 32.967 kWh/a | 11.598 kWh/a |
| Strom (Hilfsenergie) | | 50 kWh/a | 50 kWh/a |
| Investition | | | |
| | | 7.400 € | 4.900 € |
| Gastherme | | 3.900 € | 2.400 € |
| Flüssiggastank | | 3.000 € | 2.000 € |
| Schornstein | | 500 € | 500 € |
| Kapitalkosten | | | |
| | | 598 €/a | 396 €/a |
| Zinssatz | | 2,5% | 2,5% |
| Nutzungsdauer | | 15 a | 15 a |
| Betriebskosten | | | |
| | | 240 €/a | 240 €/a |
| Wartung / Instandhaltung | | 170 €/a | 170 €/a |
| Schornsteinfeger | | 70 €/a | 70 €/a |
| Versicherung | | 0 €/a | 0 €/a |
| Verbrauchskosten | | | |
| | | 5.567 €/a | 1.971 €/a |
| Flüssiggas | 160 €/MWh | 5.275 €/a | 1.856 €/a |
| Strom (Hilfsenergie) | 36 ct/kWh | 18 €/a | 18 €/a |
| CO2-Preis | 30 €/t | 275 €/a | 97 €/a |
| Gesamtkosten | | | |
| | | 6.405 €/a | 2.607 €/a |
| Wärmegestehungskosten | | | |
| | | 213,50 €/MWh | 231,69 €/MWh |
| THG-Emissionen | | | |
| <i>als CO₂-äqu.</i> | | 9,2 t/a | 3,2 t/a |
| | | 305 g/kWh | 288 g/kWh |
| Erdgas | 277 g/kWh | 9,1 t/a | 3,2 t/a |
| Strom | 484 g/kWh | 0,0 t/a | 0,0 t/a |

| Technologie | | Heizöl-Brennwert-Kessel | |
|--------------------------------|-----------|--------------------------------|---------------------|
| | | Bestand | Neubau |
| Auslegung | | | |
| Heizökessel | | 18 kW | 11 kW |
| Wärmebereitstellung | | | |
| Heizökessel | | 30.000 kWh/a | 11.250 kWh/a |
| Effizienz | | | |
| JNG Heizökessel | | 0,90 | 0,91 |
| Endenergiebedarf | | | |
| Heizöl | | 33.333 kWh/a | 12.363 kWh/a |
| Strom (Hilfsenergie) | | 150 kWh/a | 150 kWh/a |
| Investition | | | |
| | | 8.600 € | 4.700 € |
| Heizökessel | | 3.600 € | 2.200 € |
| Öltank | | 4.500 € | 2.000 € |
| Schornstein | | 500 € | 500 € |
| Kapitalkosten | | | |
| | | 695 €/a | 380 €/a |
| Zinssatz | | 2,5% | 2,5% |
| Nutzungsdauer | | 15 a | 15 a |
| Betriebskosten | | | |
| | | 310 €/a | 310 €/a |
| Wartung / Instandhaltung | | 200 €/a | 200 €/a |
| Schornsteinfeger | | 50 €/a | 50 €/a |
| Versicherung | | 60 €/a | 60 €/a |
| Verbrauchskosten | | | |
| | | 4.375 €/a | 1.658 €/a |
| Heizöl | 120 €/MWh | 4.000 €/a | 1.484 €/a |
| Strom (Hilfsenergie) | 36 ct/kWh | 54 €/a | 54 €/a |
| CO2-Preis | 30 €/t | 321 €/a | 120 €/a |
| Gesamtkosten | | | |
| | | 5.380 €/a | 2.348 €/a |
| Wärmegestehungskosten | | | |
| | | 179,33 €/MWh | 208,68 €/MWh |
| THG-Emissionen | | | |
| als CO₂-äqu. | | 10,7 t/a | 4,0 t/a |
| | | 357 g/kWh | 357 g/kWh |
| Heizöl | 319 g/kWh | 10,6 t/a | 3,9 t/a |
| Strom | 484 g/kWh | 0,1 t/a | 0,1 t/a |

| | | |
|--------------------|---|--|
| Technologie | Solarthermie (Aufdach) + Erdgas-Brennwert-Therme | |
|--------------------|---|--|

| | | |
|--|----------------|---------------|
| | Bestand | Neubau |
|--|----------------|---------------|

Auslegung

| | | |
|----------------|------------------|-------------------|
| Solarthermie | 7 m ² | 12 m ² |
| Pufferspeicher | 400 ltr. | 900 ltr. |
| Erdgastherme | 18 kW | 11 kW |

Wärmebereitstellung

| | | |
|--------------|--------------|--------------|
| | 30.000 kWh/a | 11.250 kWh/a |
| Solarthermie | 2.500 kWh/a | 3.375 kWh/a |
| Erdgastherme | 27.500 kWh/a | 7.875 kWh/a |

Effizienz

| | | |
|------------------|------|------|
| JNG Erdgastherme | 0,91 | 0,97 |
|------------------|------|------|

Endenergiebedarf

| | | |
|----------------------|--------------|-------------|
| Erdgas | 30.220 kWh/a | 8.119 kWh/a |
| Strom (Hilfsenergie) | 125 kWh/a | 125 kWh/a |

Investition

| | | |
|-------------------------------------|----------------|----------------|
| | 8.190 € | 9.800 € |
| Solarthermie (inkl. Pufferspeicher) | 5.300 € | 9.100 € |
| Gastherme | 3.900 € | 2.400 € |
| Gasanschluss | 2.000 € | 2.000 € |
| Schornstein | 500 € | 500 € |
| abzgl. Förderung (BEG) 30% | -3.510 € | -4.200 € |

Kapitalkosten

| | | |
|---------------|----------------|----------------|
| | 661 €/a | 792 €/a |
| Zinssatz | 2,5% | 2,5% |
| Nutzungsdauer | 15 a | 15 a |

Betriebskosten

| | | |
|--------------------------|----------------|----------------|
| | 275 €/a | 275 €/a |
| Wartung / Instandhaltung | 170 €/a | 170 €/a |
| Schornsteinfeger | 70 €/a | 70 €/a |
| Versicherung | 35 €/a | 35 €/a |

Verbrauchskosten

| | | |
|------------------------|------------------|------------------|
| | 5.109 €/a | 1.407 €/a |
| Erdgas | 160 €/MWh | 4.835 €/a |
| Strom (Hilfsenergie) | 36 ct/kWh | 45 €/a |
| CO ₂ -Preis | 30 €/t | 228 €/a |
| | | 63 €/a |

Gesamtkosten

| | | |
|------------------------------|---------------------|---------------------|
| | 6.045 €/a | 2.473 €/a |
| Wärmegestehungskosten | 201,50 €/MWh | 219,84 €/MWh |

THG-Emissionen

| | | | |
|---------------------------|-----------|------------------|------------------|
| | | 7,6 t/a | 2,1 t/a |
| als CO ₂ -äqu. | | 254 g/kWh | 186 g/kWh |
| Erdgas | 250 g/kWh | 7,6 t/a | 2,0 t/a |
| Strom | 484 g/kWh | 0,1 t/a | 0,1 t/a |

| | | |
|--------------------|----------------------|--|
| Technologie | Pellet-Kessel | |
|--------------------|----------------------|--|

| | |
|----------------|---------------|
| Bestand | Neubau |
|----------------|---------------|

Auslegung

| | | |
|---------------|-------|-------|
| Pellet-Kessel | 18 kW | 11 kW |
|---------------|-------|-------|

Wärmebereitstellung

| | | |
|---------------|--------------|--------------|
| Pellet-Kessel | 30.000 kWh/a | 11.250 kWh/a |
|---------------|--------------|--------------|

Effizienz

| | | |
|-------------------|------|------|
| JNG Pellet-Kessel | 0,90 | 0,91 |
|-------------------|------|------|

Endenergiebedarf

| | | |
|----------------------|--------------|--------------|
| Pellets | 33.333 kWh/a | 12.363 kWh/a |
| Strom (Hilfsenergie) | 250 kWh/a | 250 kWh/a |

| | | |
|----------------------------|-----------------|-----------------|
| Investition | 12.980 € | 11.615 € |
| Pellet-Kessel | 10.500 € | 9.500 € |
| Pufferspeicher | 3.300 € | 2.700 € |
| Pellet-Lager | 5.400 € | 4.900 € |
| Schornstein | 500 € | 500 € |
| abzgl. Förderung (BEG) 35% | -6.720 € | -5.985 € |

| | | |
|----------------------|------------------|----------------|
| Kapitalkosten | 1.048 €/a | 938 €/a |
| Zinssatz | 2,5% | 2,5% |
| Nutzungsdauer | 15 a | 15 a |

| | | |
|--------------------------|----------------|----------------|
| Betriebskosten | 350 €/a | 350 €/a |
| Wartung / Instandhaltung | 200 €/a | 200 €/a |
| Schornsteinfeger | 150 €/a | 150 €/a |
| Versicherung | 0 €/a | 0 €/a |

| | | |
|--------------------------------|------------------|------------------|
| Verbrauchskosten | 2.628 €/a | 1.038 €/a |
| Pellets 75 €/MWh | 2.500 €/a | 927 €/a |
| Strom (Hilfsenergie) 39 ct/kWh | 98 €/a | 98 €/a |
| CO2-Preis 30 €/t | 31 €/a | 14 €/a |

| | | |
|------------------------------|---------------------|---------------------|
| Gesamtkosten | 4.026 €/a | 2.326 €/a |
| Wärmegestehungskosten | 134,22 €/MWh | 206,80 €/MWh |

| | | |
|---------------------------|-----------------|-----------------|
| THG-Emissionen | 1,0 t/a | 0,5 t/a |
| als CO ₂ -äqu. | 34 g/kWh | 40 g/kWh |
| Pellets 27 g/kWh | 0,9 t/a | 0,3 t/a |
| Strom 484 g/kWh | 0,1 t/a | 0,1 t/a |