



Weil der Stadt

Wärmeversorgung des Neubaugebietes
Häugern Nord mit konventioneller und kal-
ter Nahwärme

Vorplanung Erläuterungsbericht

RBS-Auftrags-Nr. 115500-045

01.03.2021

Die vorliegenden Unterlagen sind unser Eigentum und als solches urheberrechtlich geschützt. Die Veröffentlichung und Vervielfältigung bedarf unserer vorherigen schriftlichen Zustimmung. Wir weisen darauf hin, dass eine Verletzung unseres Urheberrechts zivilrechtliche Schritte bis hin zum Schadensersatzanspruch zur Folge hat.

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung und Aufgabenstellung	3
2.	Konventionelle Nahwärme	4
2.1	Allgemeines	4
2.2	Wärmebedarf	6
2.3	Heizzentrale	7
2.4	Netzdimensionierung	8
2.5	Untersuchte Erzeuger-Varianten	9
2.5.1	Variante 1: BHKW	10
2.5.2	Variante 2: Holzhackschnitzelkessel	12
3.	Kalte Nahwärme	14
3.1	Allgemeines	14
3.2	Wärme- und Kältebedarf	15
3.2.1	Wärmebedarf	15
3.2.2	Kühlbedarf	16
3.3	Auslegung der Erdsonden	16
3.4	Genehmigungen	18
3.5	Netzdimensionierung	18
3.6	Anlagendimensionierung	19
3.6.1	Netzpumpen	19
3.6.2	Wärmetauscher zur konventionellen Nahwärme	19
3.6.3	Wärmepumpen (dezentral)	19
3.6.4	Aufstellungsplan Sole-Zentrale	20
4.	Wirtschaftlichkeitsrechnung	22
4.1	Konventionelle Nahwärme	22
4.1.1	Wirtschaftliche Grundlagen	22
4.1.2	Wirtschaftliche Bewertung	24
4.1.3	Ökologische Bewertung	26
4.2	Kalte Nahwärme	28
4.2.1	Wirtschaftliche Grundlagen	28
4.2.2	Wirtschaftliche Bewertung	30
4.2.3	Ökologische Bewertung	32
4.3	Kombinierte Wärmegestehungskosten	33
5.	Risikobewertung Holzfeuerung	35
6.	Projektrealisierung	38
7.	Bewertung und Empfehlung	39

1. Einleitung und Aufgabenstellung

In Weil der Stadt wird das Neubaugebiet „Häugern-Nord“ mit einer Fläche von ca. 10 ha erschlossen. Im Rahmen eines Energiekonzeptes wurden verschiedene nachhaltige Wärmeversorgungsvarianten für das Gebiet erarbeitet und verglichen.

Im Rahmen der Vorplanung soll nun die Hybrid-Lösung (Konventionelle und kalte Nahwärme kombiniert) weiterverfolgt und genauer untersucht werden.

Der Fokus liegt hierbei auf der Planung und Auslegung der erforderlichen Technikgebäude (Heizzentrale), der Wärmeverteilung (Wärmenetz inkl. Wärmeübergabe) und eines Erdsondenfelds. Die Planung des Erdsondenfelds basiert hierbei auf Daten aus dem Informationssystem Oberflächennahe Geothermie für Baden-Württemberg (ISONG). In der Vorplanung soll zudem die Wirtschaftlichkeitsrechnung des Energiekonzeptes detailliert und fortgeführt werden.

Für die konventionelle Nahwärme werden zwei Erzeugungs-Varianten untersucht und verglichen. Variante 1 mit Kraft-Wärme-Kopplung und Erdgas-Spitzenlastkessel und Variante 2 mit Holzhackschnitzel-Kessel und Erdgas-Spitzenlastkessel.

Für den Holzhackschnitzelkessel von Variante 2 wird zudem eine Risikobewertung durchgeführt, da die geringen Platzverhältnisse für die Heizzentrale im Vorfeld als möglicherweise kritisch eingeschätzt wurden.

Abschließend werden Empfehlungen bezüglich der Projektrealisierung aufgezeigt.

Anhang

- Wirtschaftlichkeitsrechnungen
 - o konventionelle Nahwärme
 - o kalte Nahwärme
- Lagepläne
 - o Erdsondenfeld inkl. Rohrnetz kalte Nahwärme
 - o Hybrid-Wärmeversorgung konventionelle + kalte Nahwärme
 - o Dimensionierung konventionelles Wärmenetz Nenndurchmesser

Verwendete Unterlagen

- Bebauungsplan Entwurf vom 20.09.2019
- Baugrundgutachten vom 06.03.2018
- Hydrogeologisches Gutachten vom 06.07.2018
- Rücksprache mit Erschließungsplaner und Stadt
- Wärmeversorgungskonzept RBS wave, vom 21.08.2020

2. Konventionelle Nahwärme

2.1 Allgemeines

Bei einer Nahwärmeversorgung wird die Wärme zentral in der Heizzentrale erzeugt und anschließend über ein erdverlegtes Wärmenetz (gedämmtes Stahlrohr inkl. Kunststoffmantel (KMR)) an die Abnehmer verteilt.

Im Rahmen des Energiekonzeptes wurden diverse Anschluss-Szenarios bereits verglichen.

Für die Vorplanung soll folgendes Anschlussszenario angenommen werden:

- Quartier 1: Anschluss der Mehrfamilienhäuser
- Quartier 2: Anschluss der Mehrfamilienhäuser und z.T. Reihenhäuser
- Quartier 3: Anschluss des gesamten Quartieres

Die Wärmebedarfe der Einzelgebäude wurde im Wärmeversorgungskonzept ermittelt.

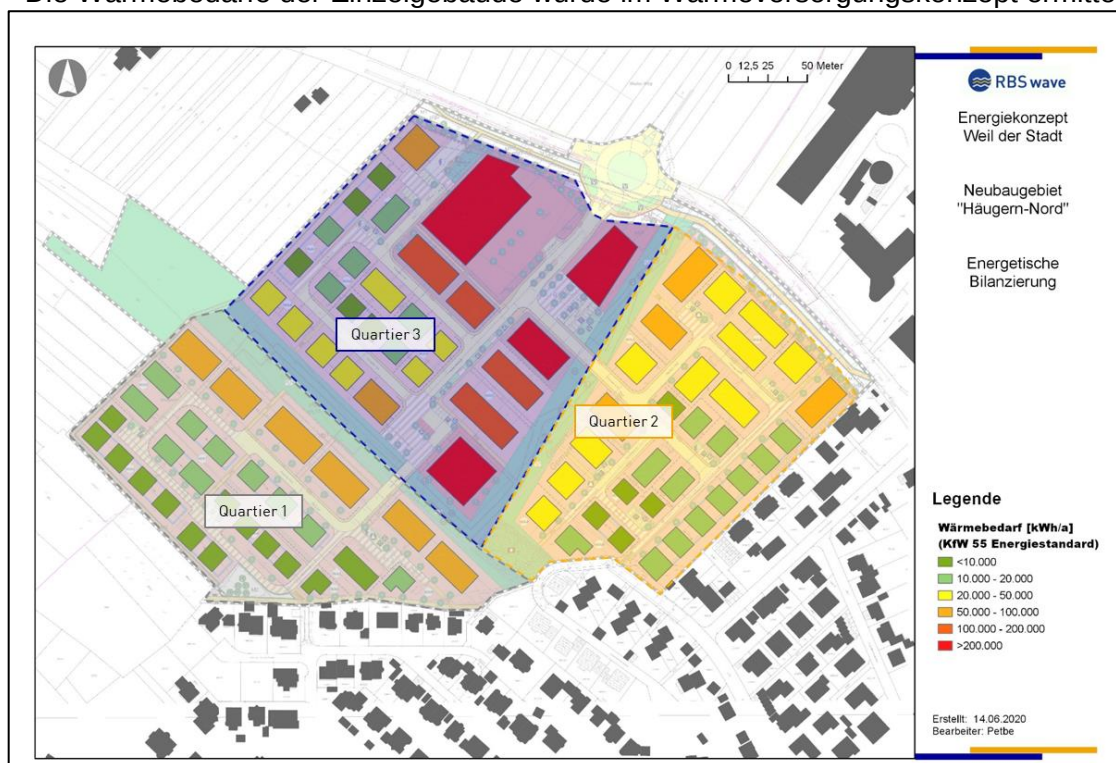


Abbildung 1 Übersichtsplan

Abbildung 2 zeigt das oben beschriebene Anschlusszenario. In Rot ist die Nahwärmetrasse dargestellt. Im Norden ist die Heizzentrale als schraffierte Fläche zu erkennen.

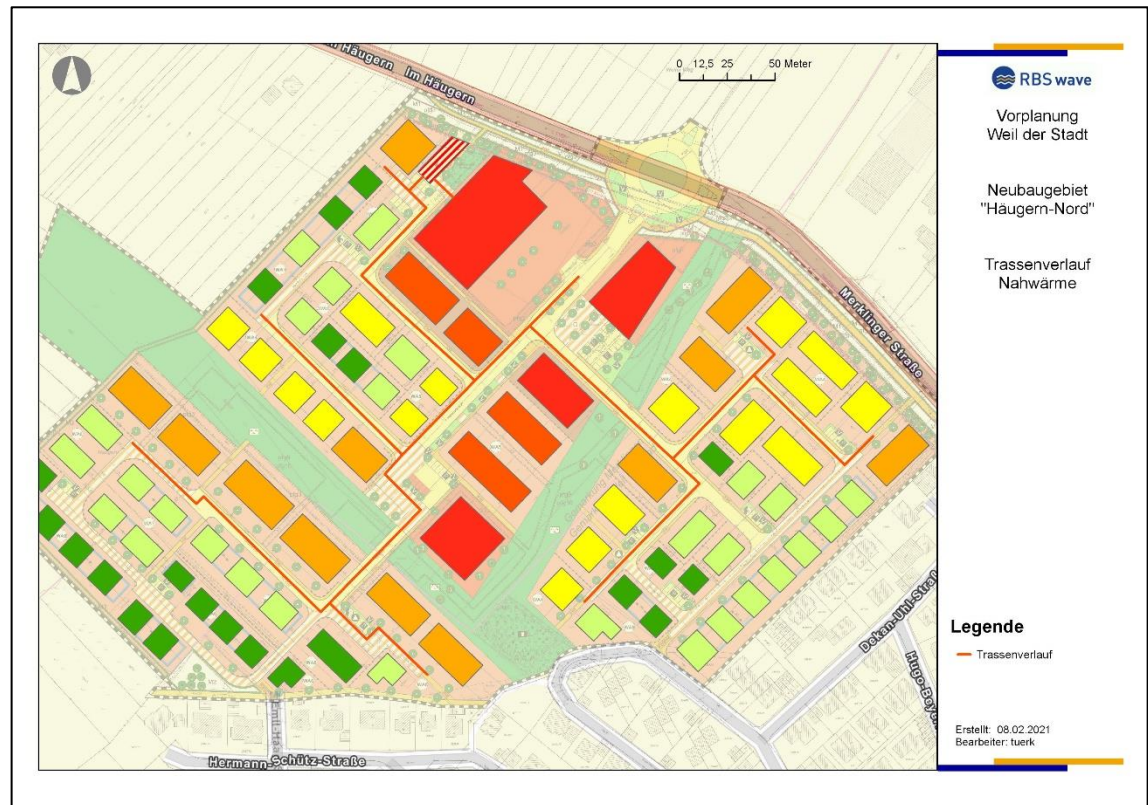


Abbildung 2 Anschlusszenario Nahwärmenetz

2.2 Wärmebedarf

In Quartier 1 sollen insgesamt 22 Gebäude mit einem Wärmebedarf von ca. 390 MWh versorgt werden. Die Heizlast für Quartier 1 beträgt ca. 320 kW.

In Quartier 2 sollen insgesamt 18 Gebäude mit einem Wärmebedarf von 720 MWh versorgt werden. Die Heizlast für Quartier 2 beträgt 600 kW.

In Quartier 3 sollen alle Gebäude mit einem Wärmebedarf von ca. 1.990 MWh versorgt werden. Die Heizlast für Quartier 3 beträgt ca. 1.180 kW.

Tabelle 1 Heizlast der Gebäude in Q1 und Q2

Quartier	Wärmebedarf	Heizlast
Quartier 1	390 MWh	324 kW
Quartier 2	720 MWh	605 kW
Quartier 3	1.990 MWh	1.181 kW
Summe	3.100 MWh	2.110 kW
GZF		0,7
Bereitzustellende Leistung		~ 1.500 kW

Anhand der Anzahl der angeschlossenen Gebäude von 50 Gebäuden ergibt sich ein Gleichzeitigkeitsfaktor von 0,7. Dies bedeutet die bereitzustellende Leistung verringert sich um 30% auf 1.500 kW.

2.3 Heizzentrale

Für die Heizzentrale ist ein Baufeld in Quartier 3 zwischen Lebensmittel-Einzelhandel und einem Mehrfamilienhaus mit einer Fläche von 225 m² vorgesehen. (siehe Abbildung)

Unter Berücksichtigung des Grenzabstands von 2,5 m ergibt sich eine für die Heizzentrale nutzbare Gebäudegrundfläche von 80m² und einer Breite des Baufensters von ca. 3,5 – 4 m. Durch die Nähe zur Merklingerstraße/L1182 und die dort verlegte Erdgasleitung ist ein Anschluss an das Erdgasnetz möglich.

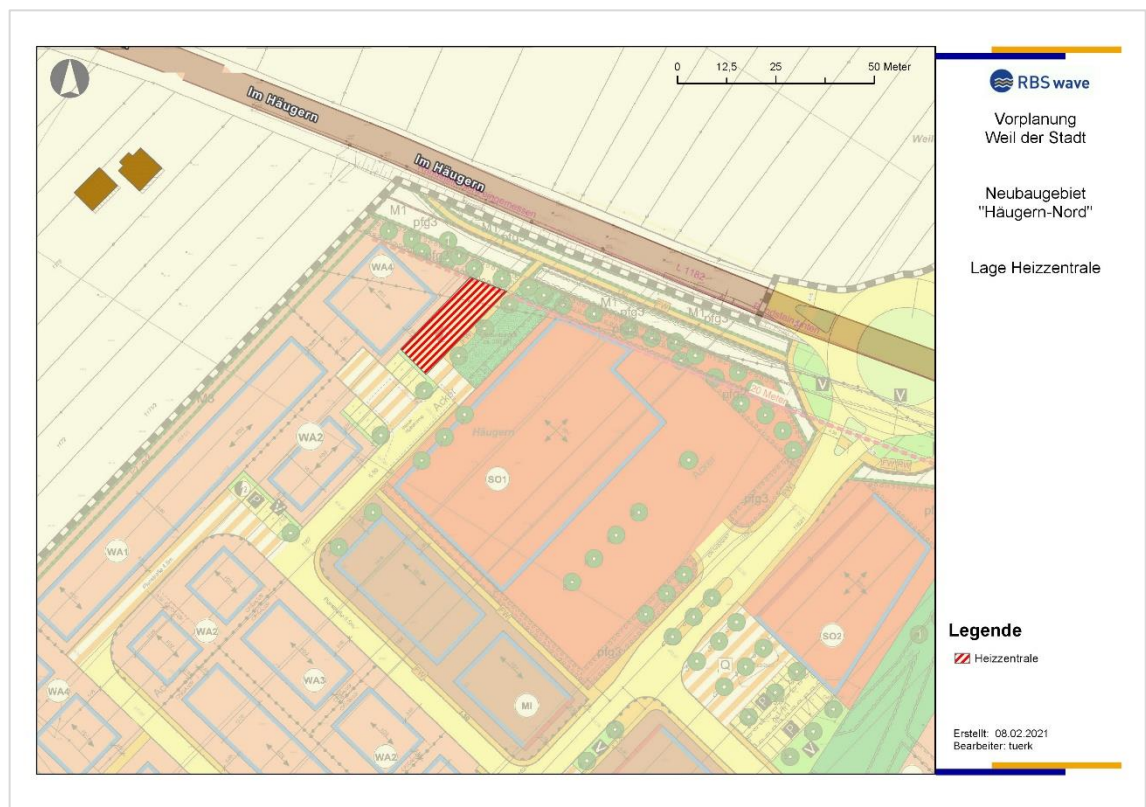


Abbildung 3 Lage Heizzentrale

Für Variante 1 mit BHKW und Erdgaskessel ist eine eingeschossige Ausführung der Heizzentrale ausreichend.

Aufgrund der Aggregatsgrößen und der damit verbundenen notwendigen Aufstellfläche, ist bei Variante 2 mit Holzhackschnitzelkessel eine zweigeschossige Ausführung notwendig. Die Stockwerke müssen jeweils eine Höhe von ca. 4 m besitzen.

Hinsichtlich der Abgasführung gilt gemäß TA-Luft und geringen Massenströme für den Schornstein eine Mindesthöhe von 10 m und 3 m über dem Dachfirst der umliegenden Gebäude.

2.4 Netzdimensionierung

Die Gesamtlänge des „warmen“ Wärmenetzes beträgt ca. 1.590 m. Hiervon verteilen sich 1.000 m auf die Haupttrasse und 590 m auf die Anschlussleitungen der Häuser.

Aufgrund der beengten Platzverhältnisse in den Straßen wird empfohlen, ein PEX-Doppelrohr zu verwenden.

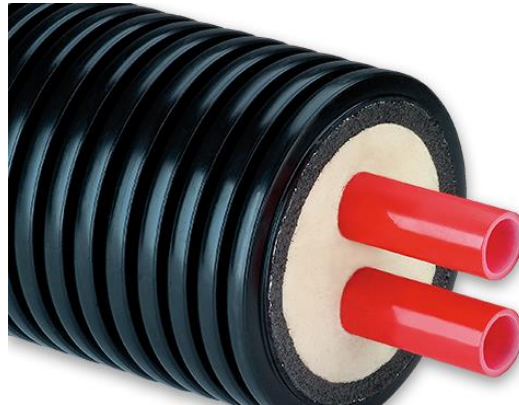


Abbildung 4 PEX-Doppelrohr, Quelle: rehau

Auf Basis der Anschlussleistungen und zu erwarteten Volumenströme wurde eine Rohrnetzberechnung durchgeführt.

Die detaillierte Rohrnetzberechnung ist im Anhang als Excel-Sheet beigefügt.

Die größte Rohrdimension des Nahwärmenetzes ist DN 125; die kleinste Rohrdimension ist DN 20.

Der zu erwartende Volumenstrom beträgt 54 m³/h.

Die Dimensionierung der Netzpumpe ergibt auf Basis dieser Berechnung eine erforderliche Pumpleistung von ca. 7,5 kW. Aus Redundanzgründen wird empfohlen zwei Pumpen mit jeweils 100% der Leistung vorzusehen.

2.5 **Untersuchte Erzeuger-Varianten**

Als Ergebnis des Energiekonzeptes sollen zwei Erzeugervarianten genauer untersucht werden. Eine Variante mit Kraft-Wärme-Kopplung unter Einsatz eines Blockheizkraftwerkes (BHKW) und eine Variante mit einem Biomassekessel unter Einsatz eines Holzhaackschnitzelkessels (HHS-Kessel).

In beiden Varianten werden die jeweiligen Aggregate um zwei schnell regelbare und modulierende Erdgas-Spitzenlastkessel (SLK) für die Abdeckung der Spitzenlast ergänzt.

Um ein häufiges Takten des BHKW oder HHS-Kessels zu vermeiden, wird ein Wärmespeicher von 15 m³ empfohlen. Dies ermöglicht den beiden Grundlasterzeugern eine „taktfreie“ Mindestlaufzeit von 45 Minuten bzw. einer Stunde unter Volllast. Eine möglichst lange Mindestlaufzeit unter Volllast ist insofern wichtig, da bei häufigem Takten der Grundlasterzeuger die Aggregate wartungsintensiver werden, die Laufzeit verringert wird und ihr Nutzungsgrad abnimmt.

In den folgenden Kapiteln 2.5.1 und 2.5.2 wird genauer auf die genannten Anlagenkonstellationen eingegangen.

2.5.1 Variante 1: BHKW

Bei Variante 1 wird für die Abdeckung der Grund- und Mittellast ein BHKW mit einer thermischen Leistung von 260 kW und einer elektrischen Leistung von 210 kW eingesetzt. Für die Deckung der Spitzenlast sind zwei Erdgas-Brennwertkessel mit einer Heizleistung von jeweils 1.050 kW vorgesehen.

Fällt das BHKW aus technischen Gründen aus, kann die gesamte Wärmeerzeugung von den zwei Erdgas-Brennwertkesseln übernommen werden.

Abbildung 5 zeigt die Jahresdauerlinie dieser Variante. Die blau markierte Fläche zeigt die vom BHKW erzeugte Wärme, die gelb markierte Fläche die von den Erdgas-Brennwertkesseln erzeugte Wärme.

Der Deckungsanteil des BHKW liegt bei 53%. Die übrigen 47% werden durch die Erdgas-Brennwertkessel bereitgestellt.

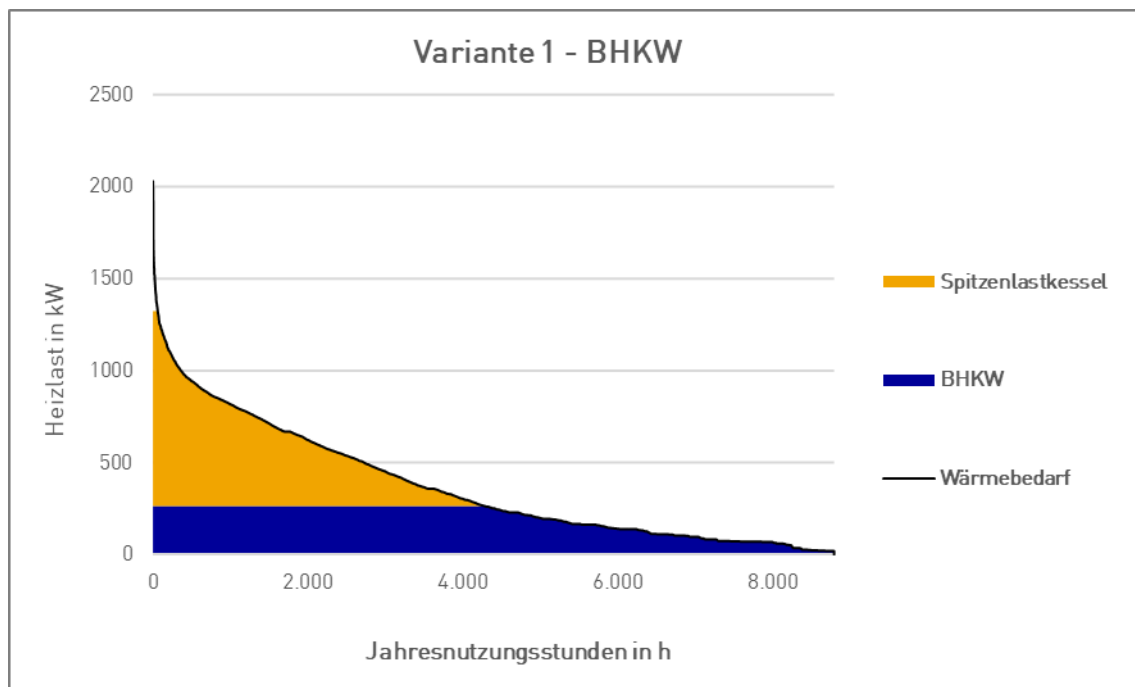


Abbildung 5 Jahresdauerlinie Variante 1 BHKW

Anhand der ermittelten Anlagengröße und der in der Heizzentrale verfügbaren Aufstellfläche wurde ein möglicher Aufstellplan der Aggregate ermittelt. Wie in Kapitel 2.3 erläutert ist eine eingeschossige Heizzentrale für diese Variante ausreichend.

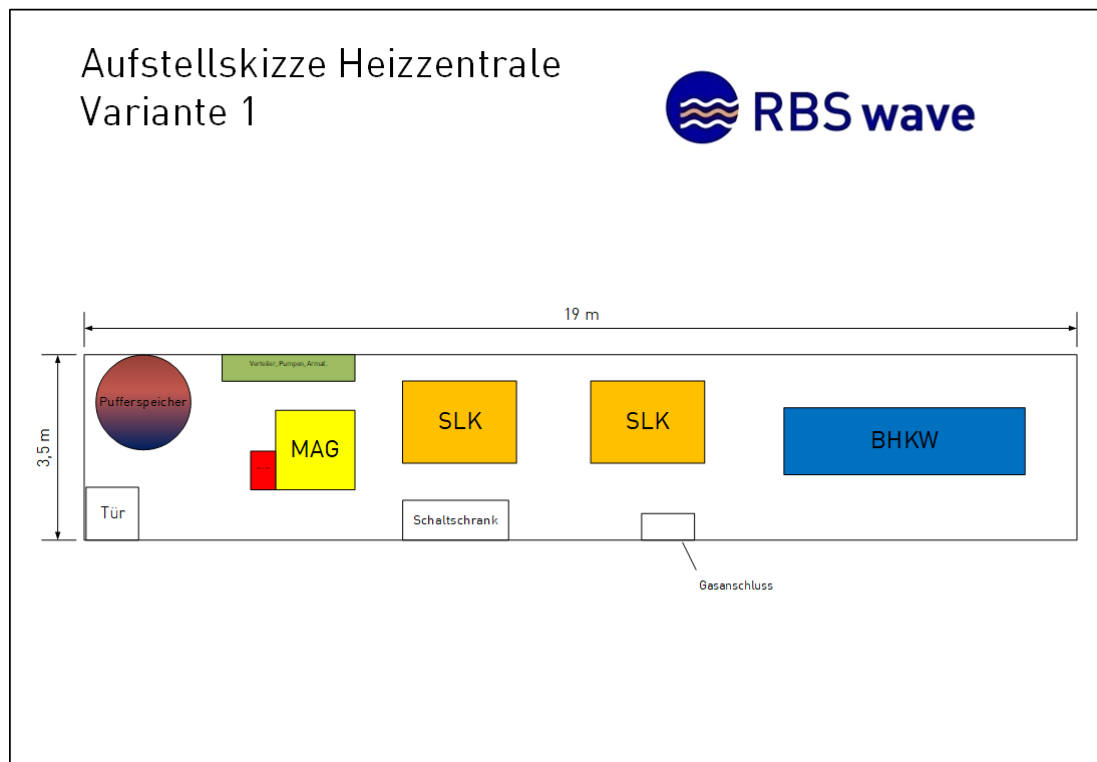


Abbildung 6 Aufstellskizze Heizzentrale Variante 1

2.5.2 Variante 2: Holzhackschnitzelkessel

Bei Variante 2 ist als Grundlasterzeuger ein HHS-Kessel mit einer Heizleistung von ca. 400 kW vorgesehen. Die Deckung der Spitzenlast erfolgt wie bei Variante 1 über zwei Erdgas-Brennwertkessel mit jeweils ca. 1.050 kW.

Fällt der Holzhackschnitzel-Kessel aus (wartungs-)technischen Gründen aus, kann die gesamte Wärmeerzeugung von den zwei Erdgas-Brennwertkesseln übernommen werden.

Abbildung 7 zeigt die Jahresdauerlinie dieser Variante. Die grün markierte Fläche zeigt die vom Holzkessel erzeugte Wärme, die orange markierte Fläche die von den Erdgas-Brennwertkesseln erzeugte Wärme.

Der Deckungsanteil des BHKW am gesamten Wärmebedarf liegt bei ca. 80%. Die übrigen 20% werden durch die Erdgas-Brennwertkessel bereitgestellt.

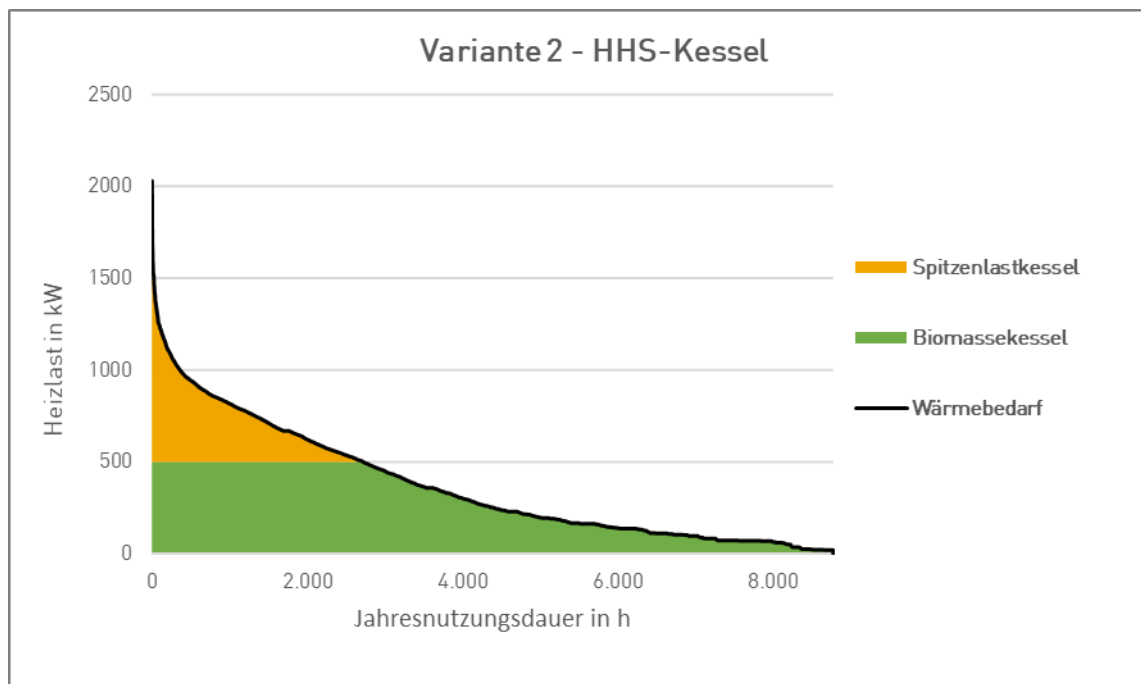


Abbildung 7 Jahresdauerlinie Variante 2 HHS-Kessel

Anhand der ermittelten Anlagengröße und der in der Heizzentrale verfügbaren Aufstellfläche wurde ein möglicher Aufstellplan der Aggregate ermittelt. Wie in Kapitel 2.3 erläutert ist eine zweigeschossige Bauweise der Heizzentrale notwendig. Wegen des Brennstofflagers für die Holzhackschnitzel wird eine Unterkellerung empfohlen, um den Abladevorgang der Holzhackschnitzel zu vereinfachen. Das Volumen des HHS-Silos beträgt ca. 37 m³ und entspricht etwa einer Speicherkapazität von 37 MWh.

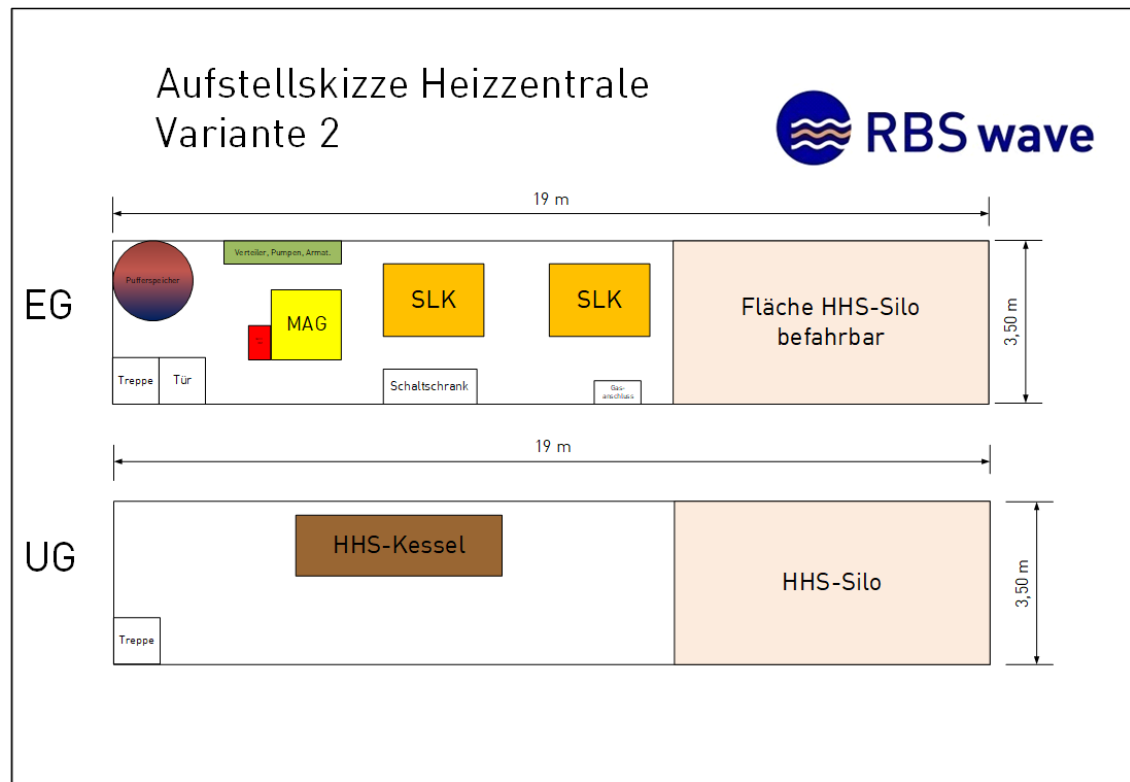


Abbildung 8 Aufstellskizze Heizzentrale Variante 2

3. Kalte Nahwärme

3.1 Allgemeines

Als Ergebnis des vorangegangenen Energiekonzeptes sollen die Einfamilienhäuser, sowie Doppel- und Reihenhäuser von Quartier 1 und 2 an das kalte Nahwärmenetz angeschlossen werden. Ebenso sollen die Sonderbauten Einzelhandel und Hotel aus Quartier 1 an das kalte Nahwärmenetz angeschlossen werden, um mittels kalter Nahwärme das Gebäude zu klimatisieren.

Als positiven Nebeneffekt wird hierdurch eine gute Regenerierung der Sonden im Sommer ermöglicht.

Abbildung 9 zeigt das Funktionsschema der kalten Nahwärme für das Neubaugebiet Häugern Nord.

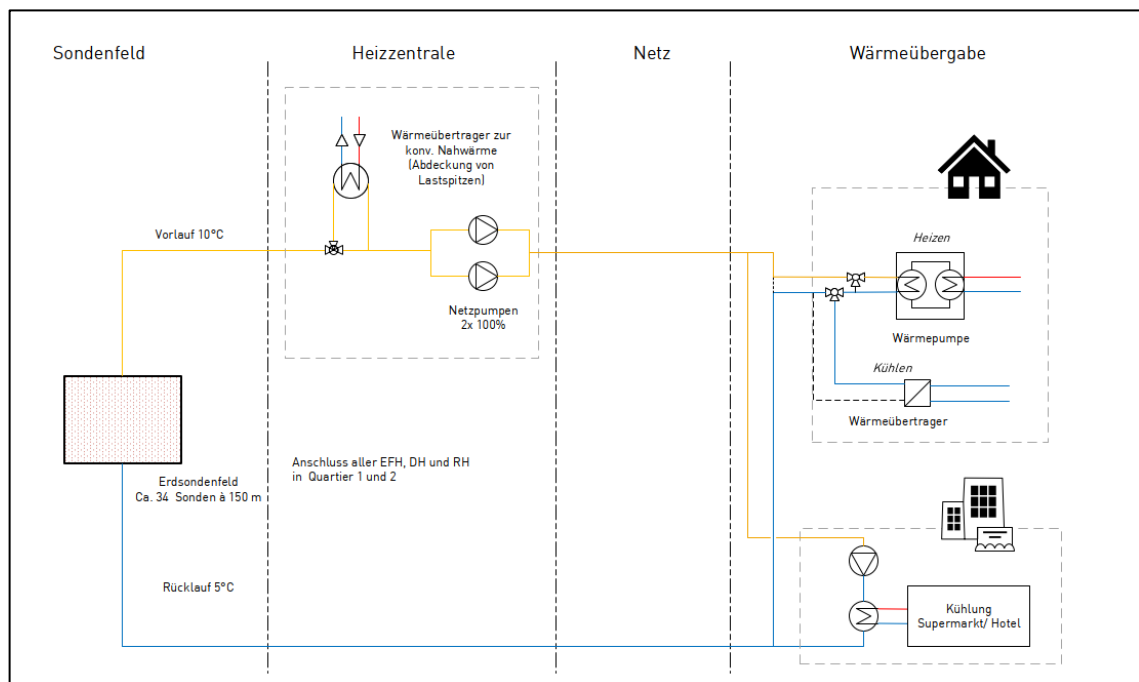


Abbildung 9 Schema Kalte Nahwärmeversorgung Häugern Nord

3.2 Wärme- und Kältebedarf

3.2.1 Wärmebedarf

In Quartier 1 sollen insgesamt 22 Gebäude mit einem Wärmebedarf von 251 MWh mit kalter Nahwärme versorgt werden. Die Heizlast für Quartier 1 beträgt 238 kW.

In Quartier 2 sollen insgesamt 18 Gebäude mit einem Wärmebedarf von 194 MWh versorgt werden. Die Heizlast für Quartier 2 beträgt 179 kW.

Unter Berücksichtigung einer Jahresarbeitszahl von 4,5 für die dezentralen Sole-Wasser-Wärmepumpen (Anforderungen im Neubau für Förderfähigkeit) errechnen sich die durch die kalte Nahwärme bereitzustellende Leistung für die Quartiere 1 und 2 wie folgt:

Tabelle 2 Heizlast der Gebäude in Q1 und Q2

Quartier	Heizlast	JAZ	Bereitstellung durch WP	Bereitstellung durch kalte Nahwärme
Quartier 1	238 kW	4,5	53 kW	185 kW
Quartier 2	179 kW	4,5	40 kW	139 kW
Summe	417 kW	4,5	93 kW	324 kW

Unter der Berücksichtigung eines für kalte Nahwärmenetze typischen konservativen Gleichzeitigkeitsfaktors von GZF=0,75 ergibt sich die durch die kalte Nahwärme (Erdsonden) bereitzustellende Leistung zu:

$$P_{\text{Erdsonden}} = 324 \text{ kW} \times 0,75 = 243 \text{ kW}$$

3.2.2 Kühlbedarf

In Quartier 1 sollen die Sonderbauten Supermarkt und Hotel ebenfalls an die kalte Nahwärme angeschlossen werden, um damit die Kühlung und Klimatisierung der Gebäude zu ermöglichen. Hierbei dient die kalte Nahwärme als Wärmesenke. Hierdurch wird der Rücklauf der Kalten Nahwärme erwärmt und regeneriert damit die Sonden. Hierbei ist aber zu beachten, dass der Wärmeeintrag mit dem Wärmeentzug bilanziell ausgeglichen ist. D.h. es darf nicht mehr Wärme der Erde zugeführt werden als im Winter entzogen wird.

Der Kühlbedarf wurde im Energiekonzept (Kapitel 4.3) anhand gebäudetypischer Verbrauchswerte wie folgt abgeschätzt:

Gebäude	Kältelast	Kühlbedarf
Hotel	340 kW	140 MWh/a
Einzelhandel	120 kW	380 MWh/a
Summe	460 kW	520 MWh

Der zur passiven Klimatisierung des Einzelhandels und des Hotels erforderliche Kältebedarf kann im Sommer durch das kalte Nahwärmenetz abgedeckt werden. Die Wärmeversorgung dieser Gebäude soll jedoch über konventionelle Nahwärme erfolgen.

3.3 Auslegung der Erdsonden

Gemäß einem Standortauszug aus dem Informationssystem für oberflächennahe Geothermie (ISONG) lässt sich die spezifische Entzugsleistung auf ca. 60 W/m Bohrtiefe abschätzen.

Es wird eine Bohrtiefe von 150 m pro Sonde angenommen, woraus sich eine Sondenentzugsleistung von 9 kW ergibt.

Gemäß der in Kapitel 0.1 erforderlichen Leistung der kalten Nahwärme von 243 kW, ergibt sich eine notwendige Sonden-Anzahl von **28 Sonden à 150m**.

Unter Berücksichtigung der Abstände zwischen den einzelnen Sonden von 10 m sowie dem Abstand zur Grundstücksgrenze von 5 m sind auf der zur Verfügung stehenden Fläche (Grünfläche zwischen den drei Quartieren) eine Gesamtanzahl von 142 Erdsonden möglich. Diese sind in Abbildung 10 dargestellt. Hierbei unberücksichtigt blieben Verkehrswege, Objekte zur Entwässerung oder geplante Trassenführungen.

Dennoch wird die zur Verfügung stehende **Fläche** für die erforderlichen 28 Sonden als **ausreichend** erachtet.

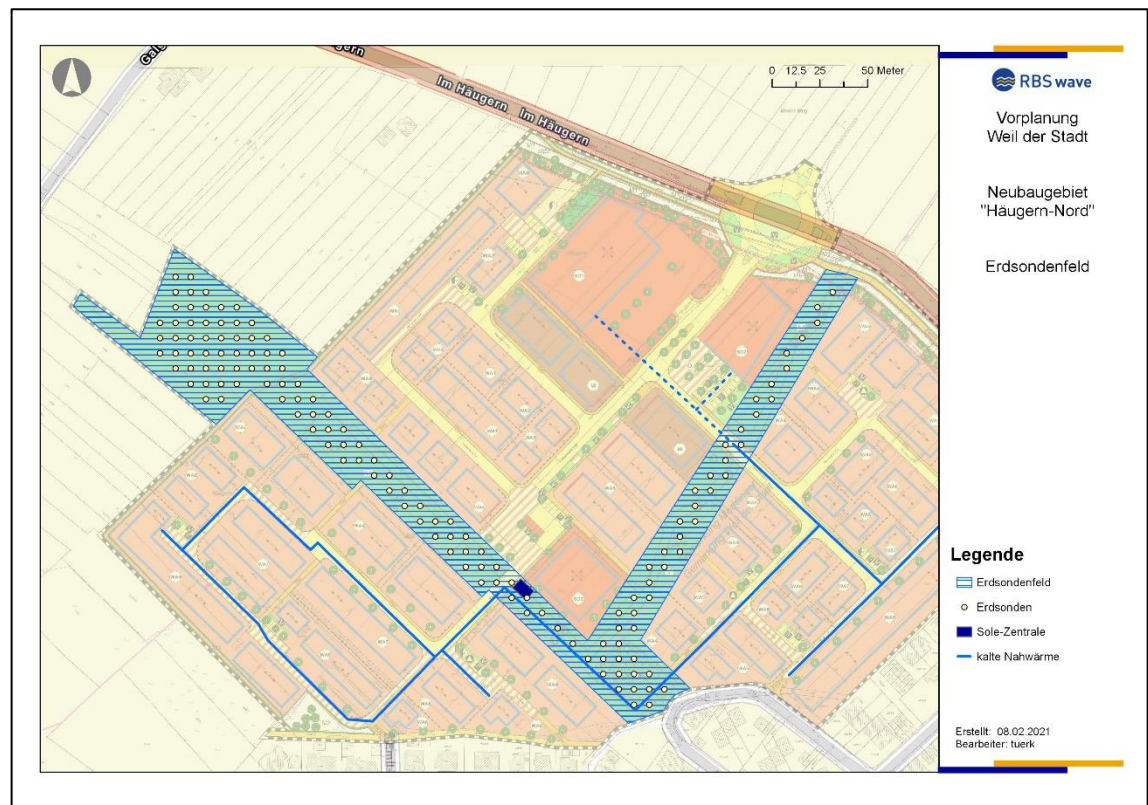


Abbildung 10 Erdsondenfeld Häugern Nord

Diese Berechnung auf Basis von ISONG stellt aber lediglich eine Abschätzung dar. Die tatsächliche Ergiebigkeit sollte in jedem Fall auf Basis von Testbohrungen und einem Thermal Response Test (TRT) verifiziert werden.

3.4 Genehmigungen

Für die Durchführung von Erdsondebohrungen muss eine Anzeige nach § 37 Abs. 2 WG bei der unteren Verwaltungsbehörde gestellt werden, die die wesentlichen Projektdaten (Verantwortlichkeit, Lage, Beschreibung, Bohrtechnik, ...) beinhaltet.

Zusätzlich muss aufgrund der geplanten Bohrtiefe von >100 m eine Bohranzeige nach § 127 BbergG und § 4 Lagerstättengesetz beim Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB) gestellt werden. Ebenso ist eine Genehmigung gemäß Lagerstättenverordnung erforderlich. Dieses wurde 2020 durch das Geologiedatengesetz abgelöst.

Das Sondengebiet liegt nach dem hydrogeologischen Gutachten aus dem Jahr 2018 außerhalb von Wasser- und Quellenschutzgebieten. Somit ist im Normalfall mit einer zügigen Genehmigung zu rechnen.

3.5 Netzdimensionierung

Die Gesamtlänge des kalten Nahwärme-Netzes beträgt nach jetzigem Planstand ca. 1.385 m, wovon 868 m auf die Haupttrasse und 517 m auf die Hausanschlüsse entfällt

Auf Basis des Wärmebedarfes der einzelnen Gebäude wurde eine Rohrnetzberechnung durchgeführt.

Folgende Netzparameter wurden angenommen:

- | | |
|---------------------|-------------------------|
| ▪ Sole | Glykosol-Wasser-Gemisch |
| ▪ Konzentration | 20 Vol. % |
| ▪ Temperatur Medium | 10°C |
| ▪ Spreizung | 4 K |

Die detaillierte Rohrnetzberechnung ist im Anhang als Excel-Sheet beigelegt.

Die größte Rohrdimension ist DN 150, die kleinste DN 32. Um die Druckverluste möglichst gering zu halten, wurden ebenfalls die Hausanschlüsse mit DN 32 dimensioniert.

3.6 Anlagendimensionierung

Für den Betrieb des kalten Nahwärmenetzes sind neben den Erdsonden folgende Anlagen notwendig:

- Netzpumpen für die aktive Umwälzung der Sole
- Wärmepumpen (dezentral) in den angeschlossenen Gebäuden
- Wärmetauscher zur Abdeckung der Spitzenlast

3.6.1 Netzpumpen

Der umzuwälzende Sole-Volumenstrom beträgt ca. 173 m³/h bei einem Druckverlust von ca. 3,2 bar im Auslegungsfall.

Die dafür erforderliche **Pumpleistung** beträgt **22 kW**. Aus Redundanzgründen sind analog zur klassischen Nahwärme zwei Pumpen (P1 und P2) mit jeweils 100% der Leistung vorzusehen.

3.6.2 Wärmetauscher zur konventionellen Nahwärme

Um eine zusätzliche Versorgungssicherheit bei hohen Spitzenlasten zu gewährleisten wird ein zusätzlicher Wärmetauscher mit 20% der Heizlast vorgesehen, der als Schnittstelle zwischen konventioneller und kalter Nahwärme fungiert. Bei Bedarf kann die Sole zusätzlich erwärmt werden und somit ganzjährig hohe JAZ der Wärmepumpen ermöglichen.

Die erforderliche Leistung des Wärmetauschers beträgt 65 kW.

3.6.3 Wärmepumpen (dezentral)

Für die Wärmeerzeugung in den angeschlossenen Gebäuden werden Sole-Wasser-Wärmepumpen entsprechend der Gebäudeheizlast benötigt.

Die Wärmepumpen liegen im Leistungsbereich zwischen 7 und 20 kW und sind von vielen namhaften Herstellern verfügbar.

Zusätzlich ist ein Warmwasserspeicher als Ergänzung zur Wärmepumpe vorzusehen.

Der Platzbedarf für die Wärmepumpe, Wärmespeicher und Anschluss an die kalte Nahwärmeleitung beträgt etwa 2m x 1m.

3.6.4 Aufstellungsplan Sole-Zentrale

Der notwendige Platzbedarf für die Netzpumpen und den Wärmetauscher ist in Abbildung 11 dargestellt. Als Grundfläche wurden die Maße einer Standard-Fertigarage angenommen, in der sich die notwendige Anlagentechnik unterbringen lässt. Alternativ ist aufgrund des geringen Platzbedarfes auch eine Unterbringung in einem Technikraum eines umliegenden Gebäudes möglich.

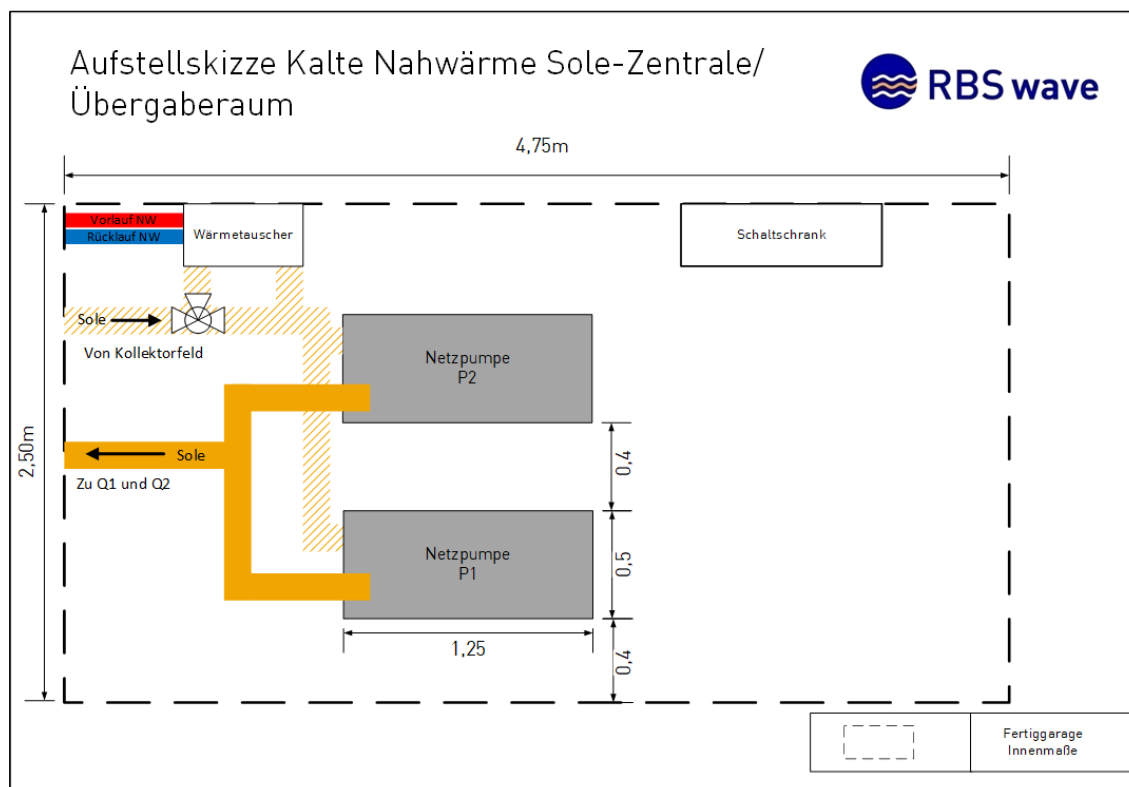


Abbildung 11 Aufstellungsskizze Sole-Zentrale Kalte Nahwärme

Die Solezentrale sollte möglichst zentral zwischen den drei Quartieren liegen, um sämtliche Leitungslängen (Soleleitungen und Anschluss an das konventionelle Nahwärmenetz) möglichst kurz zu halten. In Abbildung 12 wurde ein potenzieller Standort für die Sole-Zentrale zwischen Quartier 1 und Quartier 3 eingezeichnet.

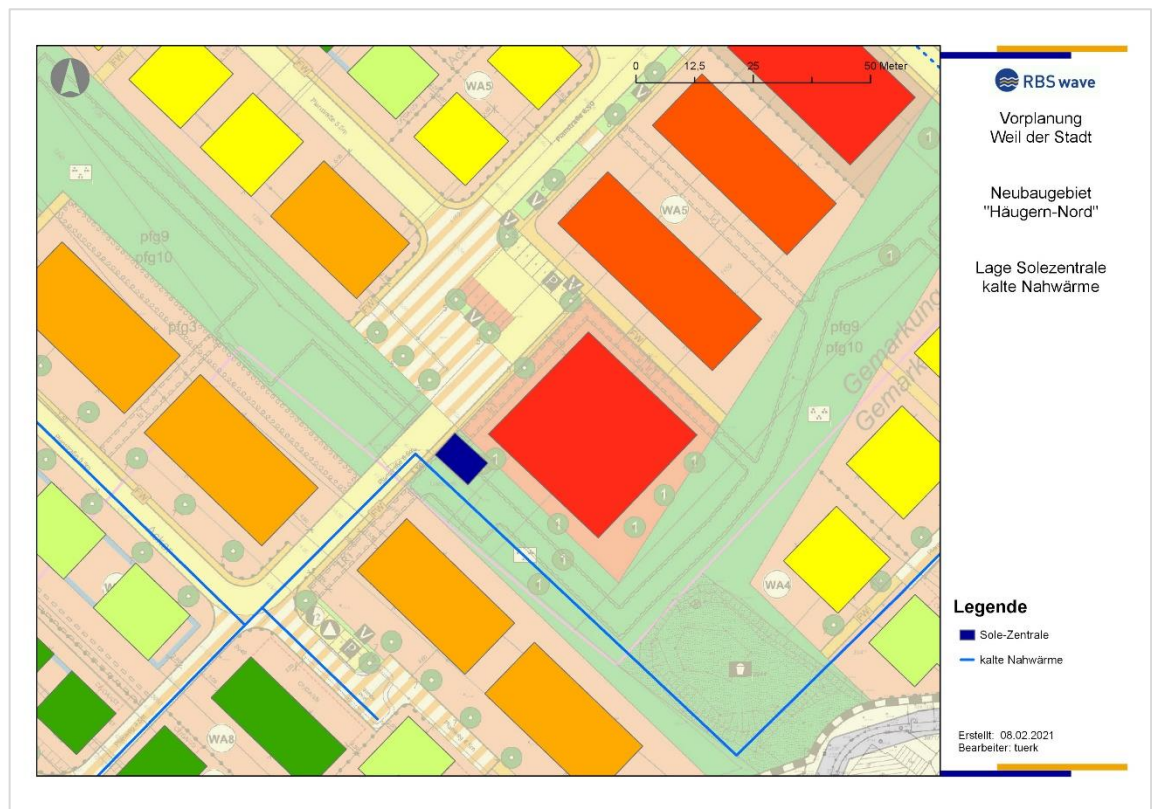


Abbildung 12 Lage Solezentrale

4. Wirtschaftlichkeitsrechnung

4.1 Konventionelle Nahwärme

4.1.1 Wirtschaftliche Grundlagen

Die Kostenschätzung und Dimensionierung der Heizungsanlage basiert auf Angaben der VDI 2067-Richtlinie, diversen Produktkatalogen, dem Baukostenindex BKI, den BHKW-Kenndaten 2014/15, Richtpreisangeboten vergleichbarer Projekte und eigenen Erfahrungswerten. Erfahrungsgemäß können dabei Unschärfen von 20-30 % auftreten. Für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wurden die nachfolgenden Randbedingungen festgelegt.

- Zinssatz: 3,0 % p. a.
- Alle Kostenangaben ohne Mehrwertsteuer

Die Abschreibungsdauern werden in Abhängigkeit vom Anlagenteil in Anlehnung an VDI 2067 wie folgt festgesetzt:

- Erdgas betriebenes BHKW 10 Jahre
- Gaskessel, Biomassekessel, Pufferspeicher 20 Jahre
- Übergabestationen in den Gebäuden 20 Jahre
- Nahwärmeleitung 40 Jahre
- Neubau Heizzentrale 40 Jahre

Zur Vergleichbarkeit verschiedener technischer Varianten zur Wärmeversorgung werden neben den Investitionskosten in € jeweils die Vollkosten in €/a ermittelt. Die daraus resultierenden Wärmegestehungskosten werden in ct/kWh angegeben. Berücksichtigt werden auf der Kostenseite:

- Investition für technische Anlagen inkl. Wärmenetz und Heizzentrale
- Planungskosten
- Bedarfsgebundene Kosten für Brennstoff und Strom
- Betriebsgebundene Kosten für Instandsetzung, Wartung und Inspektion
- Sonstige Kosten wie Versicherung und Verwaltung
- Marge für potenziellen Betreiber

Auf der Einnahmenseite stehen:

- Erlöse durch Stromeinspeisung bei BHKW-Lösungen
- Einsparung durch Eigenstromnutzung bei BHKW-Lösungen
- Mögliche staatliche Förderungen oder dem Land Baden-Württemberg

Die für die Wirtschaftlichkeitsrechnung zugrunde gelegten Energiepreise orientieren sich an durchschnittlichen Preisen verschiedener Versorger. Folgende Preise werden für die Rechnung verwendet:

- Erdgaspreis (Gewerbekunden): 4,55 ct/kWh (netto)
- Holzhackschnitzelpreis: 2,20 ct/kWh (netto)
- Strompreis für Hilfsenergie: 21,00 ct/kWh (netto)
- EEG-Umlage auf Stromeigennutzung (40%): 2,70 ct/kWh (netto)
- Vermiedenes Netznutzungsentgelt: 0,55 ct/kWh (netto)
- Preis für eingespeisten BHKW-Strom 3,94 Cent/kWh (netto, entsprechend dem Durchschnitt EEX aus Q1 2018 bis Q4 2020)
- CO₂-Steuer von 25 €/t_{CO₂} bis zum Jahr 2025 und 55 €/t_{CO₂} ab dem Jahr 2025

Folgende staatliche Förderungen wurden berücksichtigt:

- KWK-Zuschlag gemäß KWKG für erzeugten Strom aus einer KWK-Anlage
- Energiesteuerrückerstattung bei KWK-Anlagen
- Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEW) – nur Variante 2 betreffend¹

Des Weiteren wurden auf Basis von Erfahrungswerten die folgenden Ansätze für spezifische Kosten ermittelt:

- Wärmenetz gedämmt: 500 €/m
- Heizzentrale: 300 €/m³
- Bunker Biomasse: 200 €/m³
- Wärmeübergabestationen je nach Leistung durchschnittlich 5.200 €/Stk

Hierbei wird angenommen, dass die Verlegung des Netzes und der Hausanschlüsse im Zuge der Erschließung erfolgt und die Tiefbauarbeiten nur anteilig auf die Nahwärme umgelegt werden. Bei sonstigen Tiefbaukosten werden Verhältnisse bis maximal Bodenklasse 4 vorausgesetzt.

¹ Bisher liegt nur ein Referentenentwurf dieses Förderprogrammes vor, sodass sich einzelne Fördersummen noch verändern können.

4.1.2 Wirtschaftliche Bewertung

Nachfolgend werden die zwei Varianten der Wärmeverbundlösung genauer betrachtet und einer Einzelversorgung der Gebäude mit einer Luft-WP gegenübergestellt.

Abbildung 13 zeigt die Wärmegestehungskosten (WGK) in ct/kWh ohne und jeweils mit der gültigen CO₂-Steuer.

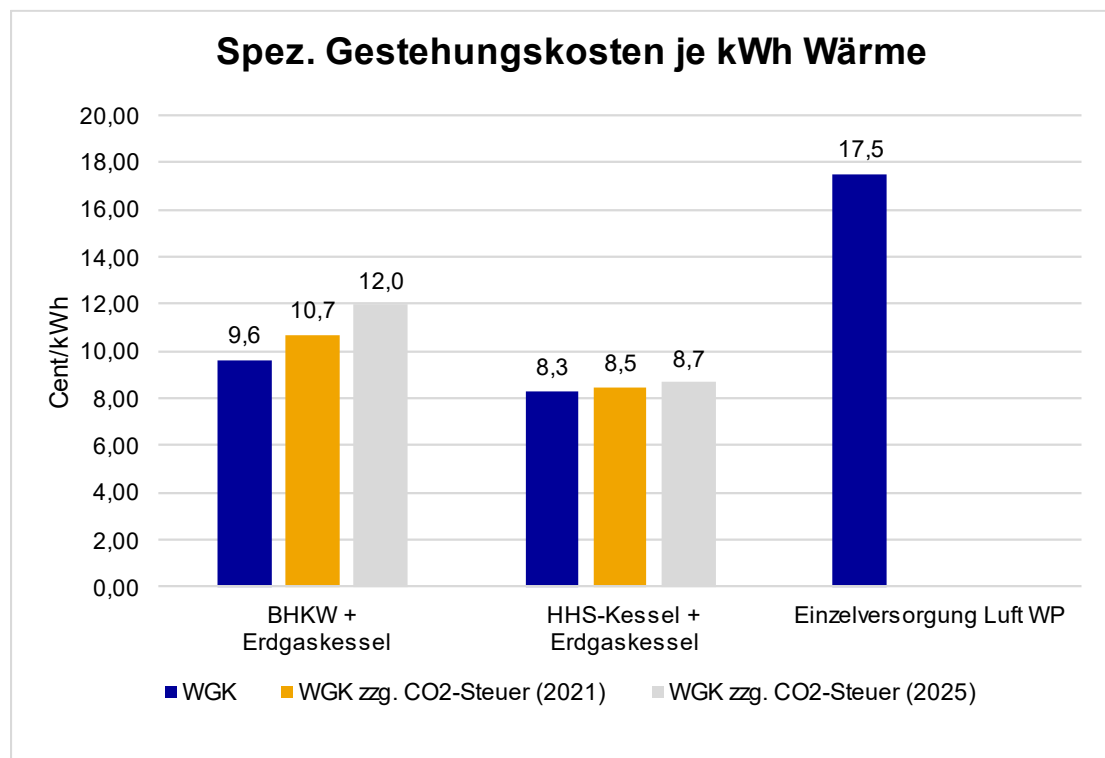


Abbildung 13 Wärmegestehungskosten konventionelle Nahwärme

Die Grafik zeigt, dass Variante 2 mit HHS-Kessel mit 8,3 bis 8,7 ct/kWh die geringeren Wärmegestehungskosten besitzt. Aufgrund des hohen Anteils an Erneuerbaren Energien erhöhen sich die Wärmegestehungskosten trotz deutlichem Anstieg der CO₂-Steuer nur geringfügig.

Variante 1 mit BHKW liegt mit 9,6 ct/kWh etwas höher und steigt zusätzlich mit zunehmender CO₂-Steuer stärker auf bis 12 ct/kWh an.

Die Einzelversorgung mit Luft WP im direkten Vergleich liegt mit 17,5 ct/kWh deutlich über den beiden Verbund-Varianten. Bei steigender CO₂-Steuer ist bedingt durch den Stromverbrauch der Wärmepumpe ebenfalls mit höheren Wärmegestehungskosten zu rechnen, jedoch nicht in dem Ausmaß wie bei einer zentralen BHKW-Lösung.

In Abbildung 14 sind die Investitionen für die beiden zentralen Varianten dargestellt. Die Investitionshöhen der Variante 1 mit BHKW und Erdgaskessel liegt mit 2,0 Mio. € niedriger als die Variante 2 mit ca. 2,4 Mio. €.

Trotz der höheren Investitionen für Variante 2, ergeben sich aufgrund der hohen investiven Förderung bei Variante 2 die deutlich niedrigeren Wärmegestehungskosten.

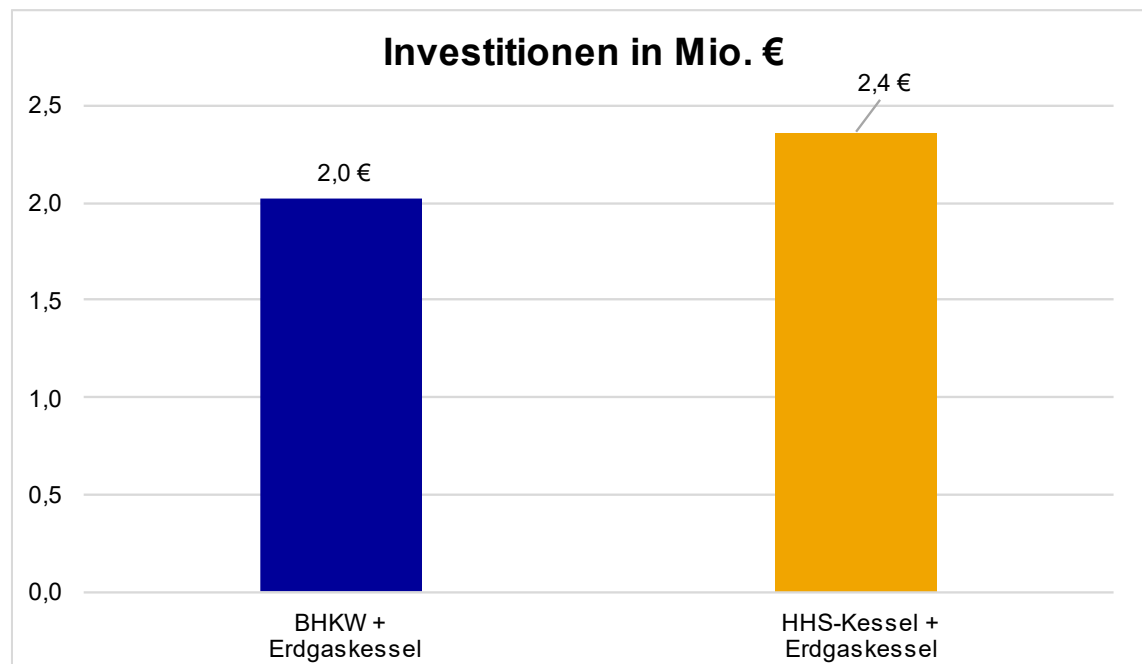


Abbildung 14 Investitionen der Varianten

4.1.3 Ökologische Bewertung

In Abbildung 15 sind für beide Verbundvarianten die THG-Emissionen in CO₂-Äquivalenten und der Primärenergiefaktor dargestellt. Der Primärenergiefaktor gibt das Verhältnis von eingesetzter Primärenergie zu abgegebener Endenergie an. Je niedriger der Primärenergiefaktor ist, desto weniger Primärenergie wird für die bereitgestellte Endenergie benötigt.

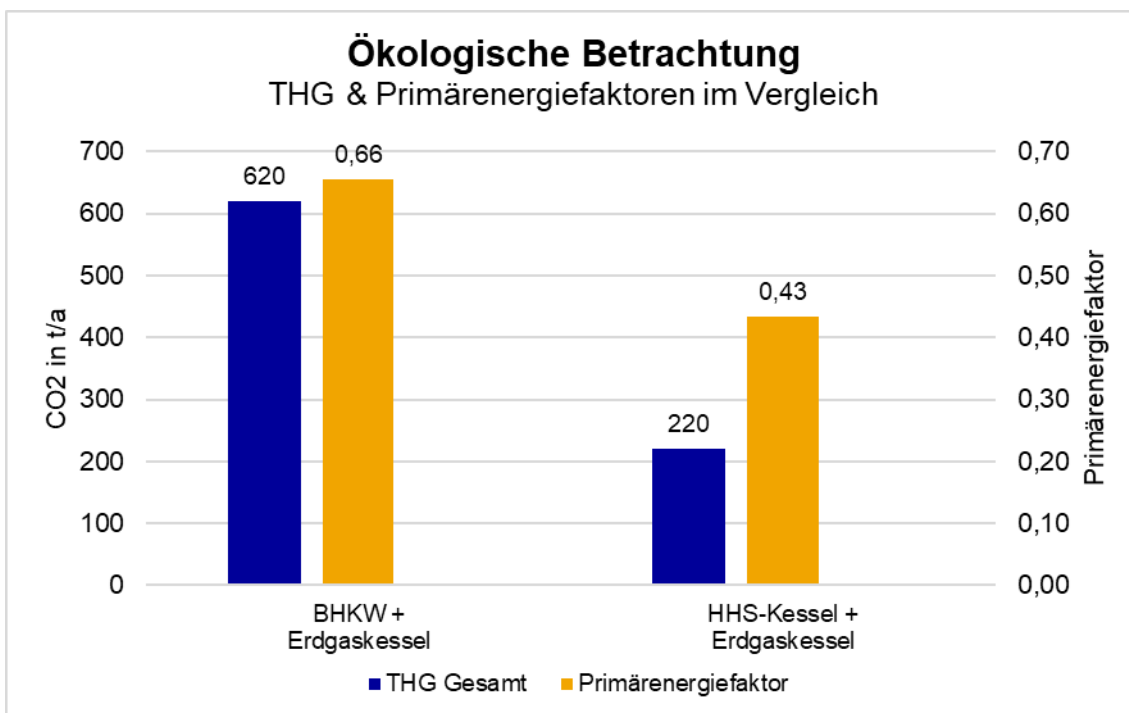


Abbildung 15 THG-Emissionen und Primärenergiefaktoren konventionelle Nahwärme

Unter ökologischen Aspekten hinsichtlich CO₂-Emissionen ist die Variante 2 mit HHS-Kessel deutlich besser als die Variante 2 mit BHKW: sowohl die CO₂-Emissionen mit 220 t/a als auch der Primärenergiefaktor mit 0,43 liegen deutlich niedriger. Durch den Einsatz von Biomethan können die CO₂-Emissionen bei beiden Varianten reduziert werden, jedoch deutlich stärker bei der BHKW-Lösung.

Da sich die geplante Heizzentrale mitten in einem Neubaugebiet befindet, sollte neben den Treibhausgasemissionen ebenfalls die Emissionen der Luftschadstoffe Stickstoffdioxid und Feinstaub betrachtet werden. Diese sind in Abbildung 16 graphisch dargestellt.

Die Stickstoffemissionen liegen bei Variante 1 geringfügig niedriger als bei Variante 2. Die Feinstaubemissionen liegen bei der Variante 1 um ca. Faktor 10 geringer gegenüber der Variante mit Holzhackschnitzelkessel.

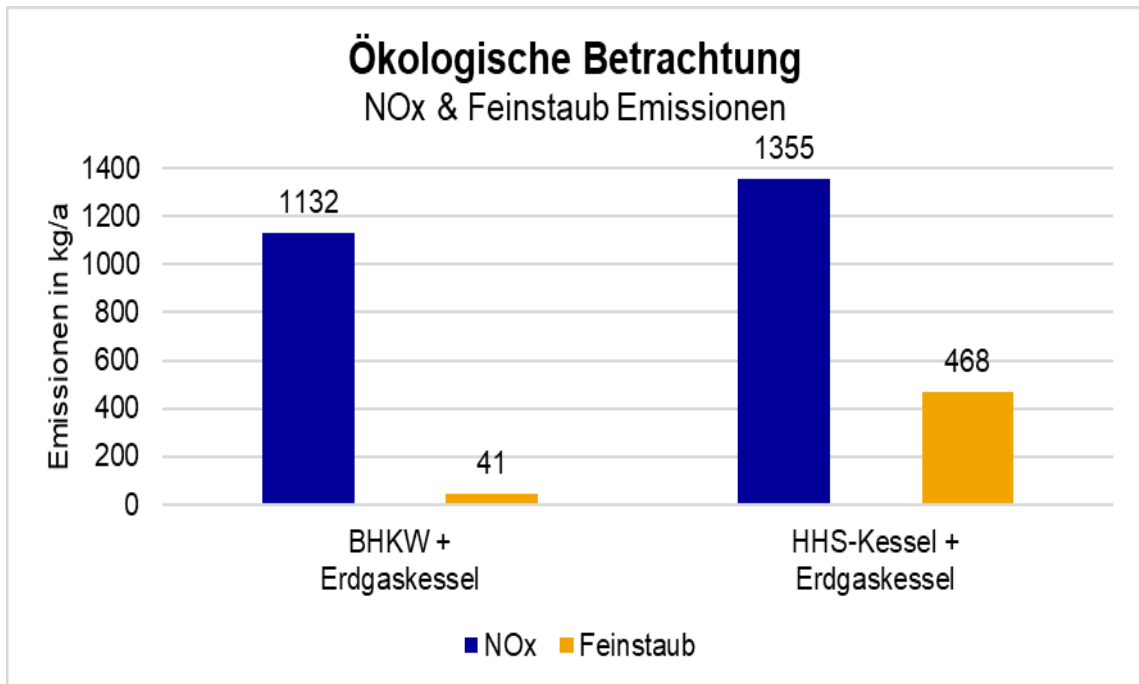


Abbildung 16 Stickstoff- und Feinstaubemissionen

4.2 Kalte Nahwärme

4.2.1 Wirtschaftliche Grundlagen

Die Kostenschätzung und Dimensionierung der Heizungsanlage basiert auf Angaben der VDI 2067-Richtlinie, diversen Produktkatalogen, dem Baukostenindex BKI, den BHKW-Kenndaten 2014/15, Richtpreisangeboten vergleichbarer Projekte und eigenen Erfahrungswerten. Erfahrungsgemäß können dabei Unschärfen von 20-30 % auftreten. Für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wurden die nachfolgenden Randbedingungen festgelegt.

- Zinssatz: 3 % p. a.
- Alle Kostenangaben ohne Mehrwertsteuer

Die Abschreibungsdauern werden in Abhängigkeit vom Anlagenteil in Anlehnung an VDI 2067 wie folgt festgesetzt:

- Erdsonden 50 Jahre
- Kalte Nahwärmeleitung 40 Jahre
- Technikzentrale 40 Jahre

Zur Vergleichbarkeit verschiedener technischer Varianten zur Wärmeversorgung werden neben den Investitionskosten in € jeweils die Vollkosten in €/a ermittelt.

Die daraus resultierenden Wärmegestehungskosten werden in ct/kWh angegeben.

Berücksichtigt werden auf der Kostenseite:

- Investition für technische Anlagen inkl. Wärmenetz und Heizzentrale
- Planungskosten
- Bedarfsgebundene Kosten für Strom
- Betriebsgebundene Kosten für Instandsetzung, Wartung und Inspektion
- Sonstige Kosten wie Versicherung und Verwaltung
- Marge für potenziellen Betreiber

Auf der Einnahmenseite stehen:

- Erlöse durch Baukostenzuschuss i.H.v. 6.000 € pro Hausanschluss
- Mögliche staatliche Förderungen des Bundes oder dem Land Baden-Württemberg

Die für die Wirtschaftlichkeitsrechnung zugrunde gelegten Energiepreise orientieren sich an durchschnittlichen Preisen verschiedener Versorger. Folgende Preise werden für die Rechnung verwendet:

- Strompreis für Wärmepumpe: 21,00 Cent/kWh (netto)
- Strompreis für Hilfsenergie: 21,00 ct/kWh (netto)

Folgende staatliche Förderungen wurden berücksichtigt:

- Bundesprogramm effiziente Wärmenetze **BEW** ²
- Bundesprogramm energieeffiziente Gebäude **BEG**

Des Weiteren wurden auf Basis von Erfahrungswerten die folgenden Ansätze für spezifische Kosten ermittelt:

- Wärmenetz ungedämmt: 200 €/m
- Erdsonden: 100 €/m
- Sole/Wasser-Wärmepumpen: 1.100 €/kW

² Bisher liegt nur ein Referentenentwurf dieses Förderprogrammes vor, sodass sich einzelne Fördersummen noch verändern können.

4.2.2 Wirtschaftliche Bewertung

Nachfolgend wird die Verbundlösung der kalten Nahwärme genauer betrachtet und einer Referenzvariante (Einzelversorgung Luft-WP) gegenübergestellt. Zusätzlich wurde eine Marge von 2 ct/kWh für einen möglichen Contractor hinzugefügt, um eine grobe Abschätzung für den späteren Wärmepreis treffen zu können.

Spez. Gestehungskosten je kWh Wärme

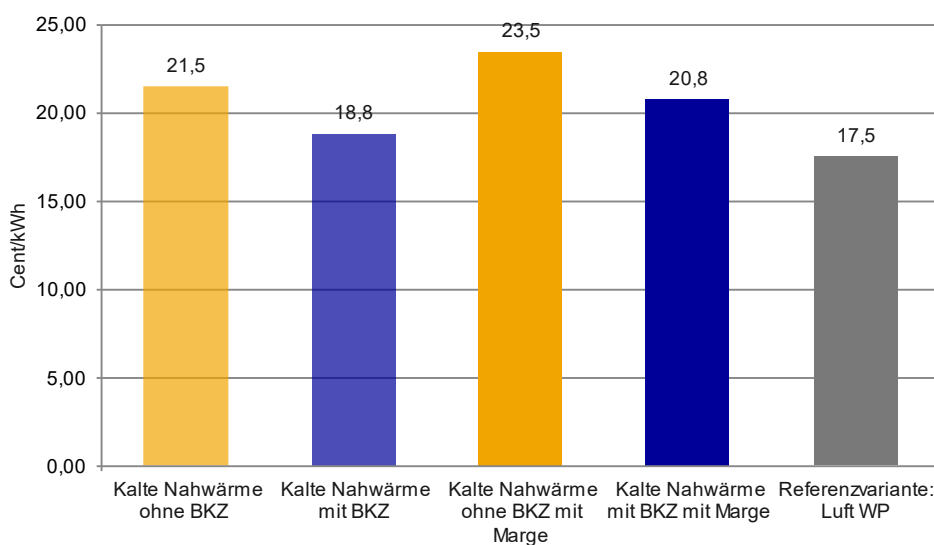


Abbildung 17 Wärmegestehungskosten kalte Nahwärme

Abbildung 17 zeigt die jeweiligen Wärmegestehungskosten unterschiedlicher Preisgestaltungsszenarien:

- | | |
|---|-------------|
| • WGK ohne Baukostenzuschuss (BKZ) | 21,5 ct/kWh |
| • WGK mit BKZ (6.000 € pro Anschluss) | 18,8 ct/kWh |
| • WGK ohne BKZ mit Marge für Contractor (2ct/kWh) | 23,5 ct/kWh |
| • WGK mit BKZ und Marge für Contractor | 20,8 ct/kWh |

Da der Baukostenzuschuss durch den Eigentümer zu tragen ist, sind die WGK kein Anhaltspunkt für den späteren Wärmepreis.

Die Wärme aus dem kalten Nahwärmenetz liegt deutlich über der Referenzvariante Einzelversorgung mit Luft-WP.

Abbildung 18 zeigt die erforderlichen Investitionen für die Versorgung der Kalten Nahwärme. Die Gesamtinvestitionen betragen ca. 1,39 Mio. €, wovon ca. 450.000 € durch die Förderung abgedeckt werden.

Somit verbleibt ein Eigenanteil von schätzungsweise 940.000 €.

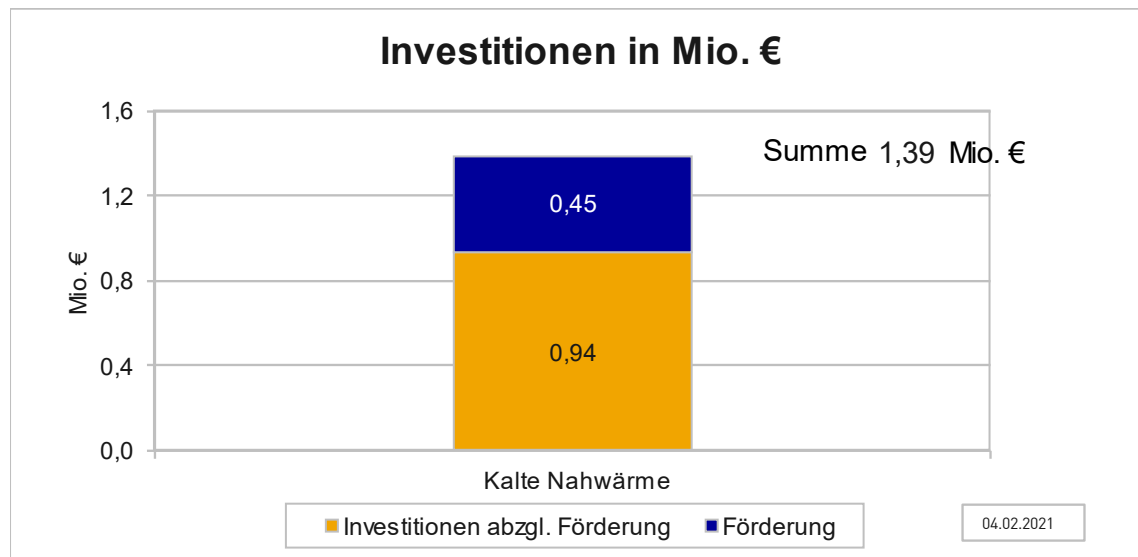


Abbildung 18 Investitionen Kalte Nahwärme

4.2.3 Ökologische Bewertung

Unter ökologischen Aspekten bietet die kalte Nahwärme mehrere Vorteile gegenüber der Referenzvariante Einzelversorgung mit Luft-WP:

- Die Jahresarbeitszahl der an das kalte Nahwärmenetz angeschlossenen Sole-Wärmepumpe ist um ca. 1,5 Punkte höher → effizienterer Betrieb und geringerer Stromverbrauch der Wärmepumpe
- Gebäude können im Sommer energieeffizient gekühlt werden, da die kalte Nahwärme als natürliche Wärmesenke fungieren kann
- Die Klimatisierung des Hotels und des Einzelhandels kann über die kalte Nahwärme energieeffizient gelöst werden → keine Kältemaschinen notwendig (erforderliche Temperaturniveaus der Prozesskälte über Kompressionskältemaschinen erforderlich)
- Überschüssige Wärme wird für die Regenerierung der Sonden genutzt und damit saisonal gespeichert

Die kalte Nahwärme hat damit einen wesentlichen Anteil an einer ökologischen Gesamtversorgung des Neubaugebietes Häugern Nord.

4.3 Kombinierte Wärmegestehungskosten

Für das Neubaugebiet Häugern Nord soll eine einheitliche Wärmeversorgung realisiert werden, weshalb hinsichtlich des Wärmepreises die Wärmegestehungskosten beider Technologien (Klassische Nahwärme und kalte Nahwärme) zusammengefasst werden sollen. Dies ermöglicht einen wirtschaftlichen Betrieb der Wärmeversorgung des gesamten Neubaugebietes.

Für die Bestimmung der kombinierten Wärmegestehungskosten werden jeweils die jährlichen Vollkosten und die erzeugte Wärmemenge beider Technologien summiert und für die Zielgröße „ct/kWh“ dividiert.

Tabelle 3 Kombinierte Wärmegestehungskosten

Technologie	Vollkosten in €/a	Wärmemenge in MWh
Variante 1: BHKW		3.259
ohne CO2-Steuer	297.135	
CO2-Steuer 2021	330.426	
CO2-Steuer 2025	370.376	
Variante 2: HHS		
ohne CO2-Steuer	257.817	
CO2-Steuer 2021	262.676	
CO2-Steuer 2025	268.505	
Kalte Nahwärme	95.673	445
Summe		3.704

Abbildung 19 zeigt einen Vergleich der Wärmegestehungskosten der einzelnen Varianten sowie den kombinierten Wärmepreis der Variante 1 und Kalter Nahwärme. Zu allen Wärmegestehungskosten wurde eine Marge von 2 ct/kWh für einen potenziellen Contractor addiert.

Durch den hohen Anteil der günstigen konventionellen Nahwärme werden die vergleichsweise hohen Kosten der kalten Nahwärme ausgeglichen und ein wirtschaftlich attraktiver Wärmepreis im Bereich 12,6 bis 14,6 ct/kWh erreicht.

Eine Ausschließliche Versorgung der Quartiere durch konventionelle Nahwärme ist aufgrund der geringen Bebauungsdichte der Randbereiche (vorrangig Einfamilienhäuser/Reihenhäuser) ebenfalls nicht zu empfehlen. Dies wurde bereits im Energiekonzept betrachtet.

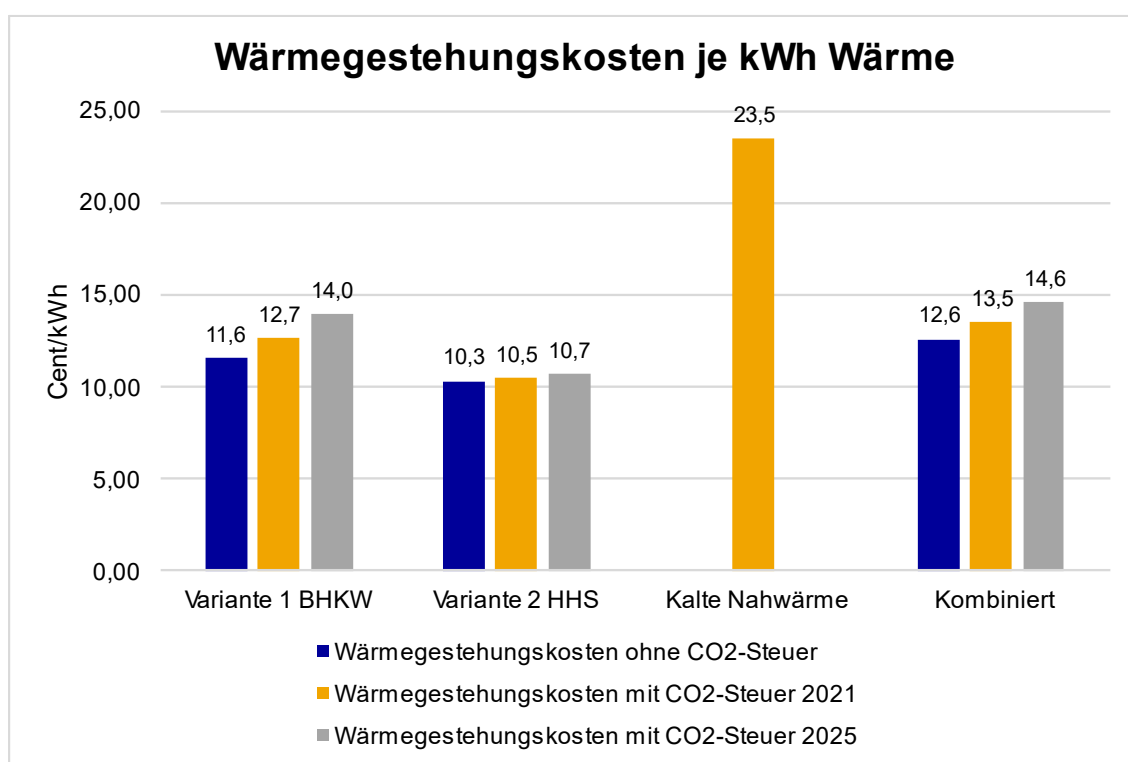


Abbildung 19 Kombinierte Wärmegestehungskosten

5. Risikobewertung Holzfeuerung

Für die Risikobewertung der Holzfeuerung werden planerische und betriebliche Gesichtspunkte auf deren Umsetzung geprüft und bewertet. Zum Vergleich wurde die Variante mit BHKW (Variante 1) ebenfalls bewertet.

Tabelle 4 Risikobewertung Holzfeuerung

Beschreibung	Variante HHS	Variante BHKW
Platzbedarf/-verhältnis Heizzentrale	-	+
Brennstoff-Anlieferung	-	+
Brennstoff-Lieferzyklen	-	+
Schadstoffemissionen	0	0
Gesamtbewertung	-	+

Platzbedarf/-verhältnis in der Heizzentrale

Die Platzverhältnisse in der Heizzentrale sind wenig geeignet für die Aufstellung eines Biomassekessels dieser Größenordnung. Die Mehrheit der handelsüblichen Fabrikate mit passender Heizleistung kann nicht in einem Korridor von 3,5 Metern untergebracht werden. Die Auswahl der Kessel ist dementsprechend beschränkt. Zudem wird ein Brennstofflager für die Holzhackschnitzel notwendig.

In Summe ist die Variante unter diesem Gesichtspunkt negativ zu bewerten.

Die Variante BHKW ist im Vergleich aufgrund kompakter Bauweise der Aggregate und keinem erforderlichen Brennstofflager positiv zu bewerten.

Brennstoff-Anlieferung

Bei der Anfahrt für die Brennstofflieferung liegen erschwerte Bedingungen vor. Eine südliche Anlieferung über das Wohngebiet ist nicht bzw. nur mit erhöhtem logistischem Aufwand und kritischer Verkehrsführung möglich, da keine Wendemöglichkeit für den LKW vorliegt. Eine nördliche Anlieferung wäre am besten umsetzbar. Hierfür müsste aber eine zusätzliche Zufahrtsstraße erschlossen werden, die parallel zu der Hauptstraße verläuft. Um hier eine Wendemöglichkeit für den LKW zu schaffen, müsste das Silo befahrbar sein und die Bäume und evtl. Teile des angrenzenden Gehwegs entfernt werden. Die dabei erforderlichen baulichen Maßnahmen reduzieren die Brennstoff-Kapazität und erhöhen die Investitionskosten. Ebenso müssen diese Maßnahmen in den Bebauungsplan aufgenommen und genehmigt werden.

Unter diesem Gesichtspunkt ist diese Variante negativ zu bewerten.

Die Variante mit BHKW ist im Vergleich dazu positiv zu bewerten, da lediglich ein Anschluss der Heizzentrale an das Gasnetz erfolgen muss und keinen hohen Platzbedarf besitzt. Eine Brennstoffanlieferung ist somit im laufenden Betrieb nicht erforderlich.

Brennstoff-Lieferzyklen

Das Brennstofflager für einen Holzhackschnitzel-Kessel sollte in der Regel so ausgelegt werden, dass während der Heizperiode mit höchster Heizlast maximal eine wöchentliche Lieferung (also alle 7 Tage) erfolgt. Außerhalb der Heizperiode sollte eine monatliche Lieferung angestrebt werden.

Aufgrund des geringen verfügbaren Platzes kann das Brennstofflager jedoch nicht ausreichend groß dimensioniert werden:

Abbildung 20 zeigt die Anzahl der erforderlichen Brennstofflieferungen pro Woche in den Kalenderwochen. Während der Heizperiode liegt die Anzahl von Hackschnitzzellieferungen über 2, d.h. es ist ca. alle 3,5 Tage eine vollständige Befüllung des Bunkers erforderlich.

Außerhalb der Heizperiode liegt die Anzahl von Brennstofflieferungen knapp unter 1, d.h. es erfolgt ungefähr eine wöchentliche Lieferung. Diese hohe Lieferfrequenz stellt zum einen eine Belastung für die Anwohner hinsichtlich Abgas-, Staub- und Lärmemissionen sowie einen nicht zu vernachlässigbaren Kostenpunkt dar, da bei Anlieferung Betriebspersonal vor Ort sein muss.

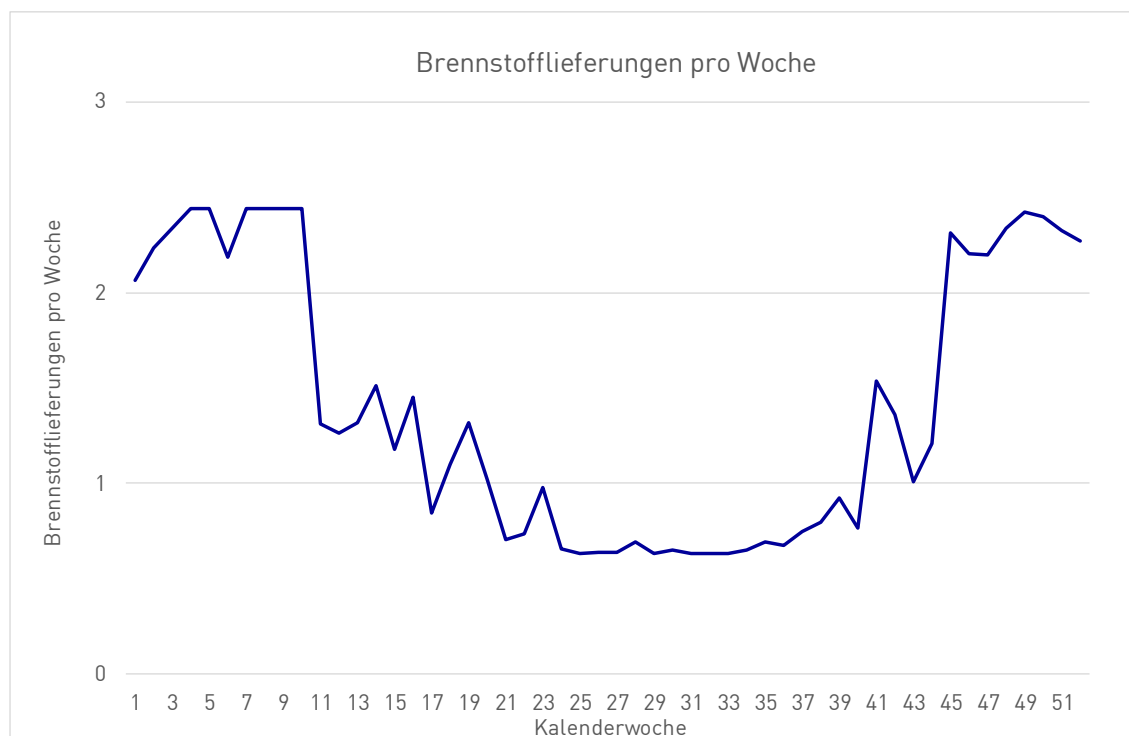


Abbildung 20 Brennstoff-Lieferhäufigkeit

Schadstoff-Emissionen

Hinsichtlich der Schadstoffemissionen bietet die Variante mit Holzhackschnitzel gegenüber der Variante mit BHKW keine besonderen Vor- oder Nachteile. An dieser Stelle sei auf Kapitel 4.1.3 verwiesen, demzufolge die Hackschnitzel zwar geringere CO₂-Emissionen, dafür aber eine höhere Belastung mit NO_x und Feinstaub aufweisen. Hieraus folgt eine neutrale Bewertung.

Zusammenfassend lässt sich die Umsetzbarkeit einer Holzhackschnitzel-Feuerungsanlage negativ bewerten. Der geringe verfügbare Platz wirkt sich auf mehrere Bereiche aus, die für die Umsetzung relevant sind.

Unter diesen Aspekten wird empfohlen, keine Holzhackschnitzel-Feuerungsanlage für den aktuellen Standort der Heizzentrale vorzusehen. Sollte dennoch an einer Biomasse-Variante festgehalten werden, wird ein anderer Standort mit mehr verfügbarem Platz empfohlen. Ebenso wird die Brennstoff-Anlieferung von den Anwohner oftmals kritisch bewertet, sodass die Heizzentrale möglichst in den Randbereichen des Quartiers „Häugern-Nord“ mit einer Zufahrt, die das übliche Verkehrsaufkommen nicht beeinträchtigt und das Wenden der LKW ermöglicht.

6. Projektrealisierung

Der Betrieb des Wärmenetzes kann sowohl durch die Kommune als auch durch einen Contractor erfolgen.

Beim Eigenbetrieb ist die Kommune Eigentümer und Betreiber des Wärmenetzes: hierbei trägt die Kommune alle wirtschaftlichen Risiken während Planung, Bau und Betrieb des Wärmenetzes.

Eine Alternative ist der Betrieb durch einen Contractor. Der Contractor übernimmt hierbei die Planung, Errichtung und Betrieb des Wärmenetzes und trägt so die wirtschaftlichen Risiken.

Sofern sich für das Contractoren-Modell entschieden wird, empfehlen wir eine Contractoren-Ausschreibung auf Basis einer Entwurfsplanung. Die Ausschreibung kann technologieoffen erfolgen, sodass die geplante Anlagentechnik eine mögliche, jedoch nicht einzige Variante darstellt.

In der Contractoren-Ausschreibung können Parameter definiert werden, die beim Betrieb der Wärmeversorgung erfüllt sein müssen. Dies kann unter anderem ein maximaler Primärenergiefaktor, maximale Wärmepreise inkl. definierter Preisgleitklausel oder Mindestlaufzeiten des Contractingmodels beinhalten.

7. Bewertung und Empfehlung

Für die Versorgung des konventionellen Nahwärmenetzes wird Variante 1 mit Kraft-Wärme-Kopplung und Erdgas-Spitzenlastkessel empfohlen.

Die Wärmegestehungskosten liegen zwar höher, jedoch ist als Ergebnis der Risikobewertung die Variante mit Holzhackschnitzel-Kessel am derzeitigen Heizzentralen-Standort nicht zu empfehlen. Die verfügbare Fläche für Anlagen und Brennstoffbevorratung ist vergleichsweise gering, was sowohl Probleme bei der Unterbringung der Anlagentechnik als auch bei der Bevorratung des Brennstoffes mit sich bringt. Zudem sind die Zufahrtswege für die Brennstoffanlieferung beengt und die häufigen Anlieferungen in der Heizperiode stellen eine hohe Belastung für die Anwohner dar. Sollte dennoch an einer holzbefeuerten Wärmeversorgung festgehalten werden, ist ein anderer Heizzentralen-Standort mit mehr verfügbarem Platz für Anlagentechnik, Hackschnitzellager und Anlieferverkehr erforderlich.

Für die Versorgung des kalten Nahwärmenetzes wird eine verifizierende Vorplanung und Erkundung der geothermischen Anlagen empfohlen, da diese im Rahmen dieser Vorplanung nicht detailliert betrachtet werden konnte. Diese beinhaltet insbesondere eine verlässliche Bewertung des geothermischen Potenzials auf Basis einer Probebohrung und eines Thermal-Response-Tests.

Auf Basis der zur Verfügung stehenden Daten wurde die Kalte Nahwärme als wichtiger Baustein einer nachhaltigen Energieversorgung für das Quartier identifiziert. Deshalb wird empfohlen, diese Variante der Wärmeversorgung für die Randgebiete weiter zu verfolgen und die entsprechenden geothermischen Untersuchungen einzuleiten. Der Anschluss der Sonderbauten in Quartier 1 (Einzelhandel und Hotel) für Kühlungs Zwecke würde zu einer guten Regenerierung der Erdsonden im Sommer beitragen und eine kostenlose bzw. kostengünstige Kälteversorgung für die Gewerbetreibenden ermöglichen.

Hinsichtlich der Gestaltung eines Wärmepreises wird empfohlen, für das gesamte Gebiet einen kombinierten Wärmepreis festzulegen. Hierbei werden die vergleichsweise hohen Kosten für das Kalte Nahwärmenetz durch die günstigere konventionelle Nahwärme mitgetragen. Dies ist in sofern vertretbar, da beide Versorgungsarten für ein ökologisch schlüssiges Gesamtkonzept notwendig sind.

Im Rahmen der Vorplanung wurden für beide Nahwärmenetze (konventionell und kalt) die Wärmegestehungskosten berechnet, die, zzgl. einer Marge für einen potenziellen Contractor, einen guten Anhaltspunkt für den Bereich des Wärmepreises geben.

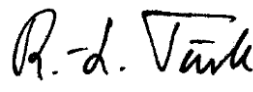
Die Wärmegestehungskosten für die konventionelle Nahwärme liegt im Bereich von 10-14 ct/kWh und die Wärmegestehungskosten für die kalte Nahwärme liegen bei 23,5 ct/kWh. Berücksichtigt man nun diese Wärmegestehungskosten anteilig an der gesamten notwendigen Wärmemenge, lässt sich ein kombinierter Wärmepreis im Bereich von 13 - 15 ct/kWh erzielen.

Sollte das Nahwärme-Netz nicht von der Stadt eigenbetrieben werden, empfehlen wir auf Basis einer Entwurfsplanung eine Contractor-Ausschreibung mit der Vorgabe eines maximalen Wärmepreises und Primärenergiefaktors.

Aufgestellt:
Ettlingen, den 01.03.2021
RBS wave GmbH



.....
i.V. Tim Kazenmaier



.....
i.A. Ralph-Lorenzo Türk