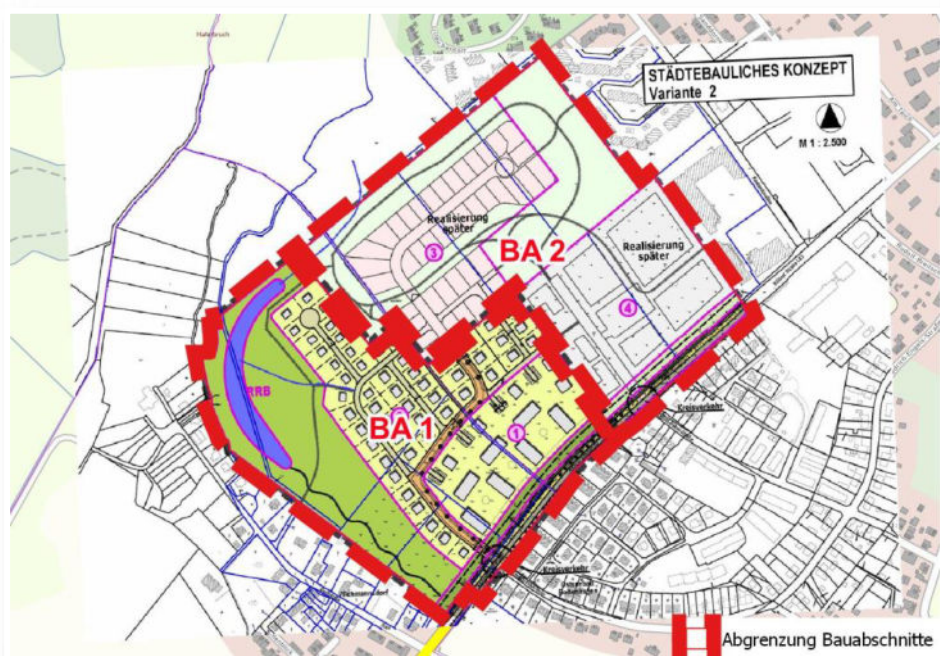


Machbarkeitsprüfung eines kalten Wärmenetzes

im Bereich des zu erstellenden Bebauungsplans 38 der Gemeinde Ostseebad Boltenhagen

Nachtrag zu Machbarkeitsstudie „Nachhaltiges Wärmekonzept-Solarthermie“



Auftraggeber:

Gemeinde Ostseebad Boltenhagen
über Amt Klützer Winkel
Schloßstraße 1
23948 Klütz

Erstellt durch:

Trigenius GmbH
Lübsche Straße 10
23966 Wismar

Tel: 03841 22731 17

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



Bearbeitungsstand: November 2022

gefördert durch:



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

Inhaltsverzeichnis

1	Hintergrund und Aufgabenstellung	1
2	Grundlagenermittlung	1
3	Bedarfsanalyse	2
3.1	Untersuchungsgebiet	2
3.2	Geplante Bebauungsstruktur	3
3.3	Bedarfskalkulation	4
4	Flächenanalyse	6
4.1	Potenzialflächen	6
4.2	Hydro- geologische Voraussetzungen	7
4.3	Fazit	10
5	Konzeption kalter Wärmenetze auf Basis oberflächennaher Geothermie	11
5.1	Funktionale Konzeption	11
5.2	Bauabschnitt 1 mit Sondenfeld (Variante 1A)	13
5.3	Bauabschnitt 1 mit Kollektorfeld (Variante 1B)	18
5.4	Bauabschnitt 2 mit Sondenfeld (Variante 2A)	22
5.5	Bauabschnitt 2 mit Kollektorfeld (Variante 2B)	26
5.6	Zusammenfassung	29
6	Fördermöglichkeiten	30
6.1	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)	31
6.2	Klimaschutz-Förderrichtlinie MV (KliFöRL MV) (Stand: Verbandsanhörung)	32
7	Handlungsempfehlungen	33
7.1	Variantenauswahl	33
7.2	Handlungsempfehlungen	33
8	Quellerverzeichnis	36

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Karte: Abgrenzung Untersuchungsgebiet	2
Abb. 2:	Karte: Verteilung Wärmebedarf	4
Abb. 3:	Jahresgang Wärmebedarf	5
Abb. 4:	Karte Potenzialflächen oberflächennaher Geothermie	6
Abb. 5:	Karte: Wärmeleitfähigkeit bis 60m	8
Abb. 6:	Karte: Artesik	9
Abb. 7:	Karte: Grundwasser-Flur-Abstand	9
Abb. 8:	Übersicht funktionale Konzeption kalte Nahwärme	11
Abb. 9:	Karte: Bauabschnitt 1 mit Sondenfeld	13
Abb. 10:	Anteile Energieträger Bauabschnitt 1 mit Sondenfeld	15
Abb. 11:	Investitionsschätzung und Förderung Bauabschnitt 1 mit Sondenfeld	16
Abb. 12:	Wärmegestehungskosten Bauabschnitt 1 mit Sondenfeld	17
Abb. 13:	Karte: Bauabschnitt 1 mit Kollektorfeld	18
Abb. 14:	Anteile Energieträger Bauabschnitt 1 mit Kollektorfeld	19
Abb. 15:	Investitionsschätzung und Förderung Bauabschnitt 1 mit Kollektorfeld	20
Abb. 16:	Wärmegestehungskosten Bauabschnitt 1 mit Kollektorfeld	21
Abb. 17:	Karte: Bauabschnitt 2 mit Sondenfeld	22
Abb. 18:	Anteile Energieträger Bauabschnitt 2 mit Sondenfeld	23
Abb. 19:	Investitionsschätzung und Förderung Bauabschnitt 2 mit Sondenfeld	25
Abb. 20:	Wärmegestehungskosten Bauabschnitt 2 mit Sondenfeld	25
Abb. 21:	Karte: Bauabschnitt 2 mit Kollektorfeld	26
Abb. 22:	Anteile Energieträger Bauabschnitt 2 mit Kollektorfeld	27
Abb. 23:	Investitionsschätzung und Förderung Bauabschnitt 1 mit Kollektorfeld	28
Abb. 24:	Wärmegestehungskosten Bauabschnitt 2 mit Kollektorfeld	29

Thema: Konzept Kalte Nahwärme BPL 38 Boltenhagen

Projekt: T22.32 KNW Boltenhagen

Bearbeitungsstand: 30.11.2022

TRIGENIUS
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Gebäudetypen	3
Tab. 2: Bebauungsstruktur	3
Tab. 3: Jahres-Wärmebedarf	4
Tab. 4: Übersicht Potenzialflächen	7
Tab. 5: Hydrologische Bewertung	8
Tab. 6: Energiebilanz Bauabschnitt 1 mit Sondenfeld	14
Tab. 7: THG-Emissionen Bauabschnitt 1 mit Sondenfeld	15
Tab. 8: Investitionsschätzung und Förderung Bauabschnitt 1 mit Sondenfeld	16
Tab. 9: Wärmegestiegungskosten Bauabschnitt 1 mit Sondenfeld	17
Tab. 10: Energiebilanz Bauabschnitt 1 mit Kollektorfeld	19
Tab. 11: THG-Emissionen Bauabschnitt 1 mit Kollektorfeld	19
Tab. 12: Investitionsschätzung und Förderung Bauabschnitt 1 mit Kollektorfeld	20
Tab. 13: Wärmegestiegungskosten Bauabschnitt 1 mit Kollektorfeld	21
Tab. 14: Energiebilanz Bauabschnitt 2 mit Sondenfeld	23
Tab. 15: THG-Emissionen Bauabschnitt 2 mit Sondenfeld	24
Tab. 16: Investitionsschätzung und Förderung Bauabschnitt 2 mit Sondenfeld	24
Tab. 17: Wärmegestiegungskosten Bauabschnitt 2 mit Sondenfeld	25
Tab. 18: Energiebilanz Bauabschnitt 2 mit Kollektorfeld	27
Tab. 19: THG-Emissionen Bauabschnitt 2 mit Kollektorfeld	27
Tab. 20: Investitionsschätzung und Förderung Bauabschnitt 2 mit Kollektorfeld	28
Tab. 21: Wärmegestiegungskosten Bauabschnitt 2 mit Kollektorfeld	29
Tab. 22: Übersicht Varianten	30

Anhänge

- Anhang 1: Karten
- Anhang 2: Kalkulation kalte Nahwärme Bauabschnitt 1 (Varianten 1A und 1B)
- Anhang 3: Kalkulation kalte Nahwärme Bauabschnitt 2 (Varianten 2A und 2B)

1 Hintergrund und Aufgabenstellung

Die Gemeinde Ostseebad Boltenhagen betrachtet es als eine ihrer zentralen Aufgaben, die Region auch für zukünftige Generationen als Lebens- und Wirtschaftsraum attraktiv zu gestalten.

Auf Grund der aktuell enormen Verwerfungen auf dem Energiemarkt, sowie den zunehmenden Verschärfungen der Klimaschutzmaßnahmen, steht die Gemeinde vor großen Herausforderungen. Es gilt, die Wärmeversorgung langfristig auf regionale und CO₂-arme Technologien umzustellen und somit das soziale Gefüge in den Wohnquartieren aufrecht zu erhalten und für die Bewohner die Wohnqualität sowie die Daseinsvorsorge zu sichern.

Zu dieser Sicherung gehört es auch, die Wärmeversorgung langfristig auf klimaschonende und für die Endverbraucher akzeptable Preise umzustellen. Basierend auf dem Klimaschutzkonzept aus 2017, wurde daher kürzlich ein nachhaltiges Wärmeversorgungskonzept mit Fokus auf Wärmegewinnung aus Solarthermie erstellt.

Bereits im Zuge der Erstellung dieses Konzept deutete sich an, dass ebenfalls für den parallel in Erarbeitung befindlichen Bebauungsplan Nr. 38 eine zukunftsfähige Versorgungslösung benötigt wird.

Vor diesem Hintergrund beabsichtigt die Gemeinde, den Bewohner des geplanten Neubaugebiets die Anbindung an ein Kaltwärmenetz zu ermöglichen. Dies soll möglichst bereits im laufenden Prozess der Erstellung des entsprechenden Bebauungsplans Nr. 38 berücksichtigt werden.

Ziel dieses Nachtrags zur Machbarkeitsstudie ist es, die Grundlegenden Voraussetzungen für die Versorgung mittels kalter Nahwärme zu prüfen, entsprechende Versorgungslösungen vorab zu dimensionieren und zu kalkulieren sowie Handlungsempfehlungen zur weitere Realisierung abzuleiten.

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

2 Grundlagenermittlung

Um eine belastbare Basis für die Erarbeitung praxisnaher Handlungsempfehlungen zu schaffen, wurden zunächst die bereits im Rahmen der vorangegangenen Konzepterstellung ermittelten Grundlagen um weitere relevante Informationen ergänzt. Dies betrifft insbesondere die im B-Plangebiet zu erwartende Bedarfs- und Bebauungsstruktur sowie die spezifischen Voraussetzungen zur Nutzung oberflächennaher Geothermie als Wärmequelle eines kalten Wärmenetzes.

Der Informationen zum aktuelle Planstand des Bebauungsplans Nr. 38 wurden hierbei durch das mit dem Entwurf befasste Planungsbüro Mahnel zur Verfügung gestellt.

Des Weiteren wurden durch das Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie M-V (LUNG MV) bereitgestellte Fachkarten zur Erdwärmenutzung¹ ausgewertet.

Die genannten Informationsquellen wurden in das bereits im Zuge der vorangegangenen Machbarkeitsstudie erstellte GIS-Projekt eingepflegt. Die hier bereits hinterlegten Informationen u.a. zu angrenzenden Bebauungsplänen sowie zur Bedarfsstruktur wurden weiterhin berücksichtigt.

¹ LUNG 04

3 Bedarfsanalyse

3.1 Untersuchungsgebiet

Grundlage der Bedarfsanalyse sowie der anschließenden Konzeption ist der übermittelte Entwurf des städtebaulichen Konzepts (Variante 2). Hierin werden 4 Teilbereiche unterschieden.

Der geplante Geltungsbereich des B-Planes umfasst hierbei die Teilbereiche 1 (Mehrfamilienhäuser) und 2 (Einfamilienhäuser).

In einer späteren Realisierungsphase ist zusätzlich die Errichtung weiterer Einfamilienhäuser (Teilbereich 3) sowie Infrastrukturgebäude (Teilbereich 4) vorgesehen.

Für die weitere Betrachtung werden daher folgende Bauabschnitte unterschieden:

- **Bauabschnitt 1**
Geltungsbereich B-Plan 38, umfassend:
 - Teilbereich 1 (Mehrfamilienhäuser)
 - Teilbereich 2 (Einfamilienhäuser)
- **Bauabschnitt 2**
spätere Realisierung, umfassend:
 - Teilbereich 3 (Einfamilienhäuser)
 - Teilbereich 4 (Infrastruktur)

Die nachfolgende Karte zeigt die Abgrenzung im Überblick:

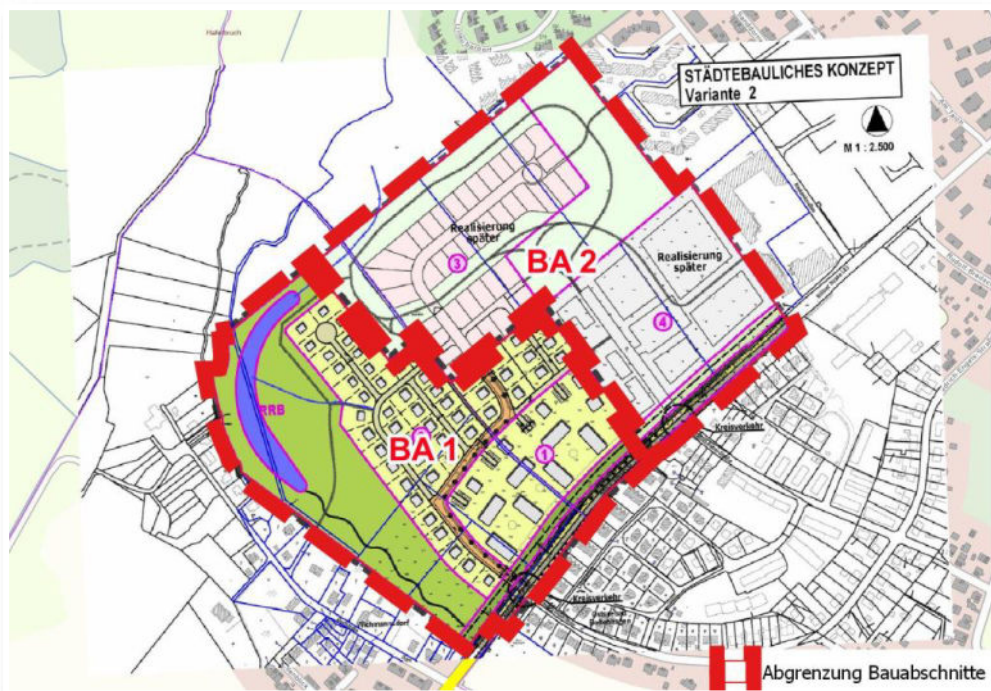


Abb. 1: Karte: Abgrenzung Untersuchungsgebiet

3.2 Geplante Bebauungsstruktur

Für den Bauabschnitt 1 umfasst der zugrundeliegende B-Plan-Entwurf bereits Angaben zur geplanten Bebauungsstruktur. Demnach ist in Teilbereich 1 die Errichtung zweier verschiedener Mehrfamilienhaus-Typen vorgesehen. In Teilbereich 2 sind dagegen Ein- bis Zweifamilienhäuser verschiedener Größe angedacht.

Für den Bauabschnitt 2 geht aus dem vorliegenden Planstand noch keine konkrete Bebauung hervor. Dabei ist Teilbereich 3 jedoch ebenfalls für die Errichtung von Ein- / Zweifamilienhäusern vorgesehen. Hier wird eine Bebauung in Anlehnung an Teilbereich 2 und die angedeuteten Grundstückszuschnitte angenommen.

In Teilbereich 4 sollen hingegen Gebäude für die Freizeit- und Sportinfrastruktur entstehen. Eine mögliche Bebauung wird exemplarisch anhand folgender Parameter abgeschätzt:

- Planfläche Teilbereich 4: 40.000 m² (laut PlanerVorgabe)
- Grundflächenzahl: 0,3 (Annahme entsprechend angrenzender Gewerbebebauung)
- Brutto-Grundfläche: 12.000 m²

Für die Kalkulation werden folgende relevante Gebäudetypen definiert:

Bezeichnung	Grundfläche (brutto)	Etagen	Nutzfläche (netto)	Nutzungsart
EFH klein	80 m ²	2	128 m ²	Wohnen
EFH groß	120 m ²	2	192 m ²	Wohnen
MFH klein	180 m ²	2,5	360 m ²	Wohnen
MFH groß	570 m ²	3,5	1.596 m ²	Wohnen
Funktionsgebäude	1.200 m ²	1	960 m ²	Freizeit / Sport

Tab. 1: Gebäudetypen

Entsprechend der erläuterten Ansätze ergibt sich folgende mögliche Bebauung:

Bezeichnung	Anzahl	Nutzfläche (netto)
Bauabschnitt 1	64	21.868 m²
EFH klein	17	2.176 m ²
EFH groß	35	6.720 m ²
MFH klein	5	1.800 m ²
MFH groß	7	11.172 m ²
Bauabschnitt 2	52	18.496 m²
EFH klein	31	2.176 m ²
EFH groß	11	6.720 m ²
Funktionsgebäude	10	9.600 m ²

Tab. 2: Bebauungsstruktur

3.3 Bedarfskalkulation

Basierend auf der erwartbaren Bebauungsstruktur wird der Jahres-Wärmebedarf der einzelnen Bauabschnitte kalkuliert. Unter der Annahme, dass die zu errichtenden Gebäude im Mittel dem KfW-70-Standard entsprechen, werden folgende spezifische Wärmebedarfe zugrunde gelegt²:

- Wohngebäude: 60 kWh/(m²*a)
- Infrastrukturgebäude: 50 kWh/(m²*a)

Damit ergeben sich folgende zu erwartende Jahres-Wärmebedarfe:

Bezeichnung	Wärmebedarf	Σ Auslegungsleistung
Bauabschnitt 1	1.312 MWh/a	606 kW
Bauabschnitt 2	845 MWh/a	366 kW

Tab. 3: Jahres-Wärmebedarf

Der Wärmebedarf verteilt sich entsprechend der geplanten bzw. angenommenen Bebauung wie folgt auf das Versorgungsgebiet:

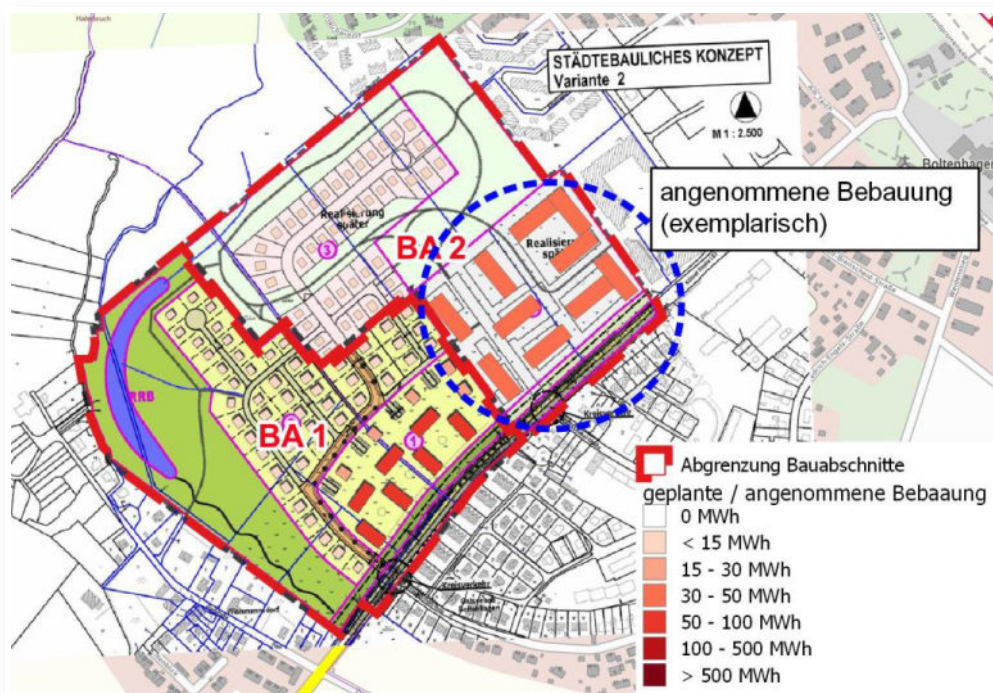


Abb. 2: Karte: Verteilung Wärmebedarf

Anhand von Klimaaufzeichnungen des Deutschen Wetterdienstes³ wird hieraus der jeweilige Verlauf des Wärmebedarfs in einem Jahr mit durchschnittlichem Temperaturverlauf (Typjahr) abgeleitet. Dabei werden die weiterentwickelten Standard-Lastprofile für Erdgas (SigLinDe-Profile)⁴ zugrunde gelegt. Die zeitliche Auflösung beträgt 24 Stunden.

Es ergeben sich folgende Jahresverläufe des Wärmebedarfs im Typjahr:

² RECK 01, WIKI 01 et al.

³ DWD 01

⁴ BDEW 01

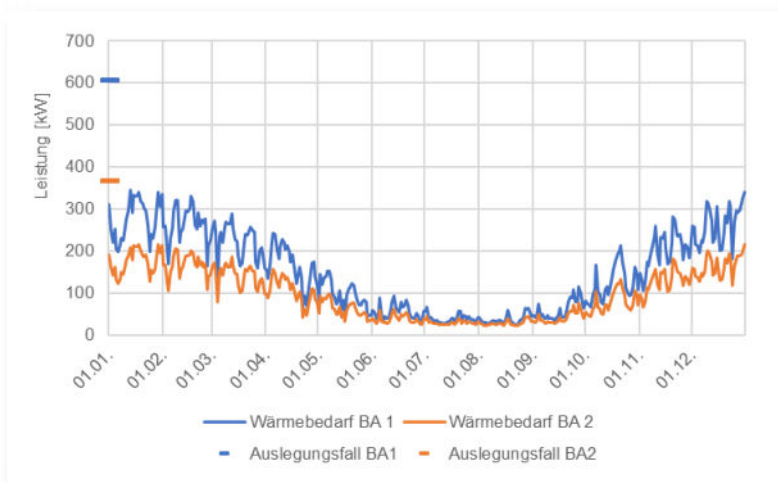


Abb. 3: Jahresgang Wärmebedarf

Um dem angestrebten Konzept der oberflächennahen Geothermienutzung entgegen zu kommen wird von der konsequenten Installation niedertemperaturfähiger Heizsysteme ausgegangen. Dies ist in der Praxis insbesondere durch ausreichende Bemessung der Heizflächen (z.B. Fußboden- oder Wandheizung) und durch Wahl eines geeigneten Warmwassersystems (z.B. Frischwasserstationen) zu erreichen.

Folgende Kennwerte wurden diesbezüglich zugrunde gelegt:

- Auslegungs-Temperaturniveau der Heizungsanlagen:
 - Vorlauf: 40°C
 - Rücklauf: 30°C
- Soll-Temperatur Warmwasser: 45°C

4 Flächenanalyse

4.1 Potenzialflächen

Zur Wärmeversorgung aus oberflächennaher Geothermie werden geeignete Flächen zur Abteufung des Sondenfeldes bzw. zum Einbau des Flächenkollektors benötigt. Aus technischer Sicht sind hierfür insbesondere eine möglichst hohe Wärmeleitfähigkeit des Untergrundes sowie die Lage außerhalb des Beeinflussungsbereichs angrenzender Bauwerke und Einrichtungen entscheidend.

Dem entsprechend wurden innerhalb des vorgesehenen Plangebietes mögliche Potenzialflächen anhand folgender Kriterien ausgewählt:

- Unversiegelte Oberfläche
(Vermeidung der Bodenaustrocknung mit Folge verschlechterter Wärmeleitfähigkeit)
- Abstand zu Privat- bzw. Fremdgrundstücken und Gebäuden: min. 5 m

Aufgrund der noch unsicheren Bebauungsabsicht im Teilbereich 4 wurde dieser zunächst von der Suche nach Potenzialflächen ausgenommen.

Zusätzlich aufgenommen wurde eine nahegelegene Teilfläche östlich der Kreuzung Klützer Straße / Zum Sportplatz (Flurstück 223/2). In unmittelbarer Nachbarschaft wurde hier im Zuge der vorangegangenen Machbarkeitsstudie die Installation einer Solarthermie-Freiflächenanlage vorgeschlagen. Bei Umsetzung beider Vorhaben käme eine Nutzung sommerlicher Wärmeüberschüsse der Solarthermie zur Regeneration des Sondenfeldes in Betracht. Dies ließe erhebliche Synergien hinsichtlich energetischer Effizienz und Dimensionierung der Anlage erwarten.

Entsprechend der angeführten Ansätze wurden folgende Potenzialflächen identifiziert:

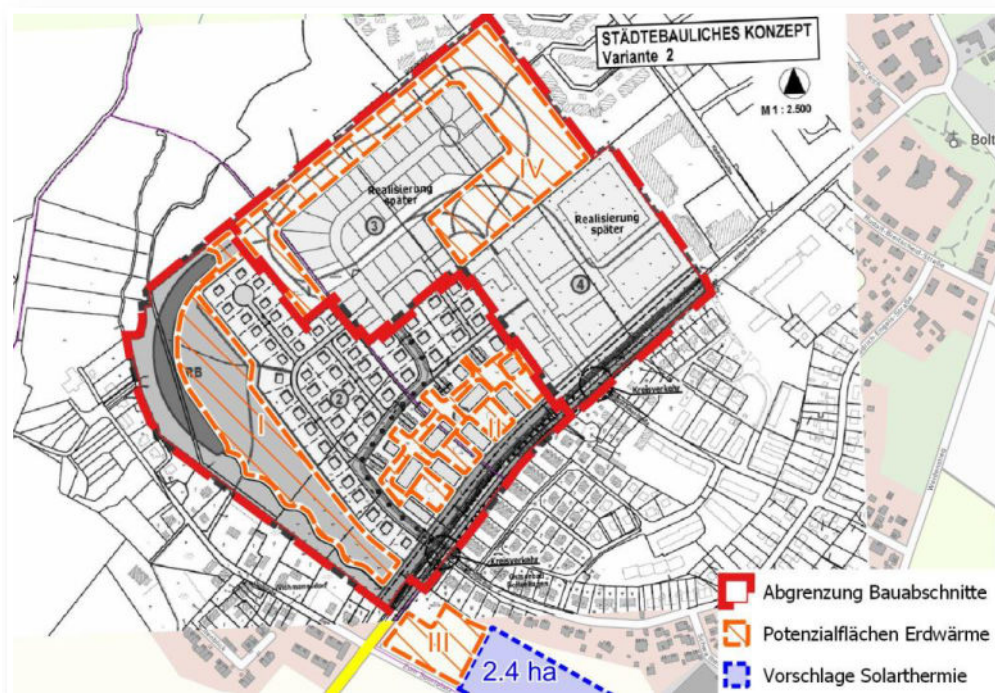


Abb. 4: Karte Potenzialflächen oberflächennaher Geothermie

<u>Nr.</u>	<u>Lage</u>	<u>Fläche</u>	<u>Bemerkungen</u>
I	Grünfläche südwestlich Teilbereich 2, östlich geplantem Teich / Wasserlauf	ca. 2,2 ha	+ keine Überbauung / Fremdbauwerke zu erwarten (vereinfachter Bauablauf) + Bodenfeuchte in oberen Schichten zu erwarten (gute Wärmeleitung) - Naturschutzverträglichkeit prüfen! (geplante Kompensationsfläche?)
II	Freiflächen zwischen geplanter Bebauung in Teilbereich 1	ca. 0,9 ha	+ Kein zusätzlicher Flächenverbrauch - Beachtung von Fremdbauwerken (Medienleitungen...) erforderlich
III	Freifläche östlich Kreuzung Klützer Straße / Zum Sportplatz	ca. 0,6 ha	+ keine Überbauung / Fremdbauwerke zu erwarten (vereinfachter Bauablauf) + Bodenfeuchte in oberen Schichten zu erwarten (gute Wärmeleitung) + Ggf. Synergie mit Solarthermie möglich (Regeneration)
IV	Grünfläche umgebend Bebauungsfläche in Teilbereich 3	ca. 3,4 ha	+ keine Überbauung / Fremdbauwerke zu erwarten (vereinfachter Bauablauf) - Naturschutzverträglichkeit prüfen! (geplante Kompensationsfläche?)

Tab. 4: Übersicht Potenzialflächen

4.2 Hydro- geologische Voraussetzungen

Auf Basis durch das Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie M-V bereitgestellter Fachkarten⁵ sowie Handreichungen⁶ wurden die geologischen und hydrologischen Voraussetzungen für die Nutzung oberflächennaher Geothermie in den identifizierten Potenzialflächen überprüft und bewertet.

Hinsichtlich der wärmetechnischen Voraussetzung ist insbesondere die Wärmeleitfähigkeit im Untergrund von Belang. Diese ist wiederum abhängig von der jeweils anstehenden Materialart sowie der Feuchtigkeit.

Es stehen Fachkarten zur ungefähr anzusetzenden Wärmeleitfähigkeit in verschiedenen Bodenhorizonten bis zu einer Tiefe von 100 m zur Verfügung. Demnach liegt die Wärmeleitfähigkeit im Untersuchungsgebiet über alle Horizonte bei ca. 2,1 bis 2,2 W/mK, was einem mittelmäßigen Wert entspricht. Dies wird im Folgenden bei der Auslegung möglicher Sonden- bzw. Kollektorfelder berücksichtigt.

Exemplarisch ist dies im Folgenden für den 60m-Horizont dargestellt:

⁵ LUNG 04

⁶ LUNG 05

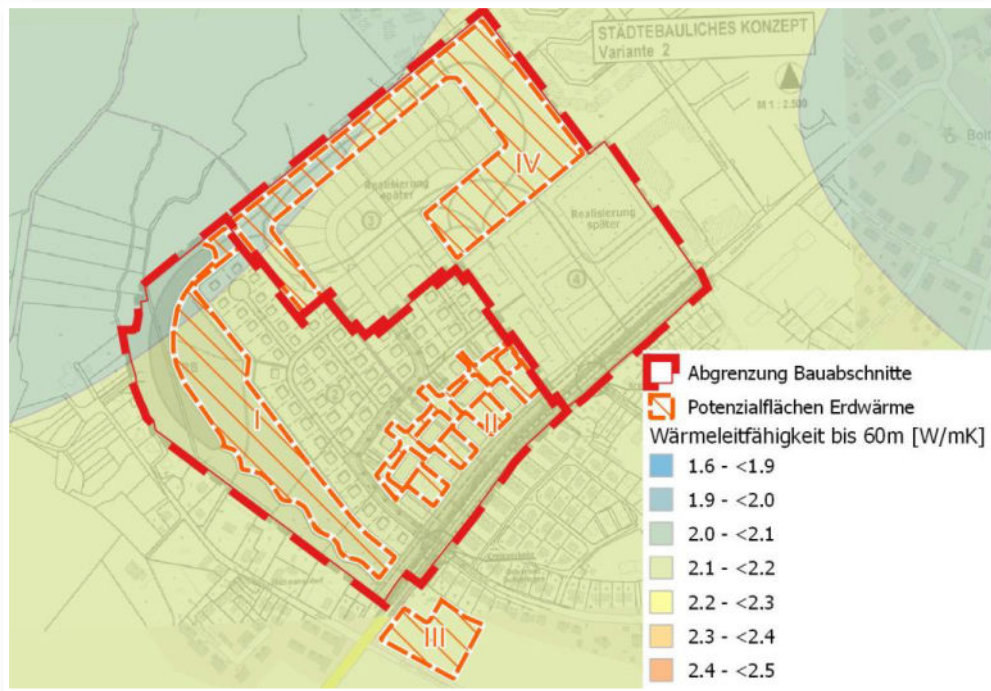


Abb. 5: Karte: Wärmeleitfähigkeit bis 60m

Hinsichtlich der hydrologischen Eigenschaften stehen vor allem die Belange des Trinkwasserschutzes im Vordergrund. Diesbezüglich wurden folgende Kriterien geprüft:

<u>Kriterium</u>	<u>Ergebnis</u>	<u>Konsequenz</u>
Lage in Wasserschutzgebieten	Nicht zutreffend	Keine Einschränkung
Lage in Küstenschutz- bzw. Überschwemmungsgebieten	Nicht zutreffend	Keine Einschränkung
Vorliegen artesischer Grundwasserleiter	Zutreffend im nördlichen Teil von Potenzialfläche I und im westlichen Teil von Potenzialfläche IV (siehe Karte)	Ggf. besondere Vorkehrungen für Sondenbohrungen in betreffenden Bereichen erforderlich.
Durchdringung Salzwasserführender Schichten	Nicht zutreffend	Keine Einschränkung
Grundwasser-Flur-Abstand	>10 m bzw. ohne nutzbares Grundwasser (siehe Karte)	Keine Einschränkungen, insb. hinsichtlich Verlegung von Kollektorfeldern

Tab. 5: Hydrologische Bewertung

Thema: Konzept Kalte Nahwärme BPL 38 Boltenhagen

Projekt: T22.32 KNW Boltenhagen

Bearbeitungsstand: 30.11.2022

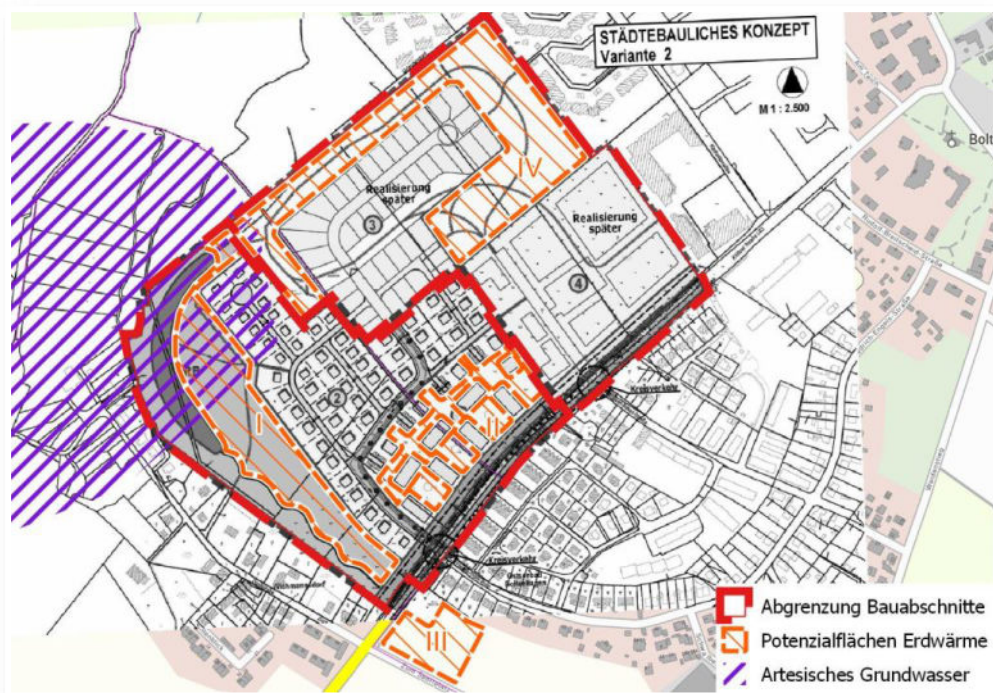


Abb. 6: Karte: Artesik

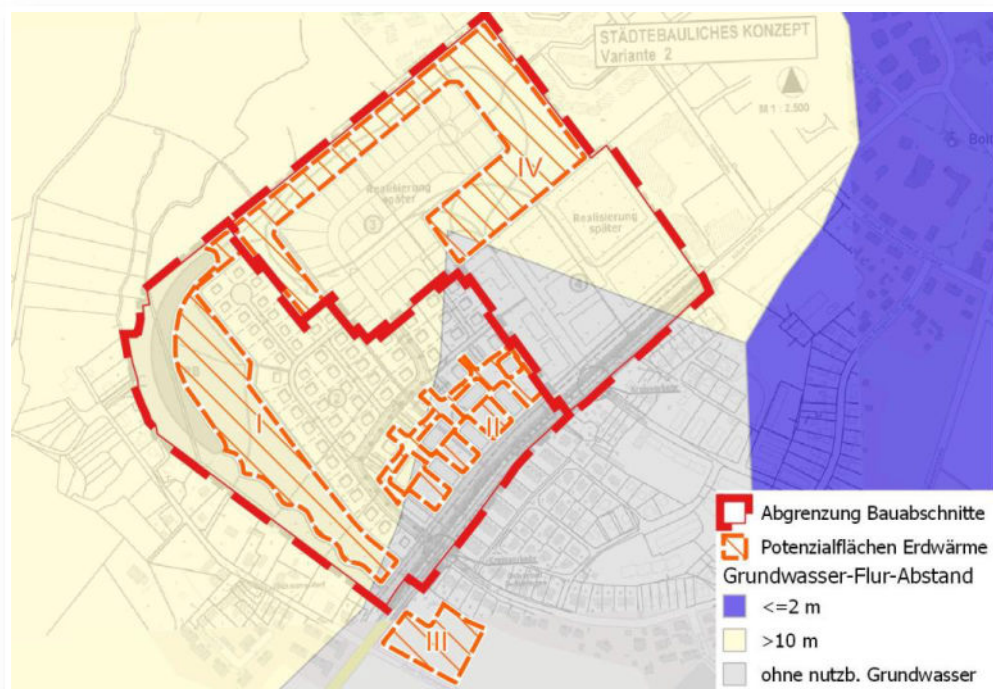


Abb. 7: Karte: Grundwasser-Flur-Abstand

Thema: Konzept Kalte Nahwärme BPL 38 Boltenhagen

Projekt: T22.32 KNW Boltenhagen

Bearbeitungsstand: 30.11.2022

TRIGENIUS
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG

4.3 *Fazit*

Die Flächenanalyse ergibt innerhalb bzw. im Umfeld des vorgesehenen Plangebiets insgesamt ca. 7,1 ha für oberflächennahe Geothermie nutzbare Potenzialflächen. Die zu erwartende Wärmeleitfähigkeit liegt über die betrachteten Bodenhorizonte im mittleren Bereich. Hinsichtlich hydrologischer Gegebenheiten bestehen lediglich in Teilbereichen Einschränkungen durch zu erwartendes artesisches Grundwasser.

Die Voraussetzungen für eine oberflächennahe Geothermienutzung sind somit grundsätzlich gegeben. Dies gilt sowohl für Wärmesonden als auch für Erdkollektoren. Lediglich beim Abteufen von Sonden sollten die Teilbereiche mit artesischem Grundwasser wenn möglich gemieden werden. Anderenfalls ist dort mit der Notwendigkeit besonderer Vorkehrungen bei den Bohrarbeiten zu rechnen.

5 Konzeption kalter Wärmenetze auf Basis oberflächennaher Geothermie

Im Folgende wird das grundlegende Funktionsprinzip einer kalten Nahwärmeversorgung allgemein erläutert und anschließend entsprechende Versorgungslösungen konzipiert und vordimensioniert. Dies erfolgt anhand öffentlich zugänglicher Informationen geologischen und hydrologischen Voraussetzungen⁷ sowie allgemeiner Planungs- und Auslegungsprinzipien⁸. Die ersetzt nicht die zur konkreten Umsetzung erforderliche detaillierte Fachplanung unter Berücksichtigung standortbezogener Untergrunddaten und thermischer Simulation.

5.1 Funktionale Konzeption

Insbesondere im Bereich energetisch hoch effizienter Neubauten kommt oft eine Versorgung durch sogenannte kalte Wärmenetze in Betracht. Die nachfolgende Abbildung zeigt das Konzept im Überblick:

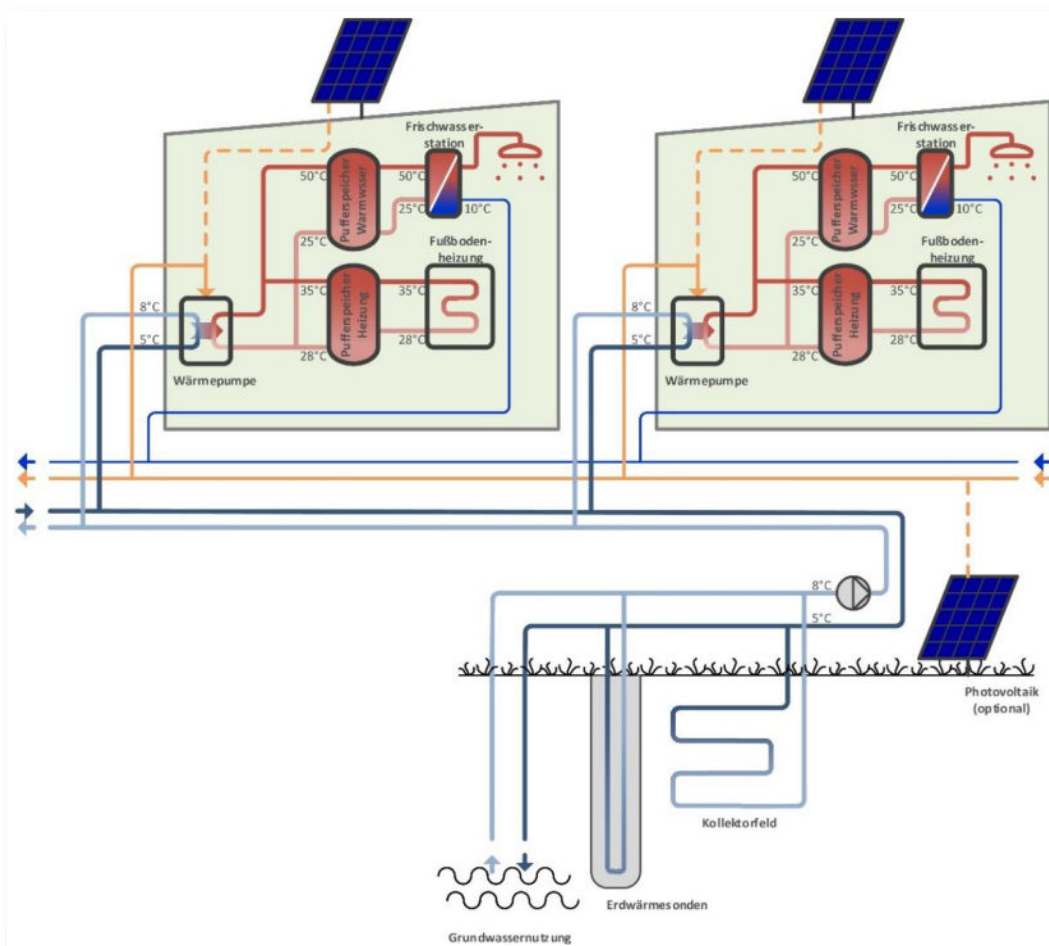


Abb. 8: Übersicht funktionale Konzeption kalte Nahwärme

⁷ LUNG 04

⁸ LUNG 05, BWP 01 et al.

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

Als Wärmequelle für das Netz kann in diesem Konzept, neben ggf. vorhandener Abwärme, die relativ konstante Temperatur des Erdreiches von ca. 10°C genutzt werden. Die Wärme wird hierbei mittels oberflächennah verlegter Erdkollektoren oder gebohrter Erdsonden aufgenommen (oberflächennahe Geothermie).

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

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

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

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

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

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

Von Vorteil ist häufig die Verbindung mit einer gebäudeeigenen **Photovoltaikanlage**. Durch die Verwendung des PV-Stroms zum Betrieb der Wärmepumpe können die Treibhausgasemissionen der Wärmeversorgung minimiert werden. Darüber hinaus sind die Stromgestehungskosten der PV-Anlage

in der Regel niedriger, als die Kosten für Netzstrom, sodass sich der Einsatz von PV-Strom auch wirtschaftlich positiv auswirkt.

Ausgehend von den Betrachtungen in der Bedarfs- und Flächenanalyse wurden Versorgungslösungen auf Basis eines kalten Nahwärmenetzes für die beiden Bauabschnitte konzipiert und dimensioniert. Die Ergebnisse sind nachfolgend dargestellt:

5.2 Bauabschnitt 1 mit Sondenfeld (Variante 1A)

Für die im ersten Bauabschnitt zu erschließenden Teilbereiche 1 und 2 des Bebauungsplans wurde der Verlauf eines möglichen Kaltwärmenetzes dargestellt. In einer ersten Variante wird von der Installation eines Sondenfeldes als Wärmequelle ausgegangen. Hierfür kommen wahlweise die ermittelten Potenzialflächen I, II oder III in Betracht.

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

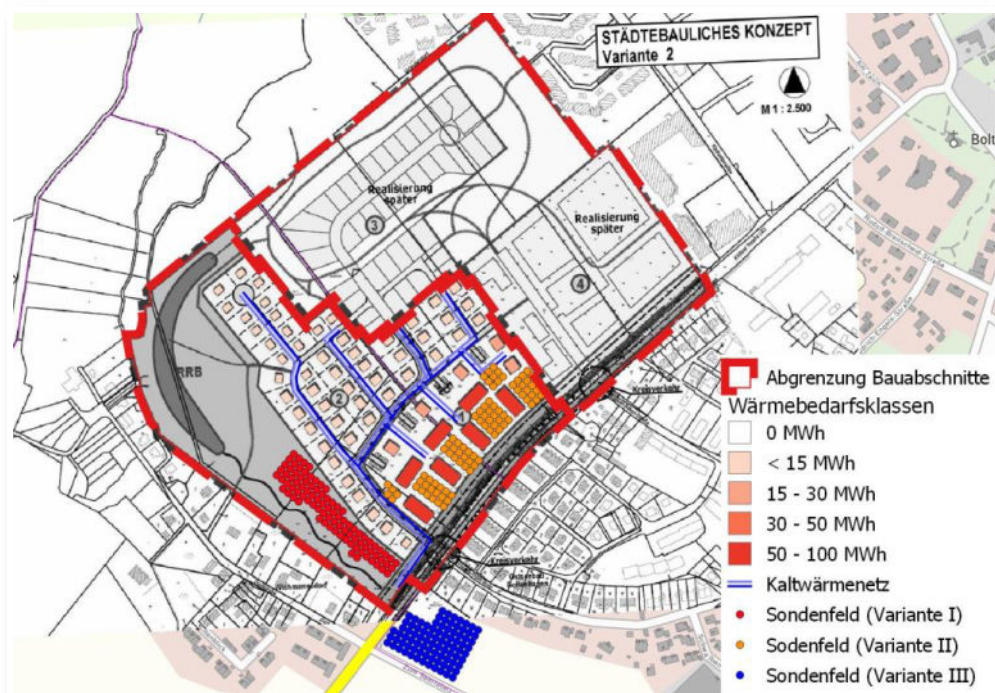


Abb. 9: Karte: Bauabschnitt 1 mit Sondenfeld

5.2.1 Auslegung der Hauptkomponenten

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

Die erforderlichen Hauptkomponenten werden wie folgt dimensioniert:

Sondenfeld

- Sondenanzahl: 85
- Sondenlänge: 100 m (je Sonde)
- Grundstücksfläche: ca. 5.440 m²

Wärmenetz

- Trassenlänge: 2.100 m
- Max. Querschnitt: DN 125
- Mittl. Querschnitt: DN 50

Wärmepumpen (Hausanschlüsse)

- Anzahl: 64
- Summe Anschlussleistung: 606 kW

Photovoltaik-Anlagen (Aufdach)

- Installierte Leistung: 683 kWp

Detailliertere Informationen zur Auslegung sind im Anhang aufgeführt.

5.2.2 Energie- und Treibhausgasbilanz

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

Die angeschlossenen Abnehmer benötigen demnach jährlich 1,312 MWh an Nutzwärme. Bei einer mittleren Jahresarbeitszahl der Wärmepumpen von 4,5 werden hiervon 1.021 MWh aus oberflächennaher Geothermie bereitgestellt. Daneben werden 292 MWh Strom zum Betrieb der Wärmepumpen benötigt. Diese können bis zu ca. 54% aus eigenen PV-Anlagen bereitgestellt werden.

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

	Leistung [kW]	Wärme / Arbeit [MWh/a]
Wärmebedarf Abnehmer / Erzeugung Wärmepumpen	606	1.312,1
<i>mittl. Jahres-Arbeitszahl</i>		4,5
Wärmepumpenstrom		291,6 100,0%
<i>davon Netzstrom</i>		134,4 46,1%
<i>davon PV-Strom</i>		157,2 53,9%
Kalte Wärme (Netz)	424	1.020,5
Hilfsenergiebedarf (Netzstrom)		6,97

Tab. 6: Energiebilanz Bauabschnitt 1 mit Sondenfeld

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

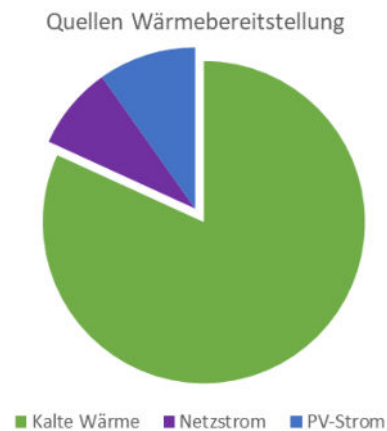


Abb. 10: Anteile Energieträger Bauabschnitt 1 mit Sondenfeld

Aus dem Endenergieverbrauch ergeben sich jährliche Treibhausgasemissionen in Höhe von **76,1 t_{CO2-äqu.}** Dies entspricht einem spezifischen Emissionsfaktor von 58 g/kWh.

	Endenergie	Emissionsfaktor	THG-Emissionen
Netzstrom (allg.)	7,0 MWh/a	484 g/kWh	3,4 t/a
Netzstrom (WP)	134 MWh/a		65,0 t/a
PV-Strom	157 MWh/a	49 g/kWh	7,7 t/a
Summe	299 MWh/a		76,1 t/a

Tab. 7: THG-Emissionen Bauabschnitt 1 mit Sondenfeld

5.2.3 Wirtschaftliche Parameter

Investitionskosten

Auf Basis der Anlagenauslegung wurden die zu erwartenden **Investitionskosten** kalkuliert. Grundlage hierfür bilden diverse publizierte Preisansätze⁹ sowie Erfahrungswerte und Richtpreisangebote zu vergleichbaren Anlagenkonfigurationen.

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

Es ergibt sich ein **Investitionsbedarf von ca. 2,8 Mio. € vor Förderung**. Mit einer **Förderquote von 40%** verbleiben nach Förderung **Investitionskosten von ca. 1,7 Mio. €**.

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

⁹ U.a. FNR 02

Anlageninvestition	2.214.200 €	78,7%
Unvorhergesehenes	332.100 €	11,8%
Nebenkosten	265.700 €	9,4%
Investition vor Förderung	2.812.000 €	100,0%
Summe Förderung	1.124.800 €	40,0%
BEW	1.124.800 €	40,0%
Investition nach Förderung	1.687.200 €	

Tab. 8: Investitionsschätzung und Förderung Bauabschnitt 1 mit Sondenfeld

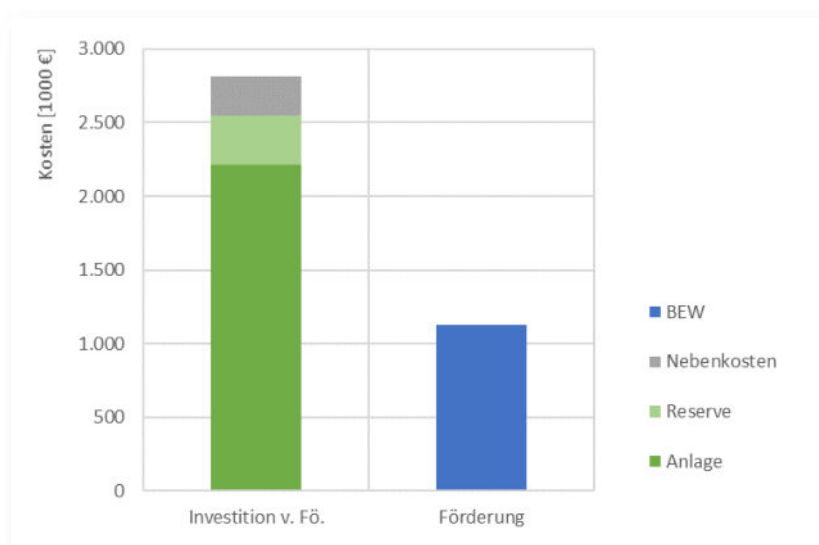


Abb. 11: Investitionsschätzung und Förderung Bauabschnitt 1 mit Sondenfeld

Betriebs- und Verbrauchskosten

Weiterhin wurden die **Betriebskosten** der konzipierten Wärmeversorgung kalkuliert. Diese umfassen die laufenden Kosten für den Betrieb der Anlage, sofern sie nicht unmittelbar durch den Verbrauch von Energieträgern entstehen. Als Grundlage dienen verschieden Erfahrungswerte und publizierte Kennwerte¹⁰.

Es ergeben sich zu erwartende **Betriebskosten von ca. 44.100 €** pro Jahr.

Die **Verbrauchskosten** umfassen die Kosten, die durch den Verbrauch von Energieträgern entstehen. Darüber hinaus wurden hier die durch Einführung des CO₂-Preises zu erwartenden Kosten berücksichtigt.

Es ist demnach mit **Verbrauchskosten in Höhe von ca. 82.050 €** pro Jahr zu rechnen.

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

¹⁰ U.a. FNR 02

Wärmegestehungskosten

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

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

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

Für die ortsteilbezogene Wärmeversorgung ergeben sich **Wärmegestehungskosten von durchschnittlich ca. 171 €/MWh**.

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

Kapitalkosten	98.035 €/a	43,7%
Betriebskosten	44.100 €/a	19,7%
Verbrauchskosten	82.050 €/a	36,6%
Jahreskosten gesamt	224.185 €/a	100,0%
Jahres-Nutzwärmebedarf	1.312 MWh/a	
Wärmegestehungskosten	170,86 €/MWh	

Tab. 9: Wärmegestehungskosten Bauabschnitt 1 mit Sondenfeld

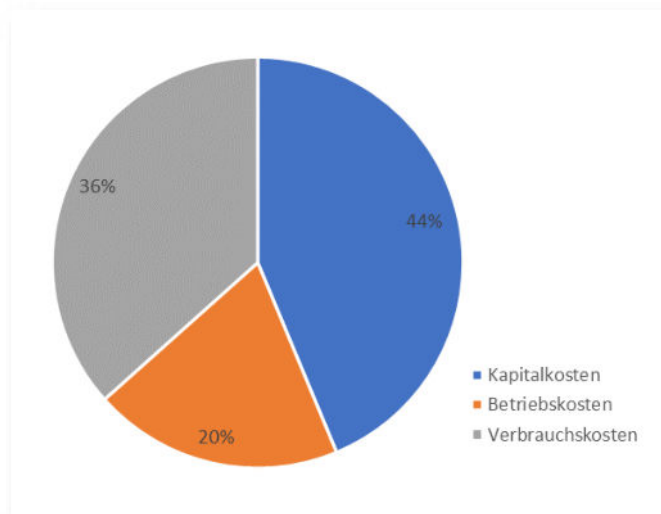


Abb. 12: Wärmegestehungskosten Bauabschnitt 1 mit Sondenfeld

5.3 Bauabschnitt 1 mit Kollektorfeld (Variante 1B)

Alternativ zum Sondenfeld kann als Quelle für das zuvor unter Variante 1A beschriebene Kaltwärmenetz auch ein Erdkollektorfeld verlegt werden. Aufgrund der erforderlichen Ausdehnung kommt hierfür insbesondere die Potenzialfläche I in Frage. Die hier teilweise vorliegenden artesischen Grundwasserbedingungen stehen dem nicht entgegen, da hier auf Grund der geringen Verlegetiefe kein Grundwasserleiter berührt wird.

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

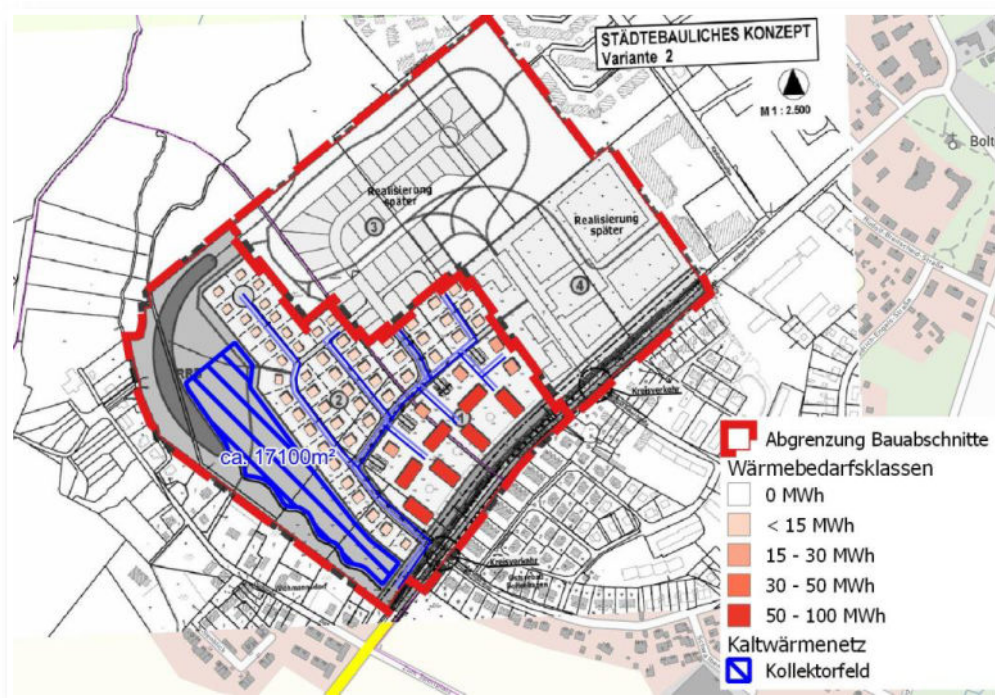


Abb. 13: Karte: Bauabschnitt 1 mit Kollektorfeld

5.3.1 Auslegung der Hauptkomponenten

Die Auslegung des Wärmenetzes sowie der gebäudeseitigen Komponenten (Hausanschlüsse / Wärmepumpen / PV-Anlagen) entspricht dem in Variante 1A dargestellten Fall.

Für das **Kollektorfeld** wird eine Grundfläche von ca. 17.100 m² benötigt.

Detailliertere Informationen zur Auslegung sind im Anhang aufgeführt.

5.3.2 Energie- und Treibhausgasbilanz

Die Energie- und Treibhausgasbilanz unterscheidet sich von Variante 1A lediglich hinsichtlich des erforderlichen Hilfsenergiebedarfs.

Die Jahresarbeitszahl der Wärmepumpen kann, bei gleichem Abnahmeprofil sowie entsprechender Auslegung des Kollektorfeldes in erster Näherung analog der Sonden-Variante angesetzt werden. Für eine detaillierte Planung ist hier eine genaue Kenntnis der lokalen Untergrundbedingungen sowie eine geothermische Simulation erforderlich.

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

	Leistung [kW]	Wärme / Arbeit [MWh/a]
Wärmebedarf Abnehmer / Erzeugung Wärmepumpen	606	1.312,1
<i>mittl. Jahres-Arbeitszahl</i>		4,5
Wärmepumpenstrom		291,6 100,0%
<i>davon Netzstrom</i>		134,4 46,1%
<i>davon PV-Strom</i>		157,2 53,9%
Kalte Wärme (Netz)	424	1.020,5

Hilfsenergiebedarf (Netzstrom)		4,64
--------------------------------	--	------

Tab. 10: Energiebilanz Bauabschnitt 1 mit Kollektorfeld

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



Abb. 14: Anteile Energieträger Bauabschnitt 1 mit Kollektorfeld

Aus dem Endenergieverbrauch ergeben sich jährliche Treibhausgasemissionen in Höhe von **75 tCO₂-äqu.** Dies entspricht einem spezifischen Emissionsfaktor von 57 g/kWh.

	Endenergie	Emissionsfaktor	THG-Emissionen
Netzstrom (allg.)	4,6 MWh/a	484 g/kWh	2,2 t/a
Netzstrom (WP)	134 MWh/a		65,0 t/a
PV-Strom	157 MWh/a	49 g/kWh	7,7 t/a
Summe	296 MWh/a		75,0 t/a

Tab. 11: THG-Emissionen Bauabschnitt 1 mit Kollektorfeld

5.3.3 Wirtschaftliche Parameter

Investitionskosten

Die zu erwartenden Investitionskosten wurden sowie die Förderbedingungen wurden entsprechend der unter 5.2.3 dargestellten Ansätze kalkuliert.

Es ergibt sich ein **Investitionsbedarf von ca. 2,6 Mio. € vor Förderung**. Mit einer **Förderquote von 40%** verbleiben nach Förderung **Investitionskosten von ca. 1.6 Mio €**.

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

Anlageninvestition	2.044.800 €	78,7%
Unvorhergesehenes	306.700 €	11,8%
Nebenkosten	245.400 €	9,4%
Investition vor Förderung	2.596.900 €	100,0%
Summe Förderung	1.038.760 €	40,0%
BEW	1.038.760 €	40,0%
Investition nach Förderung	1.558.140 €	

Tab. 12: Investitionsschätzung und Förderung Bauabschnitt 1 mit Kollektorfeld

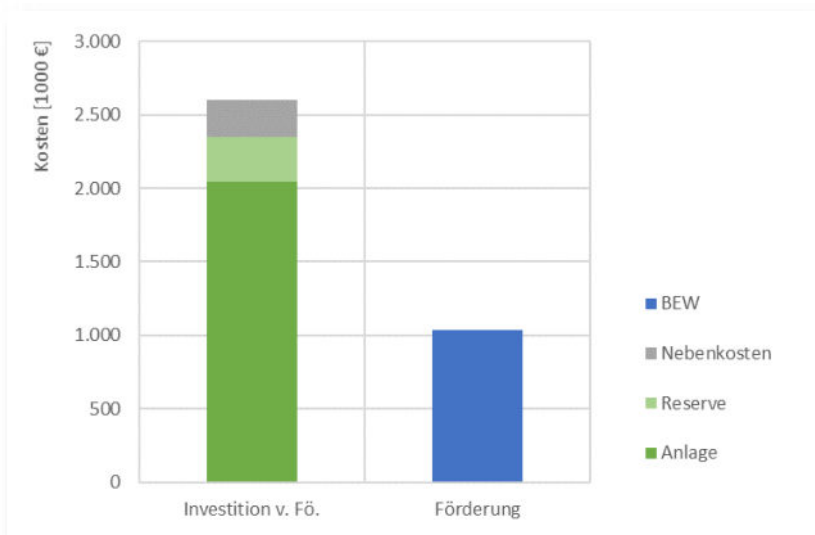


Abb. 15: Investitionsschätzung und Förderung Bauabschnitt 1 mit Kollektorfeld

Thema: Konzept Kalte Nahwärme BPL 38 Boltenhagen

Projekt: T22.32 KNW Boltenhagen

Bearbeitungsstand: 30.11.2022

Betriebs-, Verbrauchs- und Wärmegestehungskosten

Entsprechend der unter 5.2.3 erläuterten Vorgehensweise wurden auch hier die **Betriebs- und Verbrauchskosten sowie die resultierenden Wärmegestehungskosten** kalkuliert.

Es ergeben sich folgende Kennwerte:

Kapitalkosten	92.263 €/a	43,0%
Betriebskosten	41.300 €/a	19,2%
Verbrauchsdaten	81.150 €/a	37,8%
Jahreskosten gesamt	214.713 €/a	100,0%
Jahres-Nutzwärmebedarf	1.312 MWh/a	
Wärmegestehungskosten	163,64 €/MWh	

Tab. 13: Wärmegestehungskosten Bauabschnitt 1 mit Kollektorfeld

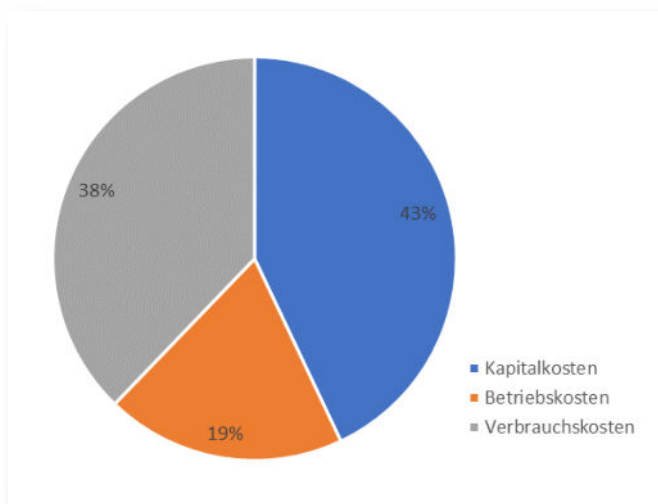


Abb. 16: Wärmegestehungskosten Bauabschnitt 1 mit Kollektorfeld

5.4 Bauabschnitt 2 mit Sondenfeld (Variante 2A)

Für die im zweiten Bauabschnitt zu erschließenden Teilbereiche 3 und 4 des Bebauungsplans wurde ebenfalls der Verlauf eines möglichen Kaltwärmenetzes dargestellt. In einer ersten Variante wird von der Installation eines Sondenfeldes als Wärmequelle ausgegangen. Hierfür kommt die ermittelte Potenzialfläche IV in Betracht.

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

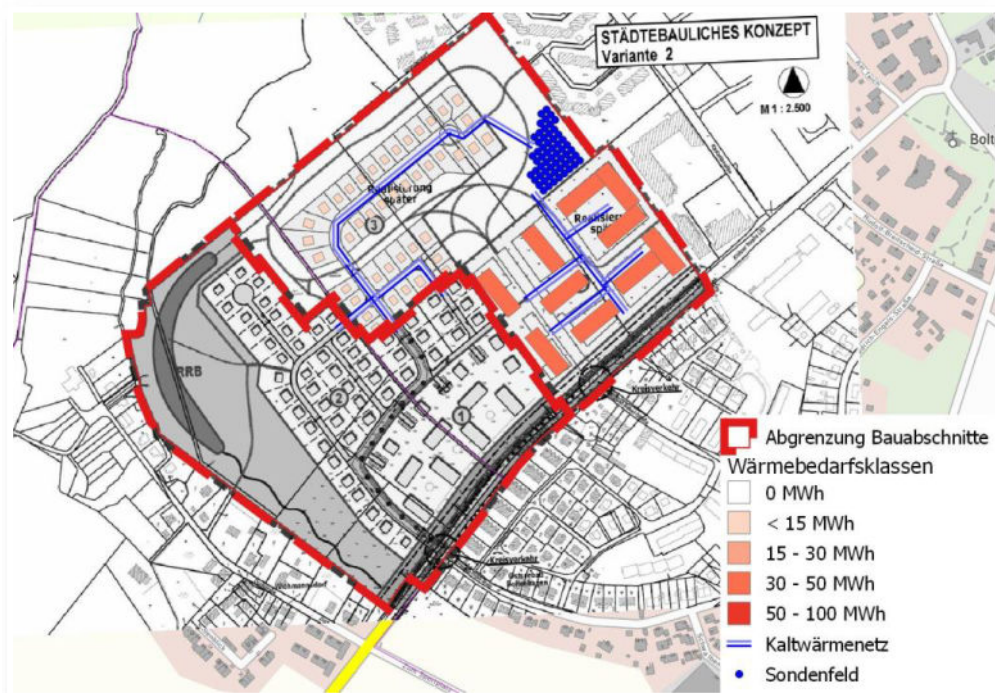


Abb. 17: Karte: Bauabschnitt 2 mit Sondenfeld

5.4.1 Auslegung der Hauptkomponenten

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

Die erforderlichen Hauptkomponenten werden wie folgt dimensioniert:

Sondenfeld

- Sondenanzahl: 55
- Sondenlänge: 100 m (je Sonde)
- Grundstücksfläche: ca. 3.520 m²

Wärmenetz

- Trassenlänge: 1.880 m
- Max. Querschnitt: DN 100
- Mittl. Querschnitt: DN 50

Wärmepumpen (Hausanschlüsse)

- Anzahl: 52
- Summe Anschlussleistung: 366 kW

Photovoltaik-Anlagen (Aufdach)

- Installierte Leistung: 440 kWp

Detailliertere Informationen zur Auslegung sind im Anhang aufgeführt.

5.4.2 Energie- und Treibhausgasbilanz

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

Die angeschlossenen Abnehmer benötigen demnach jährlich 845 MWh an Nutzwärme. Bei einer mittleren Jahresarbeitszahl der Wärmepumpen von 4,5 werden hiervon 657 MWh aus oberflächennaher Geothermie bereitgestellt. Daneben werden 188 MWh Strom zum Betrieb der Wärmepumpen benötigt. Diese können bis zu ca. 55% aus eigenen PV-Anlagen bereitgestellt werden.

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

	Leistung [kW]	Wärme / Arbeit [MWh/a]
Wärmebedarf Abnehmer / Erzeugung Wärmepumpen	366	844,8
mittl. Jahres-Arbeitszahl		4,5
Wärmepumpenstrom		187,7 100,0%
davon Netzstrom		84,3 44,9%
davon PV-Strom		103,4 55,1%
Kalte Wärme (Netz)	270	657,1
Hilfsenergiebedarf (Netzstrom)		4,32

Tab. 14: Energiebilanz Bauabschnitt 2 mit Sondenfeld

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

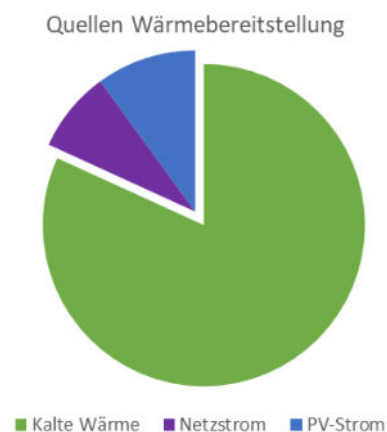


Abb. 18: Anteile Energieträger Bauabschnitt 2 mit Sondenfeld

Aus dem Endenergieverbrauch ergeben sich jährliche Treibhausgasemissionen in Höhe von **48 t_{CO2-äqu.}** Dies entspricht einem spezifischen Emissionsfaktor von 57 g/kWh.

	Endenergie	Emissionsfaktor	THG-Emissionen
Netzstrom (allg.)	4,3 MWh/a	484 g/kWh	2,1 t/a
Netzstrom (WP)	84 MWh/a		40,8 t/a
PV-Strom	103 MWh/a	49 g/kWh	5,1 t/a
Summe	192 MWh/a		48,0 t/a

Tab. 15: THG-Emissionen Bauabschnitt 2 mit Sondenfeld

5.4.3 Wirtschaftliche Parameter

Investitionskosten

Auf Basis der Anlagenauslegung wurden die zu erwartenden **Investitionskosten** kalkuliert. Grundlage hierfür bilden diverse publizierte Preisansätze¹¹ sowie Erfahrungswerte und Richtpreisangebote zu vergleichbaren Anlagenkonfigurationen.

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

Es ergibt sich ein **Investitionsbedarf von ca. 2,1 Mio. € vor Förderung**. Mit einer **Förderquote von 40%** verbleiben nach Förderung **Investitionskosten von ca. 1.3 Mio €**.

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

Anlageninvestition	1.666.600 €	78,7%
Unvorhergesehenes	250.000 €	11,8%
Nebenkosten	200.000 €	9,4%
Investition vor Förderung	2.116.600 €	100,0%
Summe Förderung	846.640 €	40,0%
BEW	846.640 €	40,0%
Investition nach Förderung	1.269.960 €	

Tab. 16: Investitionsschätzung und Förderung Bauabschnitt 2 mit Sondenfeld

¹¹ U.a. FNR 02

Thema: Konzept Kalte Nahwärme BPL 38 Boltenhagen

Projekt: T22.32 KNW Boltenhagen

Bearbeitungsstand: 30.11.2022

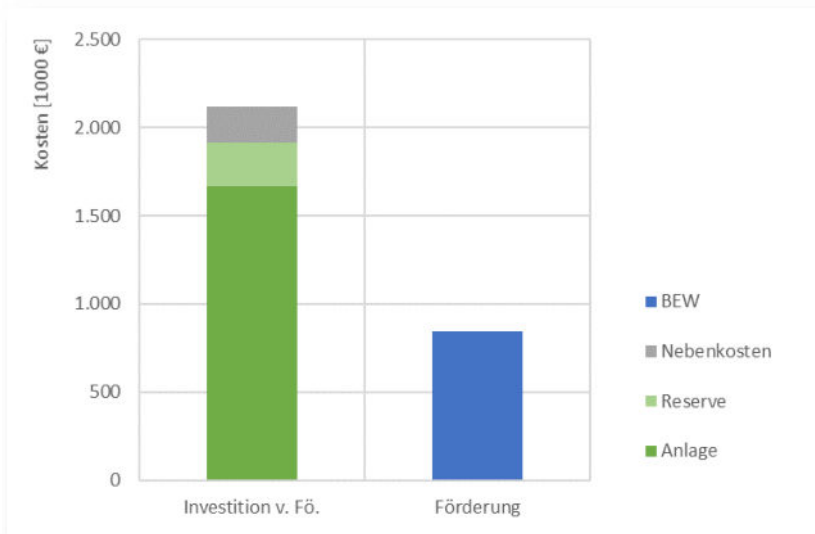


Abb. 19: Investitionsschätzung und Förderung Bauabschnitt 2 mit Sondenfeld

Betriebs-, Verbrauchs- und Wärmegestehungskosten

Entsprechend der unter 5.2.3 erläuterten Vorgehensweise wurden auch hier die **Betriebs- und Verbrauchskosten sowie die resultierenden Wärmegestehungskosten** kalkuliert.

Es ergeben sich folgende Kennwerte:

Kapitalkosten	75.150 €/a	48,5%
Betriebskosten	32.300 €/a	20,8%
Verbrauchskosten	47.470 €/a	30,6%
Jahreskosten gesamt	154.920 €/a	100,0%
Jahres-Nutzwärmebedarf	845 MWh/a	
Wärmegestehungskosten	183,38 €/MWh	

Tab. 17: Wärmegestehungskosten Bauabschnitt 2 mit Sondenfeld

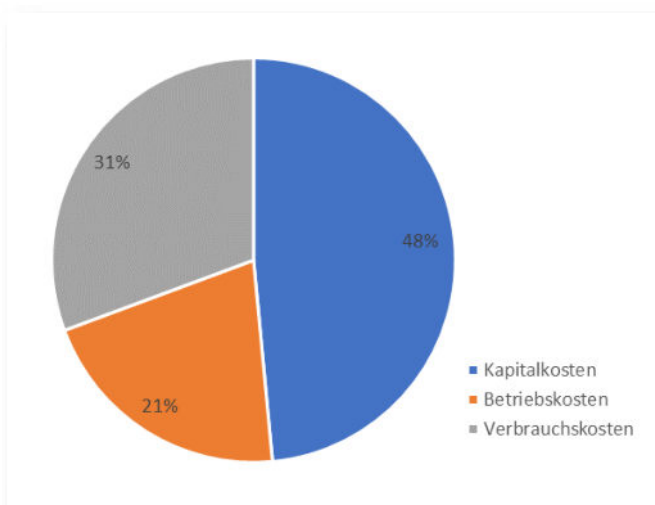


Abb. 20: Wärmegestehungskosten Bauabschnitt 2 mit Sondenfeld

5.5 Bauabschnitt 2 mit Kollektorfeld (Variante 2B)

Alternativ zum Sondenfeld kann als Quelle für das zuvor unter Variante 2A beschriebene Kaltwärmenetz auch ein Erdkollektorfeld verlegt werden. Hierfür kommt ebenfalls Potenzialfläche IV in Frage.

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

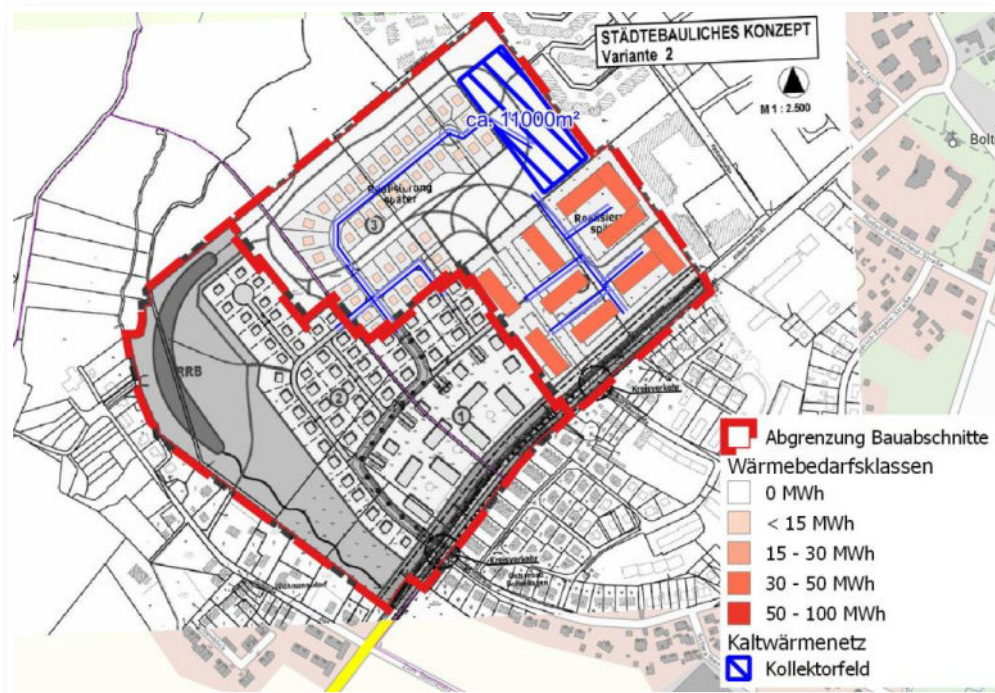


Abb. 21: Karte: Bauabschnitt 2 mit Kollektorfeld

5.5.1 Auslegung der Hauptkomponenten

Die Auslegung des Wärmenetzes sowie der gebäudeseitigen Komponenten (Hausanschlüsse / Wärmepumpen / PV-Anlagen) entspricht dem in Variante 2A dargestellten Fall.

Für das **Kollektorfeld** wird eine Grundfläche von ca. 11.000 m² benötigt.

Detailliertere Informationen zur Auslegung sind im Anhang aufgeführt.

5.5.2 Energie- und Treibhausgasbilanz

Die Energie- und Treibhausgasbilanz unterscheidet sich von Variante 2A lediglich hinsichtlich des erforderlichen Hilfsenergiebedarfs.

Die Jahresarbeitszahl der Wärmepumpen kann, bei gleichem Abnahmeprofil sowie entsprechender Auslegung des Kollektorfeldes in erster Näherung anlog der Sonden-Variante angesetzt werden. Für eine detaillierte Planung ist hier eine genaue Kenntnis der lokalen Untergrundbedingungen sowie eine geothermische Simulation erforderlich.

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

Thema: Konzept Kalte Nahwärme BPL 38 Boltenhagen

Projekt: T22.32 KNW Boltenhagen

Bearbeitungsstand: 30.11.2022

	Leistung [kW]	Wärme / Arbeit [MWh/a]
Wärmebedarf Abnehmer / Erzeugung Wärmepumpen	366	844,8
<i>mittl. Jahres-Arbeitszahl</i>		4,5
Wärmepumpenstrom		187,7 100,0%
<i>davon Netzstrom</i>		84,3 44,9%
<i>davon PV-Strom</i>		103,4 55,1%
Kalte Wärme (Netz)	270	657,1

Hilfsenergiebedarf (Netzstrom)		3,08
--------------------------------	--	------

Tab. 18: Energiebilanz Bauabschnitt 2 mit Kollektorfeld

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

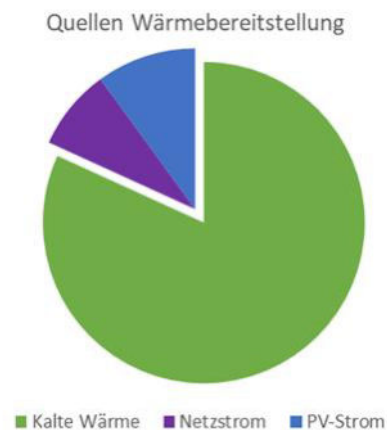


Abb. 22: Anteile Energieträger Bauabschnitt 2 mit Kollektorfeld

Aus dem Endenergieverbrauch ergeben sich jährliche Treibhausgasemissionen in Höhe von **75 t_{CO2-äq.}** Dies entspricht einem spezifischen Emissionsfaktor von 56 g/kWh.

	Endenergie	Emissionsfaktor	THG-Emissionen
Netzstrom (allg.)	3,1 MWh/a	484 g/kWh	1,5 t/a
Netzstrom (WP)	84 MWh/a		40,8 t/a
PV-Strom	103 MWh/a	49 g/kWh	5,1 t/a
Summe	191 MWh/a		47,4 t/a

Tab. 19: THG-Emissionen Bauabschnitt 2 mit Kollektorfeld

5.5.3 Wirtschaftliche Parameter

Investitionskosten

Die zu erwartenden Investitionskosten wurden sowie die Förderbedingungen wurden entsprechend der unter 5.2.3 dargestellten Ansätze kalkuliert.

Es ergibt sich ein **Investitionsbedarf von ca. 2,0 Mio. € vor Förderung**. Mit einer **Förderquote von 40%** verbleiben nach Förderung **Investitionskosten von ca. 1.2 Mio €**.

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

Anlageninvestition	1.552.900 €	78,7%
Unvorhergesehenes	232.900 €	11,8%
Nebenkosten	186.300 €	9,4%
Investition vor Förderung	1.972.100 €	100,0%
Summe Förderung	788.840 €	40,0%
BEW	788.840 €	40,0%
Investition nach Förderung	1.183.260 €	

Tab. 20: Investitionsschätzung und Förderung Bauabschnitt 2 mit Kollektorfeld

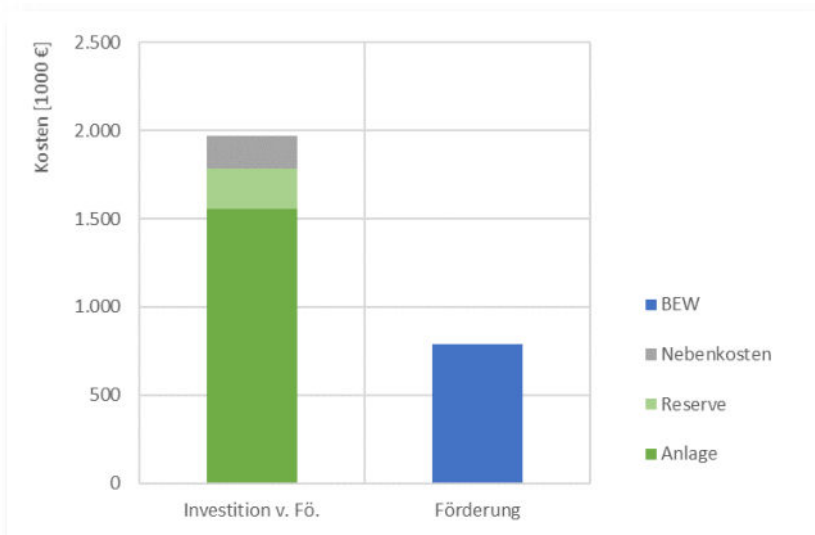


Abb. 23: Investitionsschätzung und Förderung Bauabschnitt 1 mit Kollektorfeld

Betriebs-, Verbrauchs- und Wärmegestehungskosten

Entsprechend der unter 5.2.3 erläuterten Vorgehensweise wurden auch hier die **Betriebs- und Verbrauchskosten sowie die resultierenden Wärmegestehungskosten** kalkuliert.

Es ergeben sich folgende Kennwerte:

Kapitalkosten	71.260 €/a	47,9%
Betriebskosten	30.500 €/a	20,5%
Verbrauchsdaten	46.950 €/a	31,6%
Jahreskosten gesamt	148.710 €/a	100,0%
Jahres-Nutzwärmebedarf	845 MWh/a	
Wärmegestehungskosten	176,03 €/MWh	

Tab. 21: Wärmegestehungskosten Bauabschnitt 2 mit Kollektorfeld

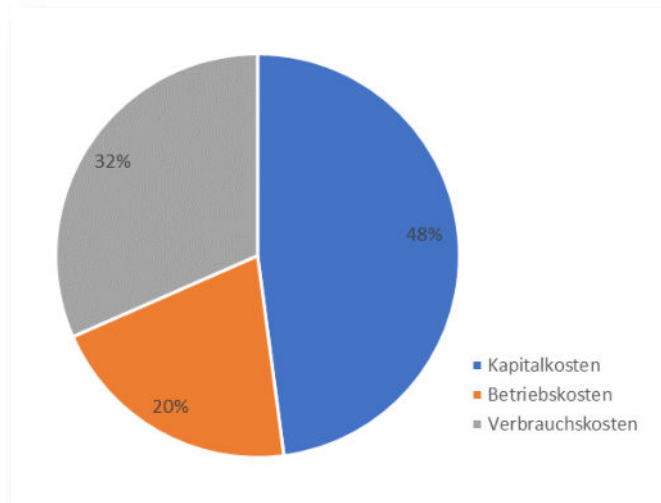


Abb. 24: Wärmegestehungskosten Bauabschnitt 2 mit Kollektorfeld

5.6 Zusammenfassung

Die vorangestellten Untersuchungen zeigen, dass für beide Bauabschnitte des Untersuchungsgebiets eine Versorgung mittels kalter Nahwärme möglich ist. Als Quelle kommen jeweils ein Erdsondenfeld oder ein Erdkollektorfeld in Frage. Für beide Möglichkeiten wurden innerhalb des Plangebiets bzw. im nahen Umfeld geeignete Potenzialflächen identifiziert.

Im Falle einer Umsetzung der in einer vorangegangenen Machbarkeitsstudie vorgeschlagenen netzgebundenen Wärmeversorgung umliegender Quartiere können sich weitere Synergien durch Nutzung überschüssiger Solarwärme ergeben. Dies sollte bei der Auswahl konkreter Standorte berücksichtigt werden.

Bei der Kalkulation wurde davon ausgegangen, dass der benötigte Wärmepumpenstrom teilweise aus auf den zu errichtenden Gebäuden installierten Photovoltaikanlagen stammt. Dies ist sowohl aus wirtschaftlicher Sicht als auch hinsichtlich der Treibhausgasemissionen empfehlenswert.

Die nachfolgende Übersicht fasst die wesentlichen Ergebnisse der untersuchten Varianten zusammen:

		Bauabschnitt 1		Bauabschnitt 2	
		mit Sondenfeld (Variante 1A)	mit Kollektorfeld (Variante 1B)	mit Sondenfeld (Variante 2A)	mit Kollektorfeld (Vatriante 2B)
Auslegung					
Grundstücksfläche Quelle	[m²]	5.440	17.100	3.520	11.000
Trassenlänge Wärmenetz	[m]	2.100		1.880	
Max. Querschnitt Wärmenetz	[-]	125		100	
Anzahl Hausanschlüsse	[-]	65		52	
Σ Wärmepumpenleistung (therm.)	[kW]	606		366	
Σ PV-Leistung (Aufdach)	[kWp]	683		440	
Energie- und Treibhausgasbilanz					
Wärmebedarf	[MWh/a]	1.312		845	
Wärmepumpenstrom	[MWh/a]	292		188	
davon PV	[%]	54%		55%	
davon Netz	[%]	46%		45%	
Hilfsenergiebedarf	[MWh/a]	7,0	4,6	4,3	3,1
Spez. THG-Emissionen	[g/kWh]	58	57	57	56
Wirtschaftliche Parameter					
Investkosten vor Förderung	[Mio €]	2,8	2,6	2,1	2,0
mögliche Förderquote	[%]	40%	40%	40%	40%
Investkosten nach Förderung	[Mio €]	1,7	1,6	1,3	1,2
Wärmegestehungskosten	[€/MWh]	171	163	183	176

Tab. 22: Übersicht Varianten

6 Fördermöglichkeiten

Eine Förderung der vorgeschlagenen Maßnahme ist aktuell durch die Bundessförderung für effiziente Wärmenetz möglich. Die Förderung umfasst hierbei im Sinne eines systemischen Ansatzes alle zur Realisierung erforderlichen Maßnahmen inkl. Planungsleistungen (Modul 2). Voraussetzung für die Investitionsförderung ist dabei das Vorliegen einer ebenfalls förderfähigen Machbarkeitsstudie (Modul 1). Die Förderung nach BEW liegt den oben kalkulierten Wirtschaftlichkeitsszenarien zugrunde.

Des Weiteren befindet sich derzeit die Klimaschutzförderrichtlinie des Landes Mecklenburg-Vorpommern in der Überarbeitung. Mit einem Inkrafttreten der überarbeiteten Richtlinie wird nachzeitigem Kenntnisstand frühestens Anfang 2023 gerechnet. Ggf. kommt auch hier eine Förderung des geplanten Vorhabens in Betracht. Die genauen Konditionen hierfür sowie insbesondere die Kumulierbarkeit mit dem BEW lassen sich derzeit jedoch noch nicht abschließend bewerten.

Beide Förderprogramme werden nachfolgend kurz vorgestellt:

6.1 Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)

Mit der im September 2022 in Kraft getretenen Bundesförderung für effiziente Wärmenetze wurde ein einheitliches Förderinstrument zur Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien und Abwärme sowie der Effizienzsteigerung in Wärme- und Kältenetzen geschaffen. Einem systemischen Förderansatz folgend werden sowohl die Transformation bestehender Systeme als auch der Bau neuer effizienter Netzsysteme gefördert.

Was wird gefördert?

Modul 1:

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

Modul 2:

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

Modul 3:

- Einzelmaßnahmen in Bestandswärmenetzen
z.B. Solarthermieranlagen, Wärmepumpen, Biomassekessel, Wärmespeicher, Rohrleitungen, Wärmeübergabestationen

Modul 4:

- Betriebskostenzuschuss für nach Modul 2 bzw. 3 geförderte Solarthermieranlagen oder Großwärmepumpen

Wer wird gefördert?

- Unternehmen
- Wirtschaftlich tätige Kommunen, kommunale Eigenbetriebe, Unternehmen, Zweckverbände
- Eingetragene Vereine und Genossenschaften

Wie wird gefördert?

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

Wie hoch ist die Förderung?

- Modul 1: bis 50%, max. 2 Mio. €
- Modul 2: bis 40%
- Betriebskostenzuschuss: variabel

Weitere Informationen

- https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Waermenetze/Effiziente_Waermenetze/effiziente_waermenetze_node.html

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

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

Derzeit befinden sich die Richtlinien im Überarbeitung. Mit einer Verfügbarkeit ist nach derzeitigem Kenntnisstand frühestens ab Anfang 2023 zu rechnen. Die nachfolgenden Ausführungen stellen den aktuellen Kenntnisstand im Rahmen der Verbandsanhörung dar.

Was wird gefördert?

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

Wer wird gefördert?

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

Wie wird gefördert?

- Zuschuss (Projektförderung)

Wie hoch ist die Förderung?

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

Weitere Informationen

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

7 Handlungsempfehlungen

7.1 Variantenauswahl

7.1.1 Bauabschnitt 1

In Anbetracht der leichten Kostenvorteile wird zur Versorgung des Bauabschnitts 1 (Teilbereiche 1 und 2 des Bebauungsplans) die Variante 1B (Kollektorfeld) als **Vorzugsvariante** empfohlen.

Eine **Alternativvariante** stellt die Realisierung mittels Sondenfeld (Variante 1A) dar. Diese sollte insbesondere in folgenden Fällen bevorzugt werden:

- Falls eine Umsetzung des in der vorangegangenen Machbarkeitsstudie vorgeschlagenen Wärmenetzes in benachbarten Quartieren wird als wahrscheinlich eingeschätzt wird: In diesem Falle sollte das Sondenfeld in Potenzialfläche III umgesetzt werden.
- Falls Potenzialfläche I nicht zur Nutzung zur Verfügung steht: In diesem Falle kann eine Nutzung der Freiflächen zwischen den Gebäuden (Potenzialfläche II) eine Alternative sein.

7.1.2 Bauabschnitt 2

Auch hier wird aufgrund der leichten Kostenvorteile die Realisierung mittels Kollektorfeld (Variante 2B) als **Vorzugsvariante** empfohlen.

Hinsichtlich der Lage des Kollektorfeldes besteht innerhalb der Potenzialfläche IV weitgehende Freiheit, sodass auf eventuelle hier nicht berücksichtigte Nutzungshindernisse flexibel reagiert werden kann.

7.2 Handlungsempfehlungen

7.2.1 Technologische Konzeption

Die Beiden vorgestellten Varianten geothermischer Wärmequellen als Erdkollektor oder Sonden sind jeweils etablierte Technologien und können bei korrekter Auslegung als grundsätzlich technologisch gleichwertig betrachtet werden.

Ein Sondenfeld benötigt in der Regel weniger Fläche als ein Kollektorfeld. Allerdings ist häufig der technologische Aufwand zur Erschließung etwas höher. Des Weiteren ist ein Kollektorfeld häufig auch unter hydrologisch schwierigeren Bedingungen einsetzbar.

Die im Rahmen der Untersuchung ermittelten Voraussetzungen lassen die Einsetzbarkeit beider Technologien im geplanten Vorhaben erwarten.

Die dargestellten Auslegungswerte stellen hierbei eine überschlägige Bemessung der benötigten Anlagengröße dar. Für eine konkrete Ausführung ist in jedem Falle eine detaillierte Fachplanung erforderlich, die sowohl eine Erkundung der konkreten Untergrundbedingungen als auch eine geothermale Simulation umfassen sollten.

7.2.2 Ausgestaltung des Bebauungsplans

Im Zuge der Ausgestaltung des Bebauungsplans sollten bereits frühzeitig die zur Quellerschließung benötigten Flächen zum Zweck der Energiegewinnung mit ausgewiesen werden.

Grundsätzlich ist eine Bepflanzung / Begrünung der zur Energiegewinnung genutzten Flächen sehr gut möglich. Gegebenenfalls bestehen bei Kollektorfeldern je nach Verlegetiefe gewisse Einschränkungen hinsichtlich des Pflanzenbestands (keine Tiefwurzler). Aus technologischer Sicht spricht daher nicht gegen eine Integration der Energiegewinnung in ohnehin vorgesehene Grünflächen.

Bei der Auswahl der entsprechenden Flächen können die unter 7.1 dargestellten Empfehlungen hilfreich sein. Generell empfiehlt sich eine großzügige Flächenausweisung um auch auf spätere Entwicklungen flexibel reagieren zu können.

Insbesondere angesichts der zuletzt stark angestiegenen Strompreise stellt die Eigennutzung selbst erzeugten Solarstroms in den Wärmepumpen einen signifikanten Faktor für einen wirtschaftlichen Anlagenbetrieb dar. Auch trägt dies zu einer Senkung der Gesamt-Treibhausgasemissionen der Wärmeversorgung bei. Bei der Erstellung des Bebauungsplans sollte daher die Möglichkeit der Installation von Photovoltaikanlagen auf den Gebäudedächern eingeräumt werden.

7.2.3 Genehmigungsverfahren¹²

Bergrecht

Grundsätzlich gilt die Erdwärme als bergfreier Bodenschatz, deren Aufsuchung nach § 7 Bundesberggesetz (BbergG) erlaubnispflichtig ist. Zuständige Behörde hierfür ist das Bergamt Stralsund.

Eine Ausnahme hiervon gilt nur dann, wenn die Erdwärme direkt auf dem Grundstück genutzt werden soll. Dies ist bei einem kalten Nahwärmenetz nicht der Fall.

Wasserrecht

Das Abteufen von Erdwärmesonden ist laut Wasserhaushaltsgesetz als Gewässerbenutzung einzustufen und damit erlaubnispflichtig. Die Verlegung eines Erdkollektors ist dagegen lediglich anzeigepflichtig.

Zuständig ist die untere Wasserbehörde des Landkreises.

Anzeigepflicht gegenüber dem geologischen Dienst

Grundsätzlich und unabhängig von einer möglichen Erlaubnispflicht besteht für das Abteufen von Bohrungen eine Anzeigepflicht gegenüber dem geologischen Dienst im Landesamt für Umwelt, Natur und Geologie Mecklenburg-Vorpommern.

¹² Vgl. LUNG 05

7.2.4 Erschließer- und Betreibermodell

Essenziell für die Wirtschaftlichkeit ist weiterhin ein hoher Anschlussgrad an das kalte Nahwärmesystem im Untersuchungsgebiet. Um dies zu erreichen bestehen insbesondere im Neubaugebiet verschiedene Optionen:

Option 1: Einheitlicher Bau- und Erschließungsträger

Sofern die Erschließung und der Bau der Gebäude durch einen einheitlichen Bauträger erfolgen soll, sollte das Versorgungskonzept frühzeitig mit diesem entwickelt und abgestimmt werden. In diesem Falle können die Gebäude schlüsselfertig inklusive Energieanlage veräußert werden.

Option 2: Satzungsrechtliche Regelung

Grundsätzlich besteht die Möglichkeit, im Rahmen der Planerstellung eine Nutzung der kalten Nahwärme satzungsrechtlich vorzuschreiben (Anschluss- und Benutzungszwang). Dies ist jedoch nicht selten im Einzelfall nicht selten rechtlich anfechtbar.

Option 3: Privatrechtliche Regelung

Eine weitere Option besteht darin, eine Nutzung der kalten Nahwärme zur Gebäudeversorgung privatrechtlich in den Kaufverträgen für die entsprechenden Grundstücke zu verankern.

Grundsätzlich liegt die Möglichkeit einer langfristig planbaren, zuverlässigen und kostengünstigen Wärmeversorgung aus Erneuerbaren Energien in der Regel im Interesse potenzieller Bauherren und wirkt sich so oft Wertsteigernd für die jeweiligen Grundstücke aus.

7.2.5 Fördermittel-Akquise

Wie unter 6.1 dargestellt kommt für die Förderung entsprechender Anlagen insbesondere die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) in Betracht.

Diese ist beim Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (Bafa) zu beantragen. Antragsteller können hierbei sowohl wirtschaftlich tätige Kommunen, kommunale Eigenbetriebe, Zweckverbände und dergleichen als auch Unternehmen sein.

Zur Beantragung einer Investivförderung ist hier zwingend eine vorgelagerte Machbarkeitsstudie erforderlich. Diese ist ebenfalls über das BEW Förderfähig (Modul 1) und kann bereits Planungsleistungen entsprechend der Leistungsphasen 1-4 HOAI (Grundlagenermittlung / Vorplanung / Entwurfsplanung / Genehmigungsplanung) umfassen.

Aufgrund der hohen Maximalfördersummen und begrenzten Programmvolumens kann nicht ausgeschlossen werden, dass dieses in überschaubarer Zeit ausgeschöpft sein könnte. Eine Antragstellung sollte vor diesem Hintergrund möglichst zeitnah erfolgen.

Als weiteres Förderinstrument befindet sich derzeit die Klimaschutzförderrichtlinie des Landes Mecklenburg-Vorpommern in Überarbeitung und könnte frühestens am Anfang 2023 zur Verfügung stehen. Derzeit lassen sich die konkreten Konditionen dieses Programms noch nicht abschließend absehen. Voraussichtlich werden hier in den jeweiligen Programmteilen erneut nicht wirtschaftlich tätige Organisationen (z.B. Kommunen) aber auch Unternehmen förderberechtigt sein.

Generell ist derzeit bei sämtlichen Förderprogrammen im Bereich erneuerbarer Energien und Energieeffizienz aufgrund der massiven Nachfrage mit verlängerten Bearbeitungszeiten zu rechnen.

8 Quelleverzeichnis

Folgende Quellen wurden bei der Erarbeitung der Machbarkeitsstudie genutzt:

- BDEW 01 BDEW/VKU/GEODE Leitfaden
Abwicklung von Standardlastprofilen Gas
Hrsg.: BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V.,
Verband kommunaler Unternehmen e. V. (VKU),
GEODE – Groupement Européen des entreprises et Organismes de Distribution d'Énergie
Berlin, 2018
- BWP 01 Online-Rechner für Wärmepumpen
Bundesverband Wärmepumpe e.V.
<https://www.waermepumpe.de/normen-technik/jazrechner/>
- DWD 01 DWD Climate Data Center (CDC)
Tägliche Stationsmessungen der mittleren Lufttemperatur auf 2 m Höhe in °C - TMK_MN004
(diverse Standorte)
Deutscher Wetterdienst
CDC-Vertrieb Klima und Umwelt
Frankfurter Straße 135, 63067 Offenbach
Zugang via: <https://cdc.dwd.de/portal/>
- FNR 02 Leitfaden Feste Biobrennstoffe, 4. Aufl. 2014
Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR)
OT Gülzow, Hofplatz 1, 18276 Gülzow-Prüzen
- GEMIS Ergebnisse aus GEMIS Version 4.95
IINAS GmbH – Internationales Institut für Nachhaltigkeitsanalysen und -strategien
Excel-Tabelle: 2017_GEMIS-Ergebnisse-Auszug.xlsx, Datenstand: Apr. 2017
- LAiV 01 WMS WebAtlas M-V (WMS MV WebAtlasDE/MV)
Landesamt für innere Verwaltung M-V, Amt für Geoinformation, Vermessung und Katasterwesen
Lübecker Straße 289, 19059 Schwerin
URL des WMS-Dienstes: https://www.geodaten-mv.de/dienste/webatlasde_wms/service?
- LAiV 02 WMS Digitale Orthophotos M-V (WMS_MV_DOP)
Landesamt für innere Verwaltung M-V, Amt für Geoinformation, Vermessung und Katasterwesen
Lübecker Straße 289, 19059 Schwerin
URL des WMS-Dienstes: http://www.geodaten-mv.de/dienste/adv_dop?
- LAiV 03 WFS Digitale Verwaltungsgrenzen (DVG)
Landesamt für innere Verwaltung M-V, Amt für Geoinformation, Vermessung und Katasterwesen
Lübecker Straße 289, 19059 Schwerin
URL des WMS-Dienstes: https://www.geodaten-mv.de/dienste/dvg_laiv_wfs?
- LAiV 04 WFS Digitale Flurgrenzen (DFG)
Landesamt für innere Verwaltung M-V, Amt für Geoinformation, Vermessung und Katasterwesen
Lübecker Straße 289, 19059 Schwerin
URL des WMS-Dienstes: https://www.geodaten-mv.de/dienste/dfg_wfs?
- LAiV 05 WMS Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem M-V (WMS_MV_ALKIS)
Landesamt für innere Verwaltung M-V, Amt für Geoinformation, Vermessung und Katasterwesen

Thema: Konzept Kalte Nahwärme BPL 38 Boltenhagen

Projekt: T22.32 KNW Boltenhagen

Bearbeitungsstand: 30.11.2022

TRIGENIUS
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG

- Lübecker Straße 289, 19059 Schwerin
URL des WMS-Dienstes: https://www.geodaten-mv.de/dienste/alkis_wms?
- LAiV 06 WMS Gebäude2D (MV 2D-Gebäude WMS)
Landesamt für innere Verwaltung M-V, Amt für Geoinformation, Vermessung und Katasterwesen
Lübecker Straße 289, 19059 Schwerin
URL des WMS-Dienstes: http://www.geodaten-mv.de/dienste/gebaeude_wms?
- LAND MV 01 Bau- und Planungsportal M-V
Ministerpräsidentin des Landes Mecklenburg-Vorpommern - Staatskanzlei -
Schloßstraße 2-4, D-19053 Schwerin
URL: <https://bplan.geodaten-mv.de/>
- LUNG 02 WMS Schutzgebiete (MV Schutzgebiete)
Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie M-V
Goldberger Straße 12b, 18273 Güstrow
URL des WMS-Dienstes: https://www.umweltkarten.mv-regierung.de/script/mv_a2_schutzgeb_wms.php?
- LUNG 03 WMS Biotope (MV Biotope)
Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie M-V
Goldberger Straße 12b, 18273 Güstrow
URL des WMS-Dienstes: https://www.umweltkarten.mv-regierung.de/script/mv_a2_biotope_wms.php?
- LUNG 04 WMS MV Erdwärmeauskunft
Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie M-V
Goldberger Straße 12b, 18273 Güstrow
URL des WMS-Dienstes: https://www.umweltkarten.mv-regierung.de/script/mv_a7_geothermie_erdwaerme_wms.php?
- LUNG 05 Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren in Mecklenburg-Vorpommern
Leitfaden zur geothermischen Nutzung des oberflächennahen Untergrundes
Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie M-V
Goldberger Straße 12, 18273 Güstrow
Abruf via: https://www.lung.mv-regierung.de/dateien/leitfaden_ews_ewk_mv.pdf
- RECK 01 Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik
73. Auflage
Prof. Dr. Ing. Ernst-Rudolf Schramek (Hrsg.)
© 2007 Oldenbourg Industrieverlag
- WIKI 01 Übersicht zu Energiebedarf verschiedener Baustandards
<https://de.wikipedia.org/wiki/Energiestandard#Deutschland>
Abgerufen: 02/2022

Thema: Konzept Kalte Nahwärme BPL 38 Boltenhagen

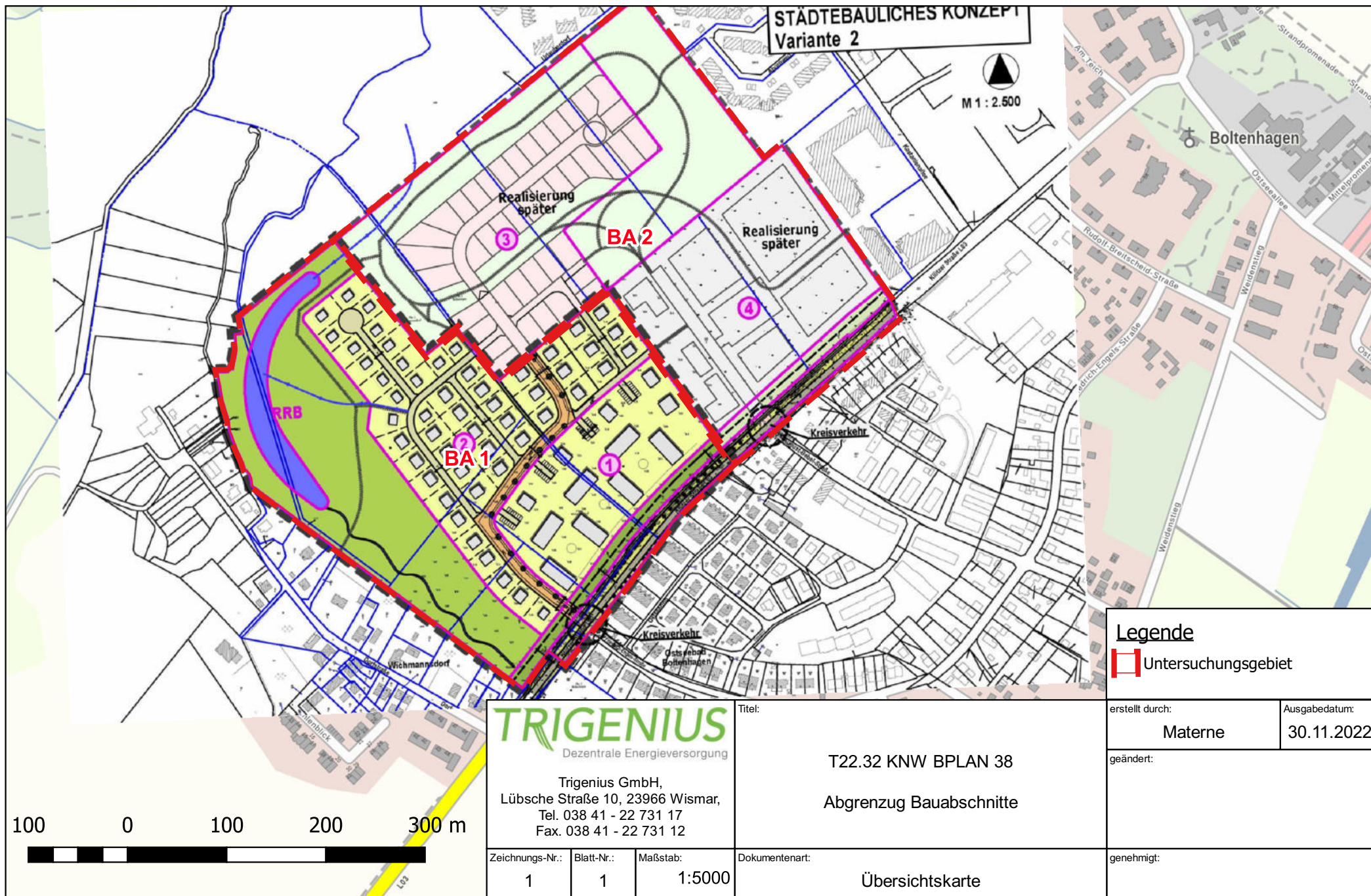
Projekt: T22.32 KNW Boltenhagen

Bearbeitungsstand: 30.11.2022

TRIGENIUS
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG

Anhang 1

Karten



STÄDTEBAULICHES KONZEPT
Variante 2

M 1 : 2.500

Realisierung
später

BA 2

Realisierung
später

RRB

BA 1


④

①

Kreisverkehr

Kreisverkehr
Ostgebäude
Boltenhagen

Legende

 Untersuchungsgebiet

erstellt durch:

Materne

Ausgabedatum:

30.11.2022

geändert:

genehmigt:

TRIGENIUS
Dezentrale Energieversorgung

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

Titel:

T22.32 KNW BPLAN 38

Abgrenzung Bauabschnitte

Zeichnungs-Nr.:

1

Blatt-Nr.:

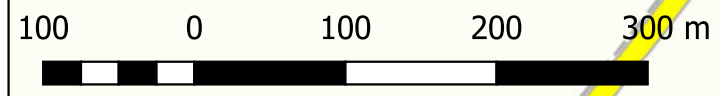
1

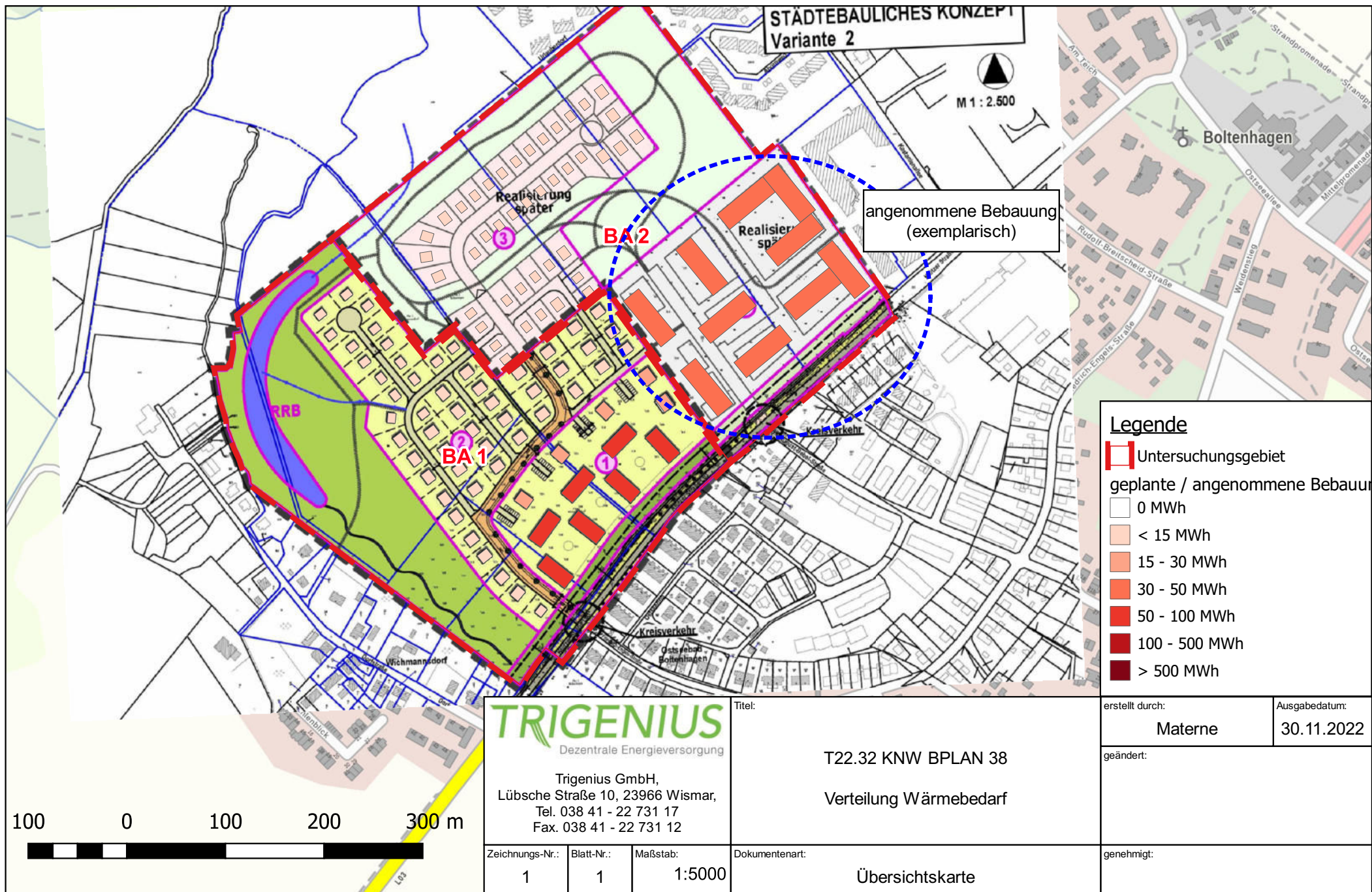
Maßstab:

1:5000

Dokumentenart:

Übersichtskarte





Legende

- Untersuchungsgebiet
- geplante / angenommene Bebauung
- 0 MWh
- < 15 MWh
- 15 - 30 MWh
- 30 - 50 MWh
- 50 - 100 MWh
- 100 - 500 MWh
- > 500 MWh

TRIGENIUS
Dezentrale Energieversorgung

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

Titel:

T22.32 KNW BPLAN 38

Verteilung Wärmebedarf

erstellt durch:

Materne

Ausgabedatum:

30.11.2022

geändert:

genehmigt:

Zeichnungs-Nr.:

1

Blatt-Nr.:

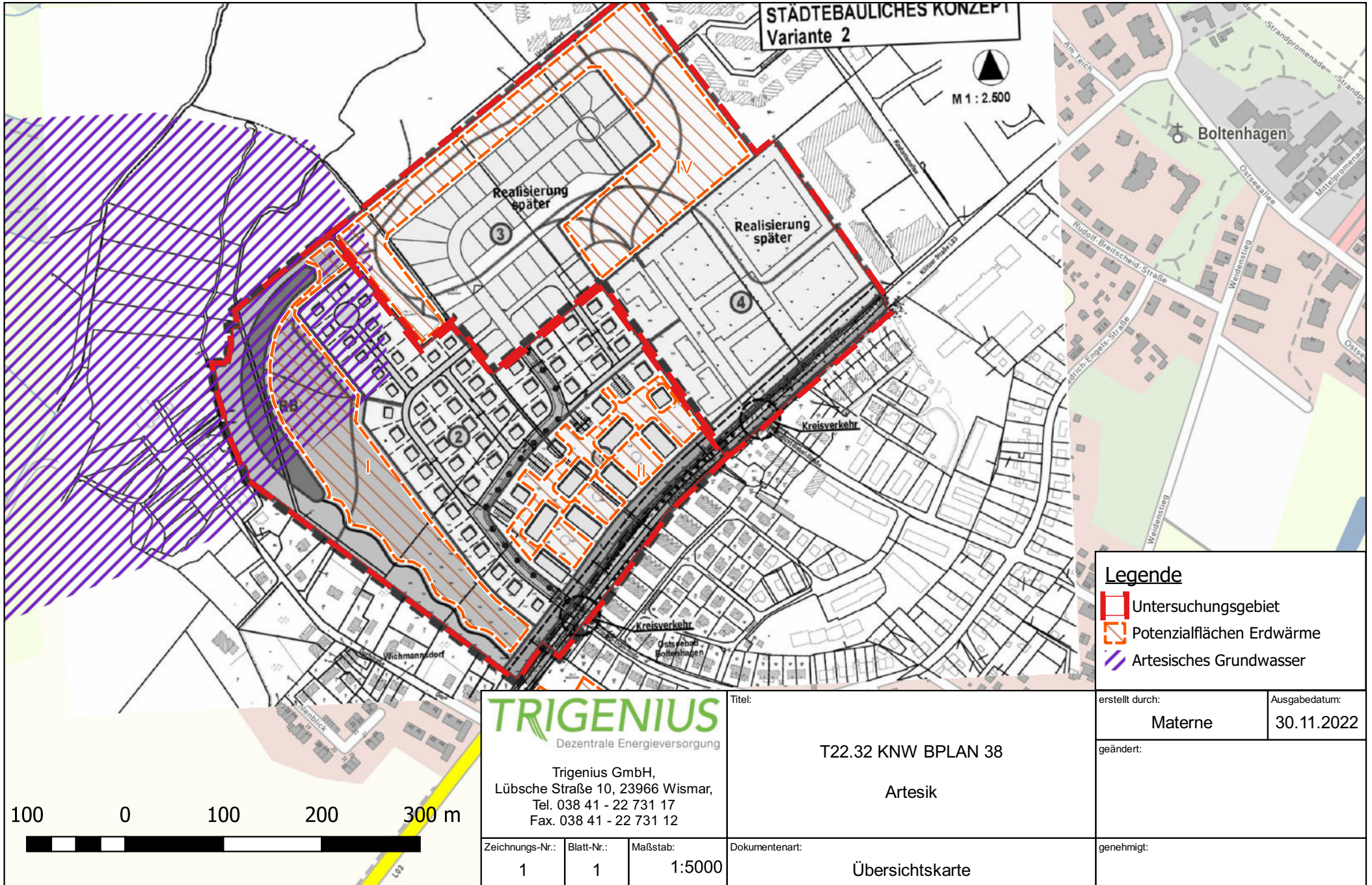
1

Maßstab:

1:5000

Dokumentenart:

Übersichtskarte



Legende	
	Untersuchungsgebiet
	Potenzialflächen Erdwärme
	Artesisches Grundwasser
erstellt durch:	Ausgabedatum:
Materne	30.11.2022
geändert:	
genehmigt:	

TRIGENIUS
Dezentrale Energieversorgung

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

Titel:

T22.32 KNW BPLAN 38

Artesik

Zeichnungs-Nr.:

1

Blatt-Nr.:

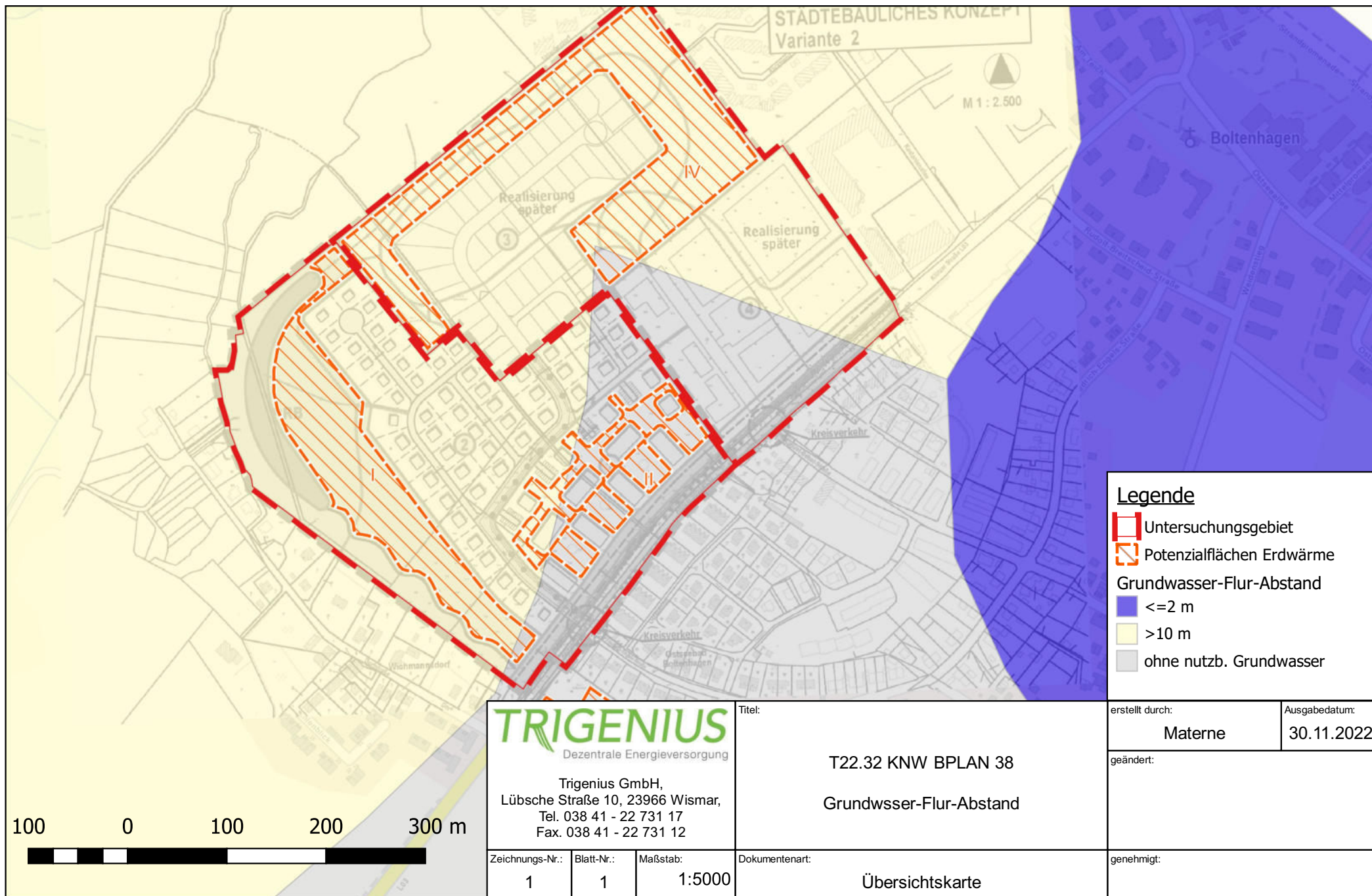
1

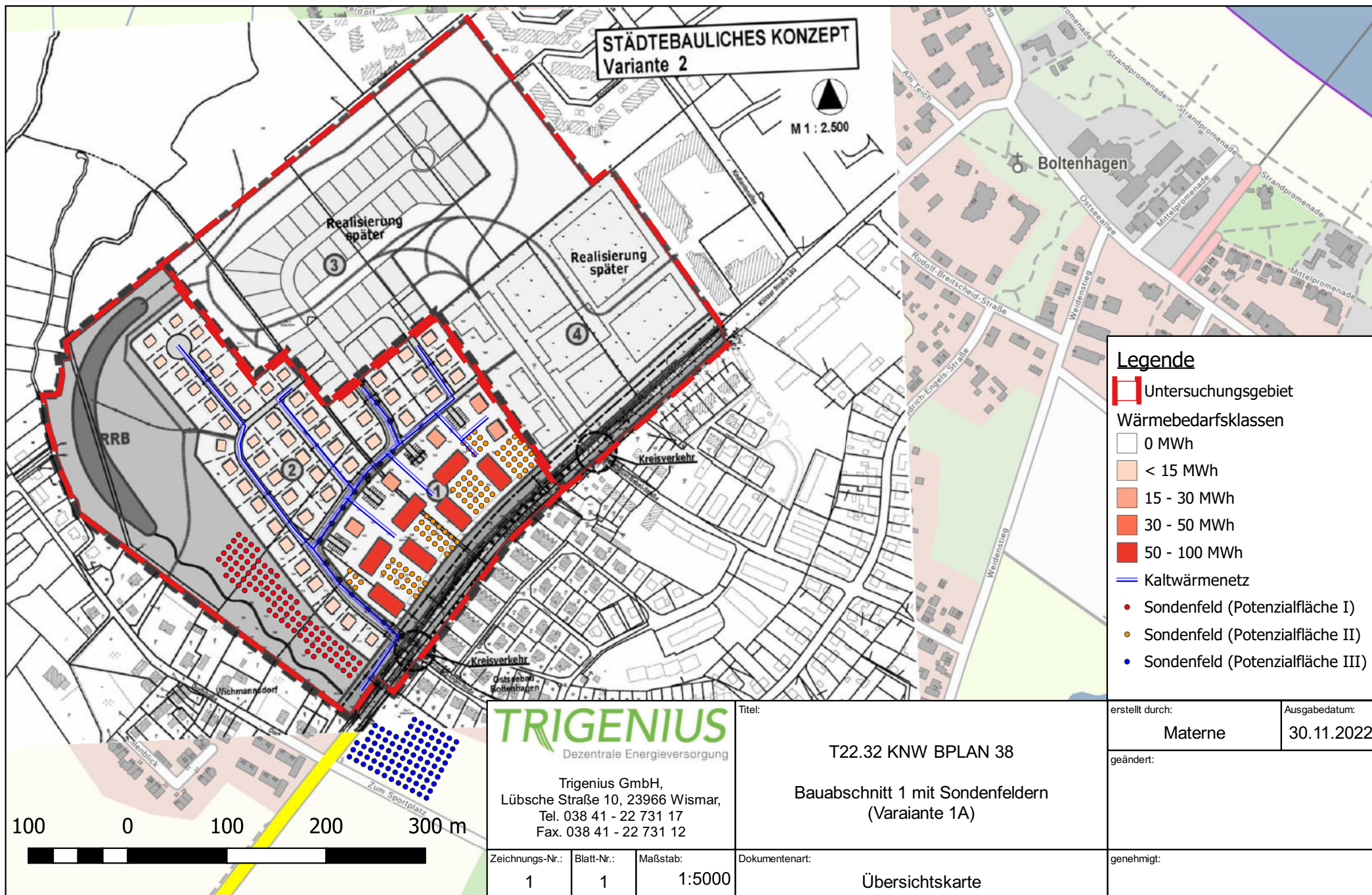
Maßstab:

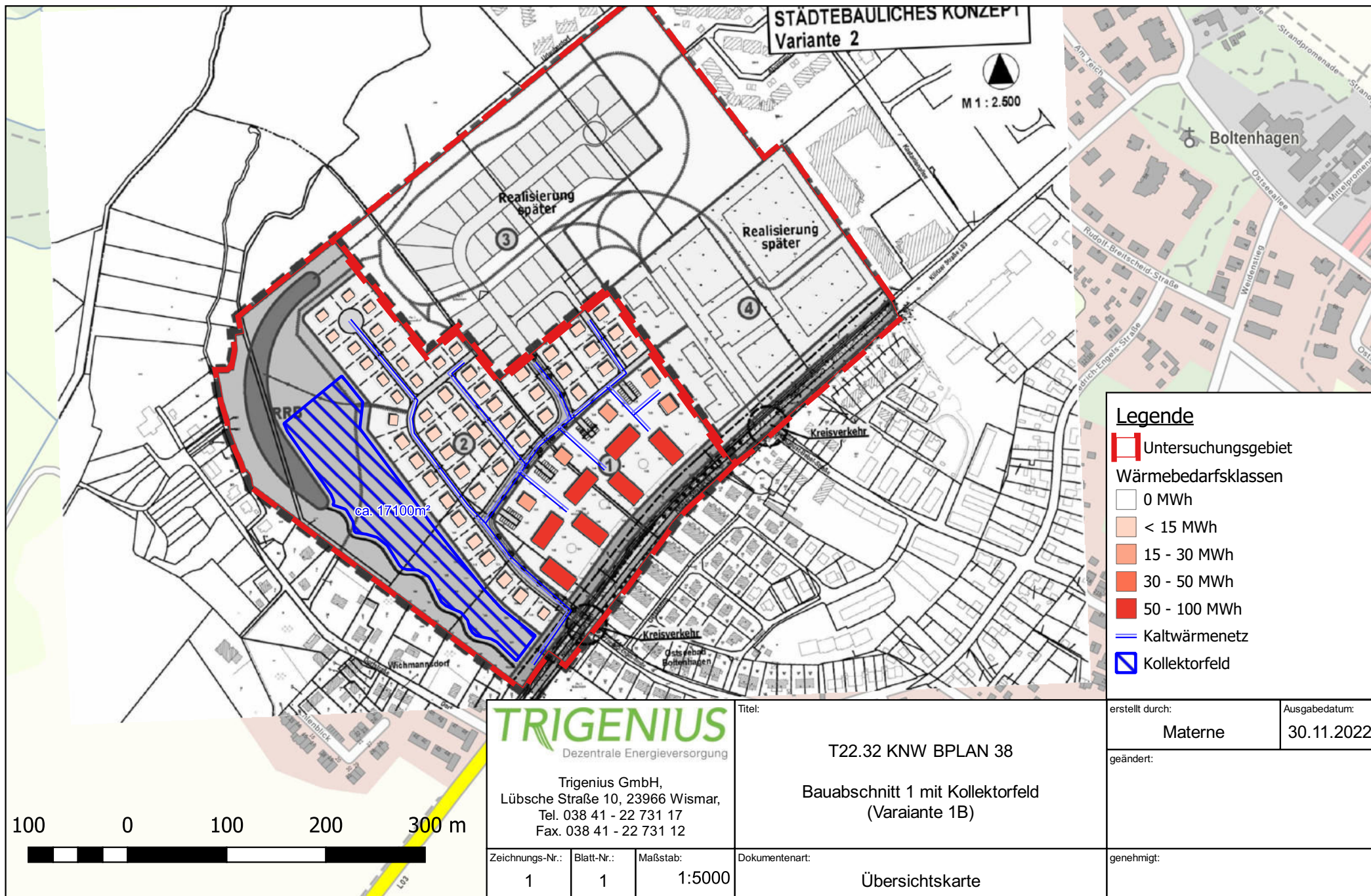
1:5000

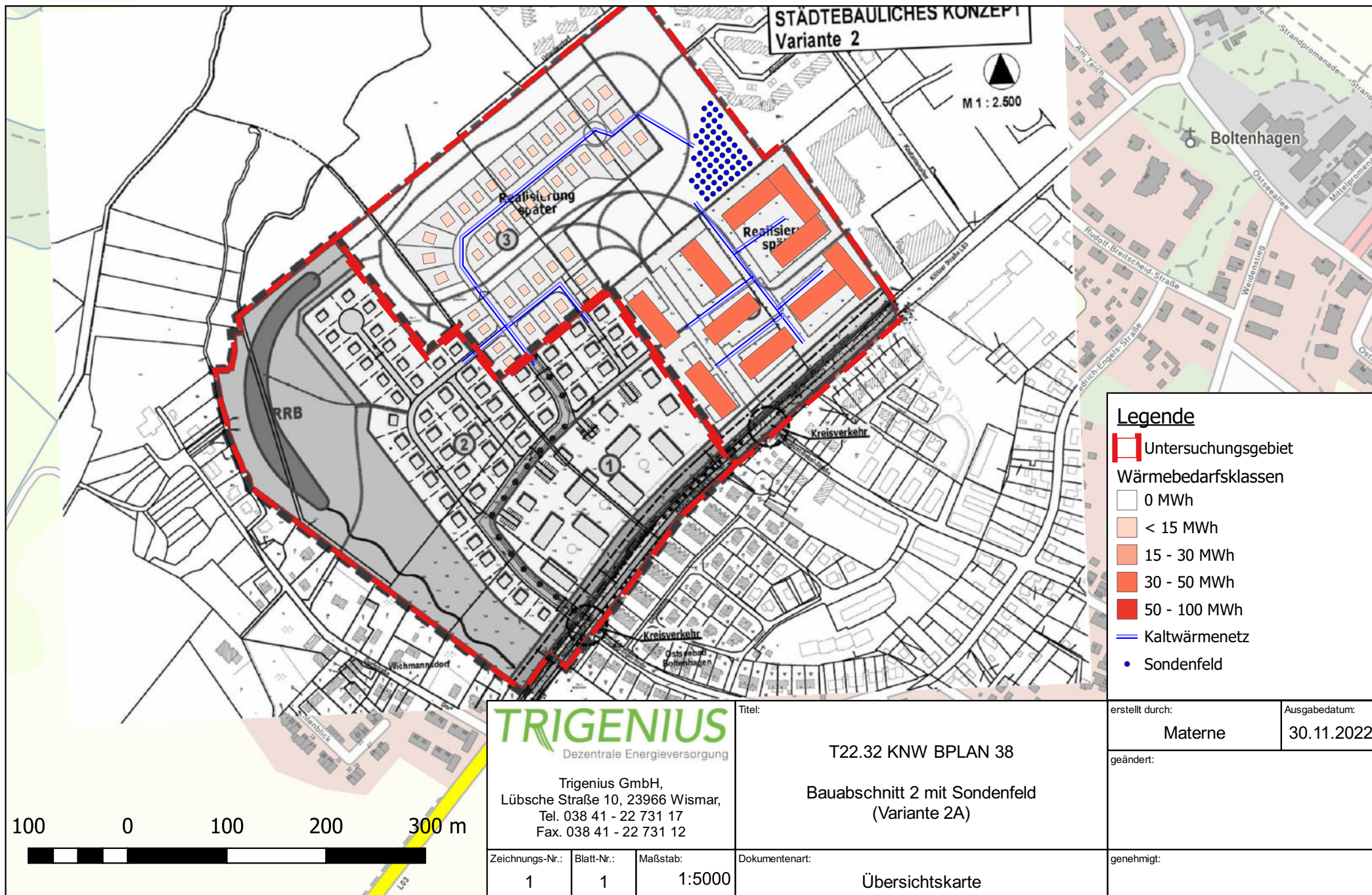
Dokumentenart:

Übersichtskarte









100 0 100 200 300 m

TRIGENIUS
Dezentrale Energieversorgung

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

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

Titel:

T22.32 KNW BPLAN 38
Bauabschnitt 2 mit Sondenfeld
(Variante 2A)

Dokumentenart:

Übersichtskarte

Legende

- Untersuchungsgebiet
- Wärmebedarfsklassen
 - 0 MWh
 - < 15 MWh
 - 15 - 30 MWh
 - 30 - 50 MWh
 - 50 - 100 MWh
- Kaltwärmenetz
- Sondenfeld

erstellt durch:

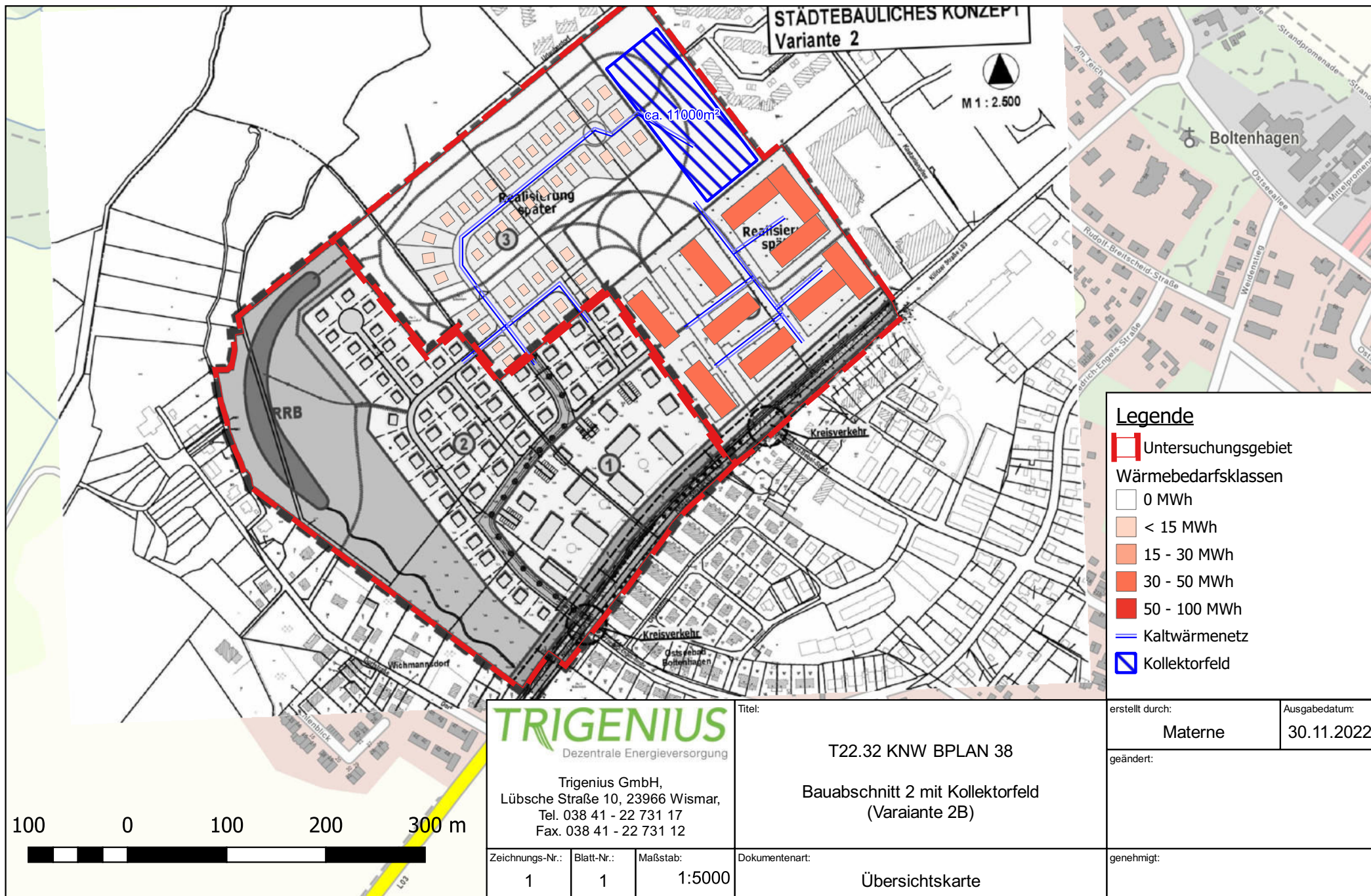
Materne

Ausgabedatum:

30.11.2022

geändert:

genehmigt:



STÄDTEBAULICHES KONZEPT
Variante 2

M 1 : 2.500

Legende

- Untersuchungsgebiet
- Wärmebedarfsklassen
 - 0 MWh
 - < 15 MWh
 - 15 - 30 MWh
 - 30 - 50 MWh
 - 50 - 100 MWh
- Kaltwärmenetz
- Kollektorfeld

100 0 100 200 300 m

TRIGENIUS
Dezentrale Energieversorgung

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

Titel:

T22.32 KNW BPLAN 38
Bauabschnitt 2 mit Kollektorfeld
(Varaiante 2B)

erstellt durch:

Materne

Ausgabedatum:

30.11.2022

geändert:

Zeichnungs-Nr.:

1

Blatt-Nr.:

1

Maßstab:

1:5000

Dokumentenart:

Übersichtskarte

genehmigt:

Thema: Konzept Kalte Nahwärme BPL 38 Boltenhagen

Projekt: T22.32 KNW Boltenhagen

Bearbeitungsstand: 30.11.2022

TRIGENIUS
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG

Anhang 2

Kalkulation kalte Nahwärme Bauabschnitt 1 (Varianten 1A und 1B)

Zusammenfassung Kaltes Wärmenetz

Netzstruktur

Abnehmer	64
Netzlänge	2.100 trm

Energiebilanz

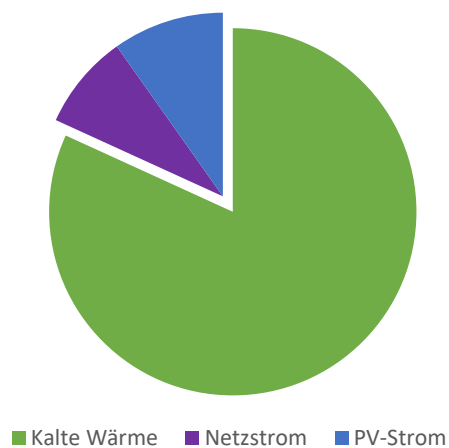
	Leistung [kW]	Wärme / Arbeit [MWh/a]
Wärmebedarf Abnehmer / Erzeugung Wärmepumpen	606	1.312,1
<i>mittl. Jahres-Arbeitszahl</i>		4,5
Wärmepumpenstrom		291,6 100,0%
<i>davon Netzstrom</i>		134,4 46,1%
<i>davon PV-Strom</i>		157,2 53,9%
Kalte Wärme (Netz)	424	1.020,5

Netzpumpe (Hilfsenergie)	9,7	4,06 MWh/a
--------------------------	-----	------------

Leitungsbemessung

	Hauptl.	Anschlussl.	Gesamt
Länge	1.140 trm	960 trm	2.100 trm
Nennweite (mittel)	DN 80	DN 20	DN 50
Nennweite (max)			DN 125

Quellen Wärmebereitstellung



Zusammenfassung Oberflächennahe Geothermie

Auslegung

Sondenfeld		
Sondenanzahl	[Stk]	85
Sondenlänge	[m]	100
Grundfläche	[m ²]	5.440

Kollektorfeld		
Anzahl Kollektorstränge	[Stk]	213
Stranglänge	[m]	100
Grundfläche	[m ²]	17.040

Energiebilanz

Bedarf frei Netz = Entzug	[MWh/a]	1.021	
Hilfsenergiebedarf	[MWh/a]	2,91	0,58

Kalte Wärme BPL 38 BA 1 mit Sondenfeld, mit PV

Investitionskostenschätzung

(Preise sind Nettopreise)

		EP	GP
Sondenfeld (inkl. Verrohrung)	9.000 m	96 €/m	864.000 €
Kaltwärmenetz	2.100 trm	90 €/trm	189.000 €
Hausanschlüsse	64 Stk	2.300 €/Stk	147.200 €
Wärmepumpen inkl. Speicher	64 Stk	15.000 €/Stk	960.000 €
Peripherie	psch.		54.000 €
Zwischensumme			2.214.200 €
Unvorhergesehenes	15%		332.100 €
Nebenkosten	12%		265.700 €

Investition vor Förderung		2.812.000 €
Summe Förderung	40,0%	1.124.800 €
BEW - systemische Förderung	40,0%	1.124.800 €
Investition nach Förderung		1.687.200 €

Betriebskostenschätzung

(Preise sind Nettopreise)

Personalkosten (TBF / KBF)	7.900 €/a
Wartung / Instandhaltung	21.100 €/a
Versicherungen / Abgaben...	15.100 €/a
Summe Betriebskosten	44.100 €/a

Verbrauchskostenschätzung

(Preise sind Nettopreise)

PV-Strom (Wärmepumpen)	134,4 MWh/a	10,00 ct/kWh	13.440 €/a
Wärmepumpenstrom (Netz)	157,2 MWh/a	40,00 ct/kWh	62.880 €/a
Hilfsenergie (Strom - Netz)	6,8 MWh/a	40,00 ct/kWh	2.720 €/a
CO ₂ -Preis-Umlage	86 t/a	35,00 €/t	3.010 €/a
Summe Verbrauchskosten			82.050 €/a

Berechnung Wärmegestehungskosten

(Preise sind Nettopreise)

Jährliche Kapitalkosten (Annuitätenmethode)	98.035 €
--	-----------------

Zinssatz	3,50% p.a.
Laufzeit	20 a
Restwert	584.775 €
KWF	0,0704
RVF	0,0354

Jährliche Betriebskosten (siehe oben)	44.100 €
--	-----------------

Jährliche Verbrauchskosten (siehe oben)	82.050 €
--	-----------------

Jahreskosten gesamt	224.185 €
Jahresnutzwärmebedarf	1.312 MWh
Wärmegestehungskosten	170,86 €/MWh

Kalte Wärme BPL 38 BA 1 mit Kollektorfeld, mit PV

Investitionskostenschätzung

(Preise sind Nettopreise)

		EP	GP
Sondenfeld (inkl. Verrohrung)	17.040 m ²	41 €/m ²	698.600 €
Kaltwärmenetz	2.100 trm	90 €/trm	189.000 €
Hausanschlüsse	64 Stk	2.300 €/Stk	147.200 €
Wärmepumpen inkl. Speicher	64 Stk	15.000 €/Stk	960.000 €
Peripherie	psch.		50.000 €
Zwischensumme			2.044.800 €
Unvorhergesehenes	15%		306.700 €
Nebenkosten	12%		245.400 €

Investition vor Förderung		2.596.900 €
Summe Förderung	40,0%	1.038.760 €
BEW - systemische Förderung	40,0%	1.038.760 €
Investition nach Förderung		1.558.140 €

Betriebskostenschätzung

(Preise sind Nettopreise)

Personalkosten (TBF / KBF)	7.900 €/a
Wartung / Instandhaltung	19.500 €/a
Versicherungen / Abgaben...	13.900 €/a
Summe Betriebskosten	41.300 €/a

Verbrauchskostenschätzung

(Preise sind Nettopreise)

PV-Strom (Wärmepumpen)	134,4 MWh/a	10,00 ct/kWh	13.440 €/a
Wärmepumpenstrom (Netz)	157,2 MWh/a	40,00 ct/kWh	62.880 €/a
Hilfsenergie (Strom - Netz)	4,6 MWh/a	40,00 ct/kWh	1.860 €/a
CO ₂ -Preis-Umlage	85 t/a	35,00 €/t	2.970 €/a
Summe Verbrauchskosten			81.150 €/a

Berechnung Wärmegestehungskosten

(Preise sind Nettopreise)

Jährliche Kapitalkosten (Annuitätenmethode)	92.263 €
--	-----------------

Zinssatz	3,50% p.a.
Laufzeit	20 a
Restwert	491.203 €
KWF	0,0704
RVF	0,0354

Jährliche Betriebskosten (siehe oben)	41.300 €
--	-----------------

Jährliche Verbrauchskosten (siehe oben)	81.150 €
--	-----------------

Jahreskosten gesamt	214.713 €
Jahresnutzwärmebedarf	1.312 MWh
Wärmegestehungskosten	163,64 €/MWh

Thema: Konzept Kalte Nahwärme BPL 38 Boltenhagen

Projekt: T22.32 KNW Boltenhagen

Bearbeitungsstand: 30.11.2022

TRIGENIUS
DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG

Anhang 2

Kalkulation kalte Nahwärme Bauabschnitt 2 (Varianten 2A und 2B)

Zusammenfassung Kaltes Wärmenetz

Netzstruktur

Abnehmer	52
Netzlänge	1.880 trm

Energiebilanz

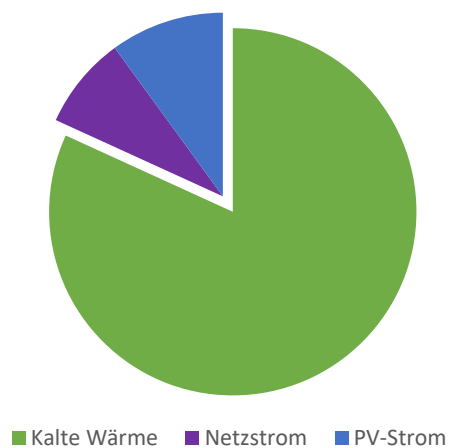
	Leistung [kW]	Wärme / Arbeit [MWh/a]	
Wärmebedarf Abnehmer / Erzeugung Wärmepumpen	366	844,8	
<i>mittl. Jahres-Arbeitszahl</i>		4,5	
Wärmepumpenstrom		187,7	100,0%
<i>davon Netzstrom</i>		84,3	44,9%
<i>davon PV-Strom</i>		103,4	55,1%
Kalte Wärme (Netz)	270	657,1	

Netzpumpe (Hilfsenergie)	6,6	2,72 MWh/a
--------------------------	-----	------------

Leitungsbemessung

	Hauptl.	Anschlussl.	Gesamt
Länge	1.100 trm	780 trm	1.880 trm
Nennweite (mittel)	DN 80	DN 20	DN 50
Nennweite (max)			DN 100

Quellen Wärmebereitstellung



Zusammenfassung Oberflächennahe Geothermie

Auslegung

Sondenfeld		
Sondenanzahl	[Stk]	55
Sondenlänge	[m]	100
Grundfläche	[m ²]	3.520

Kollektorfeld		
Anzahl Kollektorstränge	[Stk]	136
Stranglänge	[m]	100
Grundfläche	[m ²]	10.880

Energiebilanz

Bedarf frei Netz = Entzug	[MWh/a]	657	
Hilfsenergiebedarf	[MWh/a]	1,60	0,36

Kalte Wärme BPL 38 BA 2 mit Sondenfeld, mit PV

Investitionskostenschätzung

(Preise sind Nettopreise)

		<u>EP</u>	<u>GP</u>
Sondenfeld (inkl. Verrohrung)	5.800 m	96 €/m	556.800 €
Kaltwärmenetz	1.880 trm	90 €/trm	169.200 €
Hausanschlüsse	52 Stk	2.300 €/Stk	119.600 €
Wärmepumpen inkl. Speicher	52 Stk	15.000 €/Stk	780.000 €
Peripherie	psch.		41.000 €
Zwischensumme			1.666.600 €
Unvorhergesehenes	15%		250.000 €
Nebenkosten	12%		200.000 €

Investition vor Förderung		2.116.600 €
Summe Förderung	40,0%	846.640 €
BEW - systemische Förderung	40,0%	846.640 €
Investition nach Förderung		1.269.960 €

Betriebskostenschätzung

(Preise sind Nettopreise)

Personalkosten (TBF / KBF)	5.100 €/a
Wartung / Instandhaltung	15.900 €/a
Versicherungen / Abgaben...	11.300 €/a
Summe Betriebskosten	32.300 €/a

Verbrauchskostenschätzung

(Preise sind Nettopreise)

PV-Strom (Wärmepumpen)	103,4 MWh/a	10,00 ct/kWh	10.340 €/a
Wärmepumpenstrom (Netz)	84,3 MWh/a	40,00 ct/kWh	33.720 €/a
Hilfsenergie (Strom - Netz)	4,3 MWh/a	40,00 ct/kWh	1.730 €/a
CO ₂ -Preis-Umlage	48 t/a	35,00 €/t	1.680 €/a
Summe Verbrauchskosten			47.470 €/a

Berechnung Wärmegestehungskosten

(Preise sind Nettopreise)

Jährliche Kapitalkosten (Annuitätenmethode)	75.150 €
--	-----------------

Zinssatz	3,50% p.a.
Laufzeit	20 a
Restwert	401.733 €
KWF	0,0704
RVF	0,0354

Jährliche Betriebskosten (siehe oben)	32.300 €
--	-----------------

Jährliche Verbrauchskosten (siehe oben)	47.470 €
--	-----------------

Jahreskosten gesamt	154.920 €
Jahresnutzwärmebedarf	845 MWh
Wärmegestehungskosten	183,38 €/MWh

Kalte Wärme BPL 38 BA 2 mit Kollektorfeld, mit PV

Investitionskostenschätzung

(Preise sind Nettopreise)

		EP	GP
Kollektorfeld (inkl. Verrohrung)	10.880 m ²	41 €/m	446.100 €
Kaltwärmenetz	1.880 trm	90 €/trm	169.200 €
Hausanschlüsse	52 Stk	2.300 €/Stk	119.600 €
Wärmepumpen inkl. Speicher	52 Stk	15.000 €/Stk	780.000 €
Peripherie	psch.		38.000 €
Zwischensumme			1.552.900 €
Unvorhergesehenes	15%		232.900 €
Nebenkosten	12%		186.300 €

Investition vor Förderung		1.972.100 €
Summe Förderung	40,0%	788.840 €
BEW - systemische Förderung	40,0%	788.840 €
Investition nach Förderung		1.183.260 €

Betriebskostenschätzung

(Preise sind Nettopreise)

Personalkosten (TBF / KBF)	5.100 €/a
Wartung / Instandhaltung	14.800 €/a
Versicherungen / Abgaben...	10.600 €/a
Summe Betriebskosten	30.500 €/a

Verbrauchskostenschätzung

(Preise sind Nettopreise)

PV-Strom (Wärmepumpen)	103,4 MWh/a	10,00 ct/kWh	10.340 €/a
Wärmepumpenstrom (Netz)	84,3 MWh/a	40,00 ct/kWh	33.720 €/a
Hilfsenergie (Strom - Netz)	3,1 MWh/a	40,00 ct/kWh	1.230 €/a
CO ₂ -Preis-Umlage	47 t/a	35,00 €/t	1.660 €/a
Summe Verbrauchskosten			46.950 €/a

Berechnung Wärmegestehungskosten

(Preise sind Nettopreise)

Jährliche Kapitalkosten (Annuitätenmethode)	71.260 €
--	-----------------

Zinssatz	3,50% p.a.
Laufzeit	20 a
Restwert	339.231 €
KWF	0,0704
RVF	0,0354

Jährliche Betriebskosten (siehe oben)	30.500 €
--	-----------------

Jährliche Verbrauchskosten (siehe oben)	46.950 €
--	-----------------

Jahreskosten gesamt	148.710 €
Jahresnutzwärmebedarf	845 MWh
Wärmegestehungskosten	176,03 €/MWh