
GP JOULE

TRUST YOUR ENERGY.

**Machbarkeitsstudie -
Regionales Wärmekonzept für
die Gemeinden Kollow, Gülzow, Hamwarde und
Wiershop**

aufgestellt durch



GP JOULE Think GmbH & Co. KG
Maierhof 1
86647 Buttenwiesen

Büro GP JOULE Nord
Cecilienkoog 16
25821 Reußenköge

beauftragt durch



Amt Schwarzenbek-Land
Der Amtsvorsteher
Gülzower Straße 1
21493 Schwarzenbek

gefördert durch



Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung.....	11
2.	Standort und Zielbestimmung	12
2.1	Zielbestimmung	12
2.2	Standort	12
2.3	Räumliche Abgrenzung	13
3.	Potenzialanalyse.....	15
3.1	Haushaltsbefragung	15
3.1.1	Kollow.....	15
3.1.2	Gülzow	17
3.1.3	Hamwarde	19
3.1.4	Wiershop	21
3.1.5	Zusammenfassung.....	23
3.1.6	Bewertung der Haushaltsbefragung	25
3.2	Siedlungsstruktur.....	26
3.2.1	Kollow.....	26
3.2.2	Gülzow	27
3.2.3	Hamwarde	27
3.2.4	Wiershop	28
3.3	Wärmebedarfsanalyse	29
3.3.1	Kollow.....	29
3.3.2	Gülzow	30
3.3.3	Hamwarde	32
3.3.4	Wiershop	33
3.3.5	Zusammenfassung.....	34
4.	Trassierung	35
4.1	Wärmebedarfsclusteranalyse.....	35
4.1.1	Kollow.....	35
4.1.2	Gülzow	36
4.1.3	Hamwarde	37
4.1.4	Wiershop	38
4.2	Skizzierung der Trassenverläufe	39

4.2.1	Kollow.....	39
4.2.2	Gülzow	40
4.2.3	Hamwarde	41
4.2.4	Wiershop	42
4.3	Rechtliche Vorprüfung	43
4.4	Standortvorprüfung für Heizzentrale und Wärmenetz	44
4.4.1	Kollow.....	45
4.4.2	Gülzow	46
4.4.3	Hamwarde	48
4.4.4	Wiershop	49
5.	Konzept zur Wärmeversorgung	51
5.1	Das Gesamtkonzept	51
5.2	Die „mobile Wärme“	52
5.2.1	Das Grundprinzip der „mobilen Wärme“	52
5.2.2	Versorgung der „mobilen Wärme“	53
5.3	Kollow.....	53
5.3.1	Wärmelastgang.....	53
5.3.2	Wärmeerzeugung.....	54
5.4	Gülzow	56
5.4.1	Wärmelastgang.....	56
5.4.2	Wärmeerzeugung.....	57
5.5	Hamwarde	58
5.5.1	Wärmelastgang.....	58
5.5.2	Wärmeerzeugung.....	59
5.6	Wiershop	61
5.6.1	Wärmelastgang.....	61
5.6.2	Wärmeerzeugung.....	62
5.7	Investitionskosten der Konzepte.....	63
5.7.1	Kollow.....	64
5.7.2	Gülzow	64
5.7.3	Hamwarde	64
5.7.4	Wiershop	65
5.7.5	Zusammenfassung.....	65

6.	Bewertung der Brennstoffherzeugung.....	66
6.1	Das BtE®-Verfahren	66
6.2	Potenzielle Standorte der BtE® Anlage.....	68
6.3	Verfügbarkeit und Herkunft der benötigten Biomasse.....	69
6.4	Die Grünschnittpellets.....	72
6.5	CO ₂ -Bilanz der Brennstoffherzeugung.....	74
6.6	Kosten der Brennstoffherzeugung.....	75
6.7	Zusammenfassung.....	76
7.	Mess-, Steuer- und Regelungstechnik.....	77
8.	Betriebsführung	79
8.1	Kaufmännische Betriebsführung.....	79
8.2	Technische Betriebsführung	80
9.	Förderungen	81
10.	Gesamtkosten	85
10.1	Investitionsgebundene Kosten	85
10.1.1	Kollow.....	85
10.1.2	Gülzow.....	86
10.1.3	Hamwarde.....	86
10.1.4	Wiershop.....	87
10.1.5	Zusammenfassung	87
10.2	Betriebsgebundene Kosten	88
10.2.1	Kollow.....	88
10.2.2	Gülzow.....	88
10.2.3	Hamwarde.....	89
10.2.4	Wiershop.....	89
10.2.5	Zusammenfassung	89
10.3	Verbrauchsgebundene Kosten	90
10.3.1	Kollow.....	90
10.3.2	Gülzow.....	91
10.3.3	Hamwarde.....	91
10.3.4	Wiershop.....	91
10.3.5	Zusammenfassung	92
10.4	Gesamtkosten und Vollkosten	92

10.4.1	Kollow.....	92
10.4.2	Gülzow.....	93
10.4.3	Hamwarde.....	93
10.4.4	Wiershop.....	94
10.4.5	Zusammenfassung.....	94
10.5	Endkundenkosten.....	96
10.5.1	Anschlusspreis.....	97
10.5.2	Grund- und Arbeitspreis.....	98
10.6	BEG - Endkundenförderung.....	99
10.6.1	Anforderungen.....	99
10.6.2	Geltende Fristen.....	99
10.6.3	Förderfähige Kosten.....	100
10.6.4	Höhe der Förderung.....	100
10.7	Business Case.....	101
11.	Ökologische Bilanzierung.....	105
11.1	Kollow.....	105
11.2	Gülzow.....	106
11.3	Hamwarde.....	107
11.4	Wiershop.....	108
11.5	Zusammenfassung.....	109
12.	Betreibermodell.....	111
12.1	Die Gemeindewerke.....	112
12.2	Das Regionalwerk.....	112
13.	Ausblick.....	114
14.	Literaturverzeichnis.....	115
15.	Anhang.....	116

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Darstellung der Gemeindegebiete.....	13
Abbildung 2: Potenzialbereich der vier Gemeinden.....	14
Abbildung 3: Kollow Interessenten.....	16
Abbildung 4: Ölheizungen in Kollow	17
Abbildung 5: Gülzow Interessenten	18
Abbildung 6: Ölheizungen in Gülzow	19
Abbildung 7: Hamwarde Interessenten	20
Abbildung 8: Ölheizungen in Hamwarde	21
Abbildung 9: Wiershop Interessenten	22
Abbildung 10: Ölheizungen in Wiershop	23
Abbildung 11: Ölheizungen in den vier Gemeinden	24
Abbildung 12: Siedlungsstruktur Kollow	26
Abbildung 13: Siedlungsstruktur Gülzow	27
Abbildung 14: Siedlungsstruktur Hamwarde	28
Abbildung 15: Siedlungsstruktur Wiershop	29
Abbildung 16: Wärmelinienichte Kollow.....	36
Abbildung 17: Wärmelinienichte Gülzow.....	37
Abbildung 18: Wärmelinienichte Hamwarde.....	38
Abbildung 19: Wärmelinienichte Wiershop.....	39
Abbildung 20: Wärmetrasse Kollow.....	40
Abbildung 21: Wärmetrasse Gülzow.....	41
Abbildung 22: Wärmetrasse Hamwarde.....	42
Abbildung 23: Wärmetrasse Wiershop.....	43
Abbildung 24: Standortvorprüfung Heizzentrale Kollow	45
Abbildung 25: Standortvorprüfung Wärmeleitung Kollow.....	46
Abbildung 26: Standortvorprüfung Heizzentrale Gülzow.....	47
Abbildung 27: Standortvorprüfung Wärmetrasse Gülzow	48
Abbildung 28: Standortvorprüfung Heizzentrale Hamwarde.....	48
Abbildung 29: Standortvorprüfung Wärmetrasse Hamwarde	49
Abbildung 30: Standortvorprüfung Heizzentrale Wiershop.....	50
Abbildung 31: Standortvorprüfung Wärmetrasse Wiershop	50
Abbildung 32: Gesamtkonzept zur Wärmeversorgung	51
Abbildung 33: Wärmelastgang Kollow	54
Abbildung 34: Wärmeerzeugung Kollow V1	55

Abbildung 35: Wärmeerzeugung Kollow V2.....	55
Abbildung 36: Wärmelastgang Gülzow	56
Abbildung 37: Wärmeerzeugung Gülzow V1.....	57
Abbildung 38: Wärmeerzeugung Gülzow V2.....	58
Abbildung 39: Wärmelastgang Hamwarde	59
Abbildung 40: Wärmeerzeugung Hamwarde V1.....	60
Abbildung 41: Wärmeerzeugung Hamwarde V2.....	60
Abbildung 42: Wärmelastgang Wiershop	61
Abbildung 43: Wärmeerzeugung Wiershop V1	62
Abbildung 44: Wärmeerzeugung Wiershop V2.....	63
Abbildung 45: Anlagenschema des BtE®-Verfahrens (Biomass to Energy) der Firma Bi.En GmbH & Co. KG.....	67
Abbildung 46: Beispiel einer BtE®-3000-Anlage mit Lagerflächen, Produktionshalle und Biogasanlage.....	68
Abbildung 47: Sensitivität Anschlussquote	95
Abbildung 48: Sensitivität Anschlusspreis	97
Abbildung 49: Sensitivität Grundpreis	98
Abbildung 50: Entwicklung der auf die Energiebereitstellung bezogenen Kosten	102
Abbildung 51: Liquiditäts- und Kapitalplan für das Regionalwerk	103
Abbildung 52: CO ₂ Emissionen Kollow.....	106
Abbildung 53: CO ₂ Emissionen Gülzow	107
Abbildung 54: CO ₂ Emissionen Hamwarde	108
Abbildung 55: CO ₂ Emissionen Wiershop.....	109
Abbildung 56: CO ₂ Emissionen Gesamt.....	110
Abbildung 57: Beteiligte Unternehmen.....	111
Abbildung 58: Betreibermodell: Gemeindewerk	112
Abbildung 59: Betreibermodell: Regionalwerk	113

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Größe der vier Gemeinden.....	13
Tabelle 2: Baualter und Wärmebedarf Kollow	29
Tabelle 3: Baustandards Kollow	30
Tabelle 4: Wärmebedarf Kollow.....	30
Tabelle 5: Baualter und Wärmebedarf Gülzow	31
Tabelle 6: Baustandards Gülzow	31
Tabelle 7: Wärmebedarf Gülzow	31
Tabelle 8: Baualter und Wärmebedarf Hamwarde	32
Tabelle 9: Baustandards Hamwarde.....	32
Tabelle 10: Wärmebedarf Hamwarde	32
Tabelle 11: Baualter und Wärmebedarf Wiershop	33
Tabelle 12: Baustandards Wiershop.....	33
Tabelle 13: Wärmebedarf Wiershop	34
Tabelle 14: Zusammenfassung des Wärmebedarfs.....	34
Tabelle 15: Investitionskosten Kollow.....	64
Tabelle 16: Investitionskosten Gülzow	64
Tabelle 17: Investitionskosten Hamwarde	65
Tabelle 18: Investitionskosten Wiershop.....	65
Tabelle 19: Investitionskosten Gesamt.....	65
Tabelle 20: Auszug aus der DIN 17225-6, Spezifikation von Pellets.....	73
Tabelle 21: CO ₂ Bilanz des Brennstoffes.....	74
Tabelle 22: Aufgezeichnete Parameter durch die MSR - Technik.....	78
Tabelle 23: Leistungen der kaufmännischen Betriebsführung.....	79
Tabelle 24: Leistungen der technischen Betriebsführung	80
Tabelle 25: Fördermatrix.....	84
Tabelle 26: Investitionskosten Kollow.....	85
Tabelle 27: Investitionskosten Gülzow	86
Tabelle 28: Investitionskosten Hamwarde	86
Tabelle 29: Investitionskosten Wiershop.....	87
Tabelle 30: Investitionskosten Gesamt.....	87
Tabelle 31: Betriebskosten Kollow.....	88
Tabelle 32: Betriebskosten Gülzow	88
Tabelle 33: Betriebskosten Hamwarde	89
Tabelle 34: Betriebskosten Wiershop.....	89

Tabelle 35: Betriebskosten Gesamt.....	90
Tabelle 36: Verbrauchskosten Kollow	90
Tabelle 37: Verbrauchskosten Gülzow	91
Tabelle 38: Verbrauchskosten Hamwarde	91
Tabelle 39: Verbrauchskosten Wiershop	92
Tabelle 40: Verbrauchskosten Gesamt.....	92
Tabelle 41: Gesamtkosten Kollow.....	93
Tabelle 42: Gesamtkosten Gülzow	93
Tabelle 43: Gesamtkosten Hamwarde	94
Tabelle 44: Gesamtkosten Wiershop.....	94
Tabelle 45: Gesamtkosten Gesamt.....	95
Tabelle 46: Zusammenfassung der Vollkosten.....	96
Tabelle 47: CO ₂ Emissionsfaktoren (BLE, 2021).....	105

1. Einleitung

Das jüngste Urteil des Bundesverfassungsgerichts hat die Marschrichtung in Sachen Klimaschutz noch einmal deutlich gemacht: In Zukunft kann es keinen Aufschub der Thematik jenseits der laufenden Legislaturperiode mehr geben. In dem Urteil vom April 2021 wurde der begrenzte Planungshorizont des Klimaschutzgesetzes von 2019 als nicht mit dem Grundgesetz vereinbar erklärt (BVerfG, 2021). Dies stellt ein wichtiges Signal an alle Amtsträger und politischen Akteure dar. Die Dringlichkeit und Verbindlichkeit, die die vorgesehene CO₂-Bilanzierung und sukzessive Bepreisung mit sich bringen, eröffnen daher Entscheidungsträgern neuen Spielraum aus dem Finanzierung-Dilemma.

Die Ihnen vorliegende Machbarkeitsstudie zeigt diesbezüglich konkrete Umsetzungsmöglichkeiten auf, im Bereich der Wärmeversorgung dieser Thematik auf kommunaler Ebene richtungsweisend zu begegnen.

Der Wärmesektor spielt in der Energieversorgung mit über 50 % Anteil am gesamten Endenergieverbrauch die größte Rolle. Der Großteil des Wärmeverbrauchs entfällt wiederum mit etwa 46 % auf private Haushalte. Somit haben der Wärmesektor und insbesondere die privaten Haushalte eine Schlüsselrolle in der Reduktion klimaschädlicher Abgase und dem Gelingen der Energiewende. Nicht zuletzt ist die Erzeugung von Wärme dabei insbesondere für BürgerInnen von besonders hohem Stellenwert, da dieser Bereich ein enormes Potenzial im Hinblick auf die Verringerung von Heizkosten hat.

Die Machbarkeitsstudie der Gemeinden Kollow, Gülzow, Hamwarde und Wiershop soll aufzeigen, wie die Errichtung einer Nahwärmeversorgung mit der Nutzung von regionalem Grünschnitt sowohl technisch als auch wirtschaftlich realisiert werden kann. Die lokale Erzeugung des eigen genutzten Brennstoffs erhöht die Autarkie der Gemeinden und steht dabei ganz im Sinne einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft.

Zu Beginn der Studie steht eine Bestandsaufnahme: Hierfür wird der Wärmebedarf der Gemeinden ermittelt. Auf Basis der ermittelten Wärmelast wird für jede Gemeinde eine optimierte Trassierung erstellt sowie passende Erzeugungskonzepte ausgelegt. Anschließend werden, unter Berücksichtigung von Förderprogrammen, die Investitionskosten aufgeschlüsselt, die benötigt werden, um den Abnehmern einen attraktiven Wärmeabnahmepreis anbieten zu können.

2. Standort und Zielbestimmung

2.1 Zielbestimmung

Das Ziel der Machbarkeitsstudie ist es, die Projektbeteiligten über das Vorhaben einer langfristigen Infrastrukturmaßnahme im Bereich der Wärmeversorgung zur Erreichung ihrer sowohl ökonomischen als auch ökologischen Zielen aufzuklären. Durch eine transparente Aufbereitung verschiedener Szenarien werden zudem Handlungsoptionen geschaffen, die den individuellen Gemeindestrukturen gerecht werden. Somit können die Auftraggeber Entscheidungen über die konkreten Liefer- und Abnahmekonditionen treffen und in anstehenden Öffentlichkeitsveranstaltungen und Gesprächen mit Lieferanten und Abnehmern kommunizieren.

Die Motivation des regionalen Wärmekonzeptes ist es, eine nachhaltige und CO₂-neutrale Wärmeversorgung in den Gemeinden Kollow, Gülzow, Hamwarde und Wiershop, durch die Verwertung von Reststoffen ohne Konkurrenz zu landwirtschaftlichen Flächen und die Schließung regionaler Stoffkreisläufe, aufzubauen. Der Brennstoff aus der Region, die Zusammenarbeit der Gemeinden und BürgerInnen sowie lokaler Unternehmen, sollen eine Identifikation der Bevölkerung mit „ihrer“ Energieversorgung fördern und für eine hohe Akzeptanz sorgen.

2.2 Standort

Die vier Gemeinden Kollow, Gülzow, Hamwarde und Wiershop liegen im Kreis Herzogtum Lauenburg in Schleswig-Holstein, im östlichen Einzugsgebiet von Hamburg, nördlich der Elbe. Die vier Gemeinden und ihre Flächen sind in Abbildung 1 dargestellt.

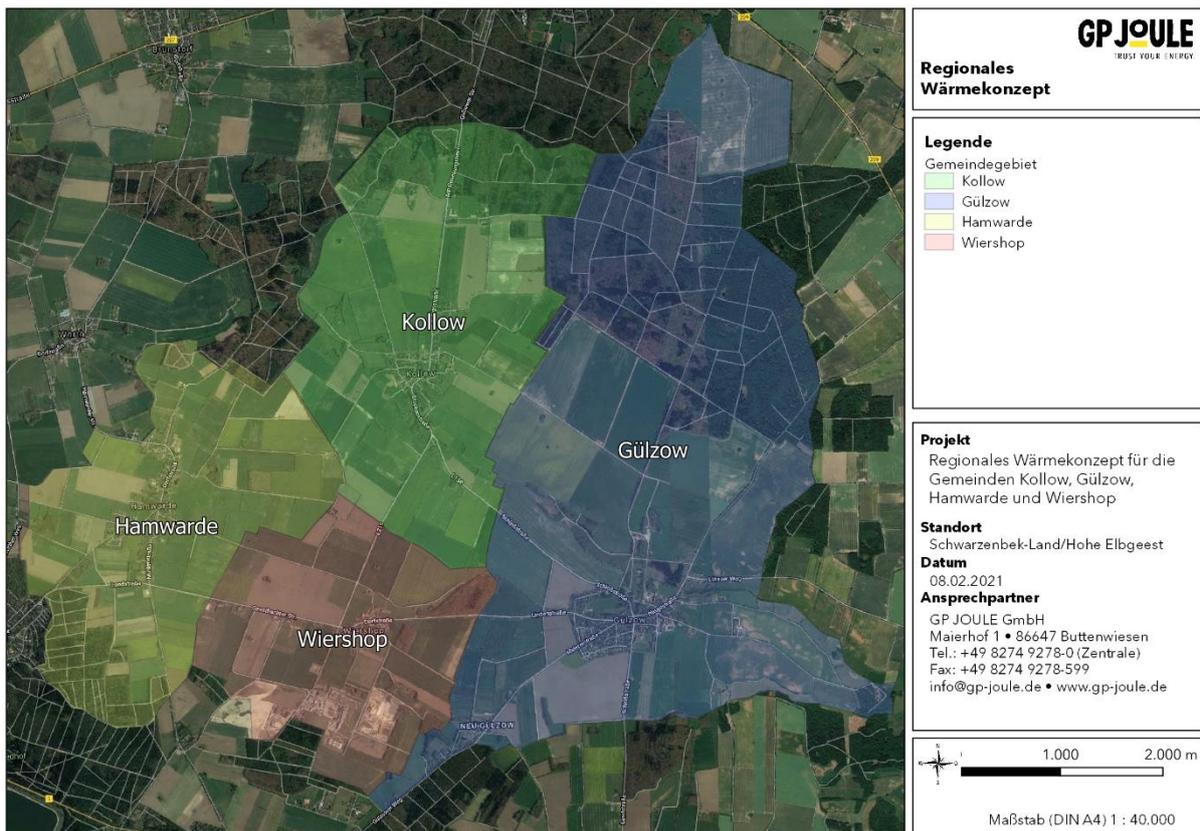


Abbildung 1: Darstellung der Gemeindegebiete

In der folgenden Tabelle 1 sind die vier Gemeinden hinsichtlich ihrer Einwohneranzahl und Fläche aufgelistet.

Gemeinde	Amt	Einwohner	Fläche	Einwohnerdichte
Kollow	Schwarzenbek-Land	609	8,21 km ²	74 Einwohner/km ²
Gülzow	Schwarzenbek-Land	1.313	17,07 km ²	77 Einwohner/km ²
Hamwarde	Hohe Elbgeest	867	6,68 km ²	130 Einwohner/km ²
Wiershop	Hohe Elbgeest	204	5,15 km ²	40 Einwohner/km ²
Gesamt		2.993	37,11 km²	81 Einwohner/km²

Tabelle 1: Größe der vier Gemeinden

2.3 Räumliche Abgrenzung

Die Potenzialuntersuchung zur Errichtung einer Wärmenetzinfrastruktur konzentriert sich auf die Hauptsiedlungsbereiche in den einzelnen vier Gemeinden. Dieses Vorgehen ist bedingt durch das bei Fernwärmenetzen gegebene systemabhängige Größenoptimum. Hierbei gilt es, die unvermeidlichen Netzverluste derart zu begrenzen, dass ein wirtschaftlicher Betrieb ermöglicht werden kann. Ermöglicht wird dies durch eine Clusterung von Anschlussbereichen, um so die Trasse(n) auf den kleinsten erforderlichen Rohrdurchmesser zu

dimensionieren. Der sich so ergebende Potenzialbereich und das Areal des Abfallwirtschaftszentrum der Buhck-Gruppe ist in Abbildung 2 farblich markiert.

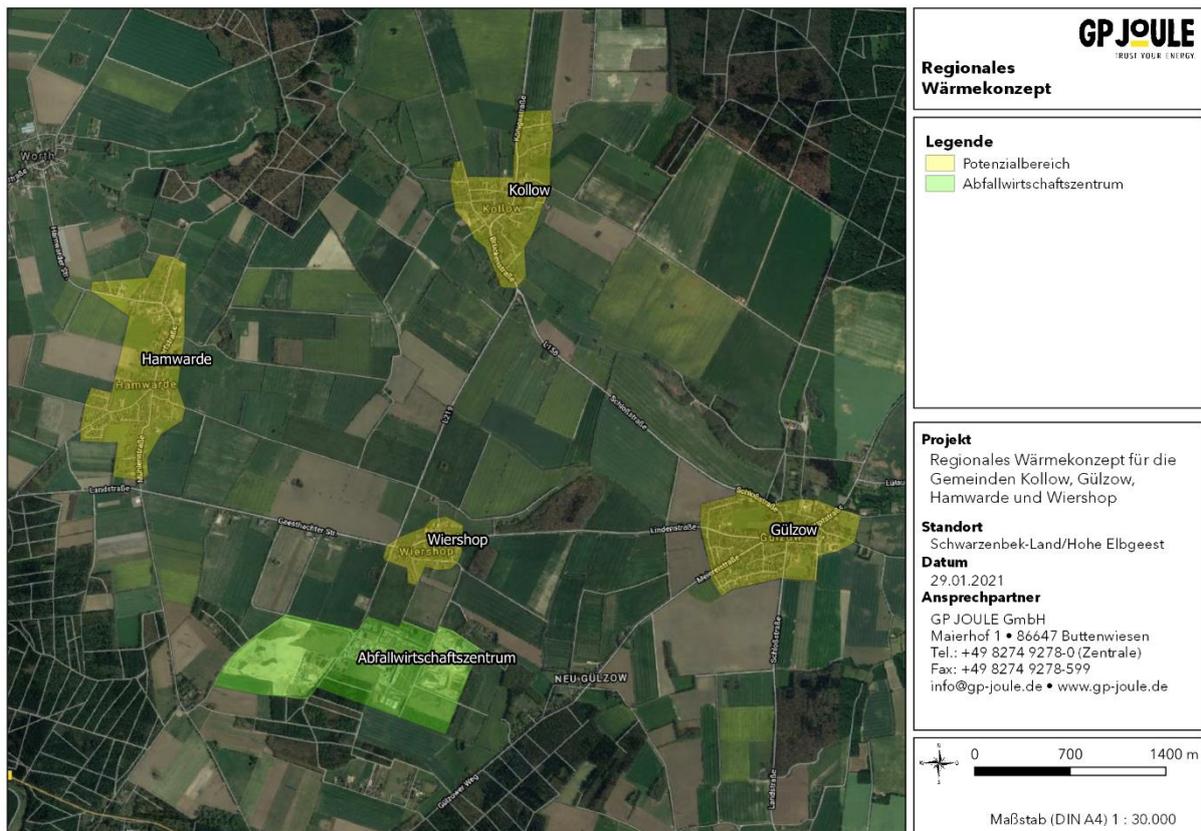


Abbildung 2: Potenzialbereich der vier Gemeinden

In den vier abgebildeten Potenzialbereichen befinden sich etwa 870 Liegenschaften, die durch ein Fernwärmenetz versorgt werden könnten.

3. Potenzialanalyse

In der Potenzialanalyse werden die vier Gebiete hinsichtlich ihres Wärmebedarfs untersucht. Durch eine Haushaltsbefragung wurden Informationen von den Bürgern bereitgestellt, die mit Daten der Gemeinden ergänzt werden konnten. Hierdurch konnten einzelne Bereiche der Gemeinden in unterschiedliche Baualtersklassen und Baustandards eingeordnet werden, um das überschlägige Wärmepotenzial der Gemeinden abbilden zu können.

3.1 Haushaltsbefragung

Im Rahmen dieser Studie wurde in den Gemeinden eine Haushaltsbefragung durchgeführt. Durch diese Haushaltsbefragung wurden einerseits Daten zum aktuellen Gebäudebestand und zur Wärmeversorgung und andererseits das generelle Interesse an der Möglichkeit, sich an ein Wärmenetz anschließen zu können, abgefragt.

3.1.1 Kollow

In der Gemeinde Kollow wurden insgesamt 300 Haushaltsfragebögen verteilt, von denen 62 ausgefüllt und eingereicht wurden, was einer Rücklaufquote von knapp 21 % entspricht.

Von den 62 Antworten haben 51 (82 %) Interesse an einem Wärmenetz und können sich einen Anschluss vorstellen, 8 Haushalte (13 %) haben weder Interesse, noch können sie sich einen Anschluss vorstellen, die letzten 3 Haushalte (5 %) haben keine Angaben getätigt.

Eine Darstellung der Verteilung der Antworten innerhalb der Gemeinde Kollow ist in Abbildung 3 gegeben.

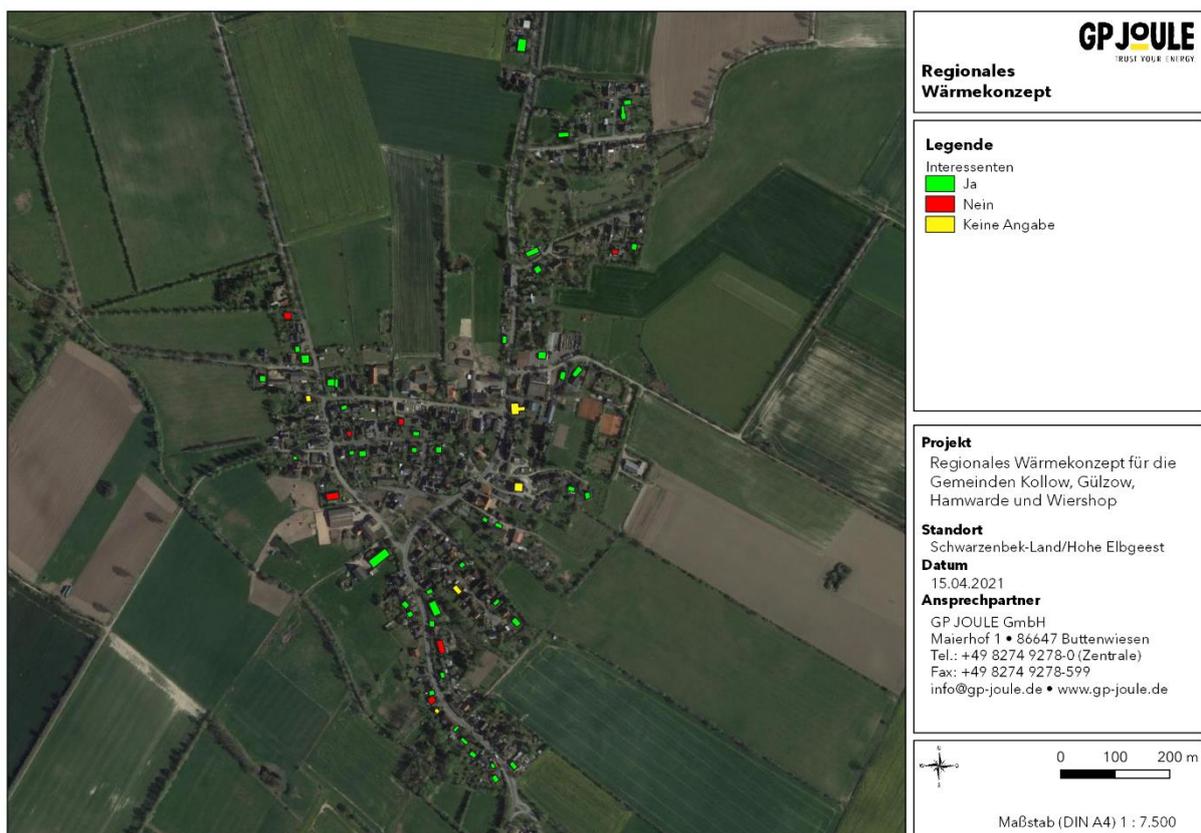


Abbildung 3: Kollow Interessenten

Die 62 Teilnehmer nutzen primär folgende Heizsysteme:

- 26 Ölheizungen (42 %)
- 32 Gasheizungen (52 %)
- 3 Holzheizungen (5 %)
- 1 Brennstoffzelle (1 %)

Davon erzeugen neun Haushalte zusätzlich Wärme durch Holz, vier durch Solarthermie und einer durch eine Wärmepumpe.

Von den 26 Haushalten mit einer Ölheizung haben 23 Haushalte das Alter der Heizung angegeben. Die jüngste Heizung ist 3 Jahre und die älteste 42 Jahre alt. Das Durchschnittsalter beträgt 24 Jahre. Der Median bzw. der Zentralwert, wenn sämtliche Altersangaben in aufsteigender Reihenfolge aufgelistet werden, beträgt 27 Jahre. Eine Darstellung des Alters der einzelnen Ölheizanlagen in Kollow ist in Abbildung 4 zu sehen.

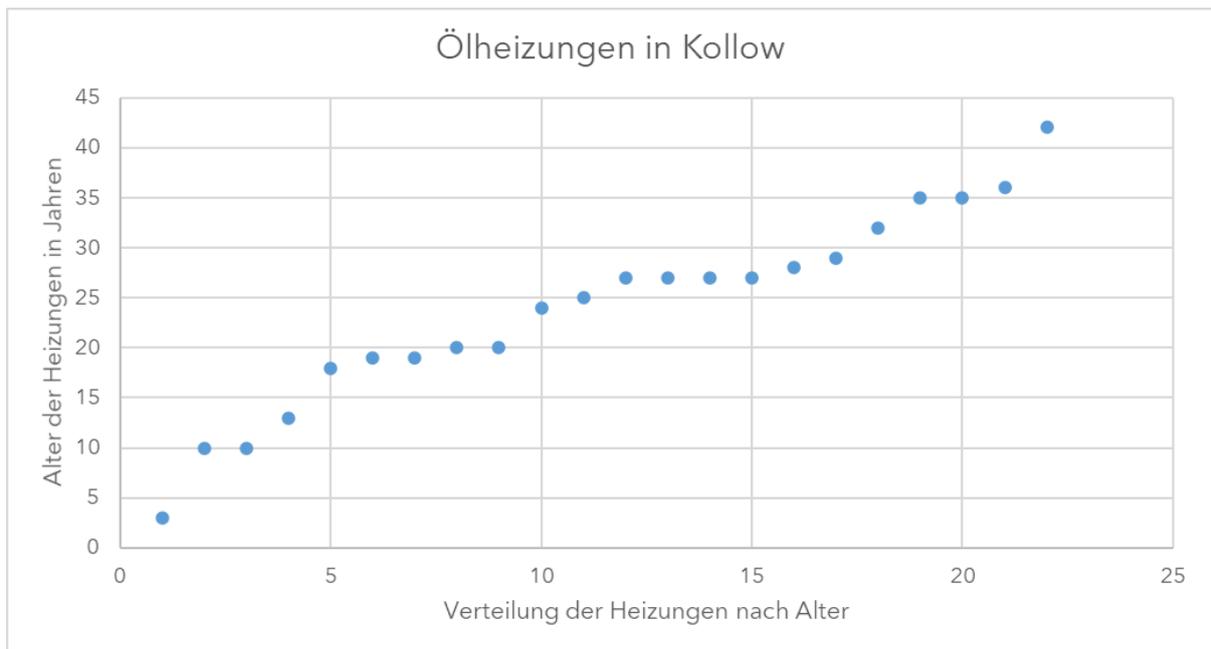


Abbildung 4: Ölheizungen in Kollow

3.1.2 Gülzow

In der Gemeinde Gülzow wurden insgesamt 500 Haushaltsfragebögen verteilt, von denen 66 ausgefüllt und eingereicht wurden, was einer Rücklaufquote von gut 13 % entspricht.

Von den 66 Antworten haben 44 Haushalte (67 %) Interesse an einem Wärmenetz, 12 Haushalte (18 %) haben kein Interesse und die übrigen 10 Haushalte (15 %) haben keine Angabe getätigt. Von den 66 Antworten können sich wiederum 49 Haushalte (74 %) einen Anschluss an das Wärmenetz vorstellen, 11 Haushalte (17 %) jedoch nicht und 6 Haushalte (9 %) haben keine Angabe gemacht.

Eine Darstellung der Verteilung der Antworten innerhalb der Gemeinde Gülzow ist in Abbildung 5 gegeben.

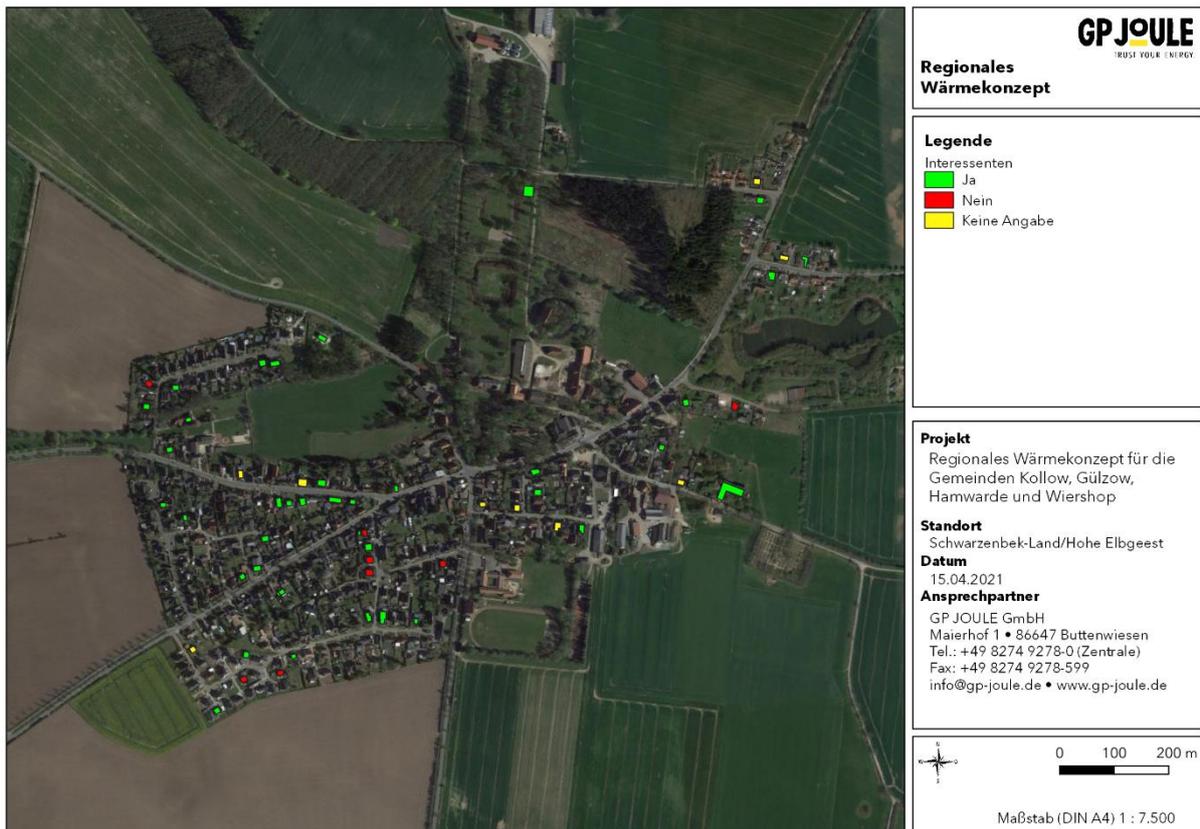


Abbildung 5: Gülzow Interessenten

Insgesamt 64 von 66 Teilnehmern nutzen primär folgende Heizsysteme:

- 20 Ölheizungen (31 %)
- 40 Gasheizungen (62 %)
- 1 Holzheizung (2 %)
- 3 Wärmepumpen (5 %)

Davon erzeugen elf Haushalte zusätzlich Wärme durch Holz, fünf durch Solarthermie, einer durch Pellets und einer durch eine Wärmepumpe.

Von den 20 Haushalten mit einer Ölheizung haben 16 Haushalte das Alter der Heizung angegeben. Die jüngste Heizung ist 10 Jahre und die älteste 32 Jahre alt. Das Durchschnittsalter beträgt 21 Jahre. Der Median bzw. der Zentralwert beträgt 20 Jahre. Eine Darstellung des Alters der einzelnen Ölheizanlagen in Gülzow ist in Abbildung 6 zu sehen.

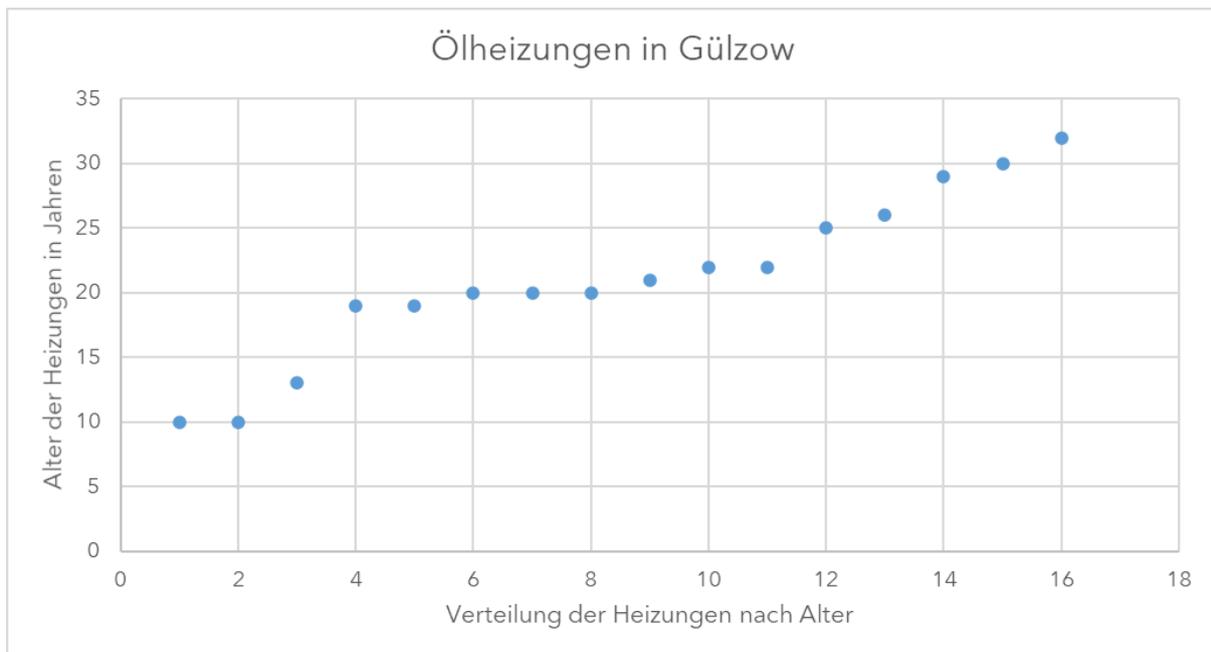


Abbildung 6: Ölheizungen in Gülzow

3.1.3 Hamwarde

In der Gemeinde Hamwarde wurden insgesamt 400 Haushaltsfragebögen verteilt, von denen 47 ausgefüllt und eingereicht wurden, was einer Rücklaufquote von knapp 12 % entspricht.

Von den 47 Antworten haben 32 Haushalte (68 %) Interesse an einem Wärmenetz und können sich einen Anschluss vorstellen, 11 Haushalte (23 %) haben weder Interesse, noch können sie sich einen Anschluss vorstellen, die letzten 4 Haushalte (9 %) haben keine Angaben zu Ihrem Interesse getätigt, können sich aber einen Anschluss vorstellen.

Eine Darstellung der Verteilung der Antworten innerhalb der Gemeinde Hamwarde ist in Abbildung 7 gegeben.

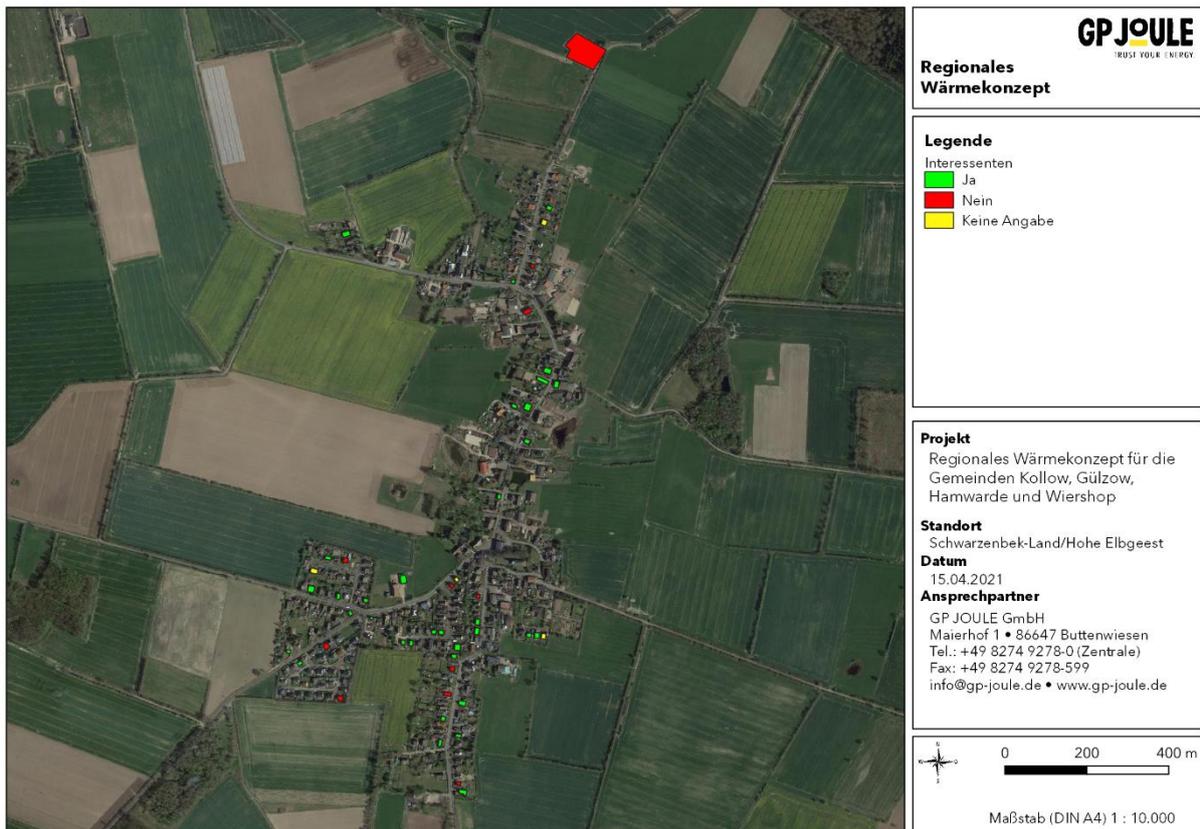


Abbildung 7: Hamwarde Interessenten

Insgesamt 42 von 47 Teilnehmern nutzen primär folgende Heizsysteme:

- 9 Ölheizungen (21 %)
- 28 Gasheizungen (67 %)
- 3 Holzheizungen (7%)
- 2 Wärmepumpen (5 %)

Davon erzeugen sieben Haushalte zusätzlich Wärme durch Holz und drei durch Solarthermie.

Von den 9 Haushalten mit einer Ölheizung haben alle Haushalte das Alter der Heizung angegeben. Die jüngste Heizung ist 6 Jahre und die älteste 38 Jahre alt. Das Durchschnittsalter beträgt 20 Jahre. Der Median bzw. der Zentralwert beträgt ebenfalls 20 Jahre. Eine Darstellung des Alters der einzelnen Ölheizanlagen in Hamwarde ist in Abbildung 8 zu sehen.

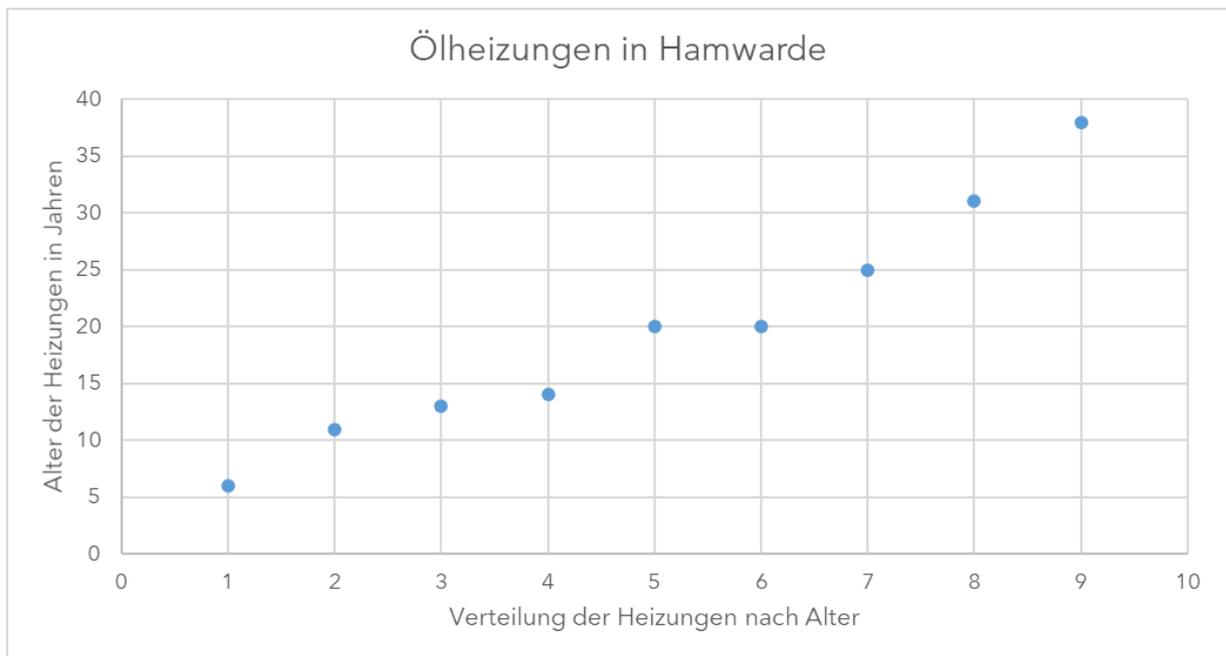


Abbildung 8: Ölheizungen in Hamwarde

3.1.4 Wiershop

In der Gemeinde Wiershop wurden insgesamt 100 Haushaltsfragebögen verteilt, von denen 22 ausgefüllt und eingereicht wurden, was einer Rücklaufquote von 22 % entspricht.

Von den 22 Antworten haben 15 Haushalte (68 %) Interesse an einem Wärmenetz und können sich einen Anschluss vorstellen, 4 Haushalte (18 %) haben weder Interesse, noch können sie sich einen Anschluss vorstellen, die letzten 3 Haushalte (14 %) haben keine Angaben zu Ihrem Interesse getätigt, können sich aber einen Anschluss in Zukunft vorstellen.

Eine Darstellung der Verteilung der Antworten innerhalb der Gemeinde Wiershop ist in Abbildung 9 gegeben.



Abbildung 9: Wiershop Interessenten

Die 22 Teilnehmer nutzen primär folgende Heizsysteme:

- 11 Ölheizungen (50 %)
- 9 Gasheizungen (41 %)
- 2 Wärmepumpen (9 %)

Davon erzeugt ein Haushalt zusätzlich Wärme durch Solarthermie.

Von den 11 Haushalten mit einer Ölheizung haben 10 Haushalte das Alter der Heizung angegeben. Die jüngste Heizung ist 6 Jahre und die älteste 48 Jahre alt. Das Durchschnittsalter beträgt 20 Jahre. Der Median bzw. der Zentralwert beträgt 18 Jahre. Eine Darstellung des Alters der einzelnen Ölheizanlagen in Wiershop ist in Abbildung 10 zu sehen.

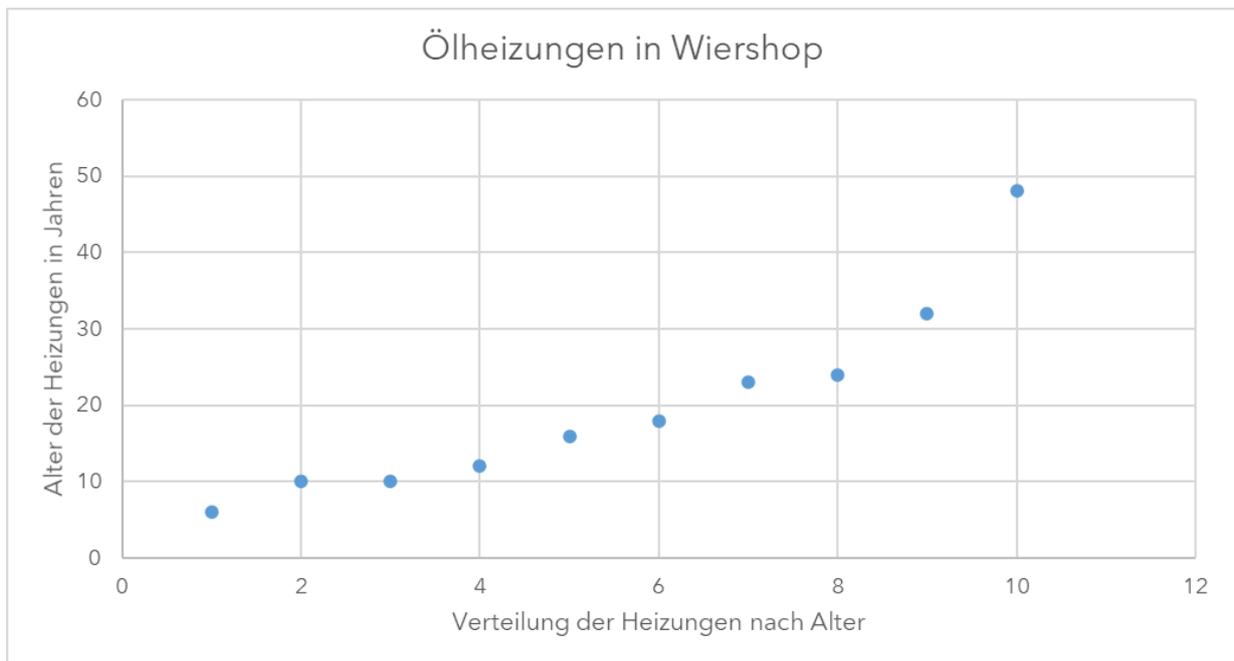


Abbildung 10: Ölheizungen in Wiershop

3.1.5 Zusammenfassung

In den vier Gemeinden Kollow, Gülzow, Hamwarde und Wiershop wurden insgesamt 1.300 Haushaltsfragebögen verteilt, von denen 197 ausgefüllt und eingereicht wurden, was einer Rücklaufquote von 15 % entspricht.

Von diesen 197 Antworten sind 147 Haushalte (75 %) an einem Wärmenetz interessiert, von den übrigen 50 Haushalten haben 32 kein Interesse (16 %) oder 18 keine Angabe (9 %) getätigt. Wiederum 155 Haushalte (79 %) können sich einen Anschluss an das Wärmenetz vorstellen, während die übrigen 42 Haushalte (21 %) sich einen Anschluss nicht vorstellen können oder sich unschlüssig sind.

Zusammengefasst nutzen 190 der 197 Rückmeldungen primär folgende Heizsysteme:

- 66 Ölheizungen (35 %)
- 109 Gasheizung (57 %)
- 7 Holzheizungen (4 %)
- 7 Wärmepumpen (4 %)
- 1 Brennstoffzelle (1 %)

Davon erzeugen 18 Haushalte zusätzlich Wärme durch Holz, neun durch Solarthermie, einer durch Pellets und einer durch eine Wärmepumpe.

Von den insgesamt 66 Haushalten mit einer Ölheizung haben 58 Haushalte das Alter der Heizung angegeben. Die jüngste Heizung ist 3 Jahre und die älteste 48 Jahre alt. Das Durchschnittsalter beträgt 22 Jahre. Der Median bzw. der Zentralwert beträgt 20 Jahre. Eine Darstellung des Alters der einzelnen Ölheizanlagen in den vier Gemeinden ist in Abbildung 11 zu sehen.

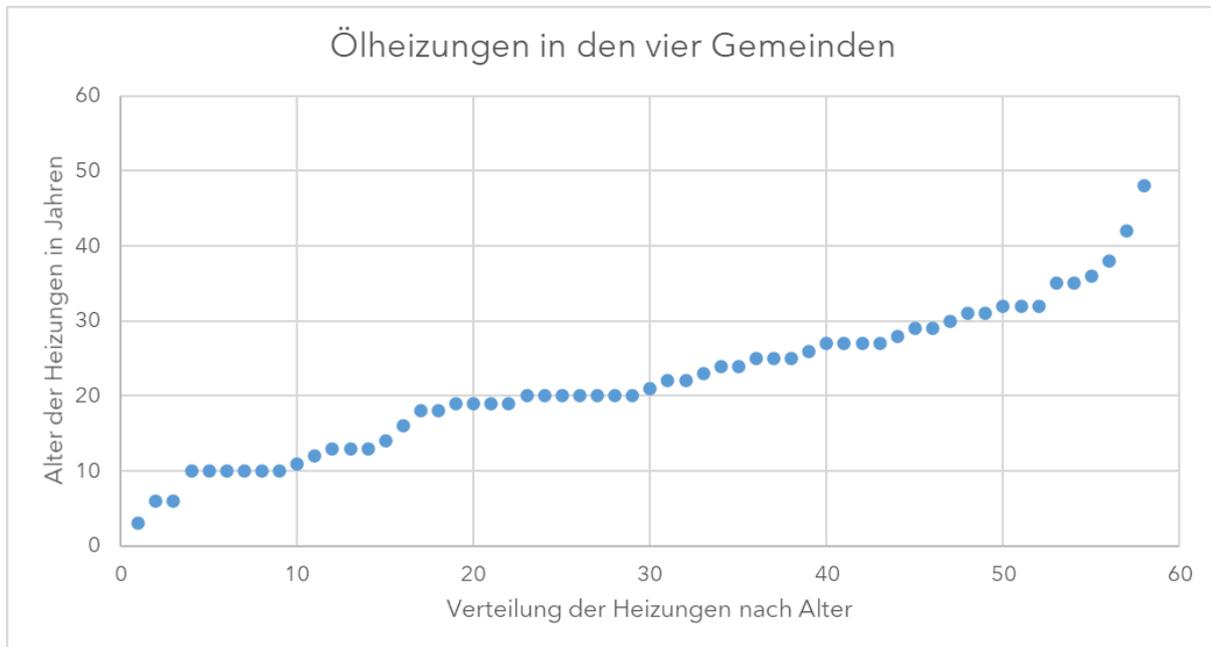


Abbildung 11: Ölheizungen in den vier Gemeinden

Die Auswertung der Ölheizungen zeigt, dass einige Eigentümer bereits einen akuten Handlungsbedarf haben. Diesen, wie auch vielen weiteren Ölheizungsbetreibern steht in naher Zukunft ein hoher Investitionsaufwand für eine neue Heizungsanlage bevor.

Durch die aktuelle Gesetzeslage wird es vor allem für Eigentümer mit einer Ölheizung immer attraktiver, sich um eine Alternative zu kümmern. Laut Gebäudeenergiegesetz (GEG § 72) ist der Betrieb einer Heizung, die älter als 30 Jahre ist, bereits verboten. (Gesetze im Internet, 2021) Der Einbau einer neuen Ölheizung wird nicht mehr gefördert und ist ab dem Jahr 2026 grundsätzlich verboten. Lediglich Hybridlösungen, also Ölheizungen in Kombination mit Zusatzinvestitionen für eine Wärmepumpe oder Solarthermie, sind erlaubt.

Zusätzlich sind die Betreiber von Ölheizungen am stärksten vom CO₂-Aufschlag betroffen. Mit einem aktuellen (2021) Aufschlag von 25 € pro Tonne CO₂, entstehen für 1.000 Liter Heizöl Mehrkosten von knapp 70 €. Da sich der CO₂-Aufschlag bis 2025 auf 55 € erhöht (und darüber hinaus perspektivisch noch mehr), steigen die Mehrkosten für 1.000 Liter Heizöl auf knapp 150€.

Von den 32 Haushalten, die kein Interesse am Fernwärmenetz haben, nutzen 29 Haushalte primär folgende Heizsysteme:

- 7 Ölheizungen (24 %)
- 18 Gasheizungen (62 %)
- 1 Holzheizung (3,5 %)
- 2 Wärmepumpen (7 %)
- 1 Brennstoffzelle (3,5 %)

3.1.6 Bewertung der Haushaltsbefragung

Die Auswertung der Haushaltsbefragung hat in vielerlei Hinsicht Erkenntnisse gebracht. Insgesamt haben knapp 200 Haushalte teilgenommen, wovon dreiviertel ein grundsätzliches Interesse an dem regionalen Wärmekonzept gezeigt haben. Von dem grundsätzlichen Interesse lässt sich ableiten, dass viele Haushalte sich bereits mit ihrer Wärmeversorgung beschäftigen und Bereitschaft zeigen, sich Gedanken über Alternativen machen.

Mit der Auswertung der Heizsysteme kann eine erste Einschätzung hinsichtlich des Modernisierungsbedarfs getätigt werden. In dem Fall spielt einerseits das Heizsystem eine Rolle, da vor allem Ölheizungen in Zukunft mit höheren Kosten betrieben werden müssen und andererseits das Alter, da eben jene Heizsysteme mit 30 Betriebsjahren stillzulegen sind und nicht ohne weiteres ersetzt werden können. Die Auswertung hat darüber hinaus einen hohen Anteil an gasbetriebenen Heizungen ergeben. Eine Gasheizung ist aktuell noch eine sehr günstige Art der Wärmeversorgung, daher sind Haushalte ohne Modernisierungsbedarf und ausgeprägtem Umweltbewusstsein noch schwierig zu akquirieren, was sich auch in der Interessenabfrage gezeigt hat.

Des Weiteren wurde die Verteilung der Interessenten über die Gemeinden dargestellt, einzelne Cluster mit einer überdurchschnittlich hohen Interessensdichte sind dabei bisher nicht auszumachen.

Die gesammelten Informationen geben einen Einblick in die aktuelle Wärmeversorgung in den Gemeinden und dienen als Grundlage der Ermittlung der Siedlungsstruktur und Ausrichtung der Endkundenakquise vor Ort.

3.2 Siedlungsstruktur

Anhand der Informationen der Haushaltsbefragung und Daten der Gemeinden wurden die Hauptsiedlungsbereiche in Baualterklassen unterteilt. In den Bereichen, die farblich nicht markiert sind, ist das Baualter der Gebäude sehr durchmischt, so dass eine Zuordnung in Baualterklassen, wie bei zusammenhängend erschlossenen Gebieten, nicht möglich ist.

3.2.1 Kollow

Die Gemeinde Kollow verfügt über einige landwirtschaftliche Höfe, die um das Jahr 1900 gebaut wurden und sich über den Ort verteilen. Der Ortskern wurde um 1970 stark verdichtet und in den 80er Jahren kamen Siedlungen im Nordosten der Gemeinde hinzu. Neben der letzten zusammenhängenden Erschließung im Schulenberg in den 90er Jahren sind die Gebäude vom Baualter sehr verteilt über die Gemeinde. Bezüglich der Entwicklung der Siedlungsstruktur ist nördlich vom Fasanenweg ein Neubaugebiet mit 30 Wohneinheiten für den Zeitraum 2023/2024 geplant. Eine Darstellung der Siedlungsstruktur von Kollow ist in Abbildung 12 gegeben.

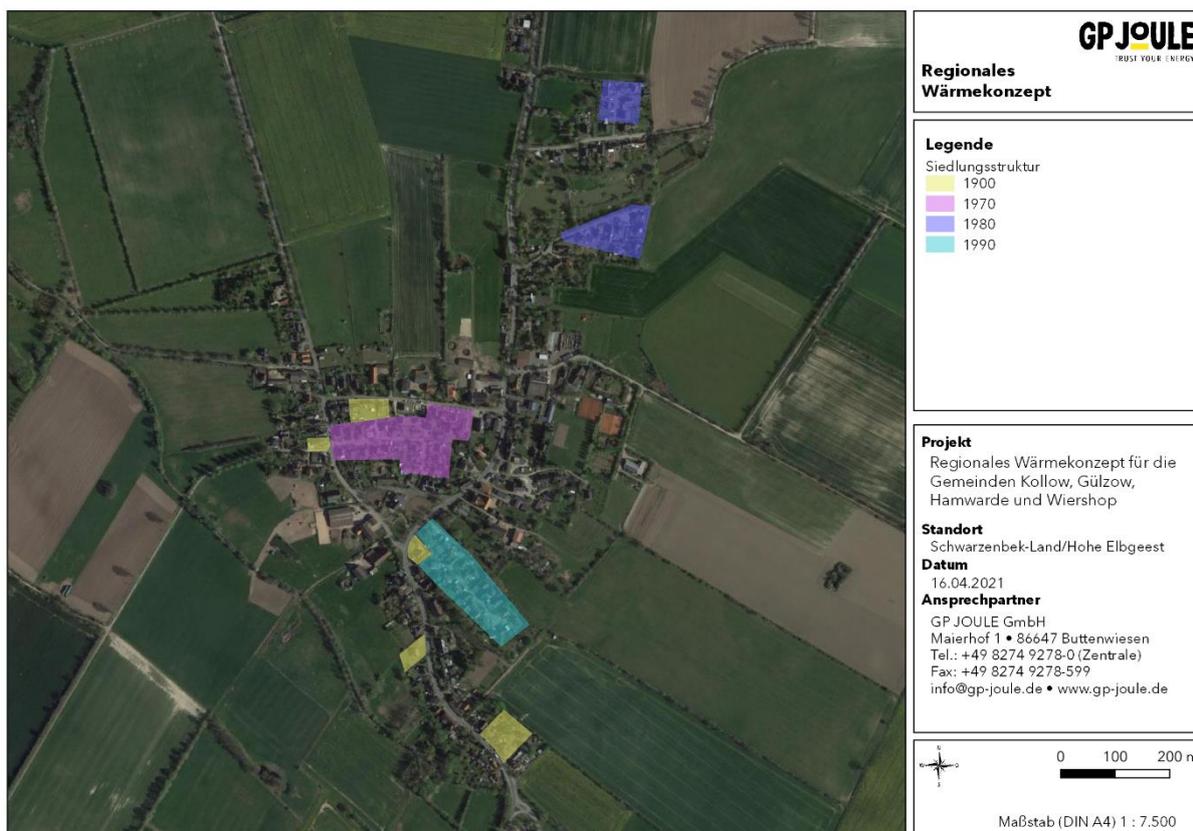


Abbildung 12: Siedlungsstruktur Kollow

3.2.2 Gülzow

Der ursprüngliche Kern der Gemeinde befindet sich im Osten von Gülzow. Im Laufe der Zeit ist die Gemeinde vor allem in Richtung Westen gewachsen. In den 50er Jahren wurde die Gemeinde im südlichen Bereich erweitert, während im westlichen Bereich von 1960 - 1990 Häuser hinzukamen. Seit den 2000ern wurden vor allem im südwestlichen Bereich neue Wohnhäuser gebaut. Der restliche Teil der Gemeinde mit einem Baujahr der Gebäude zwischen 1900 - 2000 ist sehr durchmischert und konnte nicht, wie in anderen Gebieten, genauer klassifiziert werden. Bezüglich der Entwicklung der Siedlungsstruktur ist südwestlich vom Neubaugebiet „An der Pferdekoppel“ eine zusätzliche Erweiterung mit 60 Wohneinheiten geplant. Eine Darstellung der Siedlungsstruktur von Gülzow ist in Abbildung 13 gegeben.

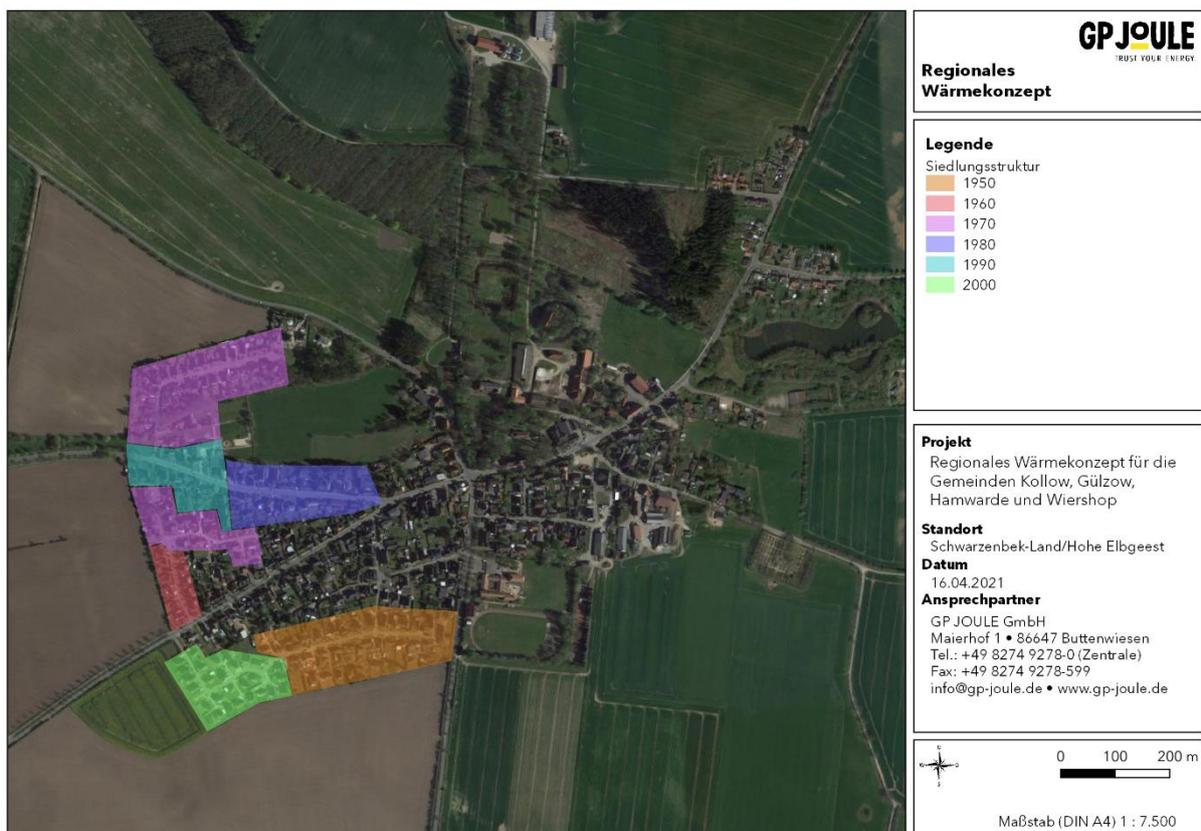


Abbildung 13: Siedlungsstruktur Gülzow

3.2.3 Hamwarde

Die Gemeinde Hamwarde hat einen Ortskern mit einer vom Baualter der Gebäude durchmischten Siedlungsstruktur, die zwischen 1900 und 2000 gebaut wurde. Gebiete, die zusammenhängend erweitert wurden, befinden sich vor allem im Süden und Norden von

Hamwarde. Während in den 90er Jahren der Forstweg besiedelt wurde, sind im Süden bereits seit den 70er Jahren viele Wohnhäuser hinzugekommen. Die letzte Erweiterung ist das Neubaugebiet im Südwesten von Hamwarde. Bezüglich der Entwicklung der Siedlungsstruktur ist südlich der Kirchenkoppel ein weiteres Neubaugebiet zur Erschließung geplant. Eine Darstellung der Siedlungsstruktur von Hamwarde ist in Abbildung 14 gegeben.

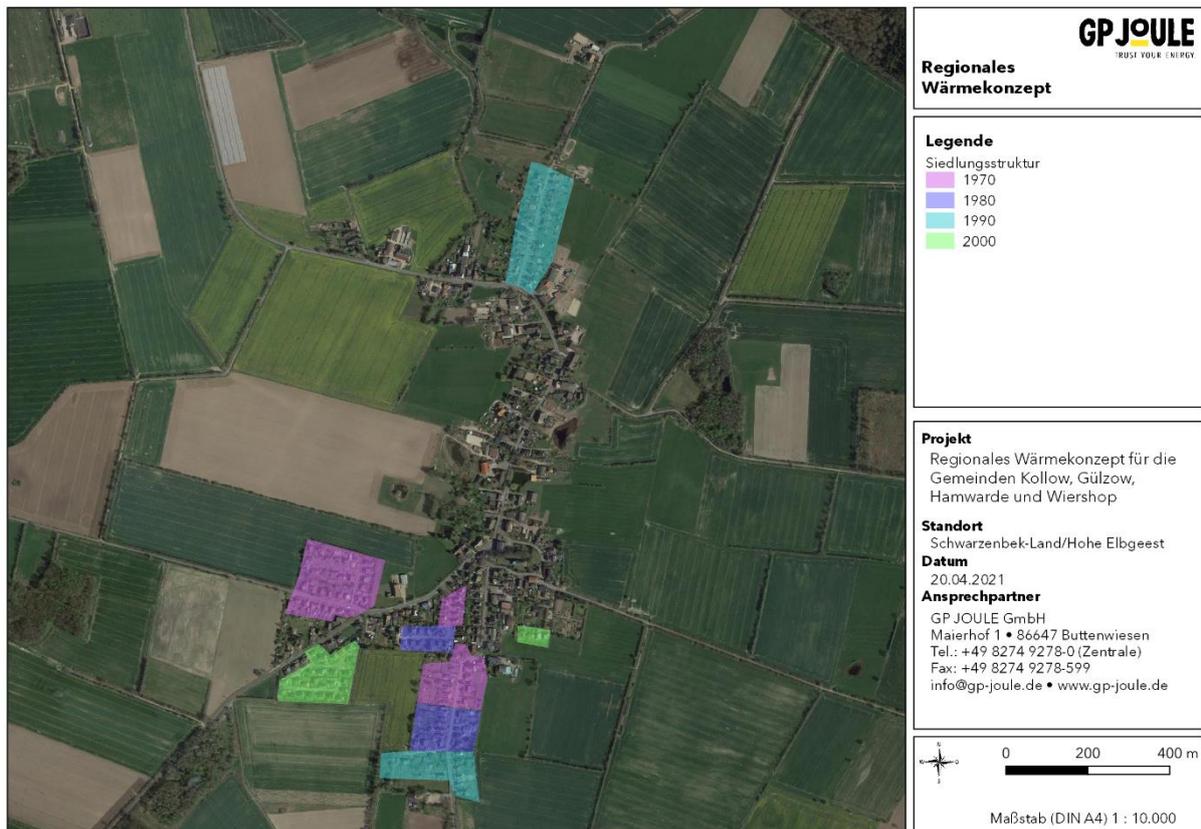


Abbildung 14: Siedlungsstruktur Hamwarde

3.2.4 Wiershop

Die Gemeinde Wiershop verfügt, im Gegensatz zu den anderen Gemeinden, über keine zusammenhängend erschlossenen Gebiete, was eine Klassifizierung nach Baualter erschwert. Im Süden gibt es einen Bereich mit Gebäuden aus den 70er Jahren sowie ein paar neuere Gebäude aus den 2000ern. Die überwiegende Bebauung ist mit einem Baujahr zwischen 1900 und 2000 sehr verteilt über den Ort. Bezüglich der Entwicklung der Siedlungsstruktur ist aktuell der Bebauungsplan Nr. 2 in der Planung. Eine Darstellung der Siedlungsstruktur von Wiershop ist in Abbildung 15 gegeben.



Abbildung 15: Siedlungsstruktur Wiershop

3.3 Wärmebedarfsanalyse

Mit den Informationen aus der Haushaltsbefragung und den zur Verfügung gestellten Daten der Gemeinden werden Kollow, Gülzow, Hamwarde und Wiershop hinsichtlich ihres Wärmebedarfs untersucht.

3.3.1 Kollow

Von den 63 Rückmeldungen aus der Gemeinde Kollow haben 41 Wohneigentümer ihr Gebäudealter und ihren Wärmebedarf angegeben. Die Auswertung dieser Daten ist in Tabelle 2 dargestellt.

Baualterklasse	Vor 1919	1919 - 1948	1949 - 1978	1979 - 1990	1991 - 2000	2001 - 2008	2009 -	Gesamt	Durchschnitt
Gebäude	8	3	11	10	9	-	-	41	
Wärmebedarf Gesamt [kWh/a]	234.100	71.500	256.100	187.560	157.175	-	-	906.435	
Wärmebedarf pro Haus [kWh/a]	29.263	23.833	23.282	18.756	17.464	-	-		22.108

Tabelle 2: Baualter und Wärmebedarf Kollow

Die 41 Liegenschaften haben einen Gesamtbedarf von knapp 906.000 kWh/a und einen Durchschnittsbedarf von 22.100 kWh/a pro Gebäude. Ordnet man die 41 Liegenschaften in die standardisierten Baualtersklassen für Einfamilienhäusern von Tabelle 3 ein, mit Durchschnittswerten für Wärmebedarf und Wohnfläche, so ergibt sich ein leicht höherer Gesamt- und Durchschnittsbedarf.

Baualtersklasse	Vor 1919	1919 - 1948	1949 - 1978	1979 - 1990	1991 - 2000	2001 - 2008	2009 -	Gesamt	Durchschnitt
Gebäude [n]	8	3	11	10	9	-	-	41	
Wärmebedarf [kWh/m ² *a]	260	225	190	150	125	75	50		
Wohnfläche [m ²]	100	105	110	120	125	140	140		
Bedarf + Warmwasser [kWh/a]	29.000	27.000	24.000	21.000	19.000	14.000	10.000		
Wärmebedarf Gesamt [kWh/a]	232.000	81.000	264.000	210.000	171.000	-	-	958.000	23.366

Tabelle 3: Baustandards Kollow

Die Tabelle 3 dient als Basis, um den Wärmebedarf der übrigen Liegenschaften im Potenzialbereich von Kollow abschätzen zu können. Hierfür wurde für 156 der übrigen 197 Liegenschaften in Tabelle 4 das Baujahr geschätzt, um den Wärmebedarf zu ermitteln.

Baualtersklasse	Vor 1919	1919 - 1948	1949 - 1978	1979 - 1990	1991 - 2000	2001 - 2008	2009 -	Gesamt	Durchschnitt
Gebäude [n]	8	14	39	97	26	10	3	197	
Wärmebedarf [kWh/m ² *a]	260	225	190	150	125	75	50		
Wohnfläche [m ²]	100	105	110	120	125	140	140		
Bedarf + Warmwasser [kWh/a]	29.000	27.000	24.000	21.000	19.000	14.000	10.000		
Wärmebedarf Gesamt [kWh/a]	232.000	378.000	936.000	2.037.000	494.000	140.000	30.000	4.247.000	21.558

Tabelle 4: Wärmebedarf Kollow

Inklusive des Feuerwehrgerätehauses mit einem Wärmebedarf von 50.000 kWh wird der Wärmebedarf des Potenzialbereichs von Kollow auf etwa 4.297 MWh pro Jahr geschätzt.

Mit den geplanten 30 zusätzlichen Wohneinheiten wird der Wärmebedarf sich um ca. 300 MWh auf etwa 4.600 MWh im Jahr erhöhen.

3.3.2 Gülzow

Von den 66 Rückmeldungen aus der Gemeinde Gülzow haben 50 Wohneigentümer ihr Gebäudealter und ihren Wärmebedarf angegeben. Die Auswertung dieser Daten ist in Tabelle 5 dargestellt.

Baualterklasse	Vor 1919	1919 - 1948	1949 - 1978	1979 - 1990	1991 - 2000	2001 - 2008	2009 -	Gesamt	Durchschnitt
Gebäude	7	6	14	7	10	2	4	50	
Wärmebedarf Gesamt [kWh/a]	178.850	131.900	273.700	123.900	127.100	21.550	41.550	898.550	
Wärmebedarf pro Haus [kWh/a]	25.550	21.983	19.550	17.700	12.710	10.775	10.388		17.971

Tabelle 5: Baualter und Wärmebedarf Gülzow

Die 50 Liegenschaften haben einen Gesamtbedarf von knapp 899.000 kWh/a und einen Durchschnittsbedarf von 18.000 kWh/a pro Gebäude. Ordnet man die 41 Liegenschaften in die standardisierten Baualterklassen für Einfamilienhäusern von Tabelle 6 ein, mit Durchschnittswerten für Wärmebedarf und Wohnfläche, so ergibt sich ein etwas höherer Gesamt- und Durchschnittsbedarf.

Baualterklasse	Vor 1919	1919 - 1948	1949 - 1978	1979 - 1990	1991 - 2000	2001 - 2008	2009 -	Gesamt	Durchschnitt
Gebäude [n]	7	6	14	7	10	2	4	50	
Wärmebedarf [kWh/m ² *a]	260	225	190	150	125	75	50		
Wohnfläche [m ²]	100	105	110	120	125	140	140		
Bedarf + Warmwasser [kWh/a]	29.000	27.000	24.000	21.000	19.000	14.000	10.000		
Wärmebedarf Gesamt [kWh/a]	203.000	162.000	336.000	147.000	190.000	28.000	40.000	1.106.000	22.120

Tabelle 6: Baustandards Gülzow

Die Tabelle 6 dient als Basis, um den Wärmebedarf der übrigen Liegenschaften im Potenzialbereich von Wiershop abschätzen zu können. Hierfür wurde für 268 der übrigen 318 Liegenschaften in Tabelle 7 das Baujahr geschätzt, um den Wärmebedarf zu ermitteln.

Inklusive des MarktTreffs (65.000 kWh), des Feuerwehrgerätehauses (35.000 kWh), der Evangelischen Schule (350.000 kWh) und der Kindertagesstätte (50.000 kWh) wird der Wärmebedarf des Potenzialbereichs von Gülzow auf etwa 7.209 MWh im Jahr geschätzt.

Baualterklasse	Vor 1919	1919 - 1948	1949 - 1978	1979 - 1990	1991 - 2000	2001 - 2008	2009 -	Gesamt	Durchschnitt
Gebäude [n]	8	18	115	90	47	12	28	318	
Wärmebedarf [kWh/m ² *a]	260	225	190	150	125	75	50		
Wohnfläche [m ²]	100	105	110	120	125	140	140		
Bedarf + Warmwasser [kWh/a]	29.000	27.000	24.000	21.000	19.000	14.000	10.000		
Wärmebedarf Gesamt [kWh/a]	232.000	486.000	2.760.000	1.890.000	893.000	168.000	280.000	6.709.000	21.097

Tabelle 7: Wärmebedarf Gülzow

Mit den geplanten 60 zusätzlichen Wohneinheiten wird der Wärmebedarf sich um ca. 600 MWh auf etwa 7.800 MWh im Jahr erhöhen.

3.3.3 Hamwarde

Von den 47 Rückmeldungen aus der Gemeinde Hamwarde haben 33 Wohneigentümer ihr Gebäudealter und ihren Wärmebedarf angegeben. Die Auswertung dieser Daten ist in Tabelle 8 dargestellt.

Baualtersklasse	Vor 1919	1919 - 1948	1949 - 1978	1979 - 1990	1991 - 2000	2001 - 2008	2009 -	Gesamt	Durchschnitt
Gebäude	3	3	8	6	5	3	5	33	
Wärmebedarf Gesamt [kWh/a]	83.750	111.150	195.200	138.075	74.400	41.900	73.300	717.775	
Wärmebedarf pro Haus [kWh/a]	27.917	37.050	24.400	23.013	14.880	13.967	14.660		21.751

Tabelle 8: Baualter und Wärmebedarf Hamwarde

Die 33 Liegenschaften haben einen Gesamtbedarf von knapp 718.000 kWh/a und einen Durchschnittsbedarf von 21.800 kWh/a pro Gebäude. Ordnet man die 41 Liegenschaften in die standardisierten Baualtersklassen für Einfamilienhäusern von Tabelle 9 ein, mit Durchschnittswerten für Wärmebedarf und Wohnfläche, so ergibt sich ein etwas niedrigerer Gesamt- und Durchschnittsbedarf.

Baualtersklasse	Vor 1919	1919 - 1948	1949 - 1978	1979 - 1990	1991 - 2000	2001 - 2008	2009 -	Gesamt	Durchschnitt
Gebäude [n]	3	3	8	6	5	3	5	33	
Wärmebedarf [kWh/m ² *a]	260	225	190	150	125	75	50		
Wohnfläche [m ²]	100	105	110	120	125	140	140		
Bedarf + Warmwasser [kWh/a]	29.000	27.000	24.000	21.000	19.000	14.000	10.000		
Wärmebedarf Gesamt [kWh/a]	87.000	81.000	192.000	126.000	95.000	42.000	50.000	673.000	20.394

Tabelle 9: Baustandards Hamwarde

Die Tabelle 9 dient als Basis, um den Wärmebedarf der übrigen Liegenschaften im Potenzialbereich von Hamwarde abschätzen zu können. Hierfür wurde für 255 der übrigen 286 Liegenschaften in Tabelle 10 das Baujahr geschätzt, um den Wärmebedarf zu ermitteln.

Baualtersklasse	Vor 1919	1919 - 1948	1949 - 1978	1979 - 1990	1991 - 2000	2001 - 2008	2009 -	Gesamt	Durchschnitt
Gebäude [n]	5	26	62	90	48	19	36	286	
Wärmebedarf [kWh/m ² *a]	260	225	190	150	125	75	50		
Wohnfläche [m ²]	100	105	110	120	125	140	140		
Bedarf + Warmwasser [kWh/a]	29.000	27.000	24.000	21.000	19.000	14.000	10.000		
Wärmebedarf Gesamt [kWh/a]	145.000	702.000	1.488.000	1.890.000	912.000	266.000	360.000	5.763.000	20.150

Tabelle 10: Wärmebedarf Hamwarde

Inklusive des Dorfgemeinschaftshauses (135.000 kWh), des Kindergartens (25.000 kWh) und des Sportlerheims (40.000 kWh) wird der Wärmebedarf des Potenzialbereichs von Hamwarde auf etwa 5.963 MWh im Jahr geschätzt.

Mit dem geplanten Neubaugebiet südlich der Kirchenkoppel wird sich der Wärmebedarf zusätzlich erhöhen.

3.3.4 Wiershop

Von den 22 Rückmeldungen aus der Gemeinde Wiershop haben 17 Wohneigentümer ihr Gebäudealter und ihren Wärmebedarf angegeben. Die Auswertung dieser Daten ist in Tabelle 11 dargestellt.

Baualtersklasse	Vor 1919	1919 - 1948	1949 - 1978	1979 - 1990	1991 - 2000	2001 - 2008	2009 -	Gesamt	Durchschnitt
Gebäude	1	2	6	2	3	1	2	17	
Wärmebedarf Gesamt [kWh/a]	43.000	71.000	122.400	34.000	70.500	11.000	17.260	369.160	
Wärmebedarf pro Haus [kWh/a]	43.000	35.500	20.400	17.000	23.500	11.000	8.630		21.715

Tabelle 11: Baualter und Wärmebedarf Wiershop

Die 17 Liegenschaften haben einen Gesamtbedarf von knapp 370.000 kWh/a und einen Durchschnittsbedarf von 21.715 kWh/a pro Gebäude. Ordnet man die 17 Liegenschaften in die standardisierten Baualtersklassen für Einfamilienhäusern von Tabelle 12 ein, mit Durchschnittswerten für Wärmebedarf und Wohnfläche, so ergibt sich ein ähnlicher Gesamt- und Durchschnittsbedarf.

Baualtersklasse	Vor 1919	1919 - 1948	1949 - 1978	1979 - 1990	1991 - 2000	2001 - 2008	2009 -	Gesamt	Durchschnitt
Gebäude [n]	1	2	6	2	3	1	2	17	
Wärmebedarf [kWh/m²*a]	260	225	190	150	125	75	50		
Wohnfläche [m²]	100	105	110	120	125	140	140		
Bedarf + Warmwasser [kWh/a]	29.000	27.000	24.000	21.000	19.000	14.000	10.000		
Wärmebedarf Gesamt [kWh/a]	29.000	54.000	144.000	42.000	57.000	14.000	20.000	360.000	21.176

Tabelle 12: Baustandards Wiershop

Die Tabelle 12 dient als Basis, um den Wärmebedarf der übrigen Liegenschaften im Potenzialbereich von Wiershop abschätzen zu können. Hierfür wurde für 42 der übrigen 59 Liegenschaften in Tabelle 13 das Baujahr geschätzt, um den Wärmebedarf zu ermitteln.

Baualterklasse	Vor 1919	1919 - 1948	1949 - 1978	1979 - 1990	1991 - 2000	2001 - 2008	2009 -	Gesamt	Durchschnitt
Gebäude [n]	1	3	32	15	3	1	4	59	
Wärmebedarf [kWh/m²*a]	260	225	190	150	125	75	50		
Wohnfläche [m²]	100	105	110	120	125	140	140		
Bedarf + Warmwasser [kWh/a]	29.000	27.000	24.000	21.000	19.000	14.000	10.000		
Wärmebedarf Gesamt [kWh/a]	29.000	81.000	768.000	315.000	57.000	14.000	40.000	1.304.000	22.102

Tabelle 13: Wärmebedarf Wiershop

Inklusive des Dorfgemeinschafts-/Feuerwehrhauses mit einem Wärmebedarf von 20.000 kWh wird der Wärmebedarf des Potenzialbereichs von Wiershop auf etwa 1.324 MWh im Jahr geschätzt.

Da die Gemeinde einen neuen Bebauungsplan plant, ist davon auszugehen, dass sich der Wärmebedarf durch zusätzliche Liegenschaften perspektivisch erhöht.

3.3.5 Zusammenfassung

Eine Zusammenfassung der ermittelten Wärmebedarfe der einzelnen Potenzialbereiche der vier Gemeinden ist in Tabelle 14 dargestellt.

Baualterklasse	Kollow	Gülzow	Hamwarde	Wiershop	Gesamt
Gebäude	198	322	289	60	869
Wärmebedarf Gesamt [MWh/a]	4.297	7.209	5.963	1.324	18.793
Wärmebedarf im Durchschnitt [kWh/a]	21.700	22.400	20.600	20.100	21.626

Tabelle 14: Zusammenfassung des Wärmebedarfs

In allen vier Gemeinden ist eine Erweiterung der Bebauung geplant. Durch die neu entstehenden Wohneinheiten mit einem Bedarf von 1 GWh/a und der Annahme einer Sanierungsquote von 1% für die Bestandsgebäude, wird sich der Gesamtwärmebedarf der vier Gemeinde nicht substantiell verändern.

4. Trassierung

Die vier Gemeinden befinden sich nicht in unmittelbarer Nähe zueinander, daher ist es aus Sicht der Wärmeversorgung sinnvoll, in jeder Gemeinde ein eigenständiges Nahwärmenetz mit eigener Erzeugungsstruktur aufzubauen.

4.1 Wärmebedarfsclusteranalyse

Mit Hilfe eines Geoinformationssystems wurde eine Clusterung vorgenommen, um einzelne Bereiche hinsichtlich ihrer Wärmeliniendichte bewerten zu können. Mit dem Wärmebedarf in Kilowattstunden (kWh) bei einer Anschlussquote von 50 % und der Leitungslänge in Metern (m) kann die Wärmeliniendichte pro Jahr (kWh/m*a) ermittelt werden. Dies ist ein Indikator dafür, wie wirtschaftlich einzelne Abschnitte in einem Wärmenetz betrieben werden können. Je höher die Wärmeliniendichte, desto wirtschaftlicher ist der Trassenabschnitt.

4.1.1 Kollow

In Abbildung 16 wurden sämtliche Straßen im Potenzialbereich von Kollow hinsichtlich ihres Wärmebedarfs und ihrer potenziellen Leitungslänge einzeln zusammengefasst.

Der Ortskern und der südliche Bereich verfügen über eine Wärmeliniendichte über 500, während die Bereiche herum niedrigere Werte aufweisen.

Ausgehend von einer Wärmeleitungslänge von 5.045 m, inklusive Hausanschlussleitungen, um 99 von insgesamt 198 Liegenschaften mit einem Wärmebedarf von 2.153 MWh/a zu versorgen, liegt die Wärmeliniendichte bei 427 kWh/m*a.



Abbildung 16: Wärmeliniedichte Kollow

4.1.2 Gülzow

In Abbildung 17 wurden Straßenzüge im Potenzialbereich von Gülzow hinsichtlich ihres Wärmebedarfs und ihrer potenziellen Leitungslänge zusammengefasst. Im Ortskern und besonders im Bereich der Schule ist eine hohe Wärmeliniedichte zu verzeichnen.

Ausgehend von einer Wärmeleitungslänge von 6.330 m, inklusive Hausanschlussleitungen, um 161 von insgesamt 322 Liegenschaften mit einem Wärmebedarf von 3.779 MWh/a zu versorgen, liegt die Wärmeliniedichte bei 597 kWh/m*a.

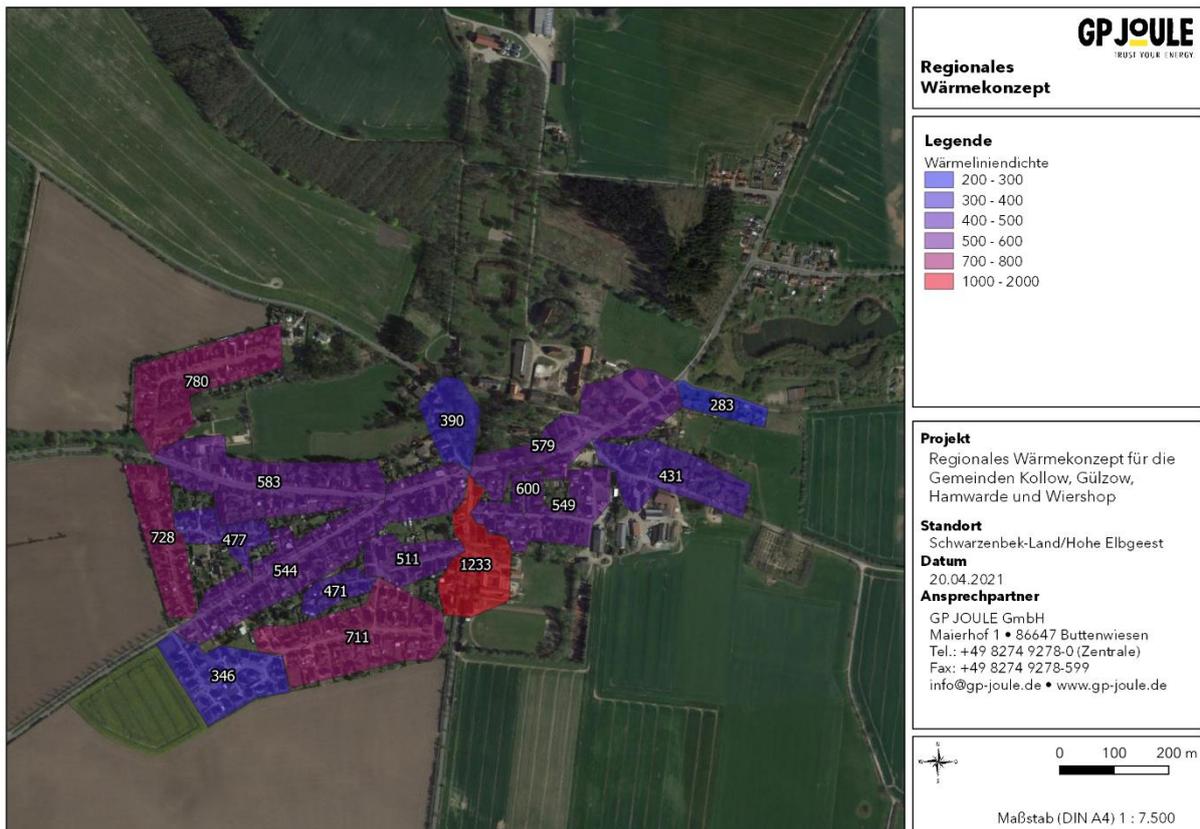


Abbildung 17: Wärmelinien-dichte Gülzow

4.1.3 Hamwarde

In Abbildung 18 wurden Straßenzüge im Potenzialbereich von Hamwarde hinsichtlich ihres Wärmebedarfs und ihrer potenziellen Leitungslänge zusammengefasst. Die Hauptverkehrsstraßen und vor allem der Ortskern verfügen über hohen Wärmelinien-dichten.

Ausgehend von einer Wärmeleitungslänge von 5.830 m, inklusive Hausanschlussleitungen, um 145 von insgesamt 289 Liegenschaften mit einem Wärmebedarf von 3.059 MWh/a zu versorgen, liegt die Wärmelinien-dichte bei 525 kWh/m*a.

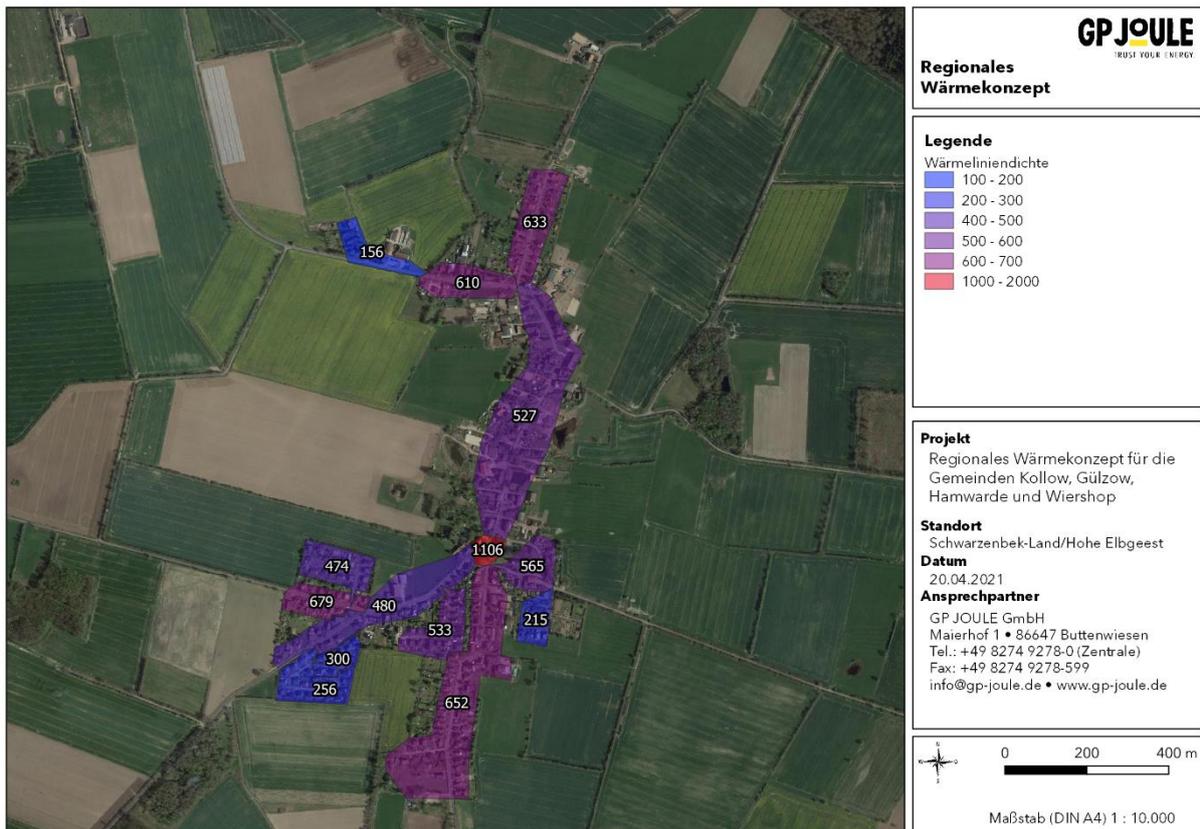


Abbildung 18: Wärmelinien-dichte Hamwarde

4.1.4 Wiershop

In Abbildung 19 wurden Straßenzüge im Potenzialbereich von Wiershop hinsichtlich ihres Wärmebedarfs und ihrer potenziellen Leitungslänge zusammengefasst. Generell ist Wiershop nicht so dicht besiedelt wie die anderen Gemeinden und hat daher niedrigere Wärmelinien-dichten in den einzelnen Abschnitten.

Ausgehend von einer Wärmeleitungslänge von 1.770 m, inklusive Hausanschlussleitungen, um 30 von insgesamt 60 Liegenschaften mit einem Wärmebedarf von 677 MWh/a zu versorgen, liegt die Wärmelinien-dichte bei 382 kWh/m*a.



Abbildung 19: Wärmelinien-dichte Wiershop

4.2 Skizzierung der Trassenverläufe

Auf Basis der ermittelten Wärmelinien-dichten, sämtlicher Straßen im Potenzialbereich der einzelnen Gemeinden, wird ein Trassenverlauf entwickelt. Für jede Gemeinde wurde die Wärmetrasse so gewählt, dass sämtliche Abschnitte mit einer Wärmelinien-dichte über 350 kWh/m*a bei einer Anschlussquote von 50 % berücksichtigt werden.

4.2.1 Kollow

In den Abschnitten mit einer ausreichend hohen Liniendichte befinden sich 141 Liegenschaften mit 71 Anschlussnehmern und einem Wärmebedarf von 1.561 MWh/a. Durch die Verkürzung der Wärmetrasse von 5.045 m auf 3.165 m steigt die Wärmelinien-dichte von 427 kWh/m*a auf 493 kWh/m*a.

Eine Darstellung der beschriebenen Wärmeleitung ist in Abbildung 20 gegeben.

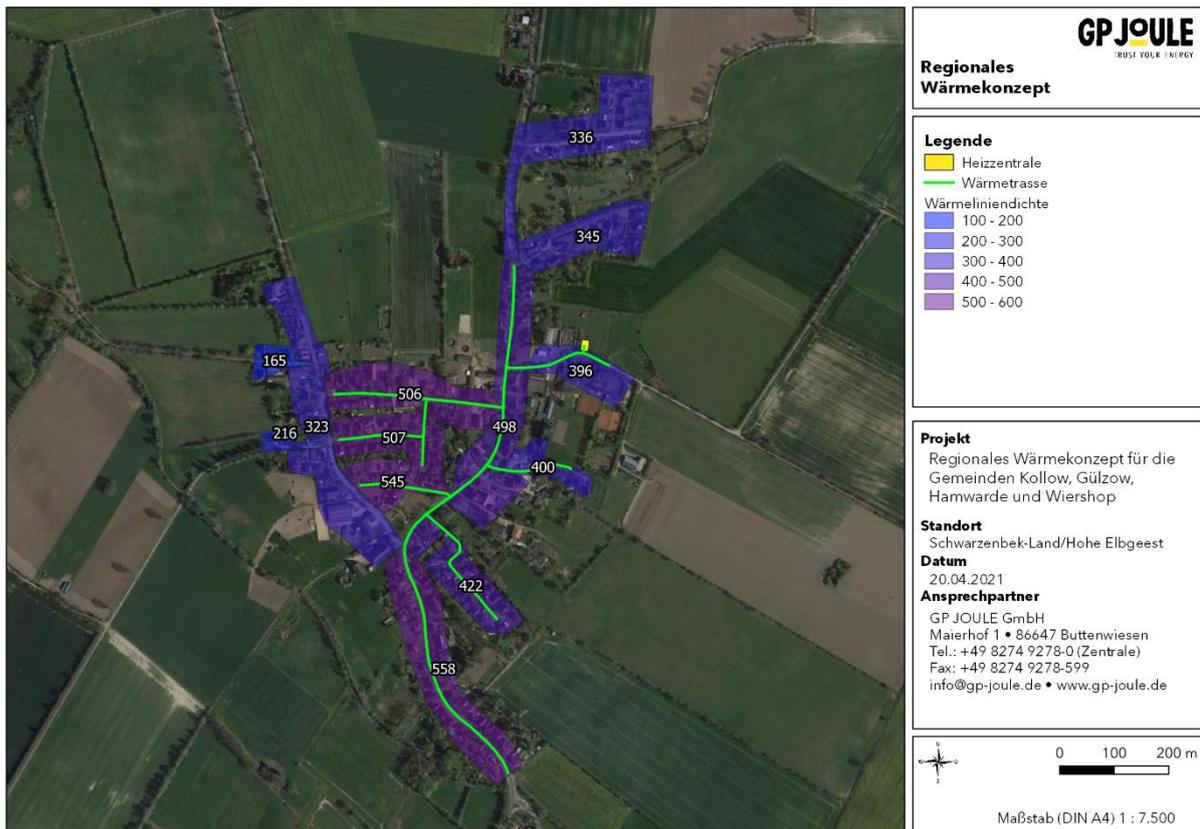


Abbildung 20: Wärmetrasse Kollow

4.2.2 Gülzow

In den Abschnitten mit einer ausreichend hohen Liniendichte befinden sich 289 Liegenschaften mit 144 Anschlussnehmern und einem Wärmebedarf von 3.581 MWh/a. Durch die Verkürzung der Wärmetrasse von 6.330 m auf 5.720 m steigt die Wärmelinien-dichte von 597 kWh/m*a auf 626 kWh/m*a.

Eine Darstellung der beschriebenen Wärmeleitung ist in Abbildung 21 gegeben.

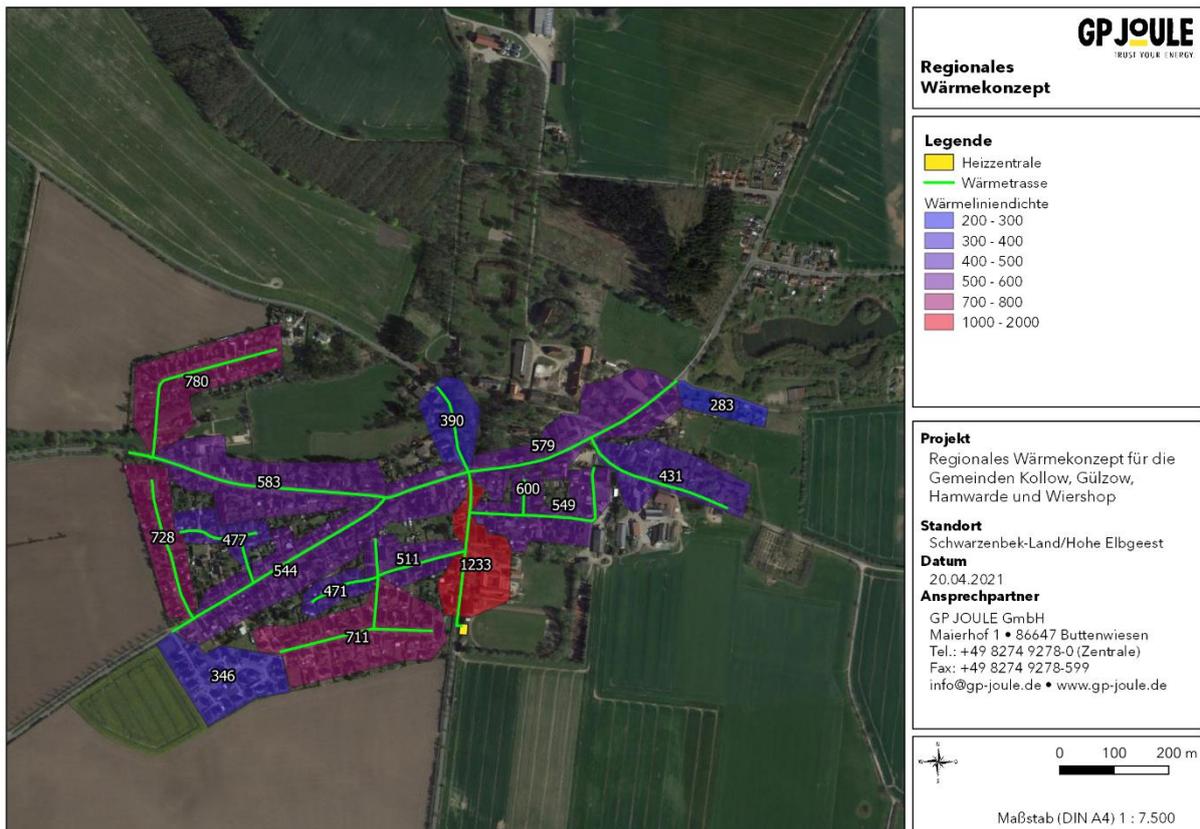


Abbildung 21: Wärmetrasse Gülzow

4.2.3 Hamwarde

In den Abschnitten mit einer ausreichend hohen Liniendichte befinden sich 249 Liegen-schaften mit 125 Anschlussnehmern und einem Wärmebedarf von 2.820 MWh/a. Durch die Verkürzung der Wärmetrasse von 5.830 m auf 4.800 m steigt die Wärmelinien-dichte von 525 kWh/m*a auf 587 kWh/m*a.

Eine Darstellung der beschriebenen Wärmeleitung ist in Abbildung 22 gegeben.

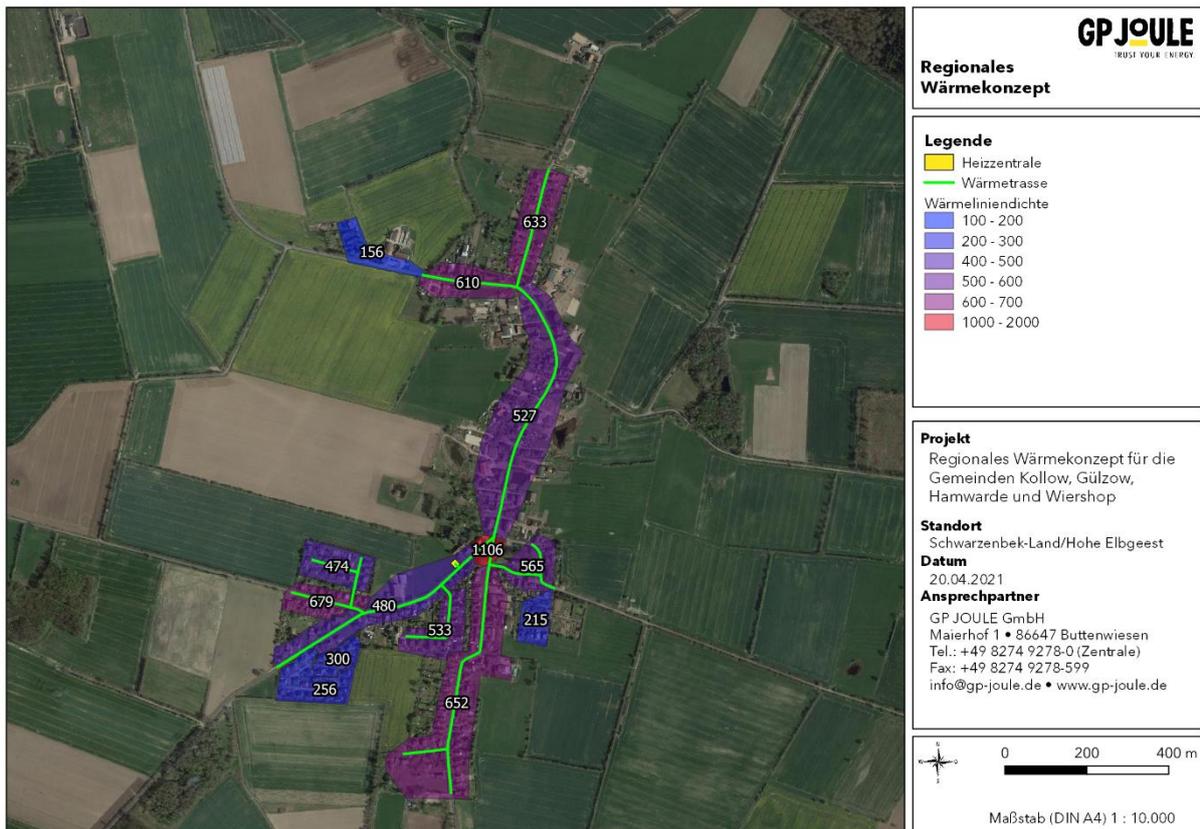


Abbildung 22: Wärmetrasse Hamwarde

4.2.4 Wiershop

In den Abschnitten mit einer ausreichend hohen Liniendichte befinden sich 56 Liegenschaften mit 28 Anschlussnehmern und einem Wärmebedarf von 639 MWh/a. Durch die Verkürzung der Wärmetrasse von 1.770 m auf 1.530 m steigt die Wärmelinien-dichte von 382 kWh/m*a auf 418 kWh/m*a.

Eine Darstellung der beschriebenen Wärmeleitung ist in Abbildung 23 gegeben.

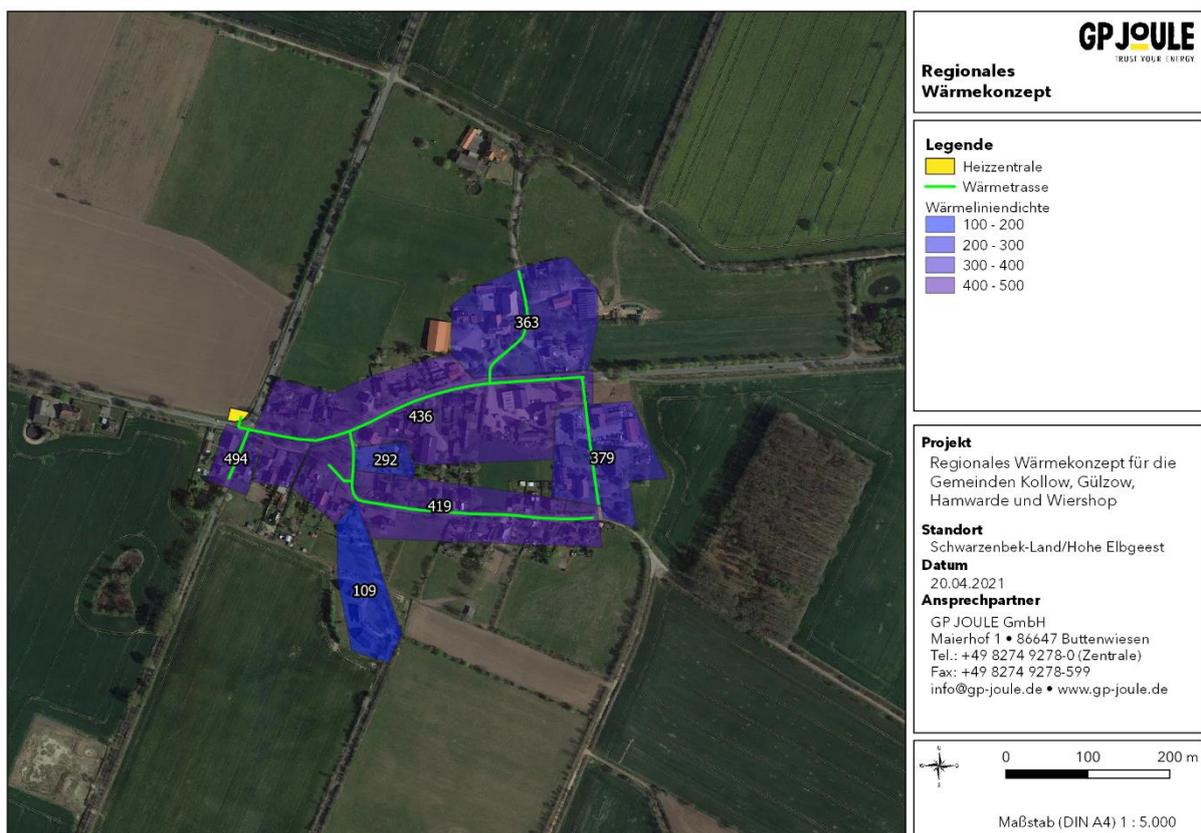


Abbildung 23: Wärmetrasse Wiershop

4.3 Rechtliche Vorprüfung

Eine Verlegung von Wärmeleitungen bedarf nur dann einer Planfeststellung bzw. Plange-nehmigung, wenn eine Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) verpflichtend vorgeschrieben ist. Aus Anlage 1 des Gesetzes über die UVP geht hervor, dass Rohrleitungsanlagen ab einer Länge von 10 km in den Anwendungsbereich des Gesetzes fallen und somit eine allge-meine Vorprüfung zur Feststellung der UVP-Pflicht durchgeführt wird. Für Rohrleitungs-anlagen mit einer Länge von 2 km bis weniger als 10 km ist eine standortbezogene Vorprüfung zur Feststellung der UVP-Pflicht durchzuführen. Diese UVP-Pflicht entfällt jedoch, wenn keine der nachfolgend genannten besonderen örtlichen Gegebenheiten vorliegen:

- Natura 2.000-Gebiete nach § 7 Absatz 1 Nummer 8 des Bundesnaturschutzgesetzes,
- Naturschutzgebiete nach § 23 des Bundesnaturschutzgesetzes, soweit nicht bereits von Nummer 2.3.1 erfasst,
- Nationalparks und Nationale Naturmonumente nach § 24 des Bundesnaturschutz-gesetzes, soweit nicht bereits von Nummer 2.3.1 erfasst,

- Biosphärenreservate und Landschaftsschutzgebiete gemäß den §§ 25 und 26 des Bundesnaturschutzgesetzes,
- Naturdenkmäler nach § 28 des Bundesnaturschutzgesetzes,
- geschützte Landschaftsbestandteile, einschließlich Alleen, nach § 29 des Bundesnaturschutzgesetzes,
- gesetzlich geschützte Biotop nach § 30 des Bundesnaturschutzgesetzes,
- Wasserschutzgebiete nach § 51 des Wasserhaushaltsgesetzes, Heilquellenschutzgebiete nach § 53 Absatz 4 des Wasserhaushaltsgesetzes, Risikogebiete nach § 73 Absatz 1 des Wasserhaushaltsgesetzes sowie Überschwemmungsgebiete nach § 76 des Wasserhaushaltsgesetzes,
- Gebiete, in denen die in Vorschriften der Europäischen Union festgelegten Umweltqualitätsnormen bereits überschritten sind,
- Gebiete mit hoher Bevölkerungsdichte, insbesondere zentrale Orte im Sinne des § 2 Absatz 2 Nummer 2 des Raumordnungsgesetzes,
- in amtlichen Listen oder Karten verzeichnete Denkmäler, Denkmalensembles, Bodendenkmäler oder Gebiete, die von der durch die Länder bestimmten Denkmalschutzbehörde als archäologisch bedeutende Landschaften eingestuft worden sind.

Für Flächen, auf denen das Rohrleitungssystem verlegt wird, müssen für die entsprechenden Flurstücke privatrechtliche Dienstbarkeiten bzw. kommunale Gestattungsverträge abgeschlossen werden.

4.4 Standortvorprüfung für Heizzentrale und Wärmenetz

Für die Errichtung der Heizzentralen in den einzelnen Gemeinden wurden entweder Standorte von den Gemeinden vorgeschlagen oder prädestinierte Lagen entlang der Wärmetrasse gewählt. Im Rahmen einer Standortvorprüfung wurden diese Positionen hinsichtlich ihrer baurechtlichen Zulässigkeit untersucht. Des Weiteren wurde die Umsetzung der konzipierten Trassenverläufe in den Gemeinden geprüft. Da in keiner der vier Gemeinden eine Belastung durch Kampfmittel besteht, ist eine Prüfung durch das Landeskriminalamt nicht notwendig. (LKA, 2021)

4.4.1 Kollow

In der Gemeinde Kollow wurde für die Heizzentrale eine Fläche nördlich vom Fasanenweg gewählt (siehe Abbildung 24). Diese Fläche ist für Wohn- und gemischten Bau vorgesehen und genehmigungsrechtlich ein geeigneter Standort für die Heizzentrale.

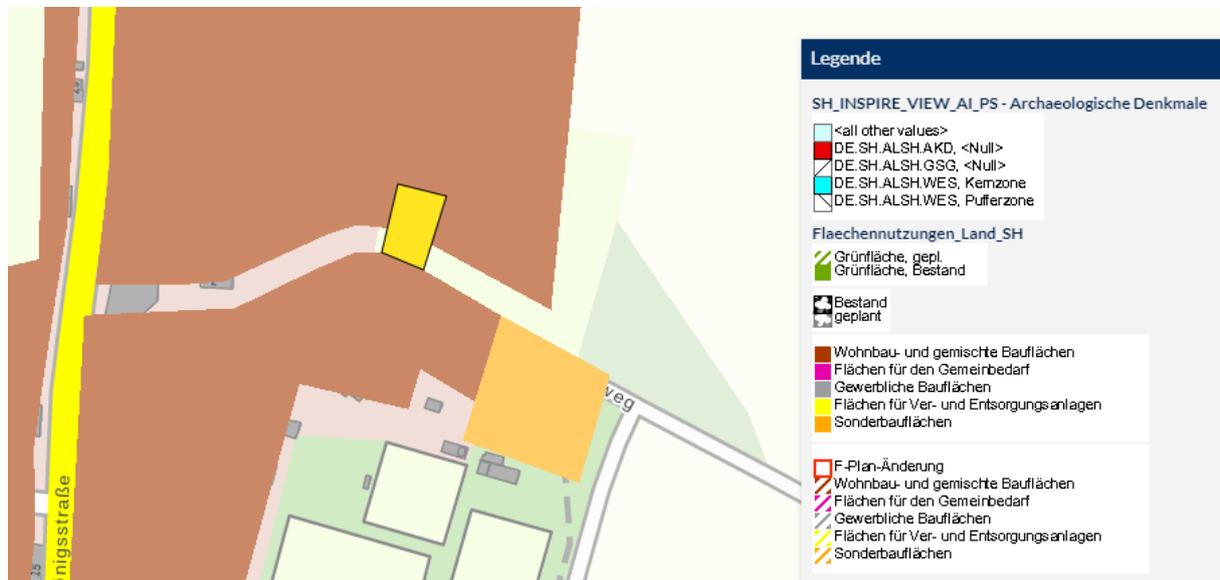


Abbildung 24: Standortvorprüfung Heizzentrale Kollow

Im nächsten Schritt wurde der Bereich für die Verlegung der Wärmeleitung in Abbildung 25 untersucht. Bis auf die Sonderbaufläche im Fasanenweg sind ausschließlich Wohn- und gemischte Bauflächen ausgewiesen. Zudem sind in dem Bereich keinerlei archäologische Denkmäler oder unter Denkmalschutz stehende Objekte oder Flächen vorhanden. Da keine Gewässer vorhanden sind, ist auch eine Wasserquerung nicht notwendig. Somit ist die Errichtung der Heizzentrale am gewählten Standort und die Verlegung des Wärmenetzes nicht mit zusätzlichem Aufwand verbunden.

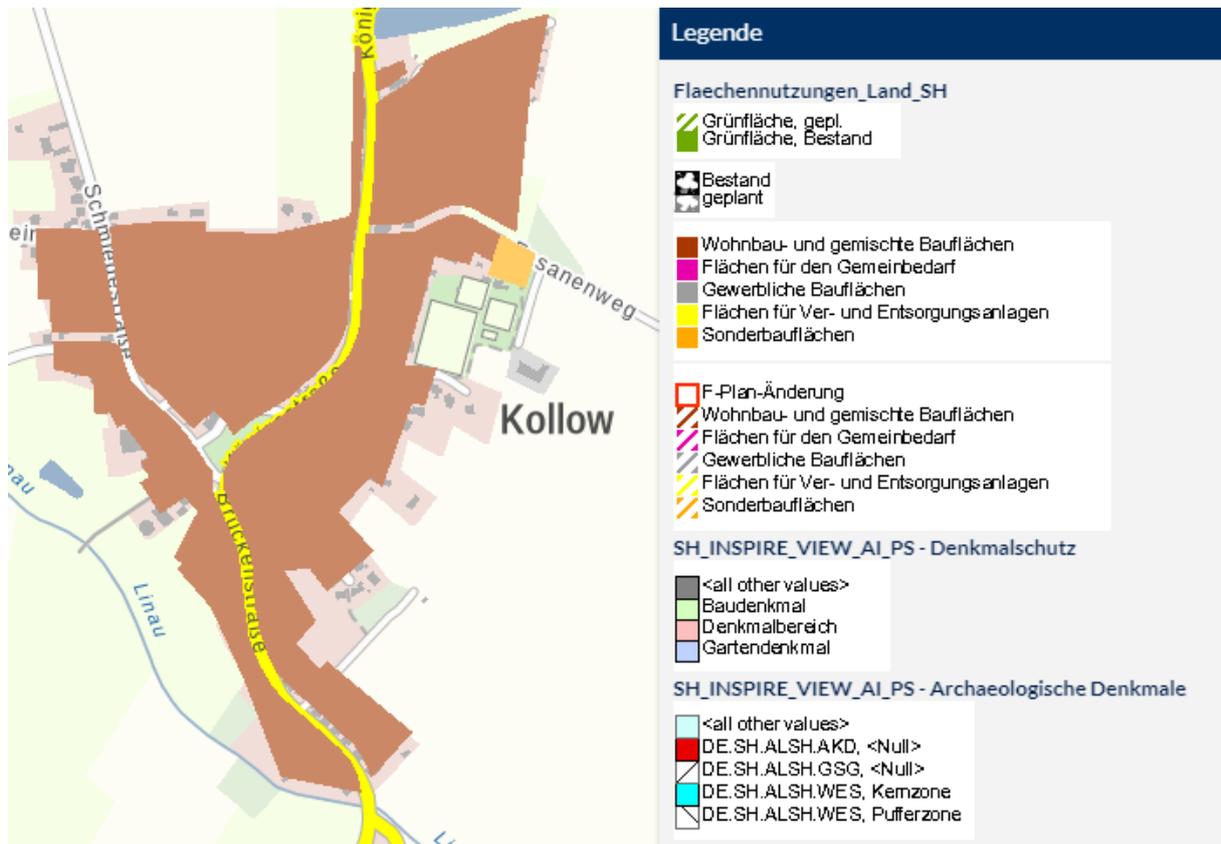


Abbildung 25: Standortvorprüfung Wärmeleitung Kollow

4.4.2 Gülzow

In der Gemeinde Gülzow stehen zwei Standorte für die Heizzentrale zur Auswahl (siehe Abbildung 26). Der erste Standort befindet sich in der Hauptstraße im Bereich der Feuerwehr und des Gemeindebüros und der zweite in der Schloßstraße südlich der Schule. Während der erste Standort auf Wohn- und gemischter Baufläche liegt, befindet sich der zweite Standort bereits im Außenbereich, was mit einem erhöhten Genehmigungsaufwand verbunden ist.

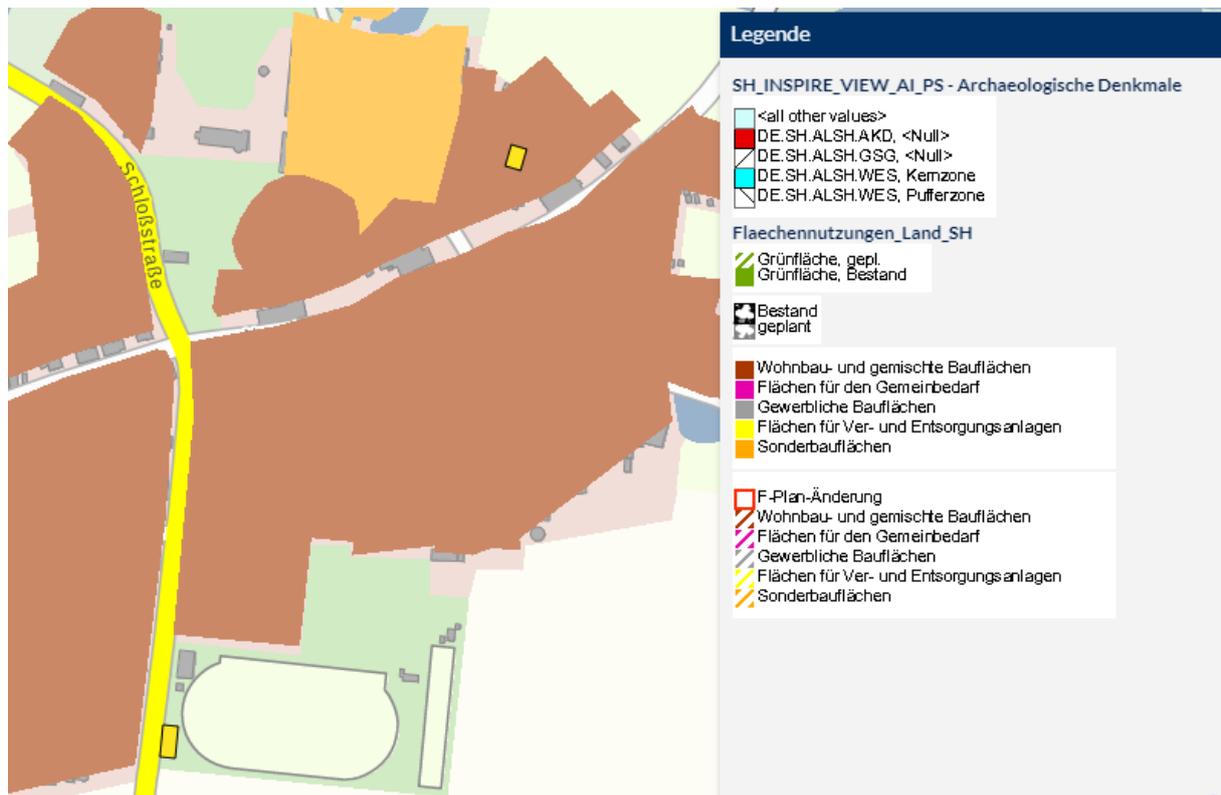


Abbildung 26: Standortvorprüfung Heizzentrale Gülzow

Im nächsten Schritt wurde der Bereich für die Verlegung der Wärmeleitung in Abbildung 27 untersucht. Bis auf ein Gartendenkmal und einer Sonderbaufläche, im nördlichen Bereich der Kreuzung Landesstraße 158 und Kreisstraße 70, sind ausschließlich Wohn- und gemischte Bauflächen ausgewiesen. Darüber hinaus sind keine weiteren archäologischen Denkmäler oder unter Denkmalschutz stehende Objekte oder Flächen vorhanden. Die Straße Küsterkamp im nordwestlichen Bereich von Gülzow kreuzt den Piepengraben. Sollte dort die Trasse verlegt werden, ist eine Genehmigung des Wasserverbandes notwendig.

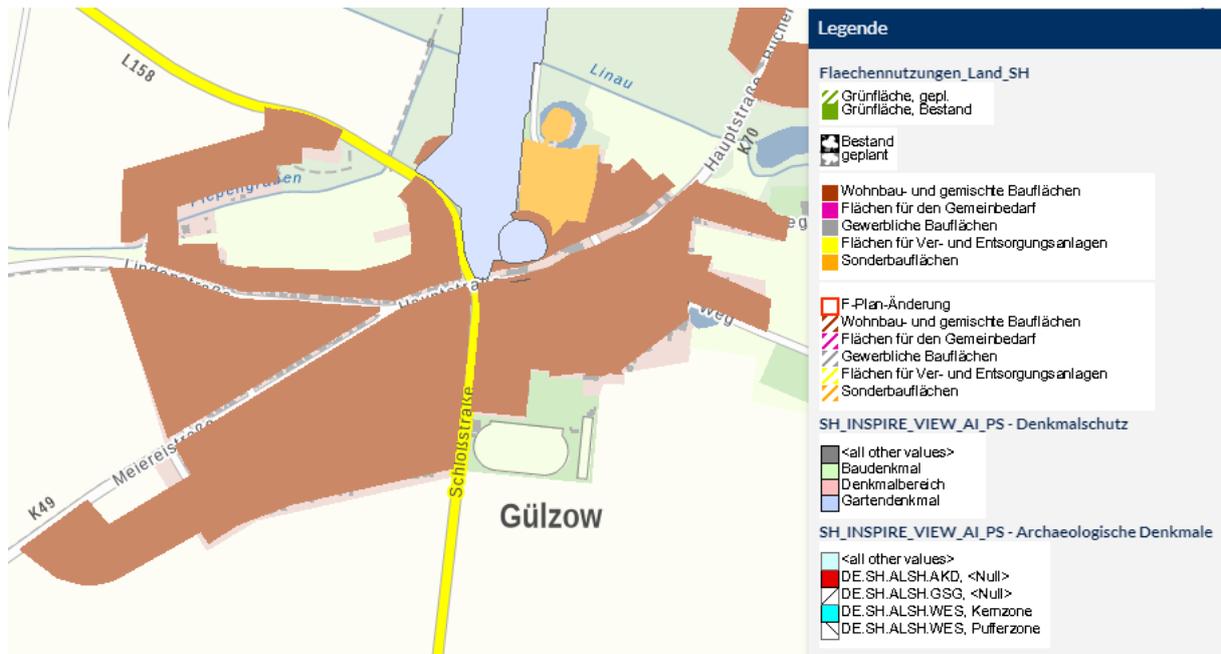


Abbildung 27: Standortvorprüfung Wärmetrasse Gültzow

4.4.3 Hamwarde

In der Gemeinde Hamwarde wurde eine Fläche in der Geesthachter Straße als Standort der Heizzentrale gewählt (siehe Abbildung 28). Durch ihre zentrale Lage und einer für Wohn- und gemischten Bau ausgewiesenen Fläche ist sie baurechtlich gut umsetzbar.

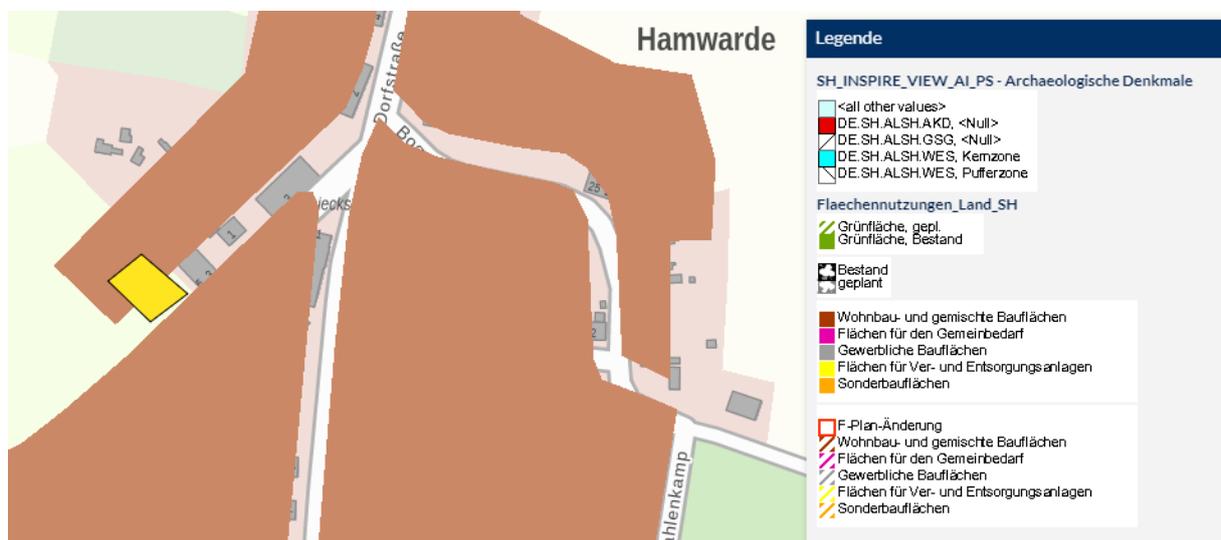


Abbildung 28: Standortvorprüfung Heizzentrale Hamwarde

Im nächsten Schritt wurde der Bereich für die Verlegung der Wärmeleitung in Abbildung 29 untersucht.

Bis auf ein Gartendenkmal, im Bereich der Kirche in der Bogenstraße, sind ausschließlich Wohn- und gemischte Bauflächen ausgewiesen. Darüber hinaus sind keine weiteren archäologischen Denkmäler oder unter Denkmalschutz stehende Objekte oder Flächen vorhanden. Da keine Gewässer vorhanden sind, ist auch eine Wasserquerung nicht notwendig. Somit ist die Verlegung des Wärmenetzes nicht mit zusätzlichem Aufwand verbunden.

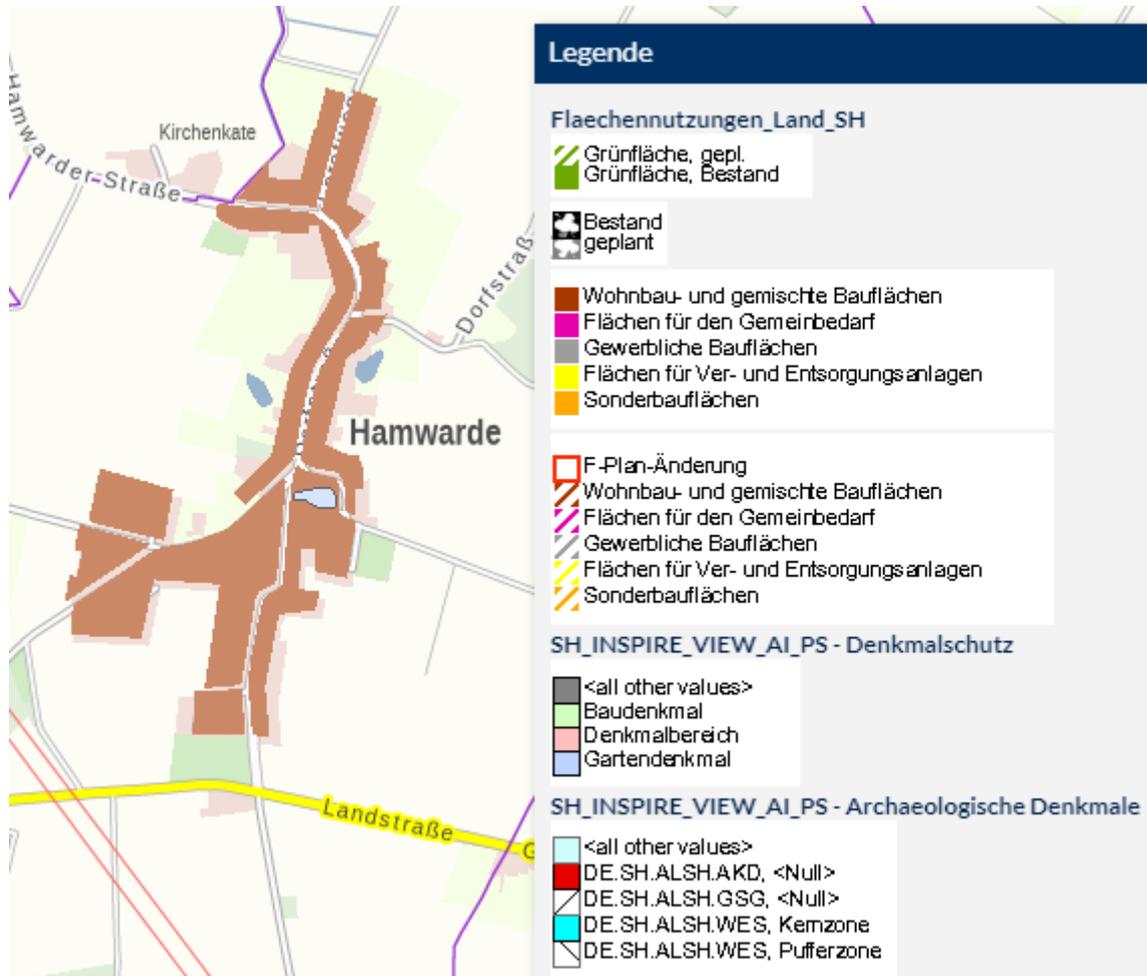


Abbildung 29: Standortvorprüfung Wärmetrasse Hamwarde

4.4.4 Wiershop

Die Gemeinde Wiershop befindet sich komplett im Außenbereich und verfügt über keine ausgewiesenen Flächen für Wohn- oder gemischten Bau (siehe Abbildung 30). Da keine bevorzugte Fläche angegeben wurde, wurde ein Standort westlich der Gemeinde an der Landesstraße 219 gewählt.

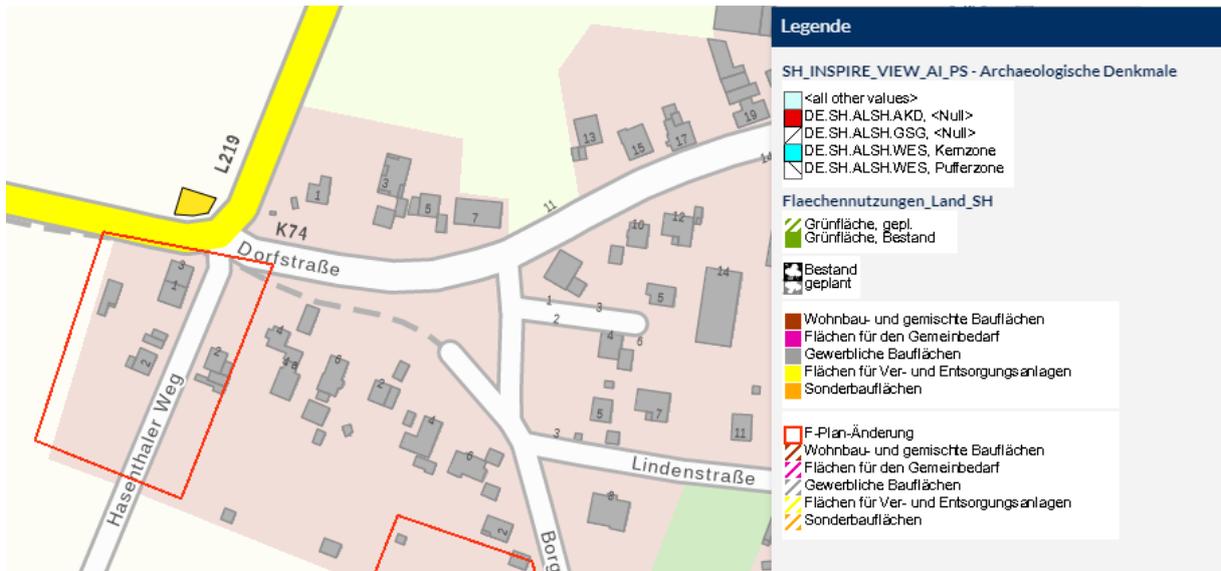


Abbildung 30: Standortvorprüfung Heizzentrale Wiershop

Hinsichtlich der Trassenverlegung gibt es keine archäologischen Denkmäler oder unter Denkmalschutz stehenden Objekte oder Flächen, die eine Genehmigung erschweren würden. Lediglich zwei Änderungen des Flächennutzungsplans gehen als Information aus der Karte in Abbildung 31 hervor.

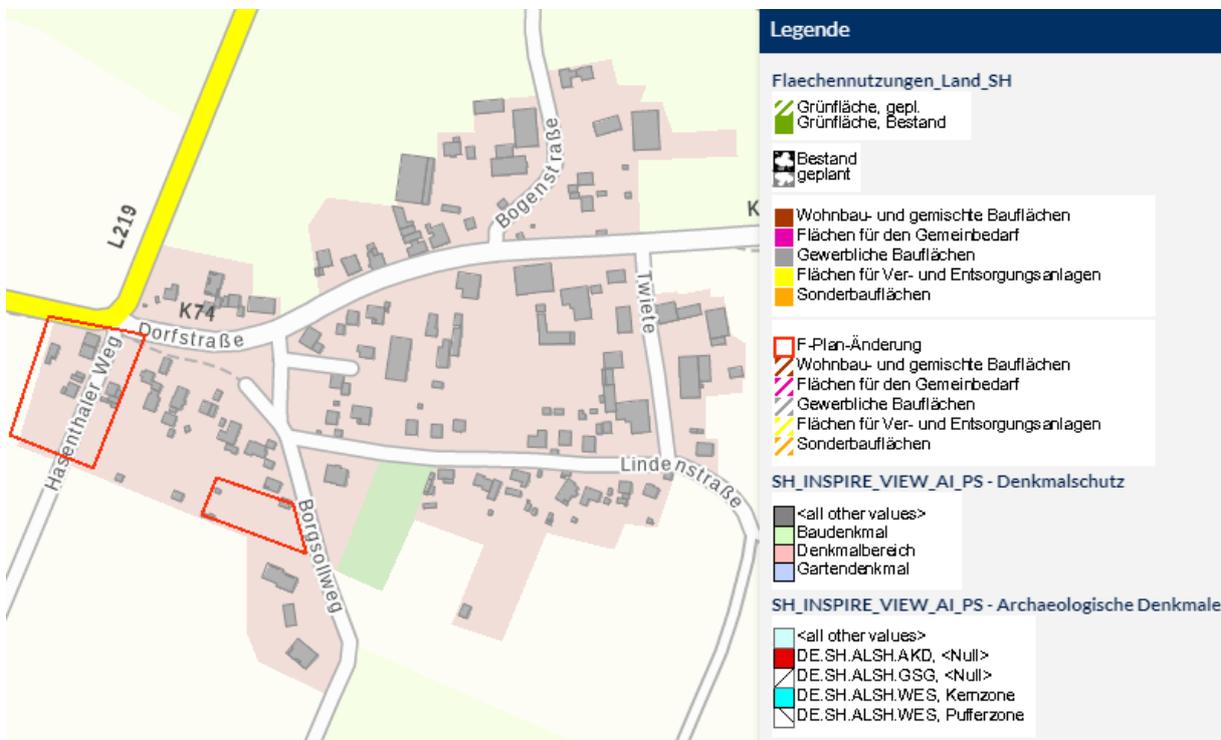


Abbildung 31: Standortvorprüfung Wärmetrasse Wiershop

5. Konzept zur Wärmeversorgung

5.1 Das Gesamtkonzept

Das Gesamtkonzept zur Wärmeversorgung ist in Abbildung 32 dargestellt. Zur Herstellung von Pellets wird Grünschnitt in Form von halmartiger Biomasse eingesammelt und zur Pelletproduktionsanlage transportiert. In dieser Anlage wird im BtE®-Prozess (Biomass to Energy) die gesammelte Grünschnittmasse zu Pellets gepresst und getrocknet. Der anfallende Presssaft enthält einen hohen Anteil vergärbare Stoffe und wird zur Biogaserzeugung weiterverwendet. Der mithilfe einer Biogasanlage erzeugte Strom wird wiederum zur Pelletproduktion genutzt.

Die produzierten Grünschnittpellets werden zu den Energiezentralen in den einzelnen Gemeinden transportiert und dort in Pelletheizkesseln verfeuert. Die zentral erzeugte Wärme wird anschließend durch ein Wärmenetz zu den einzelnen Wärmeabnehmern geliefert, die somit ihre Wärme aus regional nachwachsenden Rohstoffen beziehen.

Versorgungskonzept

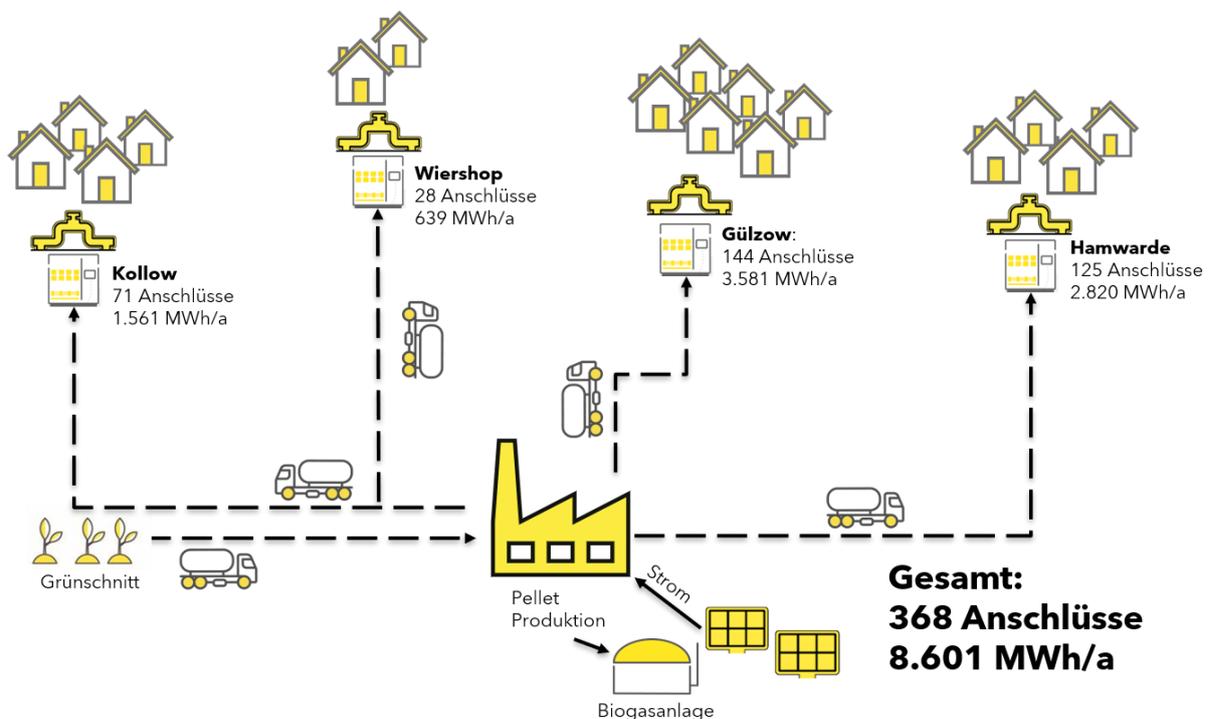


Abbildung 32: Gesamtkonzept zur Wärmeversorgung

Da die Produktion der Grünschnittpellets sich erst ab einer bestimmten Absatzmenge lohnt und diese für das regionale Wärmekonzept am Anfang noch nicht gegeben ist, wird zu Beginn ein anderer Brennstoff wie Holzhackschnitzel oder herkömmliche Pellets eingesetzt, um diesen im weiteren Verlauf mit den Grünschnittpellets zu substituieren.

Im nächsten Abschnitt 5.2 wird das Thema „mobile Wärme“ als Versorgungsoption untersucht. Anschließend werden in den Abschnitten 5.3 - 5.6 die Konzepte der einzelnen Gemeinden näher beschrieben und dargestellt.

5.2 Die „mobile Wärme“

5.2.1 Das Grundprinzip der „mobilen Wärme“

Die „mobile Wärme“ ist ein vom Land Schleswig-Holstein (WT.SH) gefördertes Forschungsprojekt der Firma Buhck, mit dem Ziel dezentral anfallende Abwärme zu verwerten.

Als thermische Speicher kommen 10- bzw. 20-Fuß-Seecontainer zum Einsatz, die mit einem Feststoffspeichergranulat gefüllt sind und für einen Einsatz von Temperaturen bis 1.300 °C und mehr als 15.000 Lade- und Entladezyklen geeignet sind. Der Hersteller dieser Speicher ist die Firma Kraftblock aus Saarbrücken. Mögliche Speicheranwendungen sind Abwärme aus der Industrie oder überschüssigem Ökostrom unter Anwendung von Power-to-Heat. Entladungsmöglichkeiten bieten sich mit der Bereitstellung von Heizwärme, Prozesswärme oder -kälte und Prozessdampf.

Zur Speicherung eignen sich Wärmequellen, die Abwärme in einem Temperaturbereich von 500 bis 800 °C bereitstellen können. Als Wärmequellen eignen sich somit auch Blockheizkraftwerke oder Brennstoffkesselanlagen. Im Fall einer Speicherung wird das Abgas der Wärmequelle erst durch den Container geleitet, wodurch sich das Granulat aufheizt und anschließend in den ursprünglichen Abgastrakt zurückgeführt. Hierbei entsteht ein Druckverlust von etwa 30 mbar. Zusätzlich sollte die Staubbelastung im Abgas einen Wert von 300 µm/m³ nicht überschreiten.

Ein aktueller 10-Fuß-Container hat bei einer Speichertemperatur von 800 °C und einer Entladung bis 70 °C eine Speicherkapazität von 2.400 kWh. Bei einer Speichertemperatur von 500 °C beträgt die Speicherkapazität noch 1.500 kWh. Das Logistikkonzept der Firma Buhck sieht die Verwendung von zwei Wärmespeichern im Gespann vor, womit in Summe 2.000 - 4.800 kWh gespeichert und transportiert werden können. Die Entladeleistung ist abhängig von der Dimensionierung der Entladestation und ist zwischen 100 - 500 kW möglich.

Eine weitere Möglichkeit für den Fall, dass zu wenig Abnehmer für den wirtschaftlichen Betrieb eines Wärmenetzes vorhanden sind, soll die Erzeugung der Wärmeenergie aus einem zentral auf dem Grundstück des Abfallwirtschaftszentrums Wiershop stationierten BHKW darstellen.

Die Wärmeenergie wird in diesem Fall in mobilen Hochtemperatur-Systemspeichern zu Wärmeabnehmern aus der Gemeinde transportiert und eingespeist. Der eingesetzte mobile Speichercontainer nutzt Wärme aus der Pellet-Produktion, die später beim Kunden (ohne Immissionen) genutzt werden kann.

Mit den geplanten Containereinheiten können 5 bis 10 MWh mobil transportiert werden. Die Speichercontainer, sowie die Lade- und Entladestation, können mit den bestehenden Heizanlagen kombiniert werden. Gleichzeitig sorgen die standardisierten Behältereinheiten für einen qualitativ hochwertigen und platzsparenden Betrieb.

5.2.2 Versorgung der „mobilen Wärme“

In Bezug auf das regionale Wärmekonzept der Gemeinden Kollow, Gülzow, Hamwarde und Wiershop wurde untersucht, ob die Nutzung einer „mobilen Wärme“ für abgelegene Liegenschaften eine Option ist.

Für einen wirtschaftlichen Betrieb sollte der mobile Wärmespeicher innerhalb von max. zwei Tagen entladen und getauscht werden. Ein Wärmebedarf, je nach Speichertemperatur, zwischen 1.500 und 2.400 kWh für zwei Tage wird somit vorausgesetzt, da bei zu geringer Entladeleistung die Wärmeverluste durch die Standzeit ansteigen. Durch Gemeindebefragungen und durch die Ergebnisse der Haushaltsbefragung haben sich abseits der einzelnen Potenzialbereiche der Gemeinden keine Wärmeabnehmer oder Quartiere aufgetan, die mit einer Entladeleistung von mindestens 100 kW einen mobilen Wärmespeicher wirtschaftlich auslasten können. Im Rahmen dieser Studie wird daher davon abgeraten, die „mobile Wärme“ in das Konzept der Wärmeversorgung mit einzubeziehen.

5.3 Kollow

5.3.1 Wärmelastgang

Ausgehend vom jährlichen Wärmebedarf von 1.561 MWh des erstellten Wärmenetzes wurde auf Basis der Außentemperaturen ein jahresstündlicher Wärmelastgang erstellt, welcher in Abbildung 33 dargestellt ist.

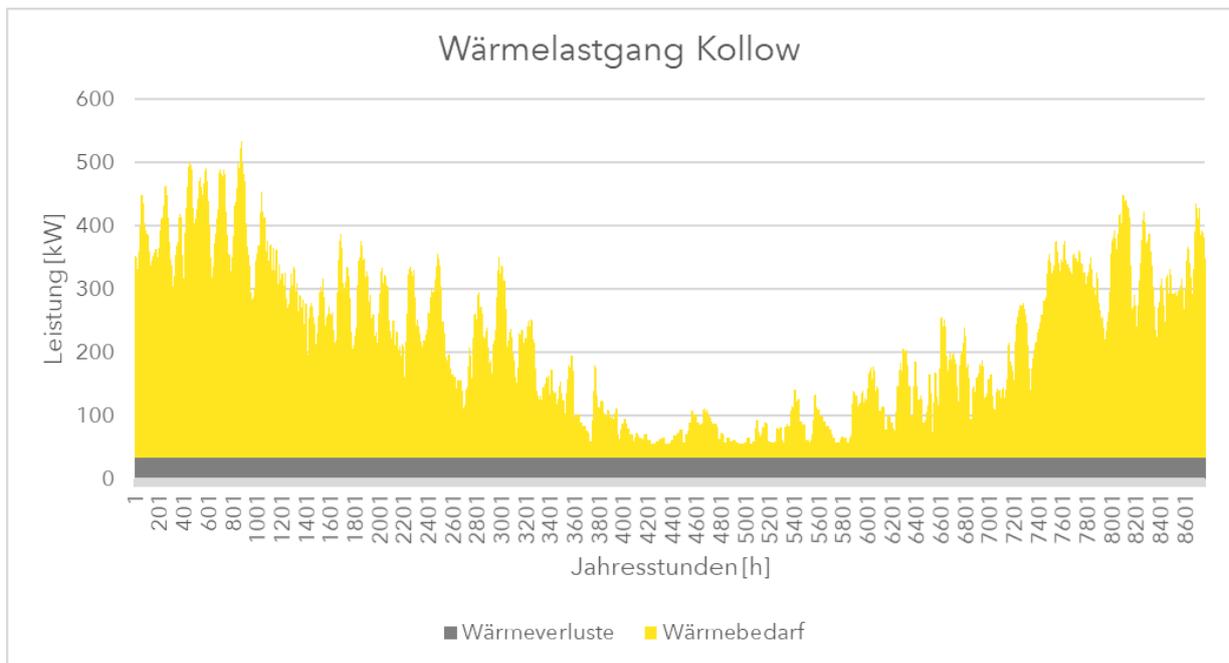


Abbildung 33: Wärmelastgang Kollow

Neben des zu erzeugenden Wärmebedarfs von 1.561 MWh entstehen bei der Bereitstellung Wärmeverluste von ca. 303 MWh, die miterzeugt werden müssen.

5.3.2 Wärmeerzeugung

Für die Wärmeerzeugung in Kollow wurden zwei Erzeugerkonzepte erstellt, die sich hinsichtlich ihrer Fördermittelausrichtung unterscheiden. Die erste Wärmeerzeugung in Abbildung 34 besteht aus einem 300 kW Pelletkessel zur Verfeuerung der Grünschnittpellets, welcher mit 91 % Wärmeanteil die Grundlast erzeugt. Als zusätzliche Erzeugung kommt ein 500 kW Gaskessel zum Einsatz, der die 9 % Spitzenlasten deckt und als Redundanz eingeplant ist. Eine hundertprozentige Deckung über einen Pelletkessel ist möglich, jedoch wird für die übrigen 9 % Wärmebedarf eine Mehrleistung von 200 kW notwendig, wodurch die Investitionskosten überproportional steigen würden.

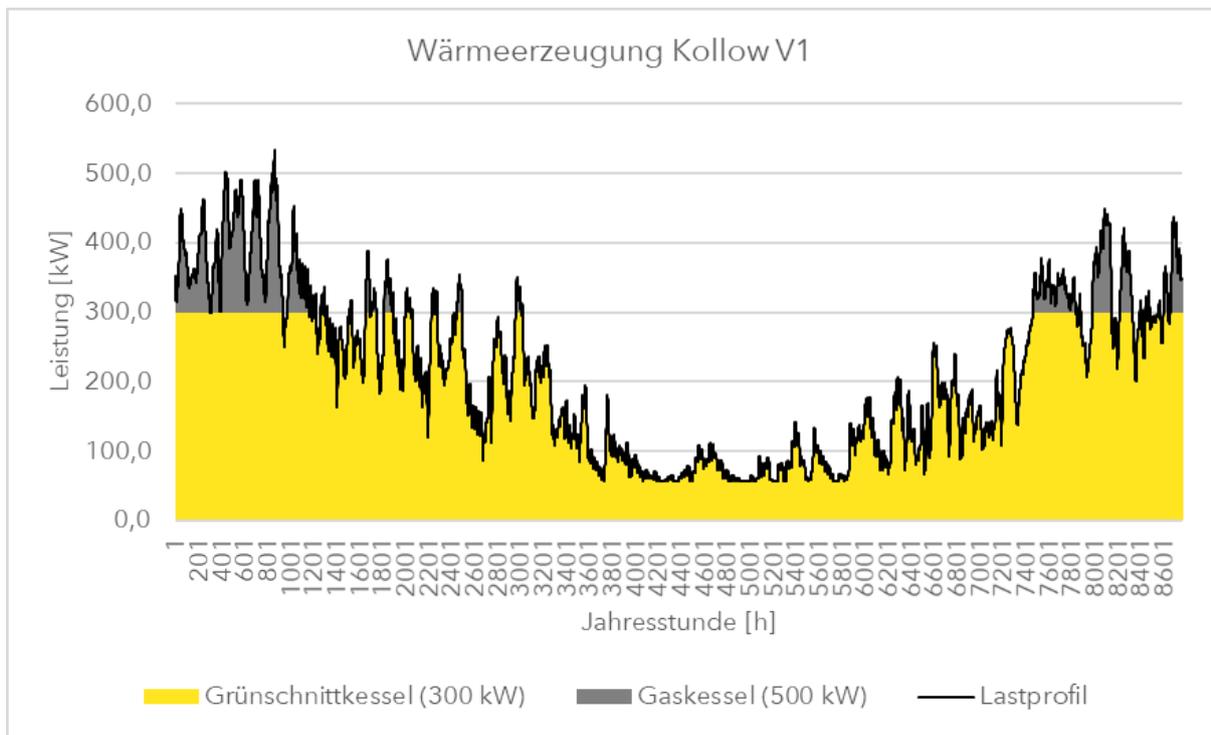


Abbildung 34: Wärmeerzeugung Kollow V1

In der zweiten Variante in Abbildung 35 wird der Grünschnittkessel mit 250 kW und der Gaskessel mit 500 kW um ein Blockheizkraftwerk (BHKW) mit einer elektrischen Leistung von 50 kW und einer thermischen Leistung von 90 kW erweitert.

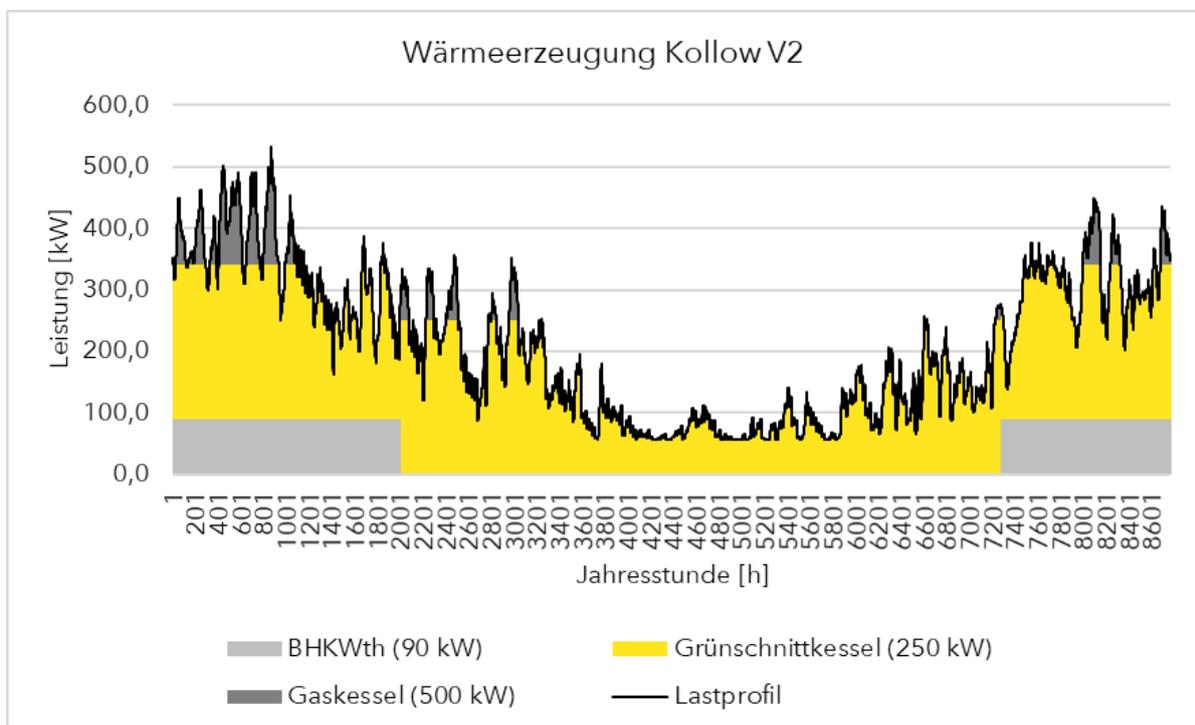


Abbildung 35: Wärmeerzeugung Kollow V2

Da das BHKW 10 % des Wärmebedarfs bereitstellt, kann das Wärmenetz durch das Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG) gefördert werden. Bei Inanspruchnahme können hierdurch 40 % der Investitionskosten der Errichtung des Wärmenetzes und systemrelevanter Anlagen gefördert werden. Darüber hinaus werden 30.000 Vollbenutzungsstunden des BHKWs mit 16 Cent/kWh für exportierten und 8 Cent/kWh für eigengenutzten Strom zusätzlich vergütet, wodurch die Betriebskosten gesenkt werden können.

Zur Optimierung der Wärmeerzeugung und Fahrweise der Anlagen ist in beiden Konzepten ein Pufferspeicher mit einem Volumen von 25 m³ berücksichtigt.

5.4 Gülzow

5.4.1 Wärmelastgang

Ausgehend vom jährlichen Wärmebedarf von 3.581 MWh des erstellten Wärmenetzes wurde auf Basis der Außentemperaturen ein jahresstündlicher Wärmelastgang erstellt, welcher in Abbildung 36 dargestellt ist.

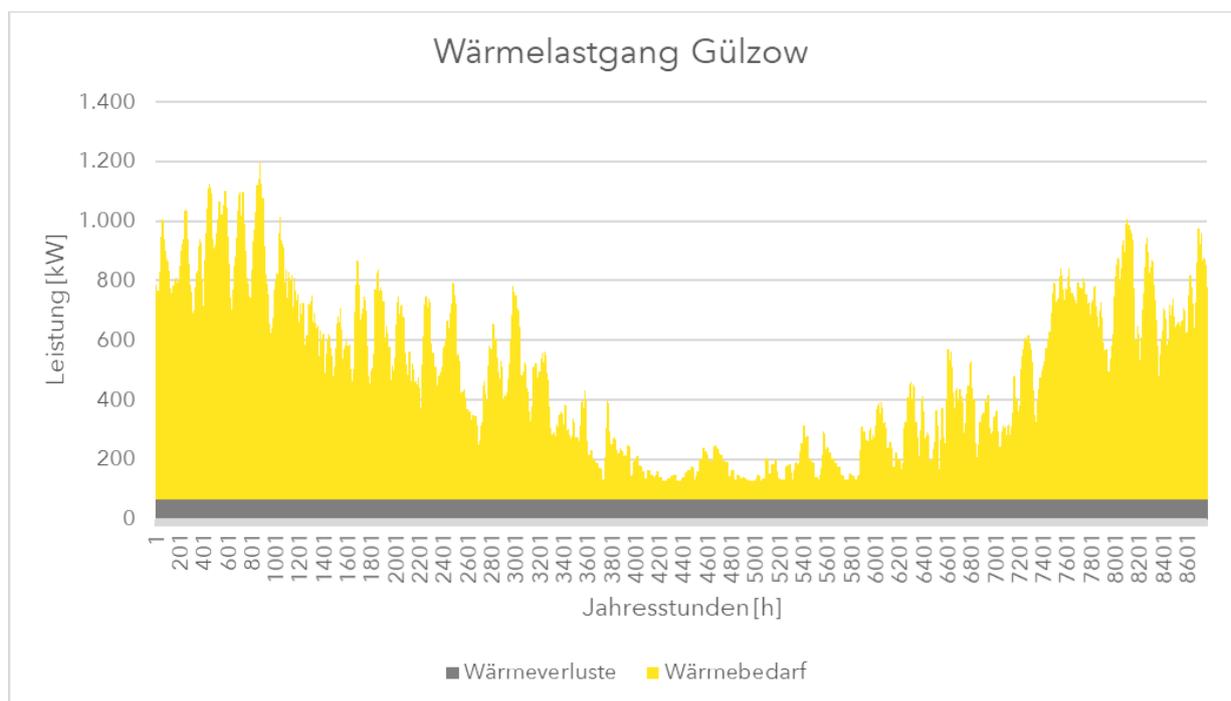


Abbildung 36: Wärmelastgang Gülzow

Neben dem zu erzeugenden Wärmebedarf von 3.581 MWh entstehen bei der Bereitstellung Wärmeverluste von ca. 571 MWh, die miterzeugt werden müssen.

5.4.2 Wärmeerzeugung

Für die Wärmeerzeugung in Gülzow wurden ebenfalls zwei Erzeugerkonzepte erstellt, die sich hinsichtlich ihrer Fördermittelausrichtung unterscheiden. Die erste Wärmeerzeugung in Abbildung 37 besteht aus einer 720 kW Pelletkesselanlage zur Verfeuerung der Grünschnittpellets, welche mit 94 % Wärmeanteil die Grundlast erzeugt. Als zusätzliche Erzeugung kommt ein 500 kW Gaskessel zum Einsatz, der die 6 % Spitzenlasten deckt und als Redundanz eingeplant ist. Eine hundertprozentige Deckung über einen Pelletkessel ist möglich, jedoch wird für die übrigen 6 % Wärmebedarf eine Mehrleistung von knapp 500 kW notwendig, wodurch die Investitionskosten zusätzlich steigen würden.

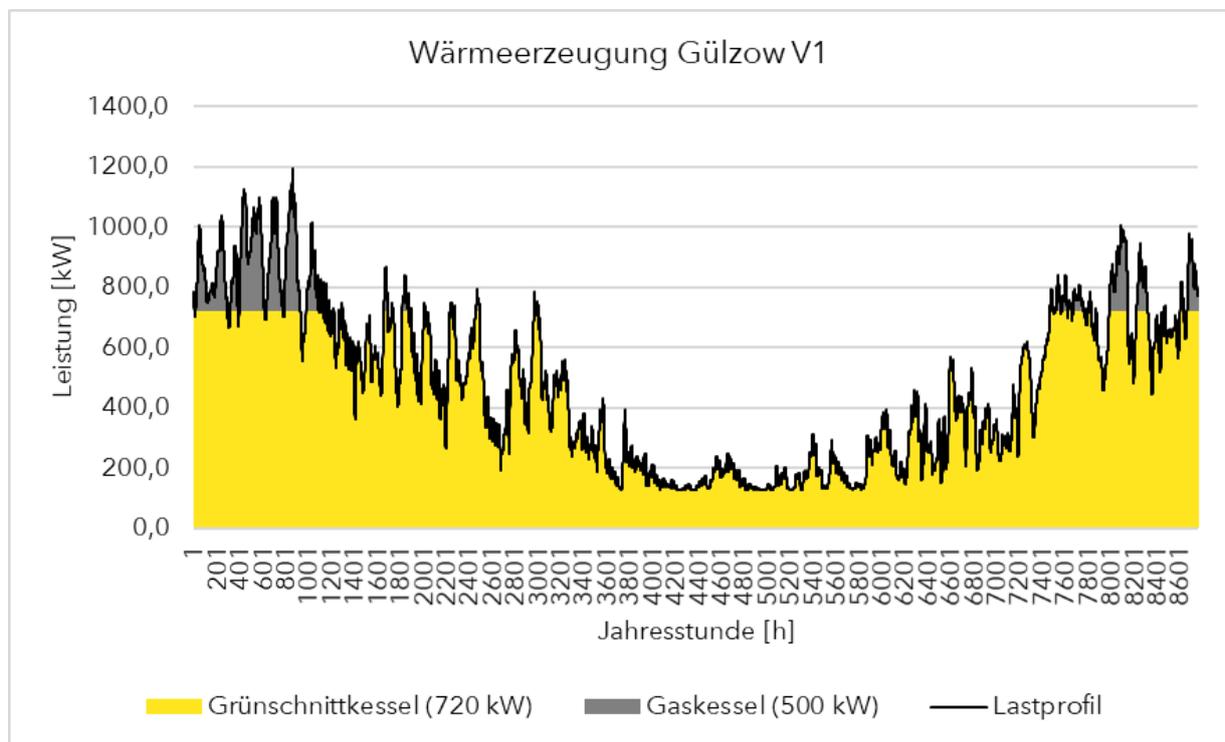


Abbildung 37: Wärmeerzeugung Gülzow V1

In der zweiten Variante in Abbildung 38 wird der Grünschnittkessel mit 650 kW und der Gaskessel mit 500 kW um ein Blockheizkraftwerk (BHKW) mit einer elektrischen Leistung von 50 kW und einer thermischen Leistung von 90 kW erweitert.

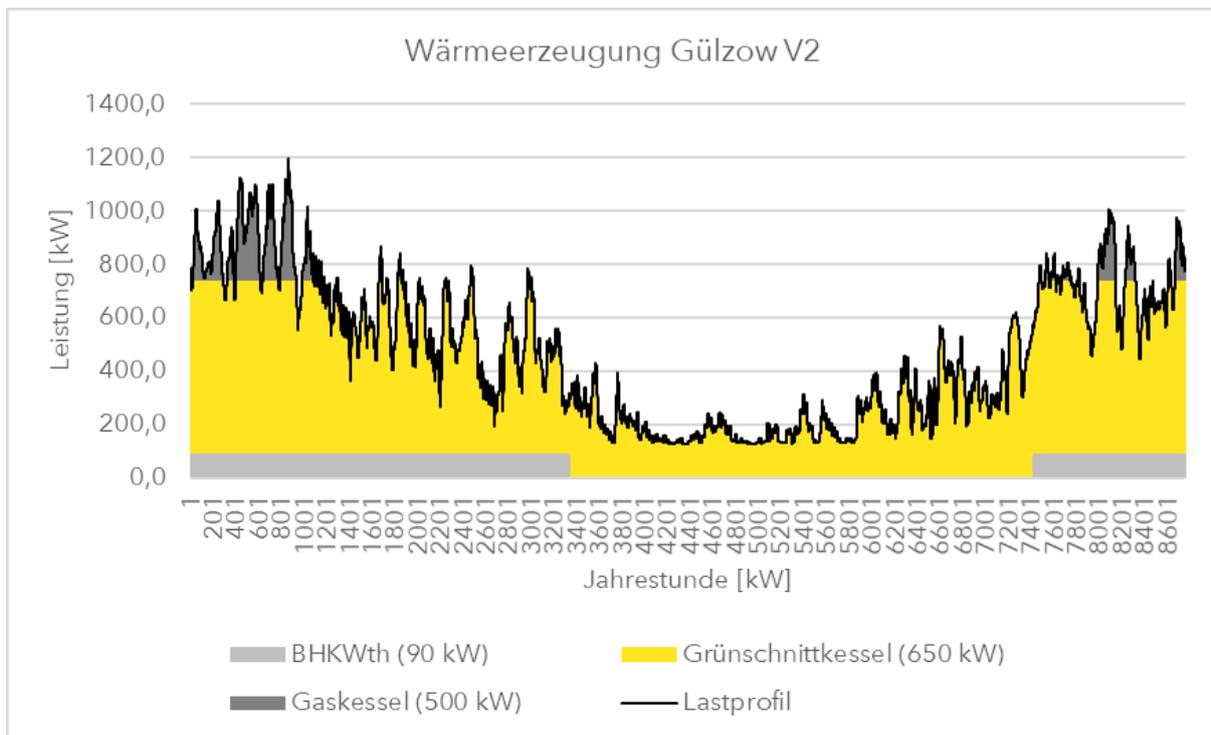


Abbildung 38: Wärmeerzeugung Gülzow V2

Da das BHKW 10 % des Wärmebedarfs bereitstellt, kann das Wärmenetz durch das Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG) gefördert werden. Wie bereits bei den Erzeugerkonzepten für Kollow erwähnt, können hierdurch bei Inanspruchnahme 40 % der Investitionskosten der Errichtung des Wärmenetzes und systemrelevanter Anlagen gefördert werden. Darüber hinaus werden 30.000 Vollbenutzungsstunden des BHKWs mit 16 Cent/kWh für exportierten und 8 Cent/kWh für eigengenutzten Strom zusätzlich vergütet, wodurch die Betriebskosten gesenkt werden können.

Zur Optimierung der Wärmeerzeugung und Fahrweise der Anlagen ist in beiden Konzepten ein Pufferspeicher mit einem Volumen von 50 m³ berücksichtigt.

5.5 Hamwarde

5.5.1 Wärmelastgang

Ausgehend vom jährlichen Wärmebedarf von 2.821 MWh des erstellten Wärmenetzes wurde auf Basis der Außentemperaturen ein jahresstündlicher Wärmelastgang erstellt, welcher in Abbildung 39 dargestellt ist.

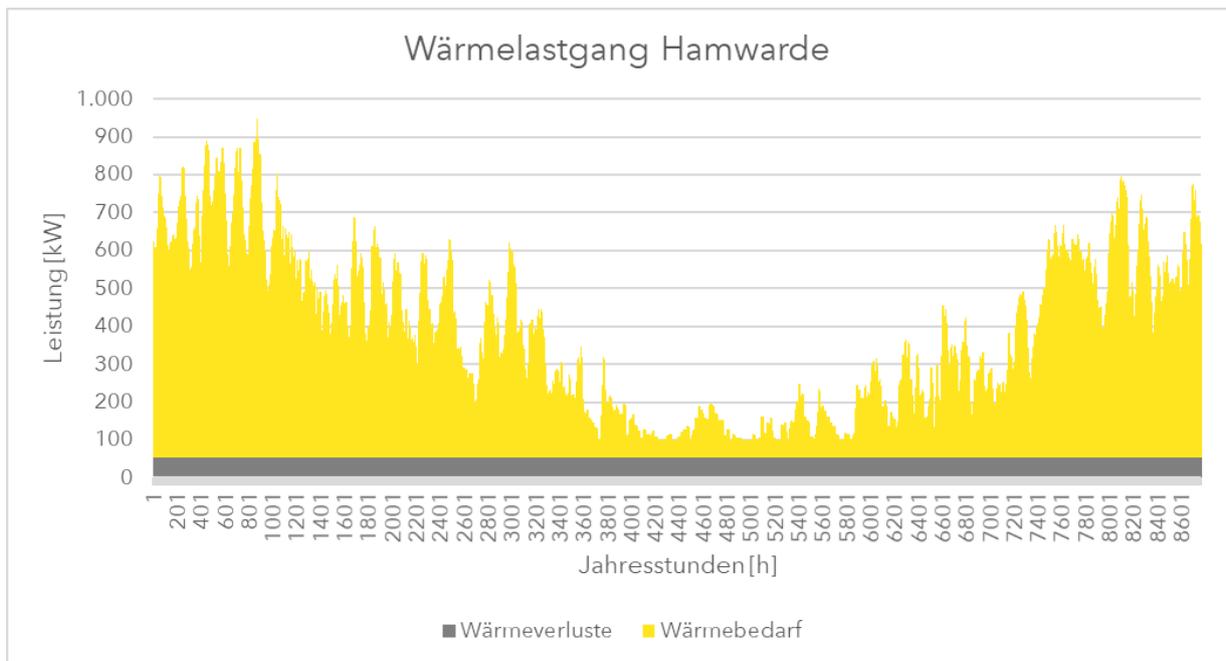


Abbildung 39: Wärmelastgang Hamwarde

Neben des zu erzeugenden Wärmebedarfs von 2.820 MWh entstehen bei der Bereitstellung Wärmeverluste von ca. 476 MWh, die miterzeugt werden müssen.

5.5.2 Wärmeerzeugung

Für die Wärmeerzeugung in Hamwarde wurden ebenfalls zwei Erzeugerkonzepte erstellt, die sich hinsichtlich ihrer Fördermittelausrichtung unterscheiden. Die erste Wärmeerzeugung in Abbildung 40 besteht aus einem 550 kW Pelletkessel zur Verfeuerung der Grünschnittpellets, der mit 92 % Wärmeanteil die Grundlast erzeugt. Als zusätzliche Erzeugung kommt ein 500 kW Gaskessel zum Einsatz, der die 8 % Spitzenlasten deckt und als Redundanz eingeplant ist. Eine hundertprozentige Deckung über einen Pelletkessel ist möglich, jedoch wird für die übrigen 8 % Wärmebedarf eine Mehrleistung von 400 kW notwendig, wodurch die Investitionskosten unnötig steigen würden.

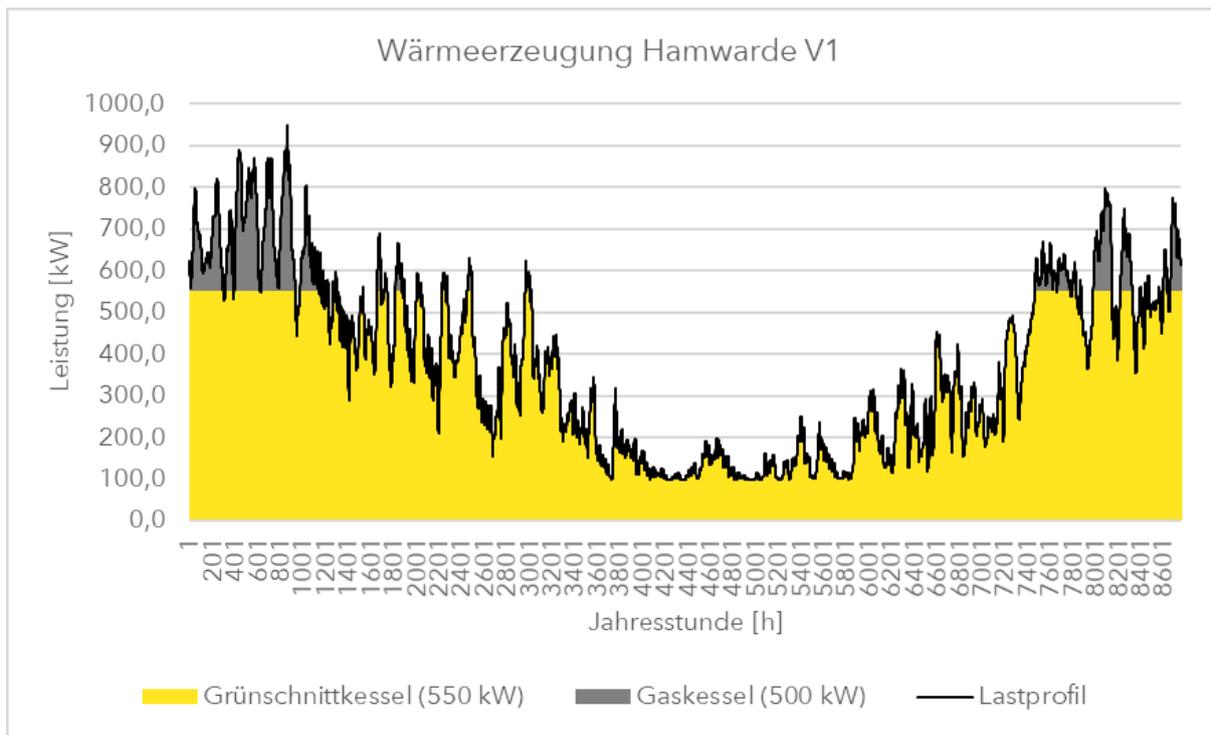


Abbildung 40: Wärmeerzeugung Hamwarde V1

In der zweiten Variante in Abbildung 41 wird der Grünschnittkessel mit 500 kW und der Gaskessel mit 500 kW um ein Blockheizkraftwerk (BHKW) mit einer elektrischen Leistung von 50 kW und einer thermischen Leistung von 90 kW erweitert.

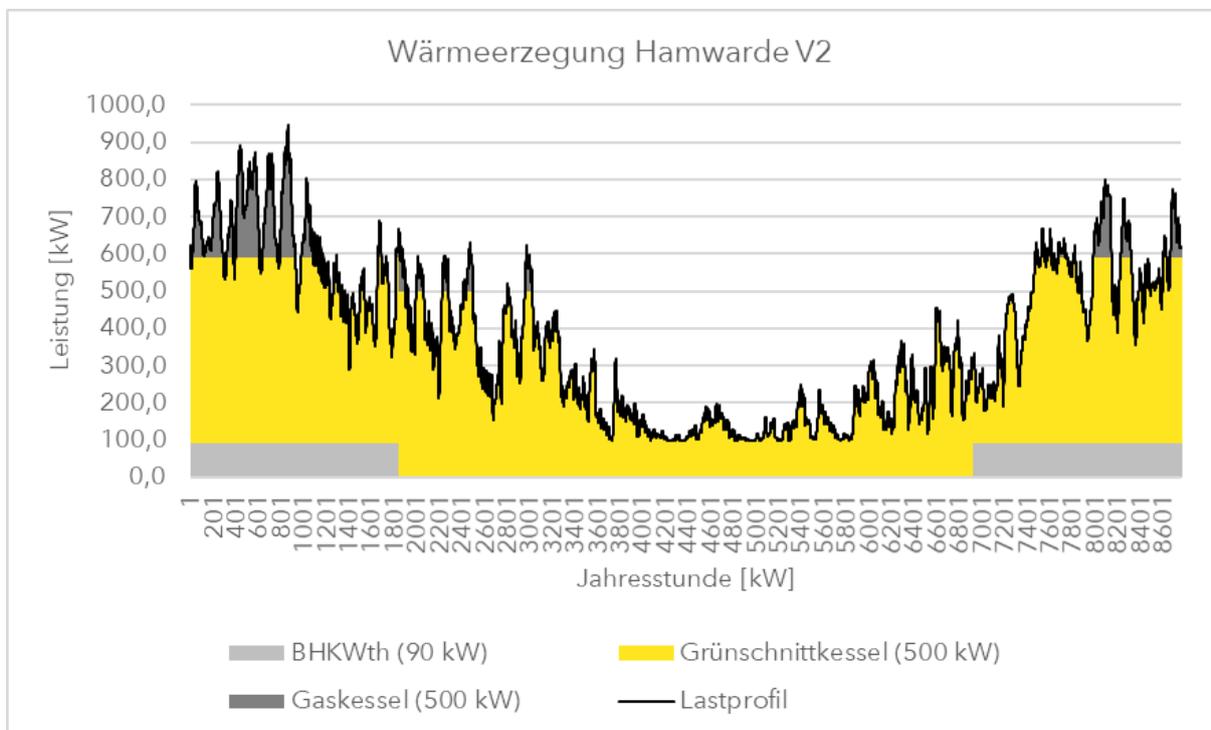


Abbildung 41: Wärmeerzeugung Hamwarde V2

Da das BHKW 10 % des Wärmebedarfs bereitstellt, kann das Wärmenetz durch das Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG) gefördert werden. Wie bereits erwähnt, können hierdurch bei Inanspruchnahme 40 % der Investitionskosten der Errichtung des Wärmenetzes und systemrelevanter Anlagen gefördert werden. Darüber hinaus werden 30.000 Vollbenutzungsstunden des BHKWs mit 16 Cent/kWh für exportierten und 8 Cent/kWh für eigen-genutzten Strom zusätzlich vergütet, wodurch die Betriebskosten gesenkt würden.

Zur Optimierung der Wärmeerzeugung und Fahrweise der Anlagen ist in beiden Konzepten ein Pufferspeicher mit einem Volumen von 35 m³ berücksichtigt.

5.6 Wiershop

5.6.1 Wärmelastgang

Ausgehend vom jährlichen Wärmebedarf von 639 MWh des erstellten Wärmenetzes wurde auf Basis der Außentemperaturen ein jahresstündlicher Wärmelastgang erstellt, welcher in Abbildung 42 dargestellt ist.

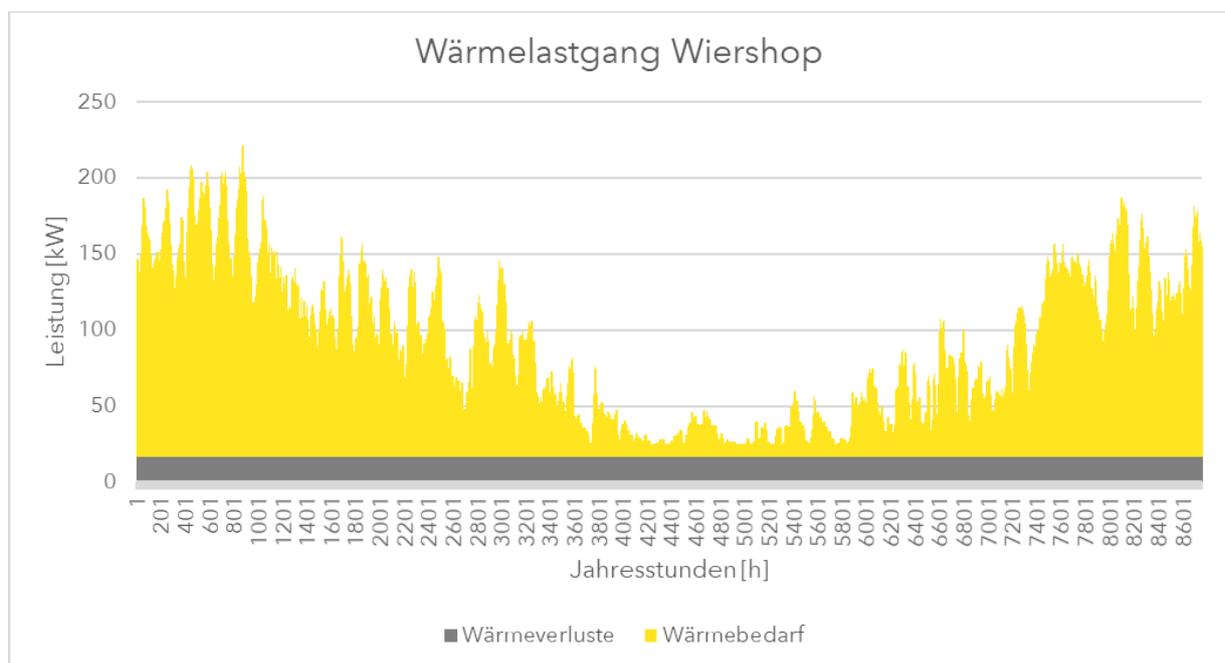


Abbildung 42: Wärmelastgang Wiershop

Neben des zu erzeugenden Wärmebedarfs von 639 MWh entstehen bei der Bereitstellung Wärmeverluste von ca. 143 MWh, die miterzeugt werden müssen.

5.6.2 Wärmeerzeugung

Für die Wärmeerzeugung in Wiershop wurden ebenfalls zwei Erzeugerkonzepte erstellt, die sich hinsichtlich ihrer Fördermittelausrichtung unterscheiden. Die erste Wärmeerzeugung in Abbildung 43 besteht aus einem 130 kW Pelletkessel zur Verfeuerung der Grünschnittpellets, der mit 93 % Wärmeanteil die Grundlast erzeugt. Als zusätzliche Erzeugung kommt ein 500 kW Gaskessel zum Einsatz, der die 7 % Spitzenlasten deckt und als Redundanz eingeplant ist. Eine hundertprozentige Deckung über einen Pelletkessel ist möglich, jedoch wird für die übrigen 7 % Wärmebedarf eine Mehrleistung von 100 kW notwendig, wodurch die Investitionskosten unnötig steigen würden.

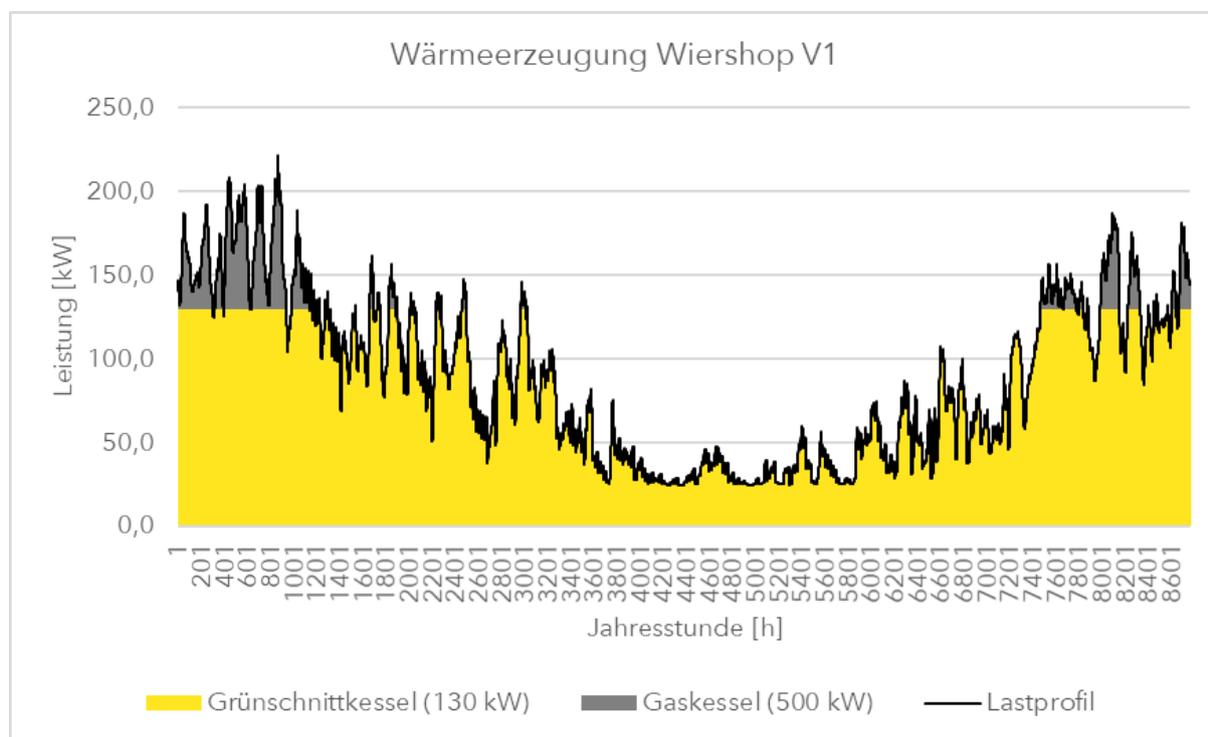


Abbildung 43: Wärmeerzeugung Wiershop V1

In der zweiten Variante in Abbildung 44 wird der Grünschnittkessel mit 100 kW und der Gaskessel mit 500 kW um ein Blockheizkraftwerk (BHKW) mit einer elektrischen Leistung von 50 kW und einer thermischen Leistung von 90 kW erweitert.

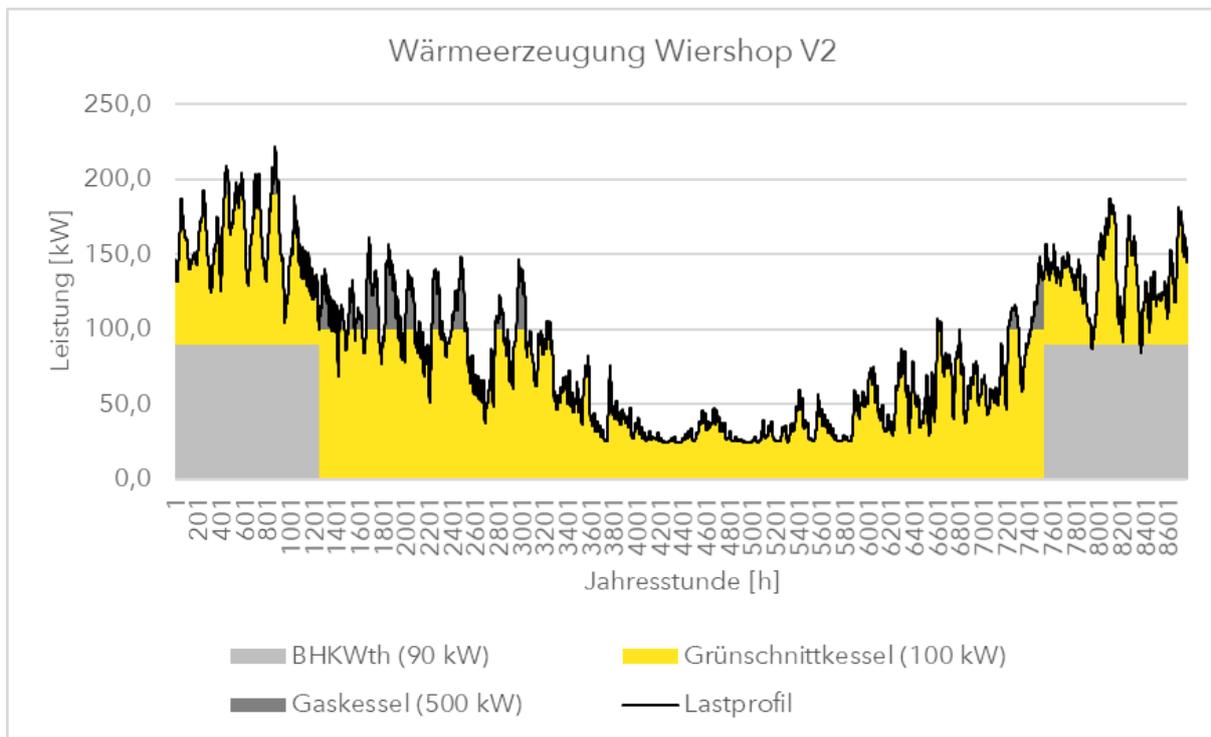


Abbildung 44: Wärmeerzeugung Wiershop V2

Da das BHKW mindestens 10 % des Wärmebedarfs bereitstellt, kann das Wärmenetz durch das Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG) gefördert werden. Wie bereits erwähnt, können hier bei Inanspruchnahme 40 % der Investitionskosten der Errichtung des Wärmenetzes und systemrelevanter Anlagen gefördert werden. Darüber hinaus werden 30.000 Vollbenutzungsstunden des BHKWs mit 16 Cent/kWh für exportierten und 8 Cent/kWh für eigengenutzten Strom zusätzlich vergütet, wodurch die Betriebskosten gesenkt werden können.

Zur Optimierung der Wärmeerzeugung und Fahrweise der Anlagen ist in beiden Konzepten ein Pufferspeicher mit einem Volumen von 15 m³ berücksichtigt.

5.7 Investitionskosten der Konzepte

Im Folgenden sind für je zwei Konzeptvarianten der jeweiligen Gemeinden die Investitionskosten aufgeführt. Diese setzen sich aus den aufgelisteten Punkten zusammen:

- Wärmenetz: Kosten des Tief- und Rohrbaus, die Errichtung der Wärmeleitungen
- Hausanschlüsse: Aufwendungen des Baus der Übergabestationen bei den Anschlussnehmern
- Errichtung Heizzentrale: Fundamentarbeiten, Spartenanschlüsse sowie die Einhausung der Wärmeerzeuger und Anlagentechnik

- Wärmeerzeuger: Neben dem Pellet- und Gaskessel auch das Blockheizkraftwerk
- Anlagentechnik und Pufferspeicher: betriebsrelevante Technik wie Druckhaltung und Pumpen für das Wärmenetz sowie Speichermöglichkeiten
- Planung und Risikopuffer

Mit Hilfe der skizzierten Wärmetrassen und den ermittelten Verbrauchsdaten der einzelnen Straßenzüge wurde, für die genauere Abschätzung der Kosten des Tief- und Rohrbaus, eine erste Rohrdimensionierung durchgeführt, die eine maximale Anschlussquote von 80 % zulässt.

5.7.1 Kollow

Die Investitionskosten der zwei Konzeptvarianten in Kollow sind in Tabelle 15 dargestellt.

Investitionskosten Kollow	Konzept V1	Konzept V2
Wärmenetz	1.528.000 €	1.528.000 €
Hausanschlüsse	323.100 €	323.100 €
Errichtung Heizzentrale	169.000 €	169.000 €
Wärmeerzeuger	162.500 €	243.800 €
Anlagentechnik und Pufferspeicher	70.200 €	70.200 €
Planung und Risikopuffer	292.600 €	303.000 €
Investitionskosten (netto)	2.545.400 €	2.637.100 €

Tabelle 15: Investitionskosten Kollow

5.7.2 Gülzow

Die Investitionskosten der zwei Konzeptvarianten in Gülzow sind in Tabelle 16 dargestellt.

Investitionskosten Gülzow	Konzept V1	Konzept V2
Wärmenetz	2.845.400 €	2.845.400 €
Hausanschlüsse	655.200 €	655.200 €
Errichtung Heizzentrale	169.000 €	169.000 €
Wärmeerzeuger	353.600 €	425.800 €
Anlagentechnik und Pufferspeicher	101.400 €	101.400 €
Planung und Risikopuffer	535.700 €	545.900 €
Investitionskosten (netto)	4.660.300 €	4.742.700 €

Tabelle 16: Investitionskosten Gülzow

5.7.3 Hamwarde

Die Investitionskosten der zwei Konzeptvarianten in Hamwarde sind in Tabelle 17 dargestellt.

Investitionskosten Hamwarde	Konzept V1	Konzept V2
Wärmenetz	2.321.800 €	2.321.800 €
Hausanschlüsse	568.800 €	568.800 €
Errichtung Heizzentrale	169.000 €	169.000 €
Wärmeerzeuger	276.300 €	357.500 €
Anlagentechnik und Pufferspeicher	88.900 €	88.900 €
Planung und Risikopuffer	444.700 €	456.200 €
Investitionskosten (netto)	3.869.500 €	3.962.200 €

Tabelle 17: Investitionskosten Hamwarde

5.7.4 Wiershop

Die Investitionskosten der zwei Konzeptvarianten in Wiershop sind in Tabelle 18 dargestellt.

Investitionskosten Wiershop	Konzept V1	Konzept V2
Wärmenetz	703.600 €	703.600 €
Hausanschlüsse	127.400 €	127.400 €
Errichtung Heizzentrale	169.000 €	169.000 €
Wärmeerzeuger	85.200 €	175.500 €
Anlagentechnik und Pufferspeicher	57.700 €	57.700 €
Planung und Risikopuffer	148.300 €	160.000 €
Investitionskosten (netto)	1.291.200 €	1.393.200 €

Tabelle 18: Investitionskosten Wiershop

5.7.5 Zusammenfassung

Die zusammengefassten Investitionskosten der zwei Konzeptvarianten in den vier Gemeinden Kollow, Gülzow, Hamwarde und Wiershop sind in Tabelle 19 dargestellt.

Investitionskosten Gesamt	Konzept V1	Konzept V2
Wärmenetz	7.398.900 €	7.398.900 €
Hausanschlüsse	1.674.400 €	1.674.400 €
Errichtung Heizzentrale	676.000 €	676.000 €
Wärmeerzeuger	877.500 €	1.198.000 €
Anlagentechnik und Pufferspeicher	318.200 €	318.200 €
Planung und Risikopuffer	1.423.400 €	1.465.000 €
Investitionskosten (netto)	12.368.400 €	12.730.500 €

Tabelle 19: Investitionskosten Gesamt

6. Bewertung der Brennstoffherzeugung

Eine Besonderheit im regionalen Wärmekonzept der Gemeinden Kollow, Gülzow, Hamwarde und Wiershop ist der Brennstoff. Diese sogenannten Grünschnittpellets werden aus Biomasseabfällen hergestellt und ermöglichen eine Wärmeversorgung aus regional anfallenden Erzeugnissen. In den nachfolgenden Abschnitten wird näher auf die Grünschnittpellets und deren Herstellungsverfahren eingegangen.

6.1 Das BtE[®]-Verfahren

Bei dem BtE[®]-Prozess (Biomass to Energy) von der Firma Bi.En GmbH & Co. KG handelt es sich um einen mehrstufigen Wasch- und Konditionierungsprozess im Gegenstromprinzip, der die biogenen Ausgangsmaterialien optimiert und homogenisiert. Die einzelnen Schritte sind in der Abbildung 45 schematisch dargestellt.

Die Biomasse wird ganzjährig konserviert gelagert und in einem ersten Prozessschritt zerkleinert, um dann kontinuierlich in mehreren Vorgängen gewaschen und auf diese Weise konditioniert zu werden. Hier steht an erster Stelle die Sandabscheidung, bei der vor allem lose anhaftende Materialien von den Pflanzen entfernt werden. Mittels weiterer Waschvorgänge wird erreicht, dass sowohl lösliche als auch unlösliche Pflanzeninhaltsstoffe bei der Entwässerung weitgehend zusammen mit dem Presssaft aus dem Pressgut ausgeschieden werden. Der gewonnene Presssaft mit hohem Anteil vergärbare organischer Anteile wird einem nicht durchmischten Fermenter zur thermophilen Vergärung und Biogaserzeugung zugeführt. Die an mineralischen Pflanzeninhaltsstoffen abgereicherte, feste Phase wird getrocknet und zu Pellets gepresst. Der Gärrückstand wird bis zur Ausbringung als Dünger auf landwirtschaftlichen Flächen in einem Gärrestbehälter gelagert. Das erzeugte Biogas wird zu elektrischer und thermischer Energie für den Produktionsprozess umgewandelt.

Während der Einsatz von Landschaftspflegematerial keiner weiteren Vorbehandlung (vor dem Einsatz in der BtE[®]-Anlage) bedarf, ist im Fall des Grünguts eine Vorsortierung nötig. Für den BtE[®]-Prozess ist nur ein Teil der Grünschnittmaterialien geeignet, so wird nach Siebung die ca. 15 bis 80 mm große Mittelfraktion genutzt. Siebüberläufe anderer Größen und ggf. Müll werden aussortiert.

Schematische Darstellung des BtE-Verfahrens zur energetischen Verwertung von Biomasse

Stand: 2020

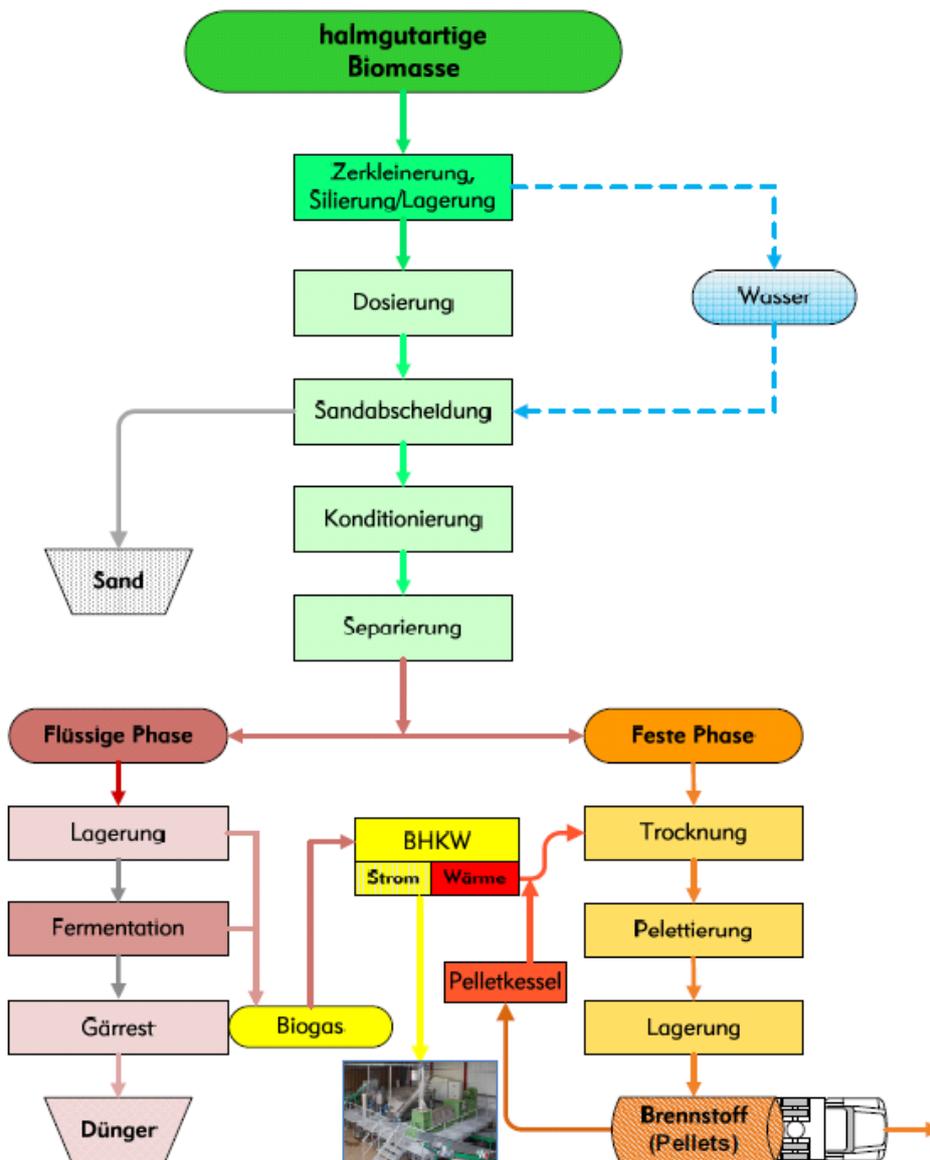


Abbildung 45: Anlagenschema des BtE®-Verfahrens (Biomass to Energy) der Firma Bi.En GmbH & Co. KG

Der BtE®-Prozess sorgt nachweislich für eine zuverlässige Schadstoffentfrachtung, vor allem bezüglich der Inhaltsstoffe Asche, Stickstoff, Schwefel, Chlor und Kalium im Brennstoffprodukt. Dies wirkt sich zum einen positiv auf den Verbrennungsprozess selbst aus und reduziert zum anderen schädliche Rauchgasemissionen.

Neben der Reduktion kritischer Inhaltsstoffe wird mit dem BtE®-Prozess auch die Homogenisierung der eingesetzten Biomassen erreicht, d.h. es wird ein biogener Festbrennstoff mit gleichbleibend hoher Qualität zum einen über einen langen Zeitraum und zum anderen aus sehr unterschiedlichen Ausgangsmaterialien hergestellt.

Es finden interne Qualitätskontrollen zur Überprüfung vor allem des Eingangsmaterials, des Pressgutes und der Pellets statt. Externe Prüfberichte über das Pressgut und für aus dem Pressgut hergestellte BtE®-Pellets zeigen zudem, dass die Anforderungen der DIN 17225-T6 eingehalten werden.

6.2 Potenzielle Standorte der BtE® Anlage

Die Wahl eines Standortes der BtE®-Anlage wird grundsätzlich nach verschiedenen Kriterien festgelegt. Eine vollständige BtE®-3000-Anlage benötigt ca. 1 Hektar Grundfläche. Diese Fläche wird vor allem durch Lagerflächen und Straßen belegt. Sind solche Flächen und andere Infrastruktur wie Fahrzeugwaagen, Hallen oder z.B. Regenwasserspeicher bereits vorhanden, erhöht das die Attraktivität eines potenziellen Standortes. Eine beispielhafte Flächenutzung ist in Abbildung 46 dargestellt.

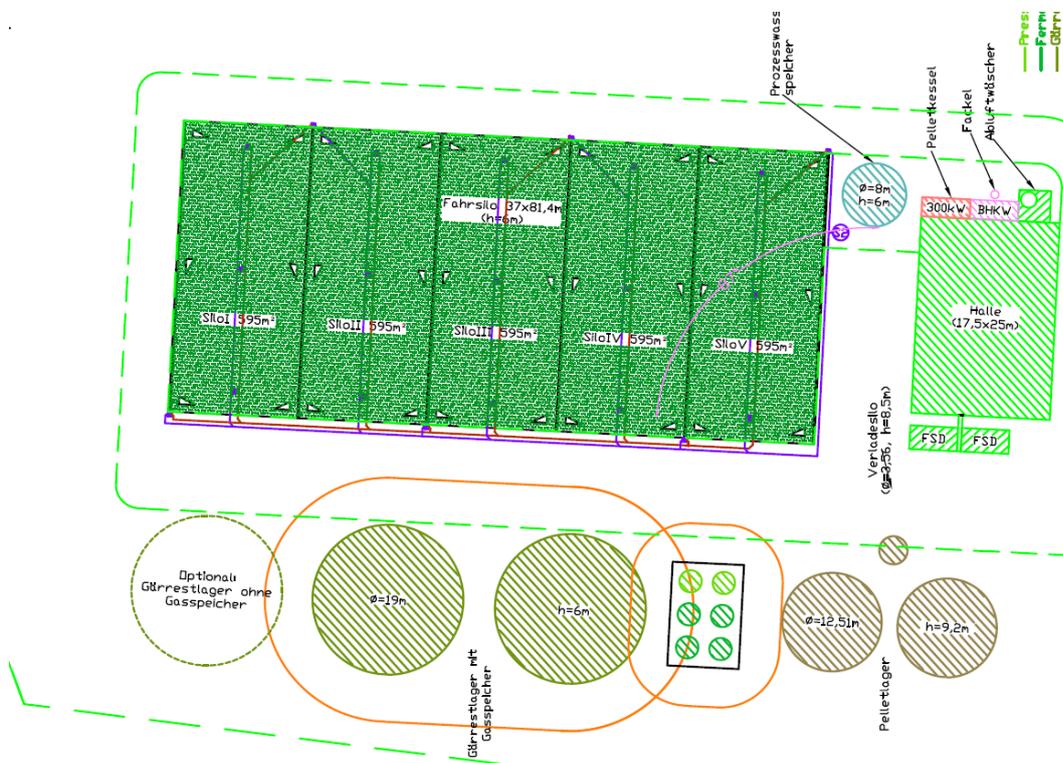


Abbildung 46: Beispiel einer BtE®-3000-Anlage mit Lagerflächen, Produktionshalle und Biogasanlage

Weitere Kriterien sind die verfügbare Biomasse, welche jährlich zwischen 8.000 und 10.000 Tonnen Frischmasse liegen sollte und die Nähe zu einem Wärmenetz, um den Transportweg der Brennstofflieferung so gering wie möglich zu halten.

Für das regionale Wärmekonzept der Gemeinden Kollow, Gülzow, Hamwarde und Wiershop wurde für die BtE®-Anlage noch keine Standortwahl getroffen. Als potenzielle Standorte wurden bereits die Betriebsstätten der Buhck Gruppe in Trittau und Wiershop untersucht. In einer finalen Entscheidung soll die Wahl auf den wirtschaftlichsten Standort im Gesamtkonzept fallen.

6.3 Verfügbarkeit und Herkunft der benötigten Biomasse

In der BtE®-Anlage werden anteilig 50 - 70 % Grünabfälle eingesetzt. Grünschnitt oder Grüngut wird im *Abfallwirtschaftsplan Schleswig-Holstein. Teilplan Siedlungsabfälle (2014-2023)* wie folgt definiert:

„Grünabfälle sind sowohl unterschiedlicher Struktur wie auch verschiedener Herkunft, Neben saisonal anfallendem Laub und Grasschnitt werden krautige und strauchige Pflanzenabfälle darunter zusammengefasst.“ (S. 25)

Es handelt sich also um ein- bis zweijähriges, halmgutartiges und krautiges, aber nicht verholztes pflanzliches Material, welches bei der Pflege von Wiesen- und Grünflächen oder als Landschaftspflegematerial, aber auch auf kommunalen oder privatwirtschaftlichen Flächen bei der Garten- und Landschaftspflege anfällt und von Landschaftspflegern, Landwirten, Kommunen bzw. Abfallentsorgern bereitgestellt werden kann bzw. entsorgt werden muss.

Im BtE®-Prozess wird des Weiteren anteilig 30 - 50 % Landschaftspflegematerial verwendet. Als Landschaftspflegematerial (einschließlich Landschaftspflegegras) gelten alle Materialien, die bei Pflegemaßnahmen anfallen, die vorrangig und überwiegend den Zielen des Naturschutzes und der Landschaftspflege im Sinne des Bundesnaturschutzgesetzes dienen und nicht gezielt angebaut werden. Unter Landschaftspflegematerial fallen auch Grasschnitte auf landwirtschaftlich extensiv genutzten Flächen, die im Falle von Pflegeschnitten anfallen und nicht als Futter Verwendung finden (z.B. aufgrund eines zu hohen Rohfasergehaltes oder des Auftretens von Jakobs-Kreuzkraut).

Zusätzlich können andere pflanzliche Materialien wie Laub oder aquatische Biomassen (z.B. Treibsel oder Material aus der Gewässer- und Grabenpflege) oder Pflanzenreste (Floristik, Gartenbaubetriebe etc.) verarbeitet werden. Der BtE®-Prozess ist somit für ein breites Spektrum an Biomassen einsetzbar.

Zur Potentialbetrachtung: Grünabfälle ergeben sich vor allem aus der Getrenntsammlung von Bioabfällen im Sinne des Kreislaufwirtschaftsgesetzes (vgl. § 9 Abs. 1 KrWG). Häufig

wird Grüngut aber statistisch nicht ausreichend erfasst oder zusammen mit Abfällen der Biotonne bewertet, weshalb eine verlässliche Bewertung des Potentials Schleswig-Holsteins oder der einzelnen Kreise in Schleswig-Holstein nicht ohne größeren Aufwand erfolgen kann. Dementsprechend ist das im Abfallwirtschaftsplan Schleswig-Holstein Teilplan Siedlungsabfälle (2014-2023) 2014 dargestellte Potential (Prognose für 2023: 17 kg pro Einwohner und Jahr) nicht aussagekräftig und kann um das 3-4 fache höher liegen. So kam das Witzenhausen-Institut in der Studie „Optimierung der Erfassung, Aufbereitung und stofflich-energetische Verwertung von Grüngut in Deutschland“ von 2016-2018 von 2019 zu diesem Ergebnis:

„Das theoretische Potenzial von Grüngut aus Privatgärten liegt bei ca. 195 kg pro Einwohner (E) und Jahr (a). Betrachtet man zusätzlich kommunale Grünanlagen, so erhöht sich das theoretische Grüngutpotenzial auf ca. 255 kg/E*a.“ (S. 13)

Circa 30 % der 255 kg/E*a, d.h. 60-69 kg/E*a, werden davon in getrennter Sammlung erfasst (vgl. ebd., S. 34).

Der Abfallwirtschaftsplan stellt für Schleswig-Holstein weiterhin fest:

„Nur ein Teil dieser Abfälle wird über die öffentlich-rechtliche Entsorgung einer Verwertung zugeführt und ist demnach in den Siedlungsabfallbilanzen enthalten. Die private Entsorgungswirtschaft besitzt auf diesem Sektor in Schleswig-Holstein große Bedeutung.“ (S. 25)

Die statistisch erfassten Mengen an Grüngutabfällen spiegeln also nicht das hohe Potential in einem Flächenland wie Schleswig-Holstein wider. Insbesondere die Grünabfallmengen, welche bei Landschaftspflegemaßnahmen anfallen, stellen ein bisher nicht erfasstes Potential dar, wie der Abfallwirtschaftsplan weiter ausführt:

„Es ist davon auszugehen, dass die Annahme von Grünabfällen an privat betriebenen Abfallentsorgungsanlagen zu einem großen Anteil nicht innerhalb der öffentlich-rechtlichen Entsorgung geschieht, auch wenn es sich um Abfälle privaten Ursprungs handelt. Grünabfälle, die von Betrieben des Garten- und Landschaftsbaus von privaten Kunden zu Entsorgungsanlagen verbracht wird, können regelmäßig als Abfälle gewerblicher Herkunft gelten, da sie im Rahmen der gewerblichen Tätigkeit anfallen.“ (S. 25)

Wird weiterhin von der im Abfallwirtschaftsplan gelisteten Anlagenkapazität zur biologischen Behandlung von Grünabfällen ausgegangen (vgl. S. 62f), gibt es landesweit eine Verarbeitungskapazität dieser Abfälle von etwa 240.000 Tonnen p.a. (Stand 2014).

Am Beispiel der Kreise Nordfriesland, Rendsburg-Eckernförde und Segeberg ist 2011 die Grünabfall- und Schnittholzholzverwertung in Schleswig-Holstein untersucht worden. Hierin werden im Jahr 2009 Potentiale von 167.745 Tonnen Frischmasse Grünabfall aus getrennter Sammlung für diese drei Kreise genannt.

Eine standortspezifische Ermittlung des Grüngutpotentials ist zur Errichtung einer BtE®-Anlage daher unerlässlich. Neben den Entsorgungsunternehmen (Buhck Gruppe) sollen auch Kommunen und Unternehmen aus dem Garten- und Landschaftsbau oder der kommunalen Grünpflege zu möglichen Grünabfallmengen befragt werden und in der Beschaffung und Bereitstellung berücksichtigt werden.

Im Rahmen der Potentialermittlung für Landschaftspflegematerial wird Landschaftspflegegras auf landwirtschaftlich extensiv genutzten Grünlandflächen, vor allem von Flächen der Stiftung Naturschutz bzw. ähnlichen Umweltverbänden oder auch von Niedermoorflächen betrachtet. Die Stiftung Naturschutz verfügt in Schleswig-Holstein über mehr als 40.000 Hektar Fläche, als Niedermoorflächen gelten in Schleswig-Holstein 99.500 Hektar. Das Aufwuchspotential (angenommen werden können circa 2,5 Tonnen Trockenmasse pro Hektar und Jahr), die Häufigkeit von Pflegeschnitten und die Entsorgungspflicht des Materials (Bsp. Befall von Jakobs-Kreuzkraut, Minderung des Nährstoffeintrages etc.) müssen ebenfalls standortspezifisch gesondert ermittelt werden.

Zur Einordnung des Biomassebedarfs ist der Materialbedarf einer BtE®-Anlage aufgeführt:

1. BtE®-3000 Anlage 50 % LPM / 50 % Grüngut:
 - ca. 8.000 bis 10.000 Tonnen Frischmasse (abhängig vom Trockenmasse-Gehalt, Annahme ca. 30 %) p.a.
 - 1.500 Tonnen Trockenmasse Landschaftspflegematerial (LPM) p.a.
 - 1.500 Tonnen Trockenmasse Grüngut p.a.

2. BtE®-3000 Anlage 30 % LPM / 70 % Grünschnitt:
 - ca. 8.000 Tonnen Frischmasse p.a.
 - 900 Tonnen Trockenmasse Landschaftspflegematerial (LPM) p.a.
 - 2.100 Tonnen Trockenmasse Grüngut p.a.

Laut Firma Buhck sind am Standort Wiershop klassische Busch- und Gartenabfälle in der Größenordnung von 30.000 t jährlich verfügbar. Neben einer schwankenden Zusammensetzung der Biomasse im Jahresverlauf liegt der Schwerpunkt der Anlieferung im letzten Jahresdrittel. Die Busch- und Gartenabfälle stammen vorwiegend von Baumaßnahmen sowie Garten- und Parkpflege des Herzogtum Lauenburg und des südöstlichen Hamburgs.

Die vorgenannte Menge von 30.000 t/p.a. eignet sich auf Grund seiner Art und Beschaffenheit (Holz & Erdanteil) nur zu < 30 % (< 10.000 t.) und können nur durch aufwendige Sortier- bzw. Aufbereitungsverfahren bereitgestellt werden. Für die Sortierung der 30.000 t. am Standort Wiershop fallen 8 - 10 €/t zzgl. Transportkosten für das Produkt an. Am Standort in Trittau ist die Gesamtmenge gering < 10.000 t/ p.a. und die aufwendige Sortier- bzw. Aufbereitungssituation (< 30 %, ca. 3.000 t/p.a. zu 8 - 10 €/t Kosten zzgl. Transport) **ähnlich**. Die jahreszeitlichen Mengen sowie der Schwerpunkt der Anlieferung von Busch- und Gartenabfälle in Trittau entsprechen denen von Wiershop.

Grasschnitt in Reinform ist an beiden Standorten nur sporadisch, in sehr kleinen Mengen und im Sommerhalbjahr verfügbar. Halmgutartige Grasabfälle in größerer Menge aus der Bankettenpflege lassen sich akquirieren (Preise können durch Fa. Buhck nicht genannt werden).

Für den Betrieb der BtE[®]-3000 Anlage und der Wärmeversorgung im regionalen Wärme-konzept steht somit ausreichend Biomasse zur Verfügung.

6.4 Die Grünschnittpellets

Grundsätzlich kann ein breites Spektrum an Biomassen eingesetzt werden, gegebenenfalls müssen Rohstoffmischungen hergestellt werden, um die Qualitätsnorm für feste Biobrennstoffe - Brennstoffspezifikationen und -klassen - Teil 6: Einteilung von nicht-holzartigen Pellets (DIN EN ISO 17225-6:2014) - zu erfüllen, vgl. Tabelle 20.

Eigenschaften	Klasse A Grenzwerte	Klasse B Grenzwerte
Durchmesser und Länge	D06-D25 mm, D +/-1 D06-D10 = 3,15 < L ≤ 40 mm, D12-D25 = 3,15 < L ≤ 50 mm	D06-D25 mm, D +/-1 D06-D10 = 3,15 < L ≤ 40 mm D12-D25 = 3,15 < L ≤ 50 mm
Wassergehalt	< 12 m-%	< 15 m-%
Aschegehalt	< 6 m-%	< 10 m-%
mechanische Festigkeit	≥ 97,5 m-%	≥ 96 m-%
Feingutanteil	≤ 2,0 m-%	≤ 3,0 m-%
Heizwert	≥ 4,0 kWh/kg (≥ 14,5 MJ/kg)	≥ 4,0 kWh/kg (≥ 14,5 MJ/kg)
Schüttdichte	≥ 600 kg/m ³	≥ 600 kg/m ³
Stickstoff	≤ 1,5 m-%	≤ 2,0 m-%
Schwefel	≤ 0,20 m-%	≤ 0,30 m-%
Chlor	≤ 0,10 m-%	≤ 0,30 m-%
Arsen	≤ 1 mg/kg	≤ 1 mg/kg
Cadmium	≤ 0,50 mg/kg	≤ 0,50 mg/kg
Chrom	≤ 50 mg/kg	≤ 50 mg/kg
Kupfer	≤ 20 mg/kg	≤ 20 mg/kg
Blei	≤ 10 mg/kg	≤ 10 mg/kg
Quecksilber	≤ 0,1 mg/kg	≤ 0,1 mg/kg
Nickel	≤ 10 mg/kg	≤ 10 mg/kg
Zink	≤ 100 mg/kg	≤ 100 mg/kg

Tabelle 20: Auszug aus der DIN 17225-6, Spezifikation von Pellets

Diese Biomassen sind dabei laut DIN 17225-T6 grundsätzlich zur Herstellung von Brennstoffpellets zugelassen:

1. halmgutartige Biomasse,
2. Biomasse von Früchten,
3. aquatische Biomasse oder
4. definierte und undefinierte Biomasse-Mischungen.

Die Anforderungen, welche der BtE®-Prozess an den Rohstoff stellt, sind gering: der Trockensubstanzgehalt (TS-Gehalt) sollte unter 45 %, der Aschegehalt (XA [%TM]) unter 20 % liegen und es sollten möglichst keine Abfall- und Störstoffe enthalten sein. Für bessere Ergebnisse im Silierungsprozess ist ein erhöhter Feuchtgehalt positiv.

Während bei Landschaftspflegematerial eine direkte Verarbeitung in der BtE®-Anlage möglich ist, müssen Grüngutabfälle für den Einsatz aufbereitet werden. Dies findet durch die Abfallwirtschaftsbetriebe vor der Kompostierung ebenfalls statt. Das Material wird hierbei in eine krautige und eine holzige Fraktion getrennt, geschreddert und gesiebt. Während die holzreichen Grobfractionen zum großen Teil direkt energetisch in Heiz(kraft)werken verwertet werden, wird die krautige Fraktion nach dem Häckseln vor allem kompostiert. Für den BtE®-Prozess ist die ca. 15 bis 80 mm große Mittelfraktion des Grünabfalls nach derzeitigem Wissen am besten eignet. (Dies wird zurzeit in einem F+E-Projekt (Reg-Kli-Pel) detailliert untersucht.)

Für eine überschlägige Berechnung kann für die Grünschnittpellets ein Heizwert von 4,5 kWh/kg des BtE®-Brennstoffs angesetzt werden. Die DIN-Norm 17225-T6 fordert $\geq 4,0$ kWh/kg ($\geq 14,5$ MJ/kg). Laut externer Brennstoffanalysen liegt der Heizwert (H_i) bei 4,8 bis 4,9 kWh/kg.

6.5 CO₂-Bilanz der Brennstoffherzeugung

Wird der externe Bedarf elektrischer und thermischer Energie durch Strom und Holzpellets oder Photovoltaik und Holzpellets für den Produktionsbedarf der BtE®-Pellets bilanziert, ergibt sich, ohne Berücksichtigung der Anlieferung, die CO₂-Berechnung in Tabelle 21.

Zusammensetzung LPM/Grünschnitt	Produzierte Pellets [t/a]	Energiezufuhr	CO ₂ Äqui.-Menge [gCO ₂ Äqui./kWh]	CO ₂ Äqui.- Menge [t/a]	tCO ₂ /t	gCO ₂ /kWh
50/50	2.383	Strommix & Holzpellets	401 & 27	224,112	0,094	20,88
		Photovoltaik & Holzpellets	62,25 & 27	69,642	0,029	6,44
30/70	2.293	Strommix & Holzpellets	401 & 27	212,112	0,093	20,67
		Photovoltaik & Holzpellets	62,25 & 27	65,772	0,029	6,44

Tabelle 21: CO₂ Bilanz des Brennstoffes

Berücksichtigt wurden 8.000 Betriebsstunden pro Jahr und ein Heizwert (H_i) der BtE®-Pellets von 4,5 kWh/kg. Das durch den BtE®-Prozess produzierte und genutzte Biogas reduziert den Gesamtenergiebedarf und damit den CO₂-Ausstoß. Mit Hilfe der Emissionsfaktoren der Grünschnittpellets werden in Kapitel 11 die CO₂-Emissionen des regionalen Wärmekonzepts dargestellt.

Bisher findet die Verwertung von Grünabfall vor allem stofflich statt, indem die Materialien kompostiert werden. Die Treibhausgasbilanz fällt bei einer reinen Kompostierung weniger gut aus als bei Verbrennung (vgl. Schlussbericht „Optimierung der Erfassung, Aufbereitung und stofflich-energetischen Verwertung von Grüngut in Deutschland“. Hrsg. vom Witzenhausen-Institut für Abfall, Umwelt und Energie GmbH, 2019, S. 37ff). Grund dafür sind mögliche Lachgas-, Methan-, Ammoniak- oder Kohlendioxid- Emissionen. Gleiches gilt für Landschaftspflegmaterial, welches auf den Flächen verbleibt und verrottet. Die energetische Nutzung dieser Materialien ist daher ein wichtiger Beitrag zum Klima- und Umweltschutz.

6.6 Kosten der Brennstoffherzeugung

In der Kalkulation einer BtE®-3.000 Anlage werden Erlöse des Landschaftspflegegras in der Höhe von 0-10 €/t Frischmasse für unaufbereitetes Material und des Grünabfalls in der Höhe von 15 - 40 €/t Frischmasse für unaufbereitetes Material angenommen.

Die Preise der Annahme hängen auch von der Aufbereitung des Substrates ab. Entfallen z.B. die Prozesse Sortierung/Schreddern seitens der BtE®-Anlage, da bereits aufbereitetes Material zur Verfügung gestellt wird, kann der Preis entsprechend reduziert werden. Für diese Aufbereitung des Grünabfalls durch ein externes Abfallwirtschaftsunternehmen sind z.B. 8 €/t Frischmasse in der Kalkulation berücksichtigt.

Die Kosten der Brennstoffherzeugung sind sehr von den projektspezifischen Einflüssen abhängig und liegen nach den derzeitigen Abschätzungen zu den berücksichtigten Standorten bei ca. 186 €/t inklusive Transportkosten. Dieser Wert wird auch dadurch beeinflusst, welche Einnahmen des Inputmaterials angerechnet werden. Ausgehend von einem Heizwert (H_i) der BtE®-Pellets von 4,5 kWh/kg liegen die Kosten der Brennstoffbeschaffung bei umgerechnet 4,13 Cent/kWh.

Die hier genannten Werte wurden auf der Basis einer Standardkalkulation ermittelt, die im Bedarfsfall auf die jeweiligen Projektparameter schnell angepasst werden kann.

6.7 Zusammenfassung

Die wichtigsten Erkenntnisse zusammengefasst:

- Mit jeweils 30.000 Tonnen anfallender Biomasse an den Standorten Trittau und Wiershop ist genug Grünschnitt für die Auslastung einer BtE®-3.000 Anlage sowie für die Versorgung der vier Gemeinden im regionalen Wärmekonzept vorhanden.
- Da noch keine Standortwahl getroffen worden ist, wird auf Grund der kürzeren Distanz von dem Standort in Wiershop ausgegangen.
- Die Kosten für die fertigen Grünschnittpellets im Einkauf inklusive Transportes liegen bei 186 € pro Tonne, was bei einem Heizwert von 4,5 kWh/kg umgerechnet 4,13 Cent/kWh sind.
- Mit Hilfe der CO₂-Bilanz des Grünschnittpellets aus Abschnitt 6.5 wird in Kapitel 11 die CO₂ Einsparung des regionalen Wärmekonzeptes berechnet.

7. Mess-, Steuer- und Regelungstechnik

Die Leittechnik, welche in den einzelnen Gemeinden zum Einsatz kommen soll, dient der Visualisierung der Systemzustände, der Fehlermeldungen, der Ist- und Sollwerte des gesamten Systems sowie der Darstellung der Heizhaus- und der Netzregelung. Somit können Abläufe analysiert werden und Optimierungen des Systems durchgeführt werden. Das zu verwendende System erfasst sämtliche Regler mit Wärmemengenzählern, Netztemperaturen und -drücken. Weiter wird das hydraulische Schema bei jedem einzelnen Wärmeabnehmer visualisiert sowie sämtliche Werte wie Vor- und Rücklauftemperatur, Speichertemperatur, Durchfluss, Schaltzeiten, Ventil- und Schalterstellungen, momentane Leistung und abgenommene Wärmemenge aufgenommen. Zu den Wärmeabnehmern können sowohl Wärmeerzeuger und -speicher visualisiert und sämtliche Daten dargestellt werden.

Alle Kunden- und Wärmezählerdaten werden verschlüsselt von den einzelnen Reglern zur Leittechnik übertragen, sodass keine Verbrauchs- oder Kundendaten von Dritten aufgezeichnet oder manipuliert werden können.

Über die Steuerung des Wärmenetzes werden alle relevanten Parameter der Erzeugung, Verteilung, Speicherung und des Verbrauchs von Wärme erfasst und gespeichert. Stromseitig werden sowohl die Stromerzeugung als auch deren Verbrauch sowie der netzseitige Strombezug erfasst. Im Detail in Tabelle 22 werden folgende Parameter aufgezeichnet:

Stromerzeuger	Wärmeerzeuger	Speicher	Wärmenetz	Wärmesenken
Stromzähler (Blockheizkraftwerk)	Leistung	Belastung/Entladung Energiemengen	Vorlauftemperatur	Leistung
	Betriebszustand des Wärmeerzeugers		Rücklauftemperatur	Vorlauftemperatur der Primärseite
	Betriebszustand des Wärmeerzeugers		Durchfluss (l/h)	Rücklauftemperatur der Primärseite
			Außentemperatur	Vorlauftemperatur der Primärseite
			Netzdruck im Vorlauf	Rücklauftemperatur der Primärseite
			Netzdruck im Rücklauf	Durchfluss (l/h)
			Druckdifferenz	Ventilstellung an der Hausübergabestation
			Drehzahl der Wärmepumpe	Außentemperatur an der Wärmesenke
			Sollwert der Vorlauftemperatur	Betriebszustand der Heizkreispumpe
			Wärmemenge Netz	Temperatur der Heizkreise
			Wärmemenge Speicher	
			Stromzähler Pumpe	
			Wasserzähler zur Nachspeisung	

Tabelle 22: Aufgezeichnete Parameter durch die MSR - Technik

8. Betriebsführung

Für den einwandfreien Betrieb des Wärmenetzes und der Sicherstellung der Rentabilität ist eine Betriebsführung notwendig. Der Leistungsumfang der Betriebsführung teilt sich in die kaufmännische und technische Betriebsführung auf. Sämtliche Leistungen können in einem Wartungsvertrag durch GP JOULE abgebildet werden und werden nachfolgend näher erläutert.

8.1 Kaufmännische Betriebsführung

Die Leistungen der kaufmännischen Betriebsführung in Tabelle 23 enthalten folgende Punkte:

Leistung	Leistungsbeschreibung
Geschäftsführung	Kosten der Geschäftsführung der wärmenetzbetreibenden Gesellschaft
Kundenmanagement	Kundenbetreuung, Vertragsmanagement und Abrechnungen
Jahresabschluss	Bilanz-, Gewinn- und Verlustrechnung der Betreibergesellschaft
Versicherung	Kosten für abgeschlossene Versicherungen
Pacht	Aufwendungen für die Pacht von notwendigen Flächen der Infrastruktur

Tabelle 23: Leistungen der kaufmännischen Betriebsführung

8.2 Technische Betriebsführung

Die Leistungen der technischen Betriebsführung in Tabelle 24 enthalten folgende Punkte:

Leistung	Leistungsbeschreibung
Netzüberwachung und Monitoring	Die aktive Überwachung aller Netzparameter über eine Netzsteuerungssoftware in einem Soll/Ist-Abgleich. Es werden sowohl Erzeugungsanlagen als auch Wärmesenken überwacht.
Störungsmanagement	Mit Hilfe der Netzsteuerungssoftware können Störmeldungen entgegengenommen werden. Der Betreuung von Wärmenetzkunden und Koordination von Störungsbehebungen im Fehlerfall steht werktags von 8 - 17 Uhr eine Servicehotline zur Verfügung.
Koordination der technischen Betriebsführung	Die Koordination von Technikern bei Wartungen, Kundendiensten, Reparaturen und Gewährleistungsfällen
Betreuung Kunden und Wärmelieferanten	Die Entgegennahme und Bearbeitung von Kundenanfragen und Wärmelieferanfragen sowie die Information und Terminvereinbarung mit Kunden im Falle von Netzausfällen, Wartungen und Kundendiensten
Abwicklung von Gewährleistungsfällen	Die Abwicklung von Gewährleistungsfällen an Erzeugungs- und Kundenanlagen
Dokumentation und Auswertungen	Die Auswertung der Wärmelieferung für die Abrechnung der Wärmelieferanten sowie das Reporting an den Auftraggeber
Entsendung von Technikern	Für die Störungsbehebung, Wartung, Reparatur und den Kundendienst vor Ort inklusive Ersatzteilen werden interne oder externe Techniker koordiniert, die nach Aufwand abgerechnet werden.

Tabelle 24: Leistungen der technischen Betriebsführung

9. Förderungen

Mit den ermittelten Investitionskosten der einzelnen Konzepte jeder Gemeinde wird eine Finanzierung aufgestellt, um die jährlichen, investitionsgebundenen Kosten abzüglich der Förderungen zu ermitteln.

Für die Errichtung einzelner Wärmenetze gibt es mehrere Förderprogramme, die in den vier Gemeinden genutzt werden können, diese sind nachfolgend dargestellt:

1. Bundesprogramm für effiziente Wärmenetze

Das Bundesprogramm für effiziente Wärmenetze (BEW) ist ein Programm zur Förderung defossilisierter, moderner Wärmenetze um eine beschleunigte Dekarbonisierung sowie einen Ausbau der Fernwärme zu erreichen. (VKU, 2021) Neben den Förderungen von Machbarkeitsstudien und Wärmenetz-Transformationsplänen können sowohl für neue als auch Bestandswärmenetze Einzelmaßnahmen oder systemische Maßnahmenpakete gefördert werden.

2. Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz

Mit einer Berücksichtigung eines Blockheizkraftwerk in den einzelnen Konzepten kann die im Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz (KWKG) verankerte Förderung für den Bau von Wärmenetzen (§ 18 ff. KWKG) berücksichtigt werden (BAFA, 2021). Durch eine Novellierung des KWKG im Juni 2020 beträgt die Förderquote aktuell 40 % auf die gesamte Netzinfrastruktur exklusive Erzeugungsanlagen.

3. Förderrichtlinie Schleswig-Holstein

Mit der Förderrichtlinie ermöglicht das Land Schleswig-Holstein die Kumulierung von Fördermitteln und gewährt eine Zuwendung von höchstens 1.000.000 €. Durch eine Novellierung im Jahr 2021 ist die Förderquote nicht mehr auf 50 % begrenzt, sodass auch höhere Förderquoten erreichbar sind. Förderfähig ist dabei die gesamte Netzinfrastruktur, thermische Speicher und notwendige Wärmeerzeugungsanlagen. (Schleswig-Holstein, 2021)

Fördermatrix

Durch den innovativen Charakter des Projektes besteht die Aussicht, für Einzelkomponenten der Versorgungsinfrastruktur zusätzlich zur „Grundförderung auf das Wärmenetz“ eine Förderung zu erhalten. Die Höhe des Zuschusses hängt jedoch stets vom individuellen Charakter des Projektes ab. Über die Förderhöhe wird daher stets im Einzelfall nach einer Detailbetrachtung des Fördergebers/Ansprechpartners entschieden. In der nachfolgenden Matrix in Tabelle 25 ist eine Auswahl der in Frage kommenden Förderprogramme dargestellt. Im Rahmen dieser Studie wurden mit den jeweiligen Stellen Vorgespräche geführt, um die grundsätzliche Eignung des Projektes für die entsprechenden Förderprogramme zu eruieren. Die grundsätzliche Eignung trifft auf alle der aufgeführten Punkte zu. Für eine Detailprüfung wurden Projektskizzen bei dem Projektträger Jülich, der deutschen Bundesstiftung Umwelt, der Gesellschaft für Energie und Klimaschutz Schleswig-Holstein, der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe und der Wirtschaftsförderung und Technologietransfer Schleswig-Holstein eingereicht.

Titel	Förderung	Fördergeber	Ansprechpartner	Inhalt
Klimaschutzinitiative - Klimaschutzprojekte im kommunalen Umfeld	Bis zu 60 (evtl. 80) Prozent der zuwendungsfähigen Kosten	BMU	Projektträger Jülich, Geschäftsbereich Kommunalen Klimaschutz	<p>Klimaschutzkonzepte und Klimaschutzmanagement bis zu 60 Prozent der zuwendungsfähigen Ausgaben, mindestens jedoch 10.000 €. Finanzschwache Kommunen können bis zu 80 Prozent der zuwendungsfähigen Ausgaben als Förderung erhalten</p> <p>Abfallentsorgung bis zu 60 Prozent der zuwendungsfähigen Ausgaben, mindestens jedoch 5.000 € beziehungsweise 10.000 € für die unterschiedlichen Förderschwerpunkte. Finanzschwache Kommunen können bis zu 70 Prozent der zuwendungsfähigen Ausgaben als Zuschuss erstattet bekommen</p> <p>Weitere investive Maßnahmen des Klimaschutzes bis zu 50 Prozent der zuwendungsfähigen Ausgaben, mindestens jedoch 5.000 €. Finanzschwache Kommunen erhalten einen Zuschuss von bis zu 60 Prozent der zuwendungsfähigen Ausgaben</p>

Umweltschutzförderung der Deutschen Bundesstiftung Umwelt	Höhe je nach Projekt und Antragsteller unterschiedlich Förderung ist unabhängig von staatlichen Programmen und kann diese ergänzen	DBU	DBU	Erneuerbare Energie , Energieeinsparung und -effizienz Ressourceneffizienz durch innovative Produktionsprozesse, Werkstoffe und Oberflächentechnologien themenoffenen Förderung
Förderrichtlinien und Grundsätze der Projekte der EKSH	bis zu 100 Prozent der förderfähigen Kosten - jedoch keine Investition	EKSH	EKSH	Energieproduktion und Klimaschutz erneuerbaren Energien, Energiewandlung und -speicherung, Energieeffizienz, nachhaltige Mobilität, dazugehörige Querschnittsthemen, Kopplung von Sektoren Energieversorgung und Energiewirtschaft modellhafte Konzepte für Energieversorgung, -transport und -speicherung
Nachwachsende Rohstoffe	bis zu 25 Prozent	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL)	Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR)	Rohstoff- und Reststoffaufbereitung und -verarbeitung Primär für experimentelle Entwicklung
Landesprogramm Wirtschaft - Nachhaltige Wärmeversorgungssysteme	bis zu 50 Prozent der förderfähigen Kosten, mindestens jedoch 50.000 € und maximal 1 Million € je Vorhaben	IB.SH	IB.SH	Neubau und Ausbau von Wärmenetzen Einsatz erneuerbarer Energien in Wärmenetzen
EU-Innovationsfonds	bis zu 60 Prozent der Kapital- und Betriebskosten im Zusammenhang mit der Innovation	Exekutivagentur Innovation und Netzwerke (INEA)	Exekutivagentur Innovation und Netzwerke (INEA)	innovative erneuerbare Energieerzeugung Kriterien: Wirksamkeit der Vermeidung von Treibhausgasemissionen, Grad der Innovation, Projektreife, Skalierbarkeit, Kosteneffizienz

Energie vom Land	Darlehen von 10 Mio. € bis zu 100 Prozent der förderfähigen Investitionskosten Je nach Zinsumfeld auch Zuschuss	Landwirtschaftliche Rentenbank	Landwirtschaftliche Rentenbank	Investitionen zur Erzeugung, Speicherung und Verteilung von Bioenergie
Landesprogramm Wirtschaft - Förderung der Energiewende und von Umweltinnovationen (EUI-Richtlinie)	bis zu 80 Prozent der zuwendungsfähigen Ausgaben	MELUND	WTSH	Pilot- und Demonstrationsvorhaben die Entwicklung von Energieerzeugungsanlagen erneuerbarer Energien und deren Schlüsselkomponenten Verbesserung der Einspeisung erneuerbarer Energien in die Strom- und Wärmenetze und Netzstabilität oder Effizienzsteigerung betrieblichen Stoffeinsatz Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen Substitution fossilbasierter Energieträger durch biobasierte Rohstoffe und Produkte, die stoffliche Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen und organischen Reststoffen, Verwertungsverfahren von Abfällen

Tabelle 25: Fördermatrix

10. Gesamtkosten

Die jährlichen Gesamtkosten werden aus drei Kostenpunkten gebildet. Neben den investitionsgebundenen Kosten sind das die betriebsgebundenen und verbrauchsgebundenen Kosten. Die Betrachtung dieser mündet in der Aufschlüsselung der Endkundenkosten und deren Fördermöglichkeiten. Abschließend wird ein Finanzierungsmuster des Gesamtprojektes beispielhaft dargelegt.

10.1 Investitionsgebundene Kosten

Die gesamten Investitionskosten für die Errichtung der Wärmenetze wurden in Abschnitt 5.7 dargestellt. Im nächsten Schritt werden die jährlichen, investitionsgebundenen Kosten ermittelt. Hierfür werden die Investitionskosten der einzelnen Konzepte, abzüglich der Förderungen, auf eine gemittelte Laufzeit von 28 Jahren zu einem Zinssatz von 2 % finanziert.

Die berücksichtigten Förderprogramme sind für die Konzeptvarianten 1 die BEW Förderung und für die Konzeptvarianten 2 die KWK Förderung. Beide Förderprogramme sind auf die jeweiligen Konzepte zugeschnitten und, mit einer sehr hohen Förderwahrscheinlichkeit, als Grundförderung in den Konzepten eingeplant. Die Hinzunahme von weiteren Förderprogrammen wird durch die Inanspruchnahme der BEW oder KWK Förderung nicht beeinträchtigt. Mit einer zusätzlichen Förderung können die investitionsgebundenen Kosten weiter gesenkt werden, wodurch die Vollkosten sinken und letztendlich auch der Preis für den Endkunden.

10.1.1 Kollow

Die investitionsgebundenen Kosten pro Jahr der zwei Konzeptvarianten in Kollow sind in Tabelle 26 dargestellt.

Investitionskosten Kollow	Konzept V1	Konzept V2
Investitionskosten	2.545.400 €	2.637.100 €
BEW Förderung	812.000 €	0 €
KWK Förderung	0 €	623.000 €
Investitionsgebundene Kosten abzgl. Förderungen	1.733.400 €	2.014.100 €
Investitionsgebundene Kosten pro Jahr (netto)	81.400 €	94.700 €
Spezifische Investitionskosten (netto)	5,22 Cent/kWh	6,06 Cent/kWh

Tabelle 26: Investitionskosten Kollow

Durch die Division der jährlichen investitionsgebundenen Kosten mit dem geplanten Wärmeverkauf von 1.561.000 kWh/a ergibt der Quotient die spezifischen Investitionskosten.

10.1.2 Gülzow

Die investitionsgebundenen Kosten pro Jahr der zwei Konzeptvarianten in Gülzow sind in Tabelle 27 dargestellt.

Investitionskosten Gülzow	Konzept V1	Konzept V2
Investitionskosten	4.660.300 €	4.742.700 €
BEW Förderung	1.503.000 €	0 €
KWK Förderung	0 €	1.146.000 €
Investitionsgebundene Kosten abzgl. Förderungen	3.157.300 €	3.596.700 €
Investitionsgebundene Kosten pro Jahr (netto)	148.400 €	169.000 €
Spezifische Investitionskosten (netto)	4,14 Cent/kWh	4,72 Cent/kWh

Tabelle 27: Investitionskosten Gülzow

Durch Division der jährlichen, investitionsgebundenen Kosten mit dem geplanten Wärmeverkauf von 3.581.000 kWh/a ergibt der Quotient die spezifischen Investitionskosten.

10.1.3 Hamwarde

Die investitionsgebundenen Kosten pro Jahr der zwei Konzeptvarianten in Hamwarde sind in Tabelle 28 dargestellt.

Investitionskosten Hamwarde	Konzept V1	Konzept V2
Investitionskosten	3.869.500 €	3.962.200 €
BEW Förderung	1.230.000 €	0 €
KWK Förderung	0 €	938.000 €
Investitionsgebundene Kosten abzgl. Förderungen	2.639.500 €	3.024.200 €
Investitionsgebundene Kosten pro Jahr (netto)	124.000 €	142.100 €
Spezifische Investitionskosten (netto)	4,40 Cent/kWh	5,04 Cent/kWh

Tabelle 28: Investitionskosten Hamwarde

Durch die Division der jährlichen, investitionsgebundenen Kosten mit dem geplanten Wärmeverkauf von 2.821.000 kWh/a ergibt der Quotient die spezifischen Investitionskosten.

10.1.4 Wiershop

Die investitionsgebundenen Kosten pro Jahr der zwei Konzeptvarianten in Wiershop sind in Tabelle 29 dargestellt.

Investitionskosten Wiershop	Konzept V1	Konzept V2
Investitionskosten	1.291.200 €	1.393.200 €
BEW Förderung	542.000 €	0 €
KWK Förderung	0 €	435.000 €
Investitionsgebundene Kosten abzgl. Förderungen	749.200 €	958.200 €
Investitionsgebundene Kosten pro Jahr (netto)	35.200 €	45.000 €
Spezifische Investitionskosten (netto)	5,50 Cent/kWh	7,05 Cent/kWh

Tabelle 29: Investitionskosten Wiershop

Durch die Division der jährlichen, investitionsgebundenen Kosten mit dem geplanten Wärmeverkauf von 639.000 kWh/a ergibt der Quotient die spezifischen Investitionskosten.

10.1.5 Zusammenfassung

Die zusammengefassten, investitionsgebundenen Kosten der zwei Konzeptvarianten der vier Gemeinden Kollow, Gülzow, Hamwarde und Wiershop sind in Tabelle 30 dargestellt.

Investitionskosten Gesamt	Konzept V1	Konzept V2
Investitionskosten	12.368.400 €	12.730.500 €
BEW Förderung	3.949.000 €	0 €
KWK Förderung	0 €	3.002.000 €
Investitionsgebundene Kosten abzgl. Förderungen	8.419.400 €	9.728.500 €
Investitionsgebundene Kosten pro Jahr (netto)	395.600 €	457.100 €
Spezifische Investitionskosten (netto)	4,60 Cent/kWh	5,31 Cent/kWh

Tabelle 30: Investitionskosten Gesamt

Durch die Division der jährlichen investitionsgebundenen Kosten mit dem geplanten Wärmeverkauf von 8.601.000 kWh/a ergibt der Quotient die investitionsgebundenen Vollkosten.

10.2 Betriebsgebundene Kosten

Die betriebsgebundenen Kosten teilen sich, wie in Kapitel 88 dargestellt, in die kaufmännische und technische Betriebsführung auf und sichern einen reibungslosen Betrieb und die Wertschöpfung der Wärmenetzinfrastruktur. Die Höhe der Betriebskosten richtet sich vor allem nach Anzahl der Anschlussnehmer und der damit verbundenen Größe des Wärmenetzes und der Erzeugungsanlagen.

10.2.1 Kollow

Die betriebsgebundenen Kosten pro Jahr der zwei Konzeptvarianten in Kollow sind in Tabelle 31 dargestellt.

Betriebskosten Kollow	Konzept V1	Konzept V2
Kaufmännische Betriebsführung	11.500 €	11.500 €
Technische Betriebsführung	19.700 €	22.100 €
Betriebsgebundene Kosten pro Jahr (netto)	31.200 €	33.600 €
Spezifische Betriebskosten (netto)	1,99 Cent/kWh	2,15 Cent/kWh

Tabelle 31: Betriebskosten Kollow

Durch die Division der jährlichen, investitionsgebundenen Kosten mit dem geplanten Wärmeverkauf von 1.561.000 kWh/a ergibt der Quotient die spezifischen Betriebskosten.

10.2.2 Gülzow

Die betriebsgebundenen Kosten pro Jahr der zwei Konzeptvarianten in Gülzow sind in Tabelle 32 dargestellt.

Betriebskosten Gülzow	Konzept V1	Konzept V2
Kaufmännische Betriebsführung	18.800 €	18.800 €
Technische Betriebsführung	40.100 €	42.300 €
Betriebsgebundene Kosten pro Jahr (netto)	58.900 €	61.100 €
Spezifische Betriebskosten (netto)	1,64 Cent/kWh	1,70 Cent/kWh

Tabelle 32: Betriebskosten Gülzow

Durch die Division der jährlichen, investitionsgebundenen Kosten mit dem geplanten Wärmeverkauf von 3.581.000 kWh/a ergibt der Quotient die spezifischen Betriebskosten.

10.2.3 Hamwarde

Die betriebsgebundenen Kosten pro Jahr der zwei Konzeptvarianten in Hamwarde sind in Tabelle 33 dargestellt.

Betriebskosten Hamwarde	Konzept V1	Konzept V2
Kaufmännische Betriebsführung	16.900 €	16.900 €
Technische Betriebsführung	32.900 €	35.400 €
Betriebsgebundene Kosten pro Jahr (netto)	49.800 €	52.300 €
Spezifische Betriebskosten (netto)	1,77 Cent/kWh	1,85 Cent/kWh

Tabelle 33: Betriebskosten Hamwarde

Durch die Division der jährlichen, investitionsgebundenen Kosten mit dem geplanten Wärmeverkauf von 2.821.000 kWh/a ergibt der Quotient die spezifischen Betriebskosten.

10.2.4 Wiershop

Die betriebsgebundenen Kosten pro Jahr der zwei Konzeptvarianten in Wiershop sind in Tabelle 34 dargestellt.

Betriebskosten Wiershop	Konzept V1	Konzept V2
Kaufmännische Betriebsführung	7.200 €	7.200 €
Technische Betriebsführung	9.300 €	12.000 €
Betriebsgebundene Kosten pro Jahr (netto)	16.500 €	19.200 €
Spezifische Betriebskosten (netto)	2,57 Cent/kWh	2,99 Cent/kWh

Tabelle 34: Betriebskosten Wiershop

Durch die Division der jährlichen, investitionsgebundenen Kosten mit dem geplanten Wärmeverkauf von 639.000 kWh/a ergibt der Quotient die spezifischen Betriebskosten.

10.2.5 Zusammenfassung

Die zusammengefassten betriebsgebundenen Kosten der zwei Konzeptvarianten der vier Gemeinden Kollow, Gülzow, Hamwarde und Wiershop sind in Tabelle 35 dargestellt.

Durch die Division der jährlichen, investitionsgebundenen Kosten mit dem geplanten Wärmeverkauf von 8.601.000 kWh/a ergibt der Quotient die spezifischen Betriebskosten.

Betriebskosten Gesamt	Konzept V1	Konzept V2
Kaufmännische Betriebsführung	54.200 €	54.200 €
Technische Betriebsführung	102.000 €	111.600 €
Betriebsgebundene Kosten pro Jahr (netto)	156.200 €	165.800 €
Spezifische Betriebskosten (netto)	1,82 Cent/kWh	1,93 Cent/kWh

Tabelle 35: Betriebskosten Gesamt

10.3 Verbrauchsgebundene Kosten

Die verbrauchsgebundenen Kosten beinhalten den Energieeinkauf, der für die Wärmebereitstellung notwendig ist und sich verbrauchsabhängig nach Anzahl der Anschlussnehmer und deren Wärmebedarf zusammensetzt. Für den Einkauf wurden folgende Preise angesetzt:

- Grünschnittpellets: 186,18 €/t,
 - bei Heizwert (H_i) von 4,5 kWh/kg ca. 4,137 Cent/kWh
- Biomethan: 6,5 Cent/kWh
- Erdgas: 4,5 Cent/kWh

Neben dem Wärmebedarf der Anschlussnehmer wurden auch die Wärmeverluste beim Energieeinkauf berücksichtigt.

10.3.1 Kollow

Die verbrauchsgebundenen Kosten pro Jahr der zwei Konzeptvarianten in Kollow sind in Tabelle 36 dargestellt.

Durch die Division der jährlichen verbrauchsgebundenen Kosten mit dem geplanten Wärmeverkauf von 1.561.000 kWh pro Jahr ergibt sich der Quotient die spezifischen Verbrauchskosten.

Verbrauchskosten Kollow	Konzept V1	Konzept V2
Grünschnittpellets	79.400 €	67.500 €
Biomethan	0 €	33.500 €
Erdgas	8.000 €	5.100 €
Verbrauchsgebundene Kosten pro Jahr (netto)	87.400 €	106.100 €
Spezifische Verbrauchskosten (netto)	5,60 Cent/kWh	6,80 Cent/kWh

Tabelle 36: Verbrauchskosten Kollow

10.3.2 Gülzow

Die verbrauchsgebundenen Kosten pro Jahr der zwei Konzeptvarianten in Gülzow sind in Tabelle 37 dargestellt.

Verbrauchskosten Gülzow	Konzept V1	Konzept V2
Grünschnittpellets	182.000 €	163.900 €
Biomethan	0 €	45.000 €
Erdgas	12.600 €	10.800 €
Verbrauchsgebundene Kosten pro Jahr (netto)	194.600 €	219.700 €
Spezifische Verbrauchskosten (netto)	5,43 Cent/kWh	6,14 Cent/kWh

Tabelle 37: Verbrauchskosten Gülzow

Durch die Division der jährlichen, verbrauchsgebundenen Kosten mit dem geplanten Wärmeverkauf von 3.581.000 kWh/a ergibt der Quotient die spezifischen Verbrauchskosten.

10.3.3 Hamwarde

Die verbrauchsgebundenen Kosten pro Jahr der zwei Konzeptvarianten in Hamwarde sind in Tabelle 38 dargestellt.

Verbrauchskosten Hamwarde	Konzept V1	Konzept V2
Grünschnittpellets	142.400 €	129.600 €
Biomethan	0 €	35.400 €
Erdgas	12.200 €	9.300 €
Verbrauchsgebundene Kosten pro Jahr (netto)	154.600 €	174.300 €
Spezifische Verbrauchskosten (netto)	5,48 Cent/kWh	6,18 Cent/kWh

Tabelle 38: Verbrauchskosten Hamwarde

Durch die Division der jährlichen, verbrauchsgebundenen Kosten mit dem geplanten Wärmeverkauf von 2.821.000 kWh pro Jahr, ergibt sich der Quotient die spezifischen Verbrauchskosten.

10.3.4 Wiershop

Die verbrauchsgebundenen Kosten pro Jahr der zwei Konzeptvarianten in Wiershop sind in Tabelle 39 dargestellt.

Durch die Division der jährlichen verbrauchsgebundenen Kosten mit dem geplanten Wärmeverkauf von 639.000 kWh/a ergibt der Quotient die spezifischen Verbrauchskosten.

Verbrauchskosten Wiershop	Konzept V1	Konzept V2
Grünschnittpellets	33.900 €	24.800 €
Biomethan	0 €	23.900 €
Erdgas	2.800 €	1.300 €
Verbrauchsgebundene Kosten pro Jahr (netto)	36.700 €	50.000 €
Spezifische Verbrauchskosten (netto)	5,74 Cent/kWh	7,83 Cent/kWh

Tabelle 39: Verbrauchskosten Wiershop

10.3.5 Zusammenfassung

Die zusammengefassten, verbrauchsgebundenen Kosten der zwei Konzeptvarianten der vier Gemeinden Kollow, Gülzow, Hamwarde und Wiershop sind in Tabelle 40 dargestellt.

Verbrauchskosten Gesamt	Konzept V1	Konzept V2
Grünschnittpellets	437.800 €	385.800 €
Biomethan	0 €	137.900 €
Erdgas	35.600 €	26.600 €
Verbrauchsgebundene Kosten pro Jahr (netto)	473.400 €	550.300 €
Spezifische Verbrauchskosten (netto)	5,50 Cent/kWh	6,40 Cent/kWh

Tabelle 40: Verbrauchskosten Gesamt

Durch die Division der jährlichen, verbrauchsgebundenen Kosten mit dem geplanten Wärmeverkauf von 8.601.000 kWh/a ergibt der Quotient die spezifischen Verbrauchskosten.

10.4 Gesamtkosten und Vollkosten

Für die Ermittlung der Gesamt- und Vollkosten werden die investitionsgebundenen, betriebsgebundenen und verbrauchsgebundenen Kosten zusammengefasst. In der zweiten Konzeptvariante können durch die Stromerzeugung zusätzliche Einnahmen - durch Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) Vergütung und Stromverkauf - verbucht werden.

10.4.1 Kollow

Die Gesamtkosten pro Jahr und die Vollkosten der zwei Konzeptvarianten in Kollow sind in Tabelle 41 dargestellt.

Durch die Division der jährlichen Gesamtkosten mit dem geplanten Wärmeverkauf von 1.561.000 kWh pro Jahr ergibt der Quotient die Gesamtvollkosten.

Gesamtkosten Kollow	Konzept V1		Konzept V2	
	Jahreskosten	Vollkosten	Jahreskosten	Vollkosten
Investitionsgebundene Kosten	81.400 €	5,22 Cent/kWh	94.700 €	6,06 Cent/kWh
Betriebsgebundene Kosten	31.200 €	1,99 Cent/kWh	33.600 €	2,15 Cent/kWh
Verbrauchsgebundene Kosten	87.400 €	5,60 Cent/kWh	106.100 €	6,80 Cent/kWh
Einnahmen durch Stromerzeugung	-	-	-35.000 €	-2,24 Cent/kWh
Gesamtkosten (netto)	200.000 €	12,82 Cent/kWh	199.400 €	12,77 Cent/kWh

Tabelle 41: Gesamtkosten Kollow

10.4.2 Gülzow

Die Gesamtkosten pro Jahr und die Vollkosten der zwei Konzeptvarianten in Gülzow sind in Tabelle 42 dargestellt.

Gesamtkosten Gülzow	Konzept V1		Konzept V2	
	Jahreskosten	Vollkosten	Jahreskosten	Vollkosten
Investitionsgebundene Kosten	148.400 €	4,14 Cent/kWh	169.000 €	4,72 Cent/kWh
Betriebsgebundene Kosten	58.900 €	1,64 Cent/kWh	61.100 €	1,70 Cent/kWh
Verbrauchsgebundene Kosten	194.600 €	5,43 Cent/kWh	219.700 €	6,14 Cent/kWh
Einnahmen durch Stromerzeugung	-	-	-37.400 €	-1,04 Cent/kWh
Gesamtkosten (netto)	401.900 €	11,22 Cent/kWh	412.400 €	11,52 Cent/kWh

Tabelle 42: Gesamtkosten Gülzow

Durch die Division der jährlichen Gesamtkosten mit dem geplanten Wärmeverkauf von 3.581.000 kWh pro Jahr ergibt der Quotient die Gesamtvollkosten.

10.4.3 Hamwarde

Die Gesamtkosten pro Jahr und die Vollkosten der zwei Konzeptvarianten in Hamwarde sind in Tabelle 43 dargestellt.

Durch die Division der jährlichen Gesamtkosten mit dem geplanten Wärmeverkauf von 2.821.000 kWh pro Jahr ergibt der Quotient die Gesamtvollkosten.

Gesamtkosten Hamwarde	Konzept V1		Konzept V2	
	Jahreskosten	Vollkosten	Jahreskosten	Vollkosten
Investitionsgebundene Kosten	124.000 €	4,40 Cent/kWh	142.100 €	5,04 Cent/kWh
Betriebsgebundene Kosten	49.800 €	1,77 Cent/kWh	52.300 €	1,85 Cent/kWh
Verbrauchsgebundene Kosten	154.600 €	5,48 Cent/kWh	174.300 €	6,18 Cent/kWh
Einnahmen durch Stromerzeugung	-	-	-35.400 €	-1,26 Cent/kWh
Gesamtkosten (netto)	328.400 €	11,65 Cent/kWh	333.300 €	11,82 Cent/kWh

Tabelle 43: Gesamtkosten Hamwarde

10.4.4 Wiershop

Die Gesamtkosten pro Jahr und die Vollkosten der zwei Konzeptvarianten in Wiershop sind in Tabelle 44 dargestellt.

Gesamtkosten Wiershop	Konzept V1		Konzept V2	
	Jahreskosten	Vollkosten	Jahreskosten	Vollkosten
Investitionsgebundene Kosten	35.200 €	5,50 Cent/kWh	45.000 €	7,05 Cent/kWh
Betriebsgebundene Kosten	16.500 €	2,57 Cent/kWh	19.200 €	2,99 Cent/kWh
Verbrauchsgebundene Kosten	36.700 €	5,74 Cent/kWh	50.000 €	7,83 Cent/kWh
Einnahmen durch Stromerzeugung	-	-	-25.000 €	-3,91 Cent/kWh
Gesamtkosten (netto)	88.400 €	13,81 Cent/kWh	89.200 €	13,96 Cent/kWh

Tabelle 44: Gesamtkosten Wiershop

Durch die Division der jährlichen Gesamtkosten mit dem geplanten Wärmeverkauf von 639.000 kWh pro Jahr ergibt der Quotient die Gesamtvollkosten.

10.4.5 Zusammenfassung

Die Gesamtkosten pro Jahr und die Vollkosten des Gesamtprojekts der zwei Konzeptvarianten der vier Gemeinden Kollow, Gülzow, Hamwarde und Wiershop sind in Tabelle 45 dargestellt.

Durch die Division der jährlichen Gesamtkosten mit dem geplanten Wärmeverkauf von 8.601.000 kWh pro Jahr ergibt der Quotient die Gesamtvollkosten.

Gesamtkosten der vier Gemeinden	Konzept V1		Konzept V2	
	Jahreskosten	Vollkosten	Jahreskosten	Vollkosten
Investitionsgebundene Kosten	395.600 €	4,60 Cent/kWh	457.100 €	5,31 Cent/kWh
Betriebsgebundene Kosten	156.200 €	1,82 Cent/kWh	165.800 €	1,93 Cent/kWh
Verbrauchsgebundene Kosten	473.400 €	5,50 Cent/kWh	550.300 €	6,40 Cent/kWh
Einnahmen durch Stromerzeugung	-	-	-140.800 €	-1,64 Cent/kWh
Gesamtkosten (netto)	1.025.200 €	11,92 Cent/kWh	1.032.400 €	12,00 Cent/kWh

Tabelle 45: Gesamtkosten Gesamt

Um aufzuzeigen, wie sich die Vollkosten bei unterschiedlichen Anschlussquoten entwickeln, ist in Abbildung 47 eine Sensitivität zur Anschlussquote dargestellt. Mit einer niedrigeren Anschlussquote sind die Vollkosten höher, da die Investitionskosten nahezu gleich bleiben jedoch der Wärmeabsatz geringer ausfällt. Mit steigender Anschlussquote und Wärmeabsatz verringern sich die Vollkosten. Da ab 50 % Anschlussquote nicht nur der Wärmeabsatz steigt, sondern auch die Erzeugung erweitert werden muss, verringern sich die Vollkosten nur noch in einem geringeren Rahmen.

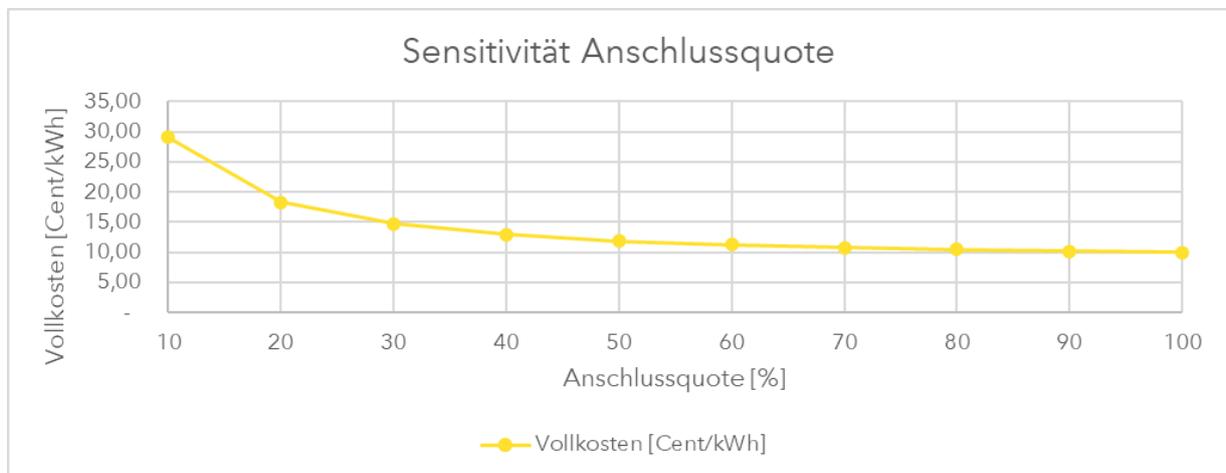


Abbildung 47: Sensitivität Anschlussquote

Laut Firma Buhck besteht darüber hinaus die Möglichkeit, Grüngut Hackschnipsel als Brennstoff einzusetzen. Insgesamt 3.000 t der Grüngut Hackschnipsel stehen am Standort Wier-shop für einen Preis von 15 - 20 €/t frei Lieferung zur Verfügung. Mit einem Heizwert (H_i) von 2,0 kWh/kg liegt der Brennstoffeinkaufspreis für die Grüngut Hackschnipsel bei 1,0 Cent/kWh. Bei einem angenommenen Wirkungsgrad der Feuerungsanlage von 80 %

können mit 3.000 t Grüngut Hackschnipsel etwa 4.800 MWh Wärmeenergie bereitgestellt werden.

Eine Versorgung aller vier Gemeinden, in den skizzierten Szenarien mit einer Anschlussquote von 50 %, ist somit nur zu einem Teil möglich. Durch den Einsatz eines anderen Brennstoffs als Grünschnitt kann ein Mehraufwand bei der Verbrennung der Grüngut Hackschnipsel entstehen, der zu höheren Investitions- und Betriebskosten führt.

Gegenüber den mit Grünschnittpellets gerechneten Vollkosten können mit Grüngut Hackschnipsel um 2 - 3 Cent/kWh günstigere Vollkosten erzielt werden.

10.5 Endkundenkosten

Für die Erstellung der Endkundenkosten werden die Vollkosten herangezogen, die darstellen, welchen Preis eine Kilowattstunde Wärme bei der angenommen Wärmeabsatzmenge haben müsste, um einen wirtschaftlichen Betrieb des Konzeptes zu ermöglichen.

Die Ermittlung der Vollkosten hat, wie in Tabelle 46 dargestellt, einen Preisbereich zwischen 11,22 und 13,96 Cent/kWh je nach Gemeinde und Konzept ergeben. Im Gesamtprojekt liegen die Vollkosten bei 11,92 bzw. 12,00 Cent/kWh.

Vollkosten	Konzept V1	Konzept V2
Kollow	12,82 Cent/kWh	12,77 Cent/kWh
Gülzow	11,22 Cent/kWh	11,52 Cent/kWh
Hamwarde	11,65 Cent/kWh	11,82 Cent/kWh
Wiershop	13,81 Cent/kWh	13,96 Cent/kWh
Gesamtvollkosten (netto)	11,92 Cent/kWh	12,00 Cent/kWh

Tabelle 46: Zusammenfassung der Vollkosten

Im Vergleich mit konventionellen Heizungslösungen wie Öl oder Gas mögen die Kosten auf den ersten Blick höher erscheinen, jedoch ist die richtige Einordnung der Preise entscheidend. Während bei einer Gasversorgung der Kilowattstundenpreis sich nur auf den reinen Brennstoff bezieht, sind bei den hier aufgeführten Vollkosten folgende Aufwendungen bereits enthalten:

- Anschlusskosten
- Wärmeeinkauf
- Wartung

- Service
- Reparaturen

Mit der Inanspruchnahme von weiteren Förderprogrammen, wie der Schleswig-Holstein Richtlinie, können die investitionsgebundenen Kosten zusätzlich gesenkt werden, was sich infolgedessen auch in niedrigeren Gesamtvollkosten widerspiegelt.

10.5.1 Anschlusspreis

Für eine marktübliche Preisgestaltung werden die Vollkosten als Endkundenkosten in drei Kostenpunkte geteilt:

- Anschlusspreis
- Grundpreis
- Arbeitspreis

Da die Preise sich gegenseitig beeinflussen, wird im ersten Schritt ein Anschlusspreis ermittelt. Anhand der Preissensitivität in Abbildung 48 wird für das Gesamtprojekt untersucht, wie sich die Anschlusskosten auf die Preisgestaltung des Grund- und Arbeitspreises auswirken.

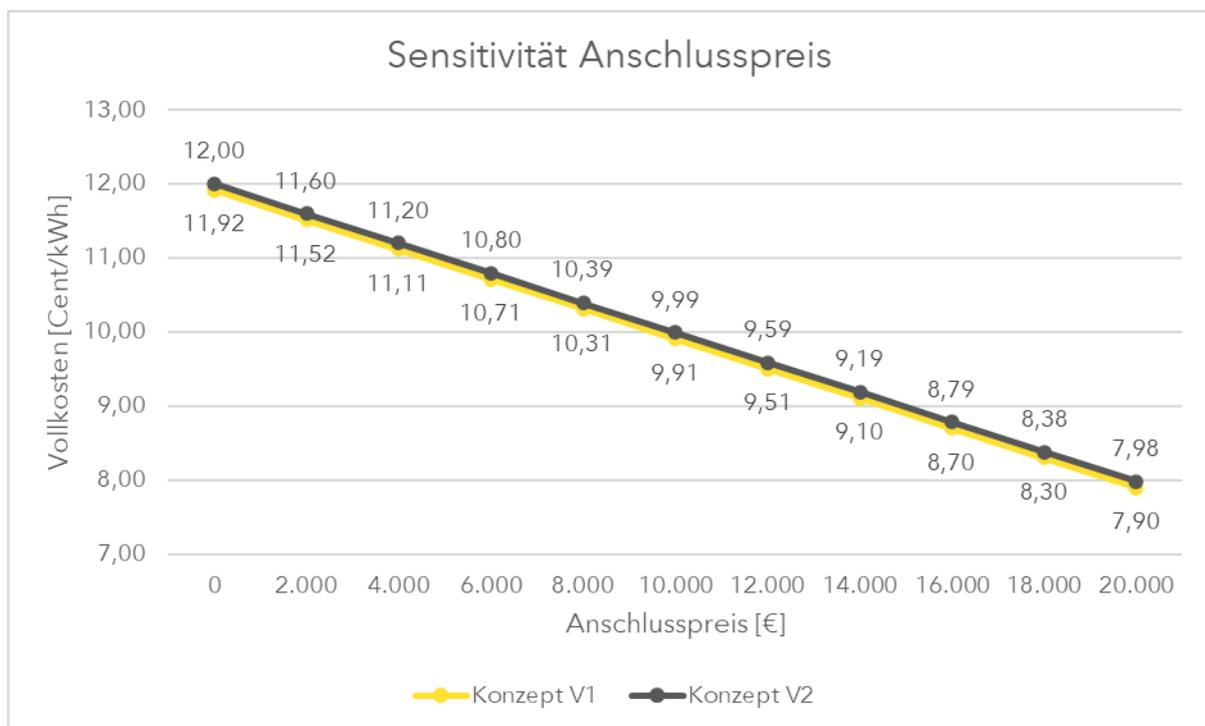


Abbildung 48: Sensitivität Anschlusspreis

Mit einem höheren Anschlusspreis verringern sich die laufenden Kosten, die sich im nächsten Schritt in Grund- und Arbeitspreis aufteilen.

10.5.2 Grund- und Arbeitspreis

Für die Preisgestaltung des Grund- und Arbeitspreises wird ein Anschlusspreis von 10.000 € (netto) angenommen. In diesem Fall betragen die Vollkosten 9,91 bzw. 9,99 Cent/kWh (netto).

Da die Preisgestaltung zu einem Teil immer auch leistungsbezogen ist, sind die Anschlusskosten und die Grundgebühr für größere Wärmesenken üblicherweise höher als für ein Standardeinfamilienhaus.

Anhand einer Preissensitivität zum Grundpreis wird in Abbildung 49 dargestellt, inwieweit dieser sich auf den Arbeitspreis auswirkt.

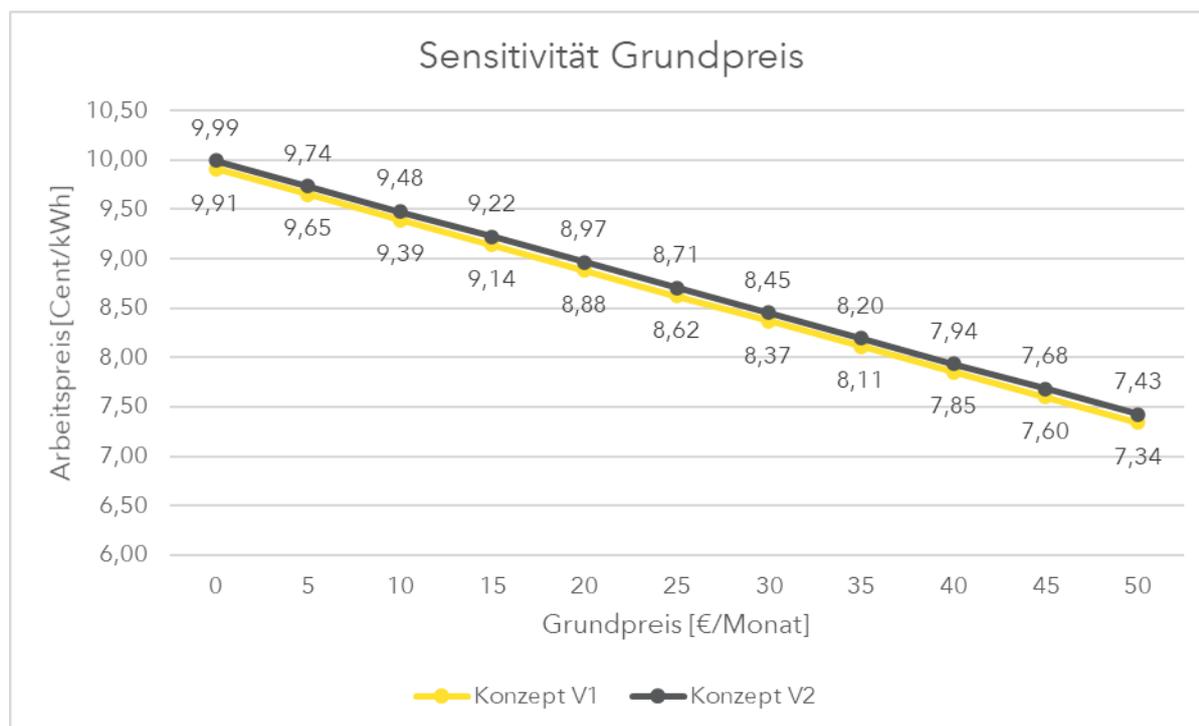


Abbildung 49: Sensitivität Grundpreis

Ausgehend von einer marktüblichen Grundgebühr von 25 € (netto) pro Monat, liegt der Arbeitspreis bei etwa 8,62 bzw. 8,71 Cent/kWh (netto).

10.6 BEG - Endkundenförderung

Für Endkunden gibt es die Möglichkeit, das Förderprogramm der BEG, die Bundesförderung für effiziente Gebäude, zu nutzen. (BEG, 2021) Diese Förderung ist am 01.01.2021 in Kraft getreten, mit dem Ziel, die aktuelle Förderlandschaft zu vereinfachen und ersetzt damit folgende Programme:

- KfW - Energieeffizient Bauen und Sanieren
- BAFA - Heizen mit Erneuerbaren
- Anreizprogramm Energieeffizienz (APEE)
- Heizungsoptimierungsprogramm (HZO)

10.6.1 Anforderungen

Die Anforderungen der BEG Förderung beinhalten:

- Förderung von Bestandsgebäuden
 - Bauantrag/-anzeige min. 5 Jahre zurück
- Mindestens 25 % erneuerbarer Energie (EE) Anteil im Wärmenetz
- Mindestens 10 Jahre zweckentsprechende Nutzung
 - Die Förderung ist an das Gebäude und nicht den Antragsteller gebunden
 - Es gilt ein Verschlechterungsverbot
- Mindestinvestitionsvolumen beträgt 2.000 € brutto.

Wenn ausschließlich ein Wärmenetzanschluss für ein Wohngebäude beantragt wird, ist kein Energieeffizienz-Experte erforderlich.

10.6.2 Geltende Fristen

Die Anforderungen der BEG Förderung beinhalten:

- Antrag vor Abschluss von Lieferungs- und Leistungsvertrag
 - Vorhabenbeginn nicht mehr mit „Beginn der Bauarbeiten“, sondern mit „Auftragserteilung“
 - Vorhabenbeginn mit Abschluss des Wärmeliefervertrags
- Beginn der Maßnahme vor Erteilung des Zuwendungsbescheides möglich
- Nach erteiltem Bescheid muss die Maßnahme innerhalb von 24 Monaten umgesetzt werden

- Einzureichende Rechnungen müssen förderfähige Kosten, Arbeitsleistung sowie Standort der Installation ausweisen

10.6.3 Förderfähige Kosten

Die förderfähigen Kosten der BEG Förderung umfassen:

- Kosten für die Wärmeübergabestation und das Rohrnetz
- Kosten für erforderliche Leitungen und Komponenten bis hin zur Wärmeverteilung (Heizkreisverteiler)
- Gegebenenfalls die Kosten für Wärmespeicher
- Kosten für Installation und Inbetriebnahme
- Kosten für notwendige Umfeldmaßnahmen
 - Baustelleneinrichtung
 - Verlegungs- und Wiederherstellungsarbeiten
 - Deinstallation und Entsorgung von Altanlagen
 - Maßnahmen zur Einregulierung geförderter Wärmeerzeuger
 - Erforderliche Errichtung, Sanierung und Umgestaltung des Heizraums
 - Hydraulischer Abgleich, Flächenheizungen, Ein-/Ausbau von Thermostatventilen etc.
 - Wärmeverteilung Nebenarbeiten, die unmittelbar zur Vorbereitung/Umsetzung/Ausführung/Funktionstüchtigkeit notwendig sind, wie z.B. Maler- und Fliesenarbeiten
 - Anschlusskosten Fernwärme

Die Umfeldmaßnahmen sind nur in Verbindung mit der Einzelmaßnahme oder teilweise auch über die Einzelmaßnahme „Heizungsoptimierung“ förderfähig. Ansetzbare Kosten sind die Brutto-Kosten inklusive der Mehrwertsteuer. Eigenleistungen wiederum sind nicht förderfähig.

10.6.4 Höhe der Förderung

Die Höhe der BEG Förderung ist wie folgt:

- Investitionszuschuss als Anteil der förderfähigen Kosten
- Förderung der Wärmeübergabestation mit 30 % bei 25 % EE-Anteil
- Förderung der Wärmeübergabestation mit 35 % bei 35 % EE-Anteil
- Austauschprämie für Ölheizungen von zusätzlichen 10 %

- Unabhängig von der gesetzlichen Austauschpflicht
- Bei Umsetzung im Rahmen eines individuellen Sanierungsfahrplans (iSFP) gibt es zusätzlich 5 %

In Bezug auf das Wärmekonzept der Gemeinden Kollow, Gülzow, Hamwarde und Wiershop liegt die **Förderungsquote** für einen **Wärmenetzanschluss** somit zwischen **35 - 50 %**.

Bei einem angenommenen Anschlusspreis von 11.900 € brutto (10.000 € netto) liegt die förderfähige Summe zwischen 4.165 - 5.950 € brutto. Die selbst zu erbringenden Kosten liegen demnach zwischen 5.950 - 7.735 € brutto.

Darüber hinaus können weitere Einzelmaßnahmen gefördert werden:

- Heizungsoptimierung mit 20 %
 - Hydraulischer Abgleich
 - Austausch von Heizungspumpen
 - Dämmung von Rohrleitungen
 - Einbau von Flächenheizungen
 - Mess-, Steuerungs-, und Regelungstechnik
- Fachplanung und Baubegleitung mit 50 %
 - Nur im Zusammenhang mit geförderter Einzelmaßnahme

10.7 Business Case

Der beim Aufbau eines Wärmenetzes hohe Investitionsbedarf entsteht, wie in den vorangegangenen Abschnitten dargelegt, durch die Errichtung des Netzes und die jährlichen betriebs- und verbrauchsgebundenen Kosten. Dem gegenüber stehen die wesentlichen Finanzierungsbausteine in Form eines kurz- und langfristigen Darlehens. Die jahresgenaue Aufschlüsselung aller Einkünfte und Ausgaben findet sich im Anhang 1.

Annahmen, die für die langfristige Projektfinanzierung getroffen wurden, bilden einen Rahmen, der eine erste Plausibilitätsprüfung möglich macht. Es wurden dabei zumeist konservative Annahmen zugunsten eines beherrschbaren Fertigstellungsrisikos getroffen, diese sind im Einzelnen:

- Alle vier Gemeinden errichten eine Betreibergesellschaft.
- Die Anschlussnehmerquote steigt sukzessive binnen vier Jahren auf die angenommenen 50 %, mit einer Nachverdichtung wurde nicht gerechnet.

- Die durchschnittlichen Kosten für Anschluss und Grundpreis wurden aufgrund größerer Versorgungsstrukturen von Großverbrauchern erhöht im Vergleich zu den unter 10.5.2 angenommenen.
- Die allgemeine Preisentwicklung für Brennstoffkosten - ausgehend vom unter 10.3 angenommenen Einkaufspreis - sowie die Betriebsführung wurde mit 3 % angenommen.
- Die von der Betreibergesellschaft zu stemmende Eigenkapitalquote beträgt 10 % und die vorgehaltene Liquiditätsreserve 2,5 % der Investitionskosten.

Um die Kosten in Relation zu setzen, werden Energieeinkauf, Betriebskosten sowie Zinsen und Tilgung auf die abgenommene Wärmemenge bezogen (siehe Abbildung 50). Ein wirtschaftlicher Betrieb und die Fertigstellung des Infrastrukturprojekts sind somit mit hoher Wahrscheinlichkeit gewährleistet, wenn die spezifischen Einkünfte diese überragen.

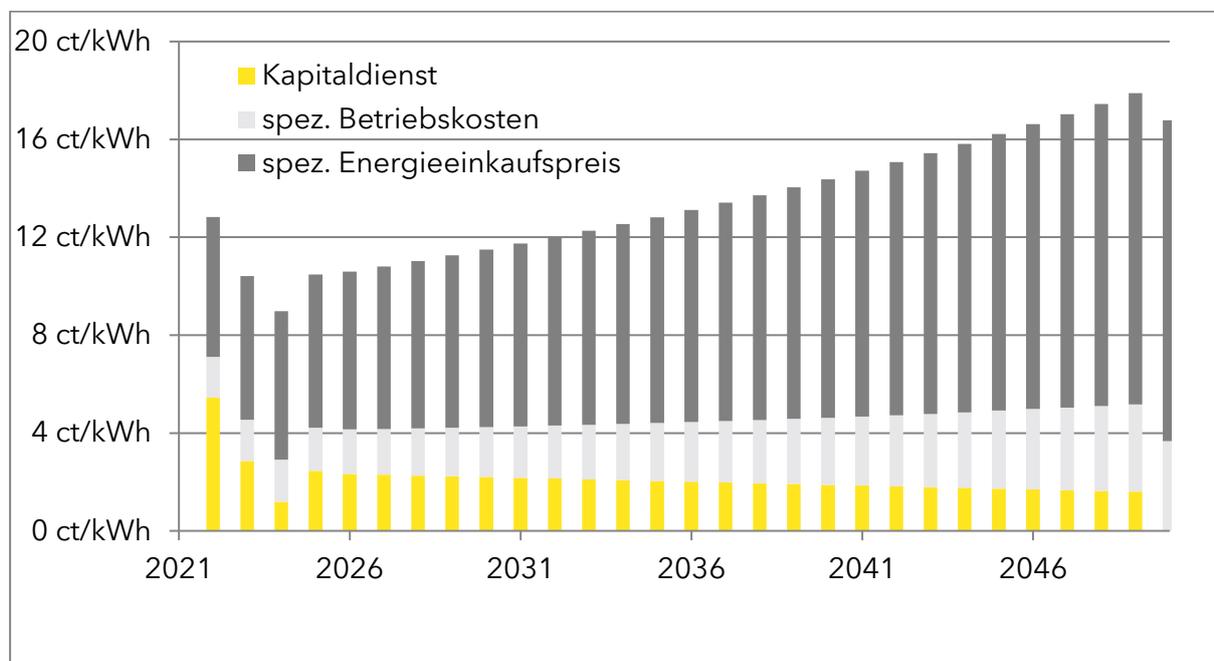


Abbildung 50: Entwicklung der auf die Energiebereitstellung bezogenen Kosten

Die in diesem Rahmen getroffenen Annahmen erfolgen unter dem Vorbehalt, dass der Erfolg der Endkundenakquise entscheidend ist für die Ausgestaltung der Netze. Valide Voraussagen zur Umsetzungsplanung sind somit erst nach dem Anlauf des Projekts möglich. Auch ein aussagekräftiger Business Case entsteht erst nach der Festlegung der Form und Zusammensetzung der Betreibergesellschaft.

Unter diesen Gesichtspunkten lassen sich modellhafte Verläufe für Liquidität und Kapitalfluss aus der Abbildung 51 entnehmen: Das Fremdkapital gliedert sich in ein Kurz- und

Langzeitdarlehen. Die anfänglich hohe Tilgungsrate in Abbildung 50 des Kurzzzeitdarlehens dient dabei zur Überbrückung der Einnahmen aus Förderung und Anschlusskosten. Nach anfänglich drei tilgungsfreien Jahren des Langzeitdarlehens setzt auch die Tilgung dessen ein und die Schuldendeckung (Total Debt Service) steigt auf ein konstant absinkendes hohes Niveau.

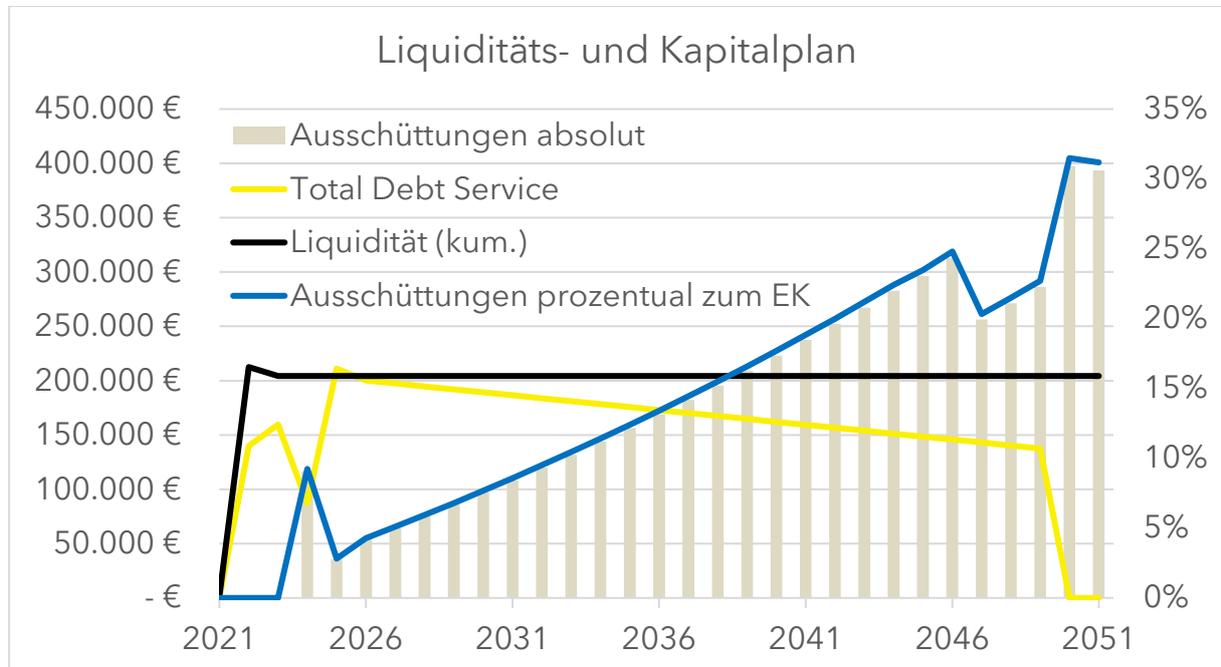


Abbildung 51: Liquiditäts- und Kapitalplan für das Regionalwerk

Die bilanziell gleichbleibend hohe Liquidität sorgt dafür, dass - bei Einwilligung der Kreditgeber - kontinuierlich Ausschüttungen an die Gesellschafter möglich sind. Das kurzzeitige Absinken dieser am Ende des Finanzierungszeitraums ergibt sich aus einer erhöhten Steuerlast, die aufgrund unterschiedlicher Nutzungsdauern von Abschreibungen zum Tragen kommt.

Das skizzierte Szenario ermöglicht eine stetig steigende Eigenkapitalrendite, welche nach einer Laufzeit von 30 Jahren bei ca. 6,76 % liegt. Somit erfüllt es eine wichtige Kennzahl zur adäquaten Abbildung des Anlegerrisikos bzw. der erwartbaren Rendite.

Zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit und Finanzierbarkeit des Projektes durch Fremdkapitalgeber ist die Debt Service Cover Ratio (DSCR), auch Schuldendienstdeckungsgrad, eine entscheidende Kennzahl. Sie beschreibt das Verhältnis von Nettobetriebsergebnis zu Kapitaldienst und bewertet somit die Fähigkeit der Projektgesellschaft den jährlichen Kapitaldienst zu decken. Der DSCR sollte mindestens über 1, bestenfalls über 1,2 liegen. Diese Anforderung wird zwar in Jahr 2023 mit 0,95 und Jahr 2025 mit 1,17 unterschritten, kann

jedoch durch die Liquiditätsreserve bzw. eine schärfere Liquiditätsplanung gesteuert werden. Mit einem durchschnittlichen DSCR von 1,55 in den ersten 10 Projektjahren ist das Projekt des Wärmenetzes für die Gemeinden Kollow, Gülzow, Hamwarde und Wiershop insgesamt sehr gut aufgestellt.

11. Ökologische Bilanzierung

Für die ökologische Bilanzierung wird die Einsparung an CO₂-Emissionen berechnet. Auf Basis der Haushaltsbefragung konnte eine Verteilung der Heizsysteme zu Grunde gelegt werden, mit der die aktuellen CO₂-Emissionen für die in den Konzepten berücksichtigten Wärmeverbräuche ermittelt werden. Mit den berechneten CO₂-Emissionen der geplanten Konzepte konnte die Differenz zur aktuellen Emittierung gebildet werden, aus der sich die Einsparung an CO₂ ableitet.

Die für die Berechnung genutzten Emissionsfaktoren stammen von der Bundesanstalt für Landschaft und Ernährung und sind in Tabelle 47 aufgelistet.

Energieträger	CO ₂ Emissionsfaktor [kg CO ₂ /kWh]
Heizöl	0,266
Erdgas	0,201
Strommix	0,427
Holz	0,027
Biomethan	0,061

Tabelle 47: CO₂ Emissionsfaktoren (BLE, 2021)

Die CO₂ Emissionsfaktoren der Grünschnittpellets sind in Tabelle 21 aufgelistet. Je nach eingesetztem Strom, Photovoltaikstrom oder Strommix, für die Produktion liegt der CO₂ Emissionsfaktor zwischen 0,02088 und 0,00644 kg CO₂/kWh. Um das zusätzliche Einsparpotenzial bei der Nutzung von Photovoltaikstrom zu berücksichtigen, werden die Varianten V1b und V2b mit dem Faktor 0,00644 kg CO₂/kWh berechnet, während die Varianten V1a und V2a mit 0,02088 kg CO₂/kWh berechnet werden.

11.1 Kollow

Mit der Heizsystemverteilung aus 3.1.1 von

- 42 % Ölheizungen,
- 53 % Gasheizungen (inkl. Brennstoffzelle)
- 5 % Holzheizungen

werden, bei einem Wärmebedarf des geplanten Wärmenetzes von 1.561 MWh/a, aktuell ohne Wärmenetzinfrastruktur jährlich 354 Tonnen CO₂ emittiert.

Für die Ermittlung der CO₂ Emissionen des geplanten Wärmenetzes müssen die Wärmeverluste mitberücksichtigt werden. Die Bereitstellung von 1.561 MWh/a inklusive 303 MWh/a Wärmeverlusten setzt eine Gesamterzeugung von 1.864 MWh/a voraus. Im Falle von Konzept V1 liegt jährlich die emittierte Menge an CO₂ zwischen 44,1 und 68,6 Tonnen, während sie bei Konzept V2 zwischen 53,6 und 74,1 Tonnen liegt.

Eine grafische Übersicht zum Vergleich ist in Abbildung 52 dargestellt.

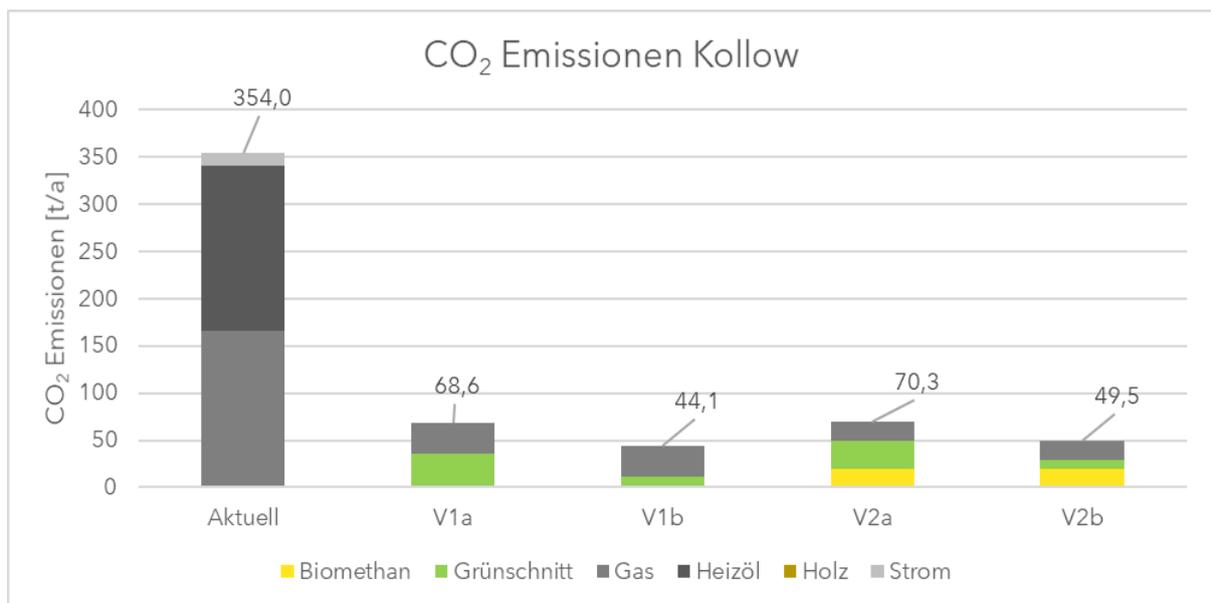


Abbildung 52: CO₂ Emissionen Kollow

Mit einer Reduzierung der CO₂ Emissionen von 354 zu 70,3 bis 44,1 Tonnen jährlich, liegt das Einsparpotenzial zwischen 80 und 88 %.

11.2 Gülzow

Mit der Heizsystemverteilung aus 3.1.2 von

- 31 % Ölheizungen,
- 62 % Gasheizungen
- 2 % Ölheizungen
- 5 % Wärmepumpen (Strom)

werden, bei einem Wärmebedarf des geplanten Wärmenetzes von 3.581 MWh/a, aktuell ohne Wärmenetzinfrastruktur jährlich 774,1 Tonnen CO₂ emittiert.

Für die Ermittlung der CO₂ Emissionen des geplanten Wärmenetzes müssen die Wärmeverluste mitberücksichtigt werden. Die Bereitstellung von 3.581 MWh/a inklusive 571 MWh/a Wärmeverlusten setzt eine Gesamterzeugung von 4.152 MWh/a voraus. Im Falle von Konzept V1 liegt jährlich die emittierte Menge an CO₂ zwischen 77,2 und 133,6 Tonnen, während sie bei Konzept V2 zwischen 93,0 und 143,7 Tonnen liegt.

Eine grafische Übersicht zum Vergleich ist in Abbildung 53 dargestellt.

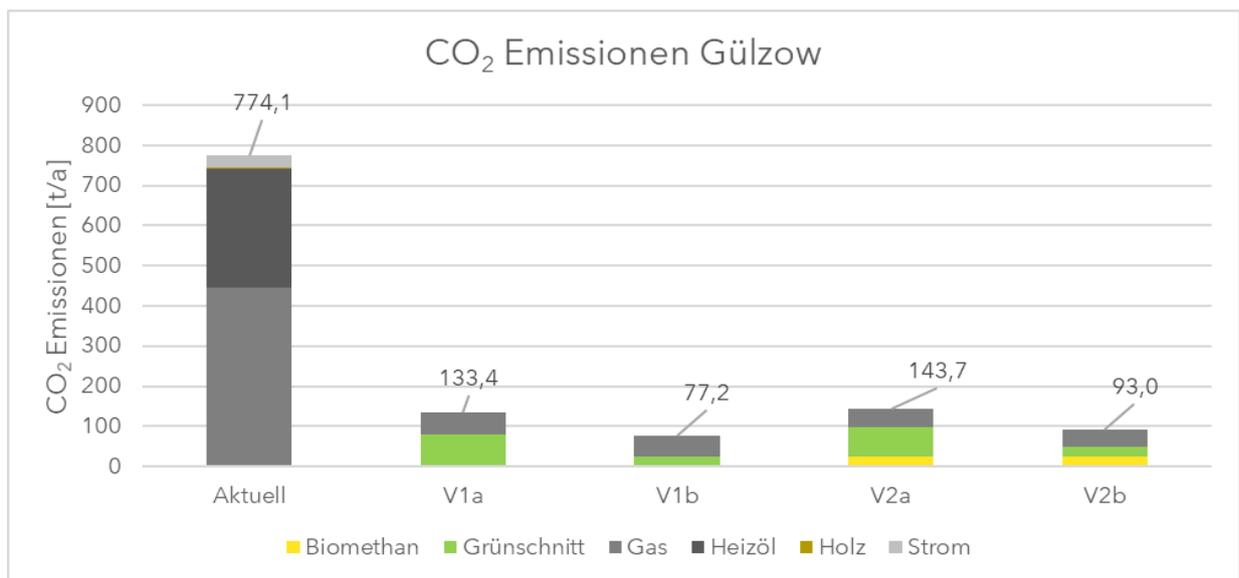


Abbildung 53: CO₂ Emissionen Gülzow

Mit einer Reduzierung der CO₂ Emissionen von 774,1 zu 143,7 bis 77,2 Tonnen jährlich, liegt das Einsparpotenzial zwischen 81 und 90 %.

11.3 Hamwarde

Mit der Heizsystemverteilung aus 3.1.3 von

- 21 % Ölheizungen
- 67 % Gasheizungen
- 7 % Holzheizungen
- 5 % Wärmepumpen (Strom)

werden, bei einem Wärmebedarf des geplanten Wärmenetzes von 2.820 MWh/a, aktuell ohne Wärmenetzinfrastruktur jährlich 566,8 Tonnen CO₂ emittiert.

Für die Ermittlung der CO₂ Emissionen des geplanten Wärmenetzes müssen die Wärmeverluste mitberücksichtigt werden. Die Bereitstellung von 2.820 MWh/a inklusive 476

MWh/a Wärmeverluste setzt eine Gesamterzeugung von 3.297 MWh/a voraus. Im Falle von Konzept V1 liegt jährlich die emittierte Menge an CO₂ zwischen 69,9 und 113,9 Tonnen, während sie bei Konzept V2 zwischen 76,4 und 116,4 Tonnen liegt.

Eine grafische Übersicht zum Vergleich ist in Abbildung 54 dargestellt.

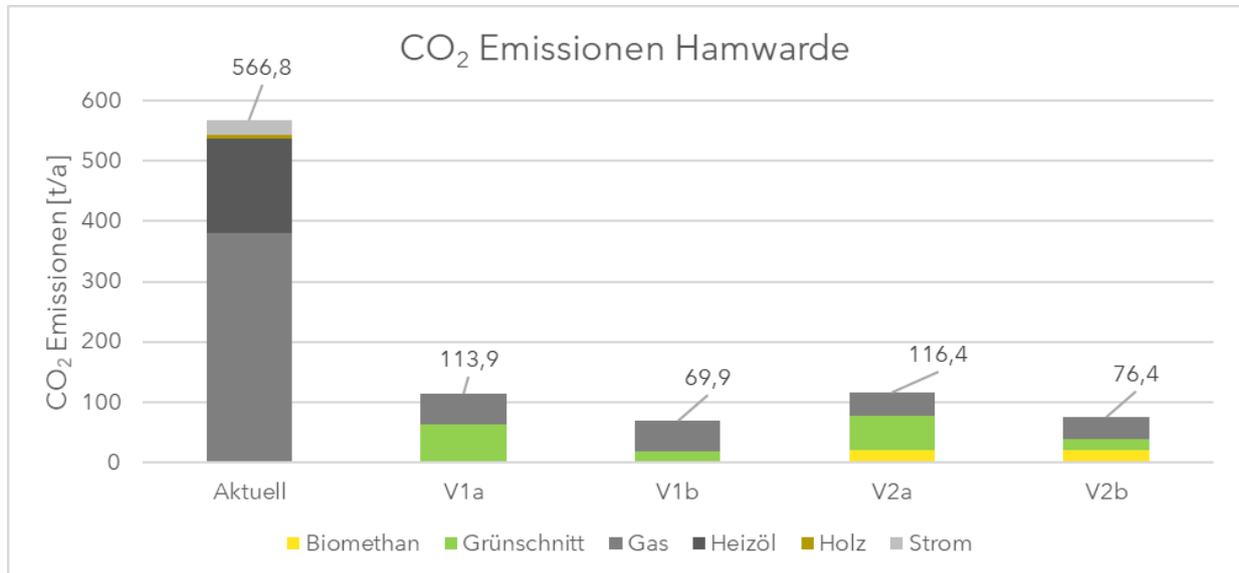


Abbildung 54: CO₂ Emissionen Hamwarde

Mit einer Reduzierung der CO₂ Emissionen von 566,8 zu 116,4 bis 69,9 Tonnen jährlich, liegt das Einsparpotenzial zwischen 79 und 88 %.

11.4 Wiershop

Mit der Heizsystemverteilung aus 3.1.4 von

- 50 % Ölheizungen,
- 41 % Gasheizungen
- 9 % Wärmepumpe (Strom)

werden, bei einem Wärmebedarf des geplanten Wärmenetzes von 639 MWh/a, aktuell ohne Wärmenetzinfrastruktur jährlich 147,5 Tonnen CO₂ emittiert.

Für die Ermittlung der CO₂ Emissionen des geplanten Wärmenetzes müssen die Wärmeverluste mitberücksichtigt werden. Die Bereitstellung von 639 MWh/a inklusive 143 MWh/a Wärmeverluste setzt eine Gesamterzeugung von 782 MWh/a voraus. Im Falle von Konzept V1 liegt die jährlich emittierte Menge an CO₂ zwischen 16,1 und 26,6 Tonnen, während sie bei Konzept V2 zwischen 22,6 und 30,2 Tonnen liegt.

Eine grafische Übersicht zum Vergleich ist in Abbildung 55 dargestellt.

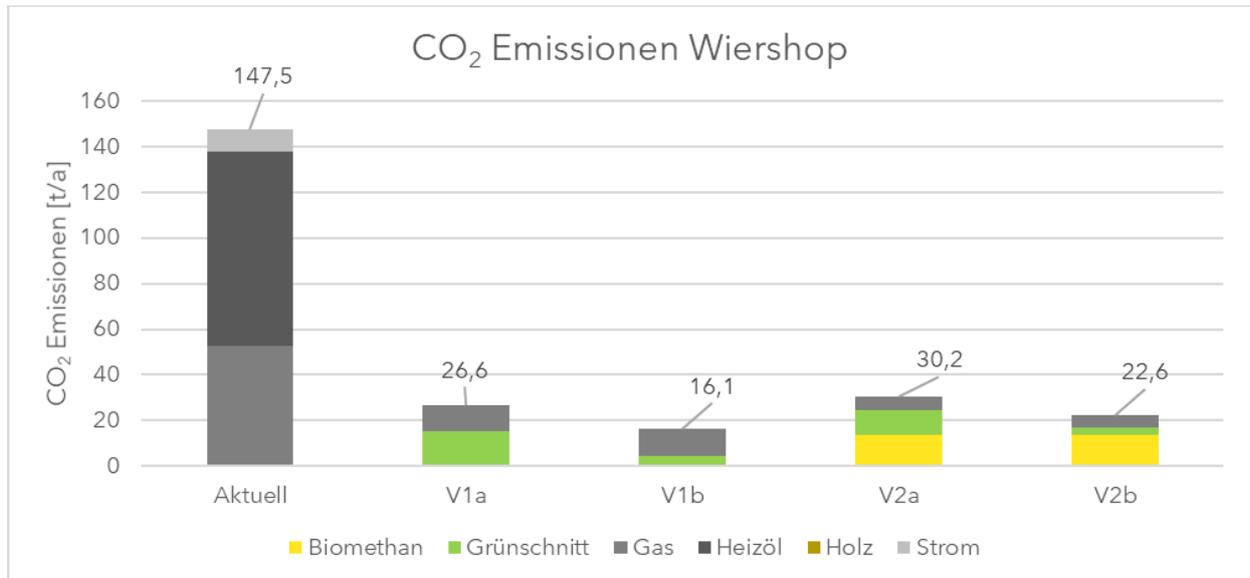


Abbildung 55: CO₂ Emissionen Wiershop

Mit einer Reduzierung der CO₂ Emissionen von 147,5 zu 30,2 bis 16,1 Tonnen jährlich, liegt das Einsparpotenzial zwischen 80 und 89 %.

11.5 Zusammenfassung

Mit einer zusammengefassten Heizsystemverteilung der vier Gemeinden von

- 31 % Ölheizungen,
- 61 % Gasheizungen
- 3 % Holzheizungen
- 5 % Wärmepumpe (Strom)

werden, bei einem Wärmebedarf des geplanten Wärmenetzes von 8.601 MWh/a, aktuell ohne Wärmenetzinfrastruktur jährlich 1.842,4 Tonnen CO₂ emittiert.

Für die Ermittlung der CO₂ Emissionen der vier geplanten Wärmenetze müssen die Wärmeverluste mitberücksichtigt werden. Die Bereitstellung von 8.601 MWh/a inklusive 1.494 MWh/a Wärmeverlusten setzt eine Gesamterzeugung von 10.095 MWh/a voraus. Im Falle von Konzept V1 liegt die jährlich emittierte Menge an CO₂ zwischen 207,2 und 342,5 Tonnen, während sie bei Konzept V2 zwischen 245,5 und 364,4 Tonnen liegt.

Eine grafische Übersicht zum Vergleich ist in Abbildung 56 dargestellt.

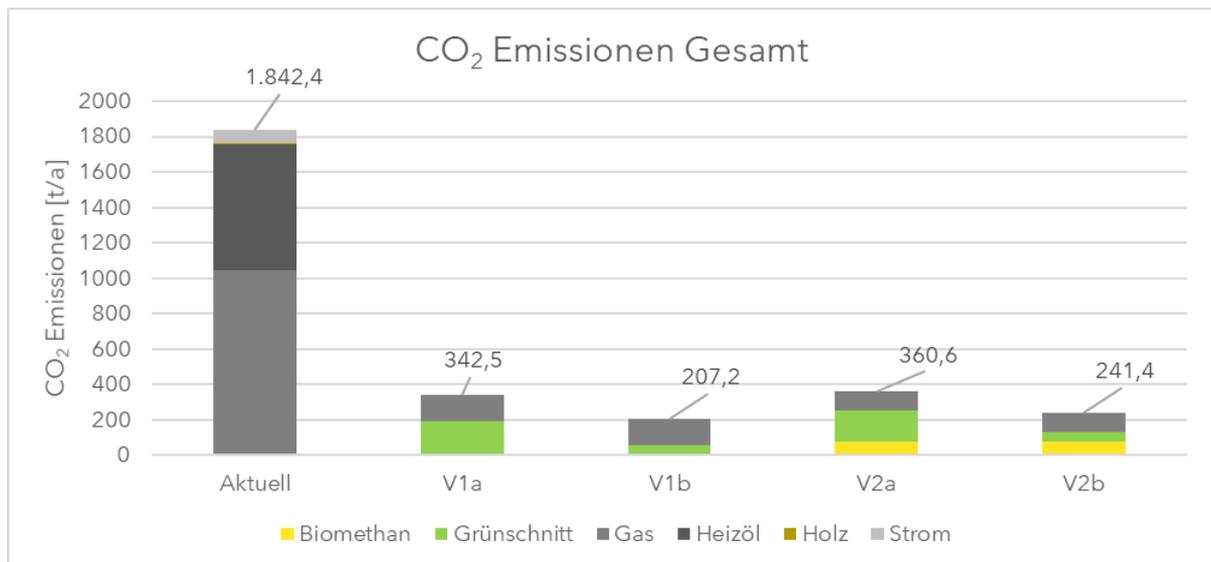


Abbildung 56: CO₂ Emissionen Gesamt

Mit einer Reduzierung der CO₂ Emissionen von 1.842,4 zu 360,6 bis 207,2 Tonnen jährlich, liegt das Einsparpotenzial zwischen 80 und 89 %.

Die aktuellen CO₂ Emissionen von 1.842,4 Tonnen entsprechen, bei einem Bedarf von 8.601.000 kWh/a, spezifischen Emissionen von 0,214 kg CO₂/kWh. Mit Hilfe des Wärmenetzes und jährlichen CO₂ Emissionen zwischen 360,6 und 270,2 Tonnen, können die spezifischen Emissionen auf 0,042 bis 0,024 kg CO₂/kWh gesenkt werden.

12. Betreibermodell

Eine Zielsetzung des Projektes ist es, den regional anfallenden Grünschnitt vor Ort zu verwerten, den Brennstoff zu produzieren und in den Wärmenetzen zu verbrauchen. Aus diesem Grund benötigt es nicht nur eine Betreibergesellschaft, die das Wärmenetz betreibt, sondern auch Gesellschaften, welche die Produktion der Grünschnittpellets verantworten und den Betrieb der Heizzentralen umsetzen.

In Abbildung 57 sind die beteiligten Unternehmen mit einer möglichen Aufgabenteilung dargestellt. Jedes Unternehmen kann dabei seine Kernkompetenzen gezielt nutzen und ist für eine Komponente der Wärmeversorgung zuständig. Dabei ist die Buhck Gruppe primär für die Beschaffung und den Transport des vorhandenen Grünschnitts in der Region verantwortlich und betreibt, zusammen mit der Bi.En, die Pelletproduktionsanlage (BtE[®]-Anlage). get|2|energy betreibt die Heizzentralen und versorgt die Wärmenetze mit CO₂-neutraler Wärme. GP JOULE baut und betreibt die Wärmenetze und versorgt die Haushalte mit Heizenergie. Liegenschaften und Inselnetze, welche für eine eigene Heizzentrale nicht geeignet sind, könnten über mobile Wärme (Buhck Gruppe) versorgt werden. Die Aufgabenteilung ist dabei nicht mit tatsächlichen Eigentumsverhältnissen gleichzusetzen. Insbesondere beim Betrieb des Wärmenetzes wird die Beteiligung der Gemeinden eine gute Option sein.

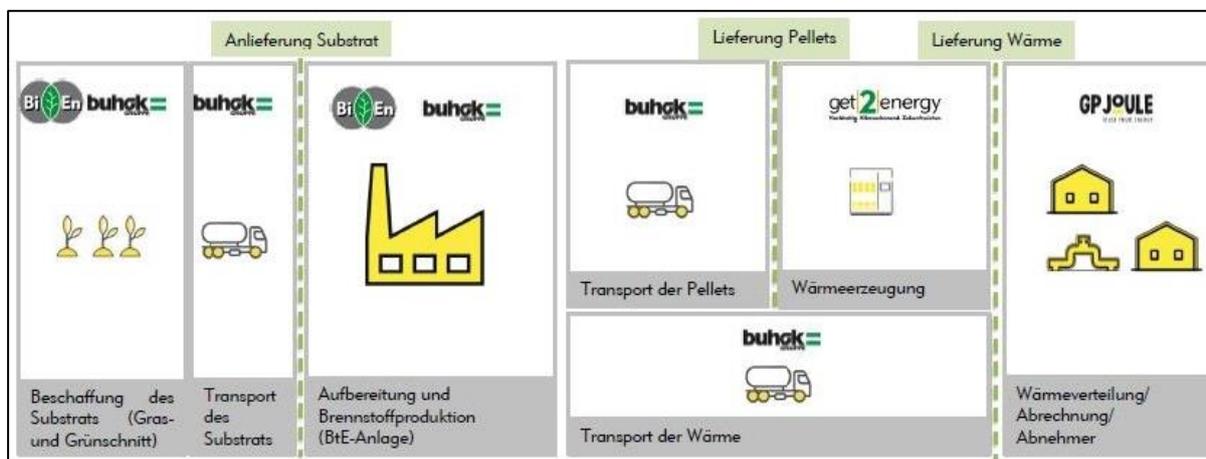


Abbildung 57: Beteiligte Unternehmen

Für die Errichtung und Betrieb des Wärmenetzes bietet sich die Gründung einer oder mehrerer Betreibergesellschaften an. In diesem Zusammenhang empfehlen wir eine öffentlich-private Partnerschaft als Betreibergesellschaft zwischen Kommune mit Mehrheitsanteil und Privatunternehmen wie z.B. GP JOULE mit Minderheitsanteil, um die Gemeinde als lokalen

Stakeholder mit einzubeziehen. Dort bieten sich im Kontext dieses Projektes zwei Möglichkeiten an, die jeweils die GmbH als bevorzugte Rechtsform nutzen.

12.1 Die Gemeindewerke

Wie die Abbildung 58 aufzeigt, kann es aufgrund unterschiedlicher Wärmeabnahmen und Gebäudestrukturen sinnvoll sein, dass jede Gemeinde für sich ein „Gemeindewerk“ gründet. Die einzelnen Gemeindewerke beziehen die Wärme aus den Heizzentralen, welche durch die Erzeugergesellschaft - in dem Fall der get|2|energy - betrieben wird. Diese Erzeugergesellschaft bezieht wiederum von der Produktionsgesellschaft, bestehend aus der Buhck-Gruppe und der Bi.En, den regional gewonnenen und produzierten Brennstoff. Es bietet sich an, dass hier Gemeindewerke sowohl an der Wärmeerzeuger- sowie der Brennstoffproduktionsgesellschaft beteiligt sind.

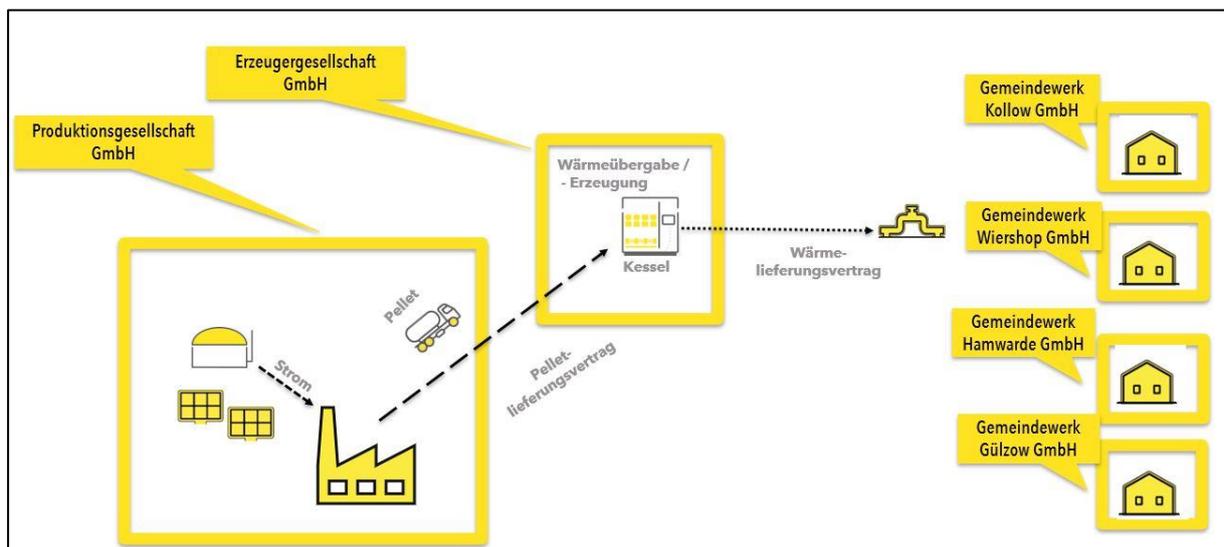


Abbildung 58: Betreibermodell: Gemeindewerk

In jeder Betreibergesellschaft würde die Entscheidungshoheit voll bei jeder einzelnen Gemeinde liegen. Somit können die Gemeinden unter anderem direkten Einfluss auf die Preisgestaltung nehmen und individuelle Begebenheiten, wie der unterschiedliche Wärmeabsatz, berücksichtigt werden.

12.2 Das Regionalwerk

Eine weitere Möglichkeit bietet die Gründung eines Regionalwerks (Abbildung 59), in dem alle vier Gemeinden Anteilseigner sind und so gemeinschaftlich die Wärmenetze betreiben.

Bei dieser Lösung können Synergien entstehen, welche die gesellschaftsspezifischen Kosten, wie z.B. die Gründungskosten, Jahresabschlüsse, Steuererklärung mindern. Zudem kann in der Gesamtschau auch ein zunächst vielleicht nicht so wirtschaftliches Wärmenetz, wie das in der Gemeinde Wiershop, umgesetzt werden.

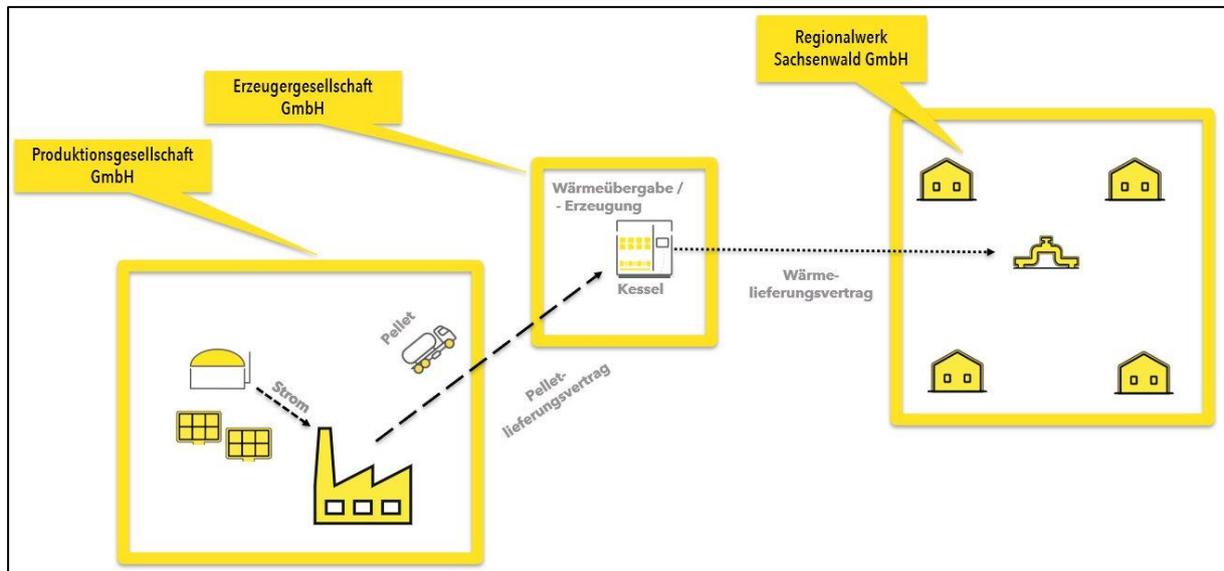


Abbildung 59: Betreibermodell: Regionalwerk

Beide Gesellschaftsstrukturen haben folgende Vorteile für die Gemeinde:

- Die Gemeinde kann ohne personelle Beteiligung an der Gesellschaft teilnehmen.
- Sicherheit beim Bau und Betrieb durch GP JOULE als Mitgesellschafterin
- Notwendige Einlagen und die Gesamtkosten werden niedrig gehalten, bei 50 % Anteil an der Gesellschaft wäre es pro GmbH eine Einlage in der Höhe von 12.500 €.

Darüber hinaus sind sämtliche zu erbringende Leistungen zum Betrieb der Wärmeversorgung über die Betreibergesellschaft abbildbar, dies betrifft unter anderem:

- die kaufmännische Betriebsführung: Finanzbuchhaltung, Jahresabschlüssen, Steuervoranmeldungen etc.
- das Kundenmanagement einschließlich Abrechnungen, Rechnungsstellung, Mahnwesen sowie die Kundenbetreuung und -beratung über Hotline oder per Mail
- die technische Betriebsführung: Überwachung und Organisation von Wartungen und Reparaturen am Wärmenetz und den Übergabestationen beim Kunden.

13. Ausblick

Mit der Errichtung eines Wärmenetzes können die Gemeinden Kollow, Gülzow, Hamwarde und Wiershop einen ersten Vorstoß leisten, eine moderne und effiziente Energieversorgung aufzubauen. Diese zukunftsfähige Investition gibt ein Signal der Zuversicht an die Einwohner der Gemeinden, welche durch die kommunale Initiative den wesentlichen Anreiz zur eigenen energetischen Sanierung hätten. Durch die dichte Besiedlung und ihren Aufbau ist die Gemeinde Gülzow prädestiniert für die Umsetzung eines Wärmenetzes und kann als „Keimzelle“ die Akzeptanz der Errichtung einer Fernwärmeversorgung in den weiteren Gemeinden steigern.

Aus ökologischer Sicht wird mit dem Aufbau einer Wärmenetzinfrastruktur eine Vielzahl an fossilbetriebenen Bestandsheizungen ersetzt werden können, und so die Emission von CO₂ weiter gesenkt. Besonders hervorzuheben am hier vorgestellten Konzept ist dabei der regionale Erzeugungs- und Verwertungskreislauf des Brennstoffs. Auf diesem Weg werden Transportwege drastisch reduziert und abermals CO₂ eingespart.

Aus ökonomischer Sicht ist der Aufbau einer Wärmenetzinfrastruktur mit hohen Anfangsinvestitionen verbunden. Durch das hohe Wärmeabsatzpotenzial und die steigenden Fördermöglichkeiten ist, in Anbetracht der zu erwartenden Kostensteigerungen für fossile Heizsysteme, eine Wärmeversorgung zu wettbewerbsfähigen Preiskonditionen möglich. Dadurch, dass teilnehmende Gemeinden außerdem den teils lokal anfallenden Grünschnitt wiederverwerten können, erhöht sich deren Unabhängigkeit von Weltmarktpreisen fossiler Brennstoffe.

Die nächsten Schritte können demnach sein:

- Entscheidung zur weiteren Umsetzung
- Gründung einer/der Wärmenetzgesellschaft/en
- Kundenakquisition
- Ausführungsplanung
- Projektierung und Finanzierung
- Umsetzung
- Inbetriebnahme des ersten Bauabschnitts

So wird gemeinsam ein weiterer wichtiger Schritt zum Erreichen der Energiewende gegangen.

14. Literaturverzeichnis

- BAFA.* (16. Mai 2021). Von Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle: https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Kraft_Waerme_Kopplung/Waerme_Kaeltenetze/waerme_kaeltenetze_node.html abgerufen
- BEG.* (20. Mai 2021). Von Bundesförderung für effiziente Gebäude: https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente_Gebaeude/effiziente_gebaeude_node.html abgerufen
- BLE.* (12. Mai 2021). Von Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung: https://www.ble.de/DE/Projektfoerderung/Foerderungen-Auftraege/Bundesprogramm-Energieeffizienz/2020/Energieberatung/Energieberatung_node.html abgerufen
- BVerfG.* (26. Mai 2021). Von Bundesverfassungsgericht: <https://www.bundesverfassungsgericht.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2021/bvg21-031.html> abgerufen
- Gesetze im Internet.* (19. Mai 2021). Von https://www.gesetze-im-internet.de/geg/__72.html abgerufen
- LKA.* (25. Mai 2021). Von Landeskriminalamt: https://www.schleswig-holstein.de/DE/Landesregierung/POLIZEI/DasSindWir/LKA/Kampfmittelraeumdienst/_downloads/antrag_ueberpruefung_grundstueck.pdf?__blob=publicationFile&v=2 abgerufen
- Schleswig-Holstein.* (16. Mai 2021). Von <https://www.ib-sh.de/produkt/landesprogramm-wirtschaft-nachhaltige-waermeversorgungssysteme/> abgerufen
- VKU.* (25. Mai 2021). Von Verband Kommunaler Unternehmen: <https://www.vku.de/themen/energiewende/lang-erwartetes-foerderprogramm-fuer-waermenetze-nimmt-fahrt-auf/> abgerufen

15. Anhang

Anhang 1: Jahresplan

Position	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Anschlussnehmer		110	239	313	368	368	368	368	368
Wärmemischpreis (AP + GP)		9,97 ct/kWh	10,27 ct/kWh	10,57 ct/kWh	10,89 ct/kWh	11,22 ct/kWh	11,56 ct/kWh	11,90 ct/kWh	12,26 ct/kWh
Wärmeabsatz		2.570.951 kWh	5.585.976 kWh	7.315.524 kWh	8.601.000 kWh	8.601.000 kWh	8.601.000 kWh	8.601.000 kWh	8.601.000 kWh
Erlöse aus Arbeitspreis		221.615,98 €	495.956,42 €	669.001,64 €	810.154,57 €	834.459,21 €	859.492,99 €	885.277,78 €	911.836,11 €
Erlöse aus Grundpreis		34.650,00 €	77.543,55 €	104.599,44 €	126.668,91 €	130.468,98 €	134.383,05 €	138.414,54 €	142.566,98 €
Erlöse aus Förderungen			3.948.644,04 €						
Erlöse aus Anschlussbeiträgen		1.210.000,00 €	1.419.000,00 €	814.000,00 €	605.000,00 €	- €	- €	- €	- €
Erträge	- €	1.466.265,98 €	5.941.144,01 €	1.587.601,07 €	1.541.823,49 €	964.928,19 €	993.876,04 €	1.023.692,32 €	1.054.403,09 €
Wärme/Hackgut/Gas-Einkauf		141.283,43 €	315.600,34 €	426.985,79 €	517.538,21 €	533.064,35 €	549.056,28 €	565.527,97 €	582.493,81 €
Wärmeerzeugung aus Grünschnitt		3.242.814 kWh	6.951.931 kWh	9.099.642 kWh	10.581.049 kWh	10.581.049 kWh	10.581.049 kWh	10.581.049 kWh	10.581.049 kWh
Wärmeerzeugung aus Gas		156.243 kWh	413.292 kWh	572.219 kWh	790.341 kWh	790.341 kWh	790.341 kWh	790.341 kWh	790.341 kWh
Stromeinkauf		5.656,09 €	12.657,82 €	17.074,29 €	20.676,80 €	21.297,10 €	21.936,02 €	22.594,10 €	23.271,92 €
erzeugte Wärmemenge inkl. Netzverluste		3.399.057 kWh	7.365.223 kWh	9.671.862 kWh	11.371.390 kWh	11.371.390 kWh	11.371.390 kWh	11.371.390 kWh	11.371.390 kWh
Energieeinkauf	- €	146.939,52 €	328.258,16 €	444.060,08 €	538.215,01 €	554.361,46 €	570.992,30 €	588.122,07 €	605.765,73 €
spez. Energieeinkaufspreis		5,72 ct/kWh	5,88 ct/kWh	6,07 ct/kWh	6,26 ct/kWh	6,45 ct/kWh	6,64 ct/kWh	6,84 ct/kWh	7,04 ct/kWh
Kfm. Betriebsführung	3.000,00 €	16.201,09 €	36.256,56 €	48.906,91 €	59.225,80 €	61.002,58 €	62.832,65 €	64.717,63 €	66.659,16 €
Techn. Betriebsführung		24.827,42 €	55.561,51 €	74.947,59 €	90.760,81 €	93.483,64 €	96.288,15 €	99.176,79 €	102.152,09 €
Sonstige Aufwendungen		2.000,00 €	2.000,00 €	2.000,00 €	2.000,00 €	2.000,00 €	2.000,00 €	2.000,00 €	2.000,00 €
spez. Betriebskosten		1,67 ct/kWh	1,68 ct/kWh	1,72 ct/kWh	1,77 ct/kWh	1,82 ct/kWh	1,87 ct/kWh	1,93 ct/kWh	1,99 ct/kWh
EBITDA	- 3.000,00 €	1.276.297,96 €	5.519.067,79 €	1.017.686,49 €	851.621,87 €	254.080,52 €	261.762,94 €	269.675,83 €	277.826,10 €
Steuerbilanzielles Anlagevermögen	20.000,00 €	12.367.510,00 €	11.872.809,60 €	11.378.109,20 €	10.883.408,80 €	10.388.708,40 €	9.894.008,00 €	9.399.307,60 €	8.904.607,20 €
Steuerrechtliche Abschreibung	500,00 €	494.700,40 €	494.700,40 €	494.700,40 €	494.700,40 €	494.700,40 €	494.700,40 €	494.700,40 €	494.700,40 €
spez. Abschreibung		19,24 ct/kWh	8,86 ct/kWh	6,76 ct/kWh	5,75 ct/kWh	5,75 ct/kWh	5,75 ct/kWh	5,75 ct/kWh	5,75 ct/kWh
Kapitaldienst		5,44 ct/kWh	2,86 ct/kWh	1,19 ct/kWh	2,45 ct/kWh	2,33 ct/kWh	2,30 ct/kWh	2,26 ct/kWh	2,23 ct/kWh
Steuer		0,00 ct/kWh	0,00 ct/kWh	0,00 ct/kWh	0,00 ct/kWh				
Ergebnis	- 3.500,00 €	641.652,44 €	4.864.772,37 €	435.854,27 €	281.798,29 €	- 304.856,54 €	- 294.455,11 €	- 283.823,21 €	- 272.953,93 €
Abschreibung / Auflösung	500,00 €	12,83 ct/kWh	10,41 ct/kWh	8,98 ct/kWh	10,48 ct/kWh	10,59 ct/kWh	10,81 ct/kWh	11,03 ct/kWh	11,26 ct/kWh
Tilgung langfristiger Darlehen	- €	494.700,40 €	494.700,40 €	494.700,40 €	494.700,40 €	494.700,40 €	494.700,40 €	494.700,40 €	494.700,40 €
Tilgung Vorfinanzierung		- €	- €	- €	- €	135.950,61 €	135.950,61 €	135.950,61 €	135.950,61 €
		1.210.000,00 €	5.367.644,04 €	814.000,00 €	605.000,00 €	- €	- €	- €	- €
Investition	20.000,00 €	12.348.010,00 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Eigenkapital/Stammkapital	25.000,00 €	1.236.801,00 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Finanzierung 1	- €	3.398.765,21 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Vorfinanzierung Anschlusskosten/Förderung	- €	7.996.644,04 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Cash-Flow v. Entn.	2.000,00 €	210.553,09 €	- 8.171,27 €	116.554,67 €	35.548,08 €	53.893,25 €	64.294,68 €	74.926,58 €	85.795,86 €
Ausschüttungen prozentual zum EK	0,00%	0,00%	0,00%	9,24%	2,82%	4,27%	5,10%	5,94%	6,80%
Ausschüttungen absolut		- €	- €	116.554,67 €	35.548,08 €	53.893,25 €	64.294,68 €	74.926,58 €	85.795,86 €
Cash-Flow n. Entn.	2.000,00 €	210.553,09 €	- 8.171,27 €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
Liquidität (kum.)	2.000,00 €	212.553,09 €	204.381,83 €	204.381,83 €	204.381,83 €	204.381,83 €	204.381,83 €	204.381,83 €	204.381,83 €
Net Operating Income	2.000,00 €	350.498,21 €	151.423,75 €	203.686,49 €	246.621,87 €	254.080,52 €	261.762,94 €	269.675,83 €	277.826,10 €
Total Debt Service	- €	139.945,12 €	159.595,01 €	87.131,82 €	211.073,79 €	200.187,27 €	197.468,26 €	194.749,25 €	192.030,24 €
Debt Service Cover Ratio (DSCR)	0,00	2,50	0,95	2,34	1,17	1,27	1,33	1,38	1,45
Barwert	2.000,00 €	196.778,59 €	- 7.137,10 €	95.143,33 €	27.119,46 €	38.425,14 €	42.842,26 €	46.660,51 €	49.933,97 €

2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
368	368	368	368	368	368	368	368	368	368	368
12,63 ct/kWh	13,01 ct/kWh	13,40 ct/kWh	13,80 ct/kWh	14,21 ct/kWh	14,64 ct/kWh	15,08 ct/kWh	15,53 ct/kWh	16,00 ct/kWh	16,48 ct/kWh	16,97 ct/kWh
8.601.000 kWh										
939.191,19 €	967.366,93 €	996.387,94 €	1.026.279,57 €	1.057.067,96 €	1.088.780,00 €	1.121.443,40 €	1.155.086,70 €	1.189.739,30 €	1.225.431,48 €	1.262.194,43 €
146.843,99 €	151.249,31 €	155.786,79 €	160.460,39 €	165.274,20 €	170.232,43 €	175.339,40 €	180.599,58 €	186.017,57 €	191.598,10 €	197.346,04 €
- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
1.086.035,18 €	1.118.616,24 €	1.152.174,72 €	1.186.739,96 €	1.222.342,16 €	1.259.012,43 €	1.296.782,80 €	1.335.686,28 €	1.375.756,87 €	1.417.029,58 €	1.459.540,47 €
599.968,63 €	617.967,68 €	636.506,72 €	655.601,92 €	675.269,97 €	695.528,07 €	716.393,92 €	737.885,73 €	760.022,31 €	782.822,97 €	806.307,66 €
10.581.049 kWh										
790.341 kWh										
23.970,08 €	24.689,18 €	25.429,85 €	26.192,75 €	26.978,53 €	27.787,89 €	28.621,53 €	29.480,17 €	30.364,58 €	31.275,51 €	32.213,78 €
11.371.390 kWh										
623.938,70 €	642.656,86 €	661.936,57 €	681.794,67 €	702.248,51 €	723.315,96 €	745.015,44 €	767.365,90 €	790.386,88 €	814.098,49 €	838.521,44 €
7,25 ct/kWh	7,47 ct/kWh	7,70 ct/kWh	7,93 ct/kWh	8,16 ct/kWh	8,41 ct/kWh	8,66 ct/kWh	8,92 ct/kWh	9,19 ct/kWh	9,47 ct/kWh	9,75 ct/kWh
68.658,94 €	70.718,71 €	72.840,27 €	75.025,48 €	77.276,24 €	79.594,53 €	81.982,36 €	84.441,83 €	86.975,09 €	89.584,34 €	92.271,87 €
105.216,66 €	108.373,16 €	111.624,35 €	114.973,08 €	118.422,27 €	121.974,94 €	125.634,19 €	129.403,22 €	133.285,31 €	137.283,87 €	141.402,39 €
2.000,00 €	2.000,00 €	2.000,00 €	2.000,00 €	2.000,00 €	2.000,00 €	2.000,00 €	2.000,00 €	2.000,00 €	2.000,00 €	2.000,00 €
2,04 ct/kWh	2,11 ct/kWh	2,17 ct/kWh	2,23 ct/kWh	2,30 ct/kWh	2,37 ct/kWh	2,44 ct/kWh	2,51 ct/kWh	2,58 ct/kWh	2,66 ct/kWh	2,74 ct/kWh
286.220,88 €	294.867,51 €	303.773,53 €	312.946,74 €	322.395,14 €	332.127,00 €	342.150,81 €	352.475,33 €	363.109,59 €	374.062,88 €	385.344,77 €
8.409.906,80 €	7.915.206,40 €	7.420.506,00 €	6.925.805,60 €	6.431.105,20 €	5.936.404,80 €	5.441.704,40 €	4.947.004,00 €	4.452.303,60 €	3.957.603,20 €	3.462.902,80 €
494.700,40 €	494.700,40 €	494.700,40 €	494.700,40 €	494.700,40 €	494.700,40 €	494.700,40 €	494.700,40 €	494.700,40 €	494.700,40 €	494.700,40 €
5,75 ct/kWh										
2,20 ct/kWh	2,17 ct/kWh	2,14 ct/kWh	2,11 ct/kWh	2,07 ct/kWh	2,04 ct/kWh	2,01 ct/kWh	1,98 ct/kWh	1,95 ct/kWh	1,92 ct/kWh	1,88 ct/kWh
0,00 ct/kWh										
- 261.840,13 €	- 250.474,49 €	- 238.849,46 €	- 226.957,24 €	- 214.789,82 €	- 202.338,96 €	- 189.596,13 €	- 176.552,59 €	- 163.199,33 €	- 149.527,03 €	- 135.526,12 €
11,50 ct/kWh	11,75 ct/kWh	12,00 ct/kWh	12,27 ct/kWh	12,54 ct/kWh	12,82 ct/kWh	13,11 ct/kWh	13,41 ct/kWh	13,72 ct/kWh	14,04 ct/kWh	14,37 ct/kWh
494.700,40 €	494.700,40 €	494.700,40 €	494.700,40 €	494.700,40 €	494.700,40 €	494.700,40 €	494.700,40 €	494.700,40 €	494.700,40 €	494.700,40 €
135.950,61 €	135.950,61 €	135.950,61 €	135.950,61 €	135.950,61 €	135.950,61 €	135.950,61 €	135.950,61 €	135.950,61 €	135.950,61 €	135.950,61 €
- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
96.909,66 €	108.275,30 €	119.900,34 €	131.792,55 €	143.959,97 €	156.410,83 €	169.153,66 €	182.197,20 €	195.550,46 €	209.222,76 €	223.223,67 €
7,68%	8,58%	9,50%	10,44%	11,41%	12,40%	13,41%	14,44%	15,50%	16,58%	17,69%
96.909,66 €	108.275,30 €	119.900,34 €	131.792,55 €	143.959,97 €	156.410,83 €	169.153,66 €	182.197,20 €	195.550,46 €	209.222,76 €	223.223,67 €
- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
204.381,83 €	204.381,83 €	204.381,83 €	204.381,83 €	204.381,83 €	204.381,83 €	204.381,83 €	204.381,83 €	204.381,83 €	204.381,83 €	204.381,83 €
286.220,88 €	294.867,51 €	303.773,53 €	312.946,74 €	322.395,14 €	332.127,00 €	342.150,81 €	352.475,33 €	363.109,59 €	374.062,88 €	385.344,77 €
189.311,22 €	186.592,21 €	183.873,20 €	181.154,19 €	178.435,17 €	175.716,17 €	172.997,15 €	170.278,13 €	167.559,13 €	164.840,12 €	162.121,10 €
1,51	1,58	1,65	1,73	1,81	1,89	1,98	2,07	2,17	2,27	2,38
52.712,44 €	55.041,67 €	56.963,79 €	58.517,47 €	59.738,27 €	60.658,82 €	61.309,07 €	61.716,50 €	61.906,27 €	61.901,47 €	61.723,20 €

2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051
368	368	368	368	368	368	368	368	368	368	368
17,48 ct/kWh	18,00 ct/kWh	18,54 ct/kWh	19,10 ct/kWh	19,67 ct/kWh	20,26 ct/kWh	20,87 ct/kWh	21,50 ct/kWh	22,14 ct/kWh	22,81 ct/kWh	23,49 ct/kWh
8.601.000 kWh										
1.300.060,26 €	1.339.062,07 €	1.379.233,93 €	1.420.610,95 €	1.463.229,28 €	1.507.126,15 €	1.552.339,94 €	1.598.910,14 €	1.646.877,44 €	1.696.283,76 €	1.747.172,28 €
203.266,42 €	209.364,41 €	215.645,35 €	222.114,71 €	228.778,15 €	235.641,49 €	242.710,74 €	249.992,06 €	257.491,82 €	265.216,58 €	273.173,07 €
- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
1.503.326,68 €	1.548.426,48 €	1.594.879,28 €	1.642.725,65 €	1.692.007,42 €	1.742.767,65 €	1.795.050,68 €	1.848.902,20 €	1.904.369,26 €	1.961.500,34 €	2.020.345,35 €
830.496,89 €	855.411,80 €	881.074,15 €	907.506,38 €	934.731,57 €	962.773,52 €	991.656,72 €	1.021.406,42 €	1.052.048,62 €	1.083.610,08 €	1.116.118,38 €
10.581.049 kWh										
790.341 kWh										
33.180,19 €	34.175,60 €	35.200,87 €	36.256,89 €	37.344,60 €	38.464,94 €	39.618,88 €	40.807,45 €	42.031,67 €	43.292,63 €	44.591,40 €
11.371.390 kWh										
863.677,09 €	889.587,40 €	916.275,02 €	943.763,27 €	972.076,17 €	1.001.238,45 €	1.031.275,61 €	1.062.213,88 €	1.094.080,29 €	1.126.902,70 €	1.160.709,78 €
10,04 ct/kWh	10,34 ct/kWh	10,65 ct/kWh	10,97 ct/kWh	11,30 ct/kWh	11,64 ct/kWh	11,99 ct/kWh	12,35 ct/kWh	12,72 ct/kWh	13,10 ct/kWh	13,50 ct/kWh
95.040,03 €	97.891,23 €	100.827,97 €	103.852,80 €	106.968,39 €	110.177,44 €	113.482,76 €	116.887,25 €	120.393,86 €	124.005,68 €	127.725,85 €
145.644,46 €	150.013,79 €	154.514,21 €	159.149,63 €	163.924,12 €	168.841,85 €	173.907,10 €	179.124,31 €	184.498,04 €	190.032,98 €	195.733,97 €
2.000,00 €	2.000,00 €	2.000,00 €	2.000,00 €	2.000,00 €	2.000,00 €	2.000,00 €	2.000,00 €	2.000,00 €	2.000,00 €	2.000,00 €
2,82 ct/kWh	2,91 ct/kWh	2,99 ct/kWh	3,08 ct/kWh	3,20 ct/kWh	3,29 ct/kWh	3,38 ct/kWh	3,47 ct/kWh	3,57 ct/kWh	3,67 ct/kWh	3,78 ct/kWh
396.965,11 €	408.934,06 €	421.262,08 €	433.959,95 €	444.863,53 €	458.878,50 €	473.297,60 €	488.132,96 €	503.397,06 €	518.558,97 €	534.175,74 €
2.968.202,40 €	2.473.502,00 €	1.978.801,60 €	1.484.101,20 €	989.400,80 €	494.700,40 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
494.700,40 €	494.700,40 €	494.700,40 €	494.700,40 €	494.700,40 €	494.700,40 €	- €	- €	- €	- €	- €
5,75 ct/kWh	0,00 ct/kWh									
1,85 ct/kWh	1,82 ct/kWh	1,79 ct/kWh	1,76 ct/kWh	1,73 ct/kWh	1,70 ct/kWh	1,66 ct/kWh	1,63 ct/kWh	1,60 ct/kWh	0,00 ct/kWh	0,00 ct/kWh
0,00 ct/kWh	0,86 ct/kWh	0,89 ct/kWh	0,92 ct/kWh	1,41 ct/kWh	1,63 ct/kWh					
121.186,77 €	106.498,81 €	91.451,77 €	76.034,89 €	62.412,31 €	45.678,32 €	392.390,35 €	407.166,73 €	422.304,02 €	397.325,53 €	393.553,98 €
14,72 ct/kWh	15,07 ct/kWh	15,44 ct/kWh	15,81 ct/kWh	16,23 ct/kWh	16,62 ct/kWh	17,89 ct/kWh	18,34 ct/kWh	18,81 ct/kWh	18,19 ct/kWh	18,91 ct/kWh
494.700,40 €	494.700,40 €	494.700,40 €	494.700,40 €	494.700,40 €	494.700,40 €	- €	- €	- €	- €	- €
135.950,61 €	135.950,61 €	135.950,61 €	135.950,61 €	135.950,61 €	135.950,61 €	135.950,61 €	135.950,61 €	135.950,61 €	0,00 €	- €
- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
237.563,02 €	252.250,98 €	267.298,02 €	282.714,90 €	296.337,49 €	313.071,47 €	256.439,74 €	271.216,12 €	286.353,41 €	397.325,53 €	393.553,98 €
18,83%	19,99%	21,18%	22,41%	23,49%	24,81%	20,32%	21,49%	22,69%	31,49%	31,19%
237.563,02 €	252.250,98 €	267.298,02 €	282.714,90 €	296.337,49 €	313.071,47 €	256.439,74 €	271.216,12 €	286.353,41 €	397.325,53 €	393.553,98 €
- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €
204.381,83 €	204.381,83 €	204.381,83 €	204.381,83 €	204.381,83 €	204.381,83 €	204.381,83 €	204.381,83 €	204.381,83 €	204.381,83 €	204.381,83 €
396.965,11 €	408.934,06 €	421.262,08 €	433.959,95 €	444.863,53 €	458.878,50 €	399.527,75 €	411.585,13 €	424.003,40 €	397.325,53 €	393.553,98 €
159.402,09 €	156.683,08 €	153.964,06 €	151.245,05 €	148.526,05 €	145.807,03 €	143.088,01 €	140.369,01 €	137.649,99 €	0,00 €	- €
2,49	2,61	2,74	2,87	3,00	2,87	2,79	2,93	3,08		
61.390,80 €	60.921,91 €	60.332,68 €	59.637,83 €	58.421,93 €	57.683,16 €	44.157,77 €	43.646,91 €	43.068,19 €	55.849,19 €	51.700,05 €