



Stadt Herrieden  
Erste Bürgermeisterin Dorina Jechnerer  
Herrnhof 10

91567 Herrieden

Ansprechpartner/in  
Tobias Huter

E-Mail  
tobias.huter@naturstrom.de

Telefon  
+49 9545-443843-441

Datum  
21. September 2020

## Angebot für die Durchführung einer Machbarkeitsstudie im Rahmen des Förderprogramms „Wärmenetze 4.0“ für ein innovatives Wärmenetz im Neubaugebiet „Schrotfeld“ in Herrieden

Sehr geehrte Frau Jechnerer,

dass die Weichen für eine nachhaltige Energieversorgung vor dem ersten Spatenstich von Neubauprojekten gestellt werden müssen, ist eine Erkenntnis, die wir aus der Umsetzung zahlreicher Wärmeversorgungsprojekte gewonnen haben. Wir freuen uns sehr, dass auch Sie diesen Weg gehen und Ihre Energieversorgung nachhaltig gestalten möchten. Die NATURSTROM AG möchte Sie bei diesem Vorhaben sehr gerne unterstützen.

Wesentliche Fragen für eine dezentrale Energieversorgung, die im Zuge einer Machbarkeitsstudie zu untersuchen sind, sind unter anderem: Welche konkreten **Energiebedarfe** weist Ihr Projekt auf? Welche **regenerativen Energiequellen** können bei der Energieversorgung einbezogen werden? Und wie können die angenommenen **Energiebedarfe** mit den vorhandenen Potentialen aus **regenerativen Energiequellen gedeckt** werden? Das Ergebnis liefert somit eine umfangreiche Informationsbasis für die Entscheidung über das zukünftige Energiesystem.

Wir sind überzeugt, dass Neubaugebiete nur mit einem nachhaltigen Energieversorgungskonzept zukunftsfähig geplant werden können. Konkrete Machbarkeitsstudien für solche innovativen Energieversorgungslösungen werden im Rahmen des Förderprogramms „Wärmenetzsysteme 4.0“ gefördert. Da wir von der Realisierbarkeit eines kalten Nahwärmenetzes im Neubaugebiet „Schrotfeld“ überzeugt sind, und die Nutzung der Fördermittel letztlich zu einem wirtschaftlicheren Wärmeversorgungsangebot führt, sind wir bereit den ungefördereten Eigenanteil zu übernehmen.

Diese Machbarkeitsstudie bietet auf der einen Seite eine Entscheidungsbasis für ein zukunftsfähiges Energiesystem im Neubaugebiet und die Beantragung der Umsetzungsförderung (Modul II) des Förderprogramms „Wärmenetzsystem 4.0“.

Auf den folgenden Seiten finden Sie die Inhalte einer solchen Studie dargestellt. Wir hoffen, dass Ihnen unser Engagement zusagt und freuen uns auf eine Rückmeldung von Ihnen.

Mit freundlichen Grüßen

Salomé Klinger  
Abteilungsleiterin Projektentwicklung Wärme  
Geschäftsbereich Dezentrale Energieversorgung

Tobias Huter  
Projektentwickler Wärme  
Geschäftsbereich Dezentrale Energieversorgung

## Inhaltsverzeichnis

1. Projektbeschreibung .....	4
1.1 Ausgangslage .....	4
1.2 Zielsetzung .....	5
2. Grundlagenermittlung .....	5
2.1 Thermische Bedarfsanalyse .....	5
2.2 Thermische Potenzialanalyse für mögliche Erzeugertechnologien .....	5
3. Variantenvergleich .....	5
3.1 Variantenentwicklung .....	5
3.2 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung .....	6
3.3 Energetische Bilanzierung .....	8
3.4 Ökologische Bilanzierung .....	8
3.5 Sensitivitätsanalyse .....	9
3.6 Variantenbewertung .....	9
4. Detaillierte Konzepterstellung .....	10
4.1 Komponentenauslegung und -dimensionierung .....	10
4.2 Prüfung von Mindestgrößen und Temperaturniveau .....	10
4.3 Vollkostenrechnung .....	10
4.4 Rechtliche Genehmigungsfähigkeit .....	10
4.5 Online-Monitoring-Konzept .....	10
4.6 Zeit- und Ressourcenplan .....	10
5. Maßnahmen zur Konzeptoptimierung .....	11
5.1 Sektorkopplung und Strommarktdienlichkeit .....	11
5.2 Kältebedarf und Lastverschiebungen (optional) .....	11
5.3 Untersuchung zu Wärmespeicherung .....	11
5.4 Erweiterung des Wärmenetzes durch weitere Bauabschnitte .....	11
6. Leistungsumfang .....	11

# 1. Projektbeschreibung

## 1.1 Ausgangslage

Für das Neubauprojekt „Schrotfeld“ in Herrieden, im mittelfränkischen Landkreis Ansbach, soll ein innovatives und ökologisches Energieversorgungskonzept realisiert werden. Das gesamte Neubaugebiet (15.4, 15.5, 15.6) erstreckt sich über 147.787 m<sup>2</sup>. Zunächst wird der Bereich 15.4 bebaut, im 10-Jahres-Takt sollen die Gebiete 15.5 und 15.6 folgen. Der aktuelle Bebauungsplan für die drei Teilflächen stellt sich wie folgt dar:

Schrotfeld Nr.	15.4	15.5	15.6
Gesamtfläche	78.801 m <sup>2</sup>	52.878 m <sup>2</sup>	16.108 m <sup>2</sup>
Einfamilienhäuser	27	22	10
Doppelhaushälften	40	28	8
Reihenhäuser	6	3	0
Mehrfamilienhäuser	27	14	4

Die Machbarkeitsstudie betrachtet vorrangig den Bereich 15.4, berücksichtigt jedoch die Möglichkeit zur Kapazitätserweiterung für die Bereiche 15.5. und 15.6. Bereits bei der Erschließung des Bereichs 15.4. sollen Leitungen in die zwei weiteren Baugebiete mitverlegt werden.

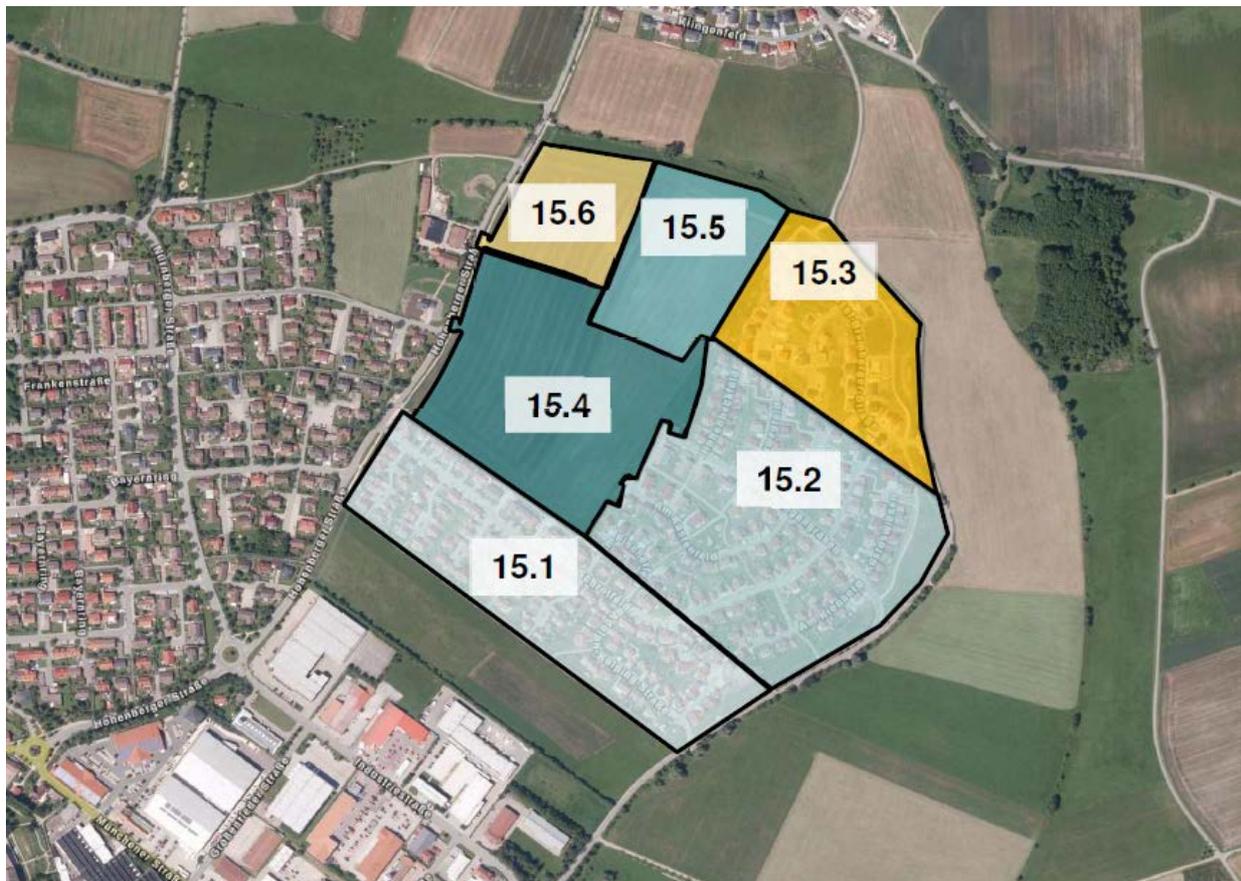


Abbildung 1: Bebauungsplan Neubaugebiet Schrotfeld, Stand August 2020

## 1.2 Zielsetzung

Ziel der Machbarkeitsstudie ist es, auf Basis einer Analyse der voraussichtlichen Wärmebedarfe sowie der potenziellen regenerativen Energiequellen verschiedene nachhaltige Versorgungsvarianten zu konzeptionieren. Diese werden entsprechend ihrer Wirtschaftlichkeit (inkl. Fördermöglichkeiten) und ökologischen Verträglichkeit bewertet, sodass Handlungsempfehlungen für das optimale Energiesystem für das Neubaugebiet „Schrotfeld“ ausgesprochen werden können.

Für das favorisierte Energiekonzept erfolgt im nächsten Schritt eine detaillierte technische Betrachtung. Diese beinhaltet die Auslegung und Dimensionierung von Anlagentechnik und Wärmenetz sowie eine detaillierte Vollkostenrechnung und die Prüfung der rechtlichen Genehmigungsfähigkeit.

Die Studie gibt somit einen Überblick über die Möglichkeiten des Versorgungssystems und eine entsprechende Entscheidungsgrundlage. Das detaillierte Konzept bildet die Basis für die spätere Umsetzung eines förderfähigen Wärmenetzes 4.0. Selbstredend unterstützt Sie NATURSTROM über die Studienerstellung hinaus auch bei der folgenden Realisierung.

## 2. Grundlagenermittlung

### 2.1 Thermische Bedarfsanalyse

Auf Grundlage der vorgesehenen Bebauung, dem gewünschten Energiestandard sowie Richt- und Erfahrungswerten wird der voraussichtliche thermische Energiebedarf des Neubauquartieres bilanziert. Berücksichtigt wird an dieser Stelle bereits die Gebietserweiterung um die Bereiche 15.5 und 15.6. (siehe 1.1. Ausgangslage). Unter Einbezug zukünftiger betriebsexterner Entwicklungen werden anschließend witterungsbereinigte Lastprofile in stündlich aufgeschlüsselten Jahresdauerlinien herangezogen. Zusätzlich werden die Spitzenlasten in Form von Peaks definiert.

### 2.2 Thermische Potenzialanalyse für mögliche Erzeugertechnologien

Mit Hilfe von aktuellen Sparten- und Dachplänen sowie geohydrologischen Fachkarten werden die Potentiale zur Energie- und Abwärmegewinnung identifiziert und analysiert. Dabei werden die örtlichen Gegebenheiten aber auch mögliche Genehmigungsfähigkeiten einbezogen. Leitungsdimensionen als auch Entzugspotentiale zur Bestimmung der möglichen Leistungen zur Energieerzeugung werden berücksichtigt und mit den verbraucherseitigen Anforderungen abgeglichen. Die Beurteilung der einzelnen Energieträger erfolgt dabei in den Rahmenbedingungen der techno-ökonomischen und rechtlichen Umsetzbarkeit.

## 3. Variantenvergleich

### 3.1 Variantenentwicklung

Auf Basis der Daten der Potentialanalyse wird die grundsätzliche technische Umsetzbarkeit verschiedener Varianten geprüft. Zur Auslegung und Dimensionierung möglicher nachhaltiger Versorgungssysteme werden die ermittelten Lastprofile und Jahresdauerlinien für Wärme und Kälte (optional) mit den technisch machbaren regenerativen Erzeugungspotentialen zusammengeführt. Die Auslegung erfolgt dabei stets unter der Prämisse höchster Effizienz bei gleichzeitiger Versorgungsgarantie durch kaskadierte und redundante Anlagendimensionierung.

Zur ausführlichen Bewertung der untersuchten Versorgungskonzepte erfolgt ein gesamtheitlicher Vergleich über die Nutzungsdauer von 20 Jahren in Bezug auf wirtschaftliche, energetische und ökologische Parameter. Anschließend werden mögliche künftige Änderungen der Prämissen in Sensitivitätsanalysen untersucht.

### 3.2 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

In Anlehnung an die Richtlinie VDI 2067 wird eine detaillierte Vollkostenrechnung für alle erstellten Varianten durchgeführt. Neben den Investitionsaufwendungen für die Anlagentechnik werden demnach ebenso die kapitalgebundenen, betriebsgebundenen und die verbrauchsgebundenen Kosten sowie potenzielle Einnahmen durch Opportunitätserlöse (Förderungen, Vergütung und Wärmeabsatz) einbezogen. Die einzelnen Kosten und Einnahmen werden dabei wie folgt aufgeschlüsselt:

- **Investitionskosten** – Wärme- und Kälteerzeugungstechnologien, Wärmeverteilung, Wärmeübertragung, Rohrleitungen, Armaturen, Steuerung und Regelung, Pumpengruppen, Elektrische Anlagen, Druckausgleichgefäße, Pufferspeicher, Planungsleistungen, Sonstiges
- **Kapitalkosten** – Darlehenszinsen bei Einsatz von Fremdkapital
- **Betriebskosten** – Wartung, technische Betriebsführung, kaufmännische Betriebsführung, Pachtzinsen, Grundpreise Energiebezug, Grundpreise Netzentgelte, Sonstiges
- **Verbrauchskosten** – Arbeitspreis Energieträger, Arbeitspreis Netzentgelte, Kosten Hilfsenergie
- **Einnahmen** – Tilgungszuschüsse, Förderungen, Vergütung, Abwärmeverkauf, Energiesteuerrückerstattung, vermiedene Netzentgelte, Flexibilitätszahlungen

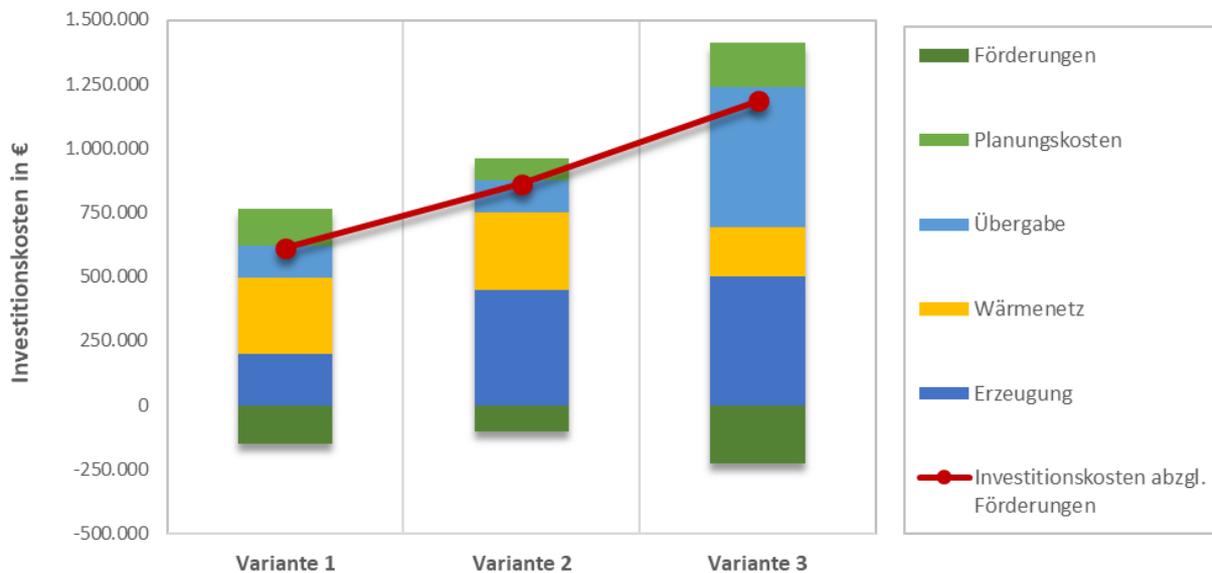


Abbildung 2: Beispiel der Ergebnisse einer Investitionskostenrechnung

Für einen objektiven Kostenvergleich werden die jährlichen Abschreibungen zusammen mit den kapitalgebundenen, betriebsgebundenen und verbrauchsgebundenen Kosten sowie den Opportunitätserlösen zu jährlichen Gesamtkosten addiert.

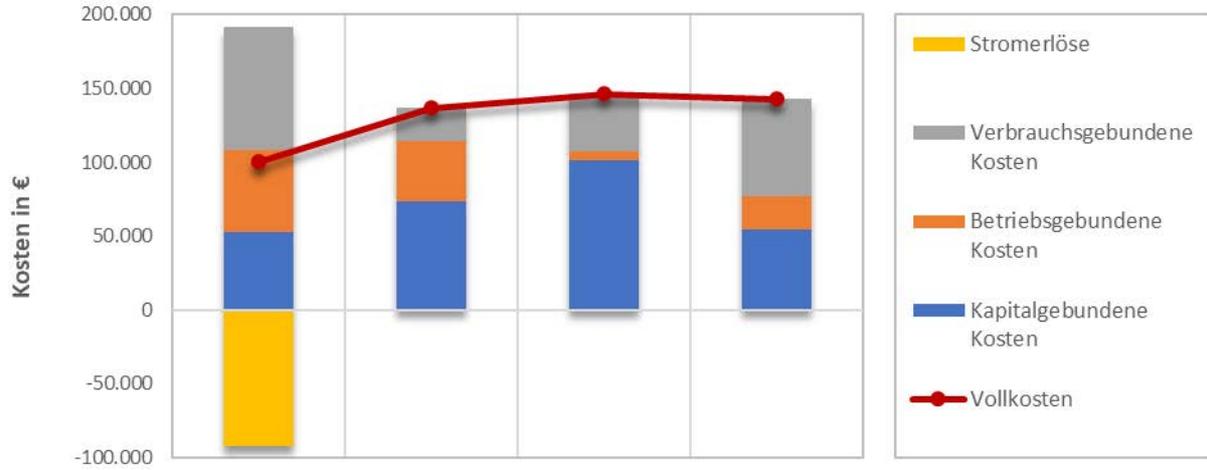


Abbildung 3: Beispiel der Ergebnisse einer jährlichen Vollkostenrechnung

Abschließend werden die jährlich prognostizierten Kosten auf die verbrauchten Energiemengen bezogen und somit die Gestehungskosten ermittelt. Diese dienen sowohl dem Vergleich mit der Referenzvariante als auch mit branchen- und standortüblichen Richtwerten.

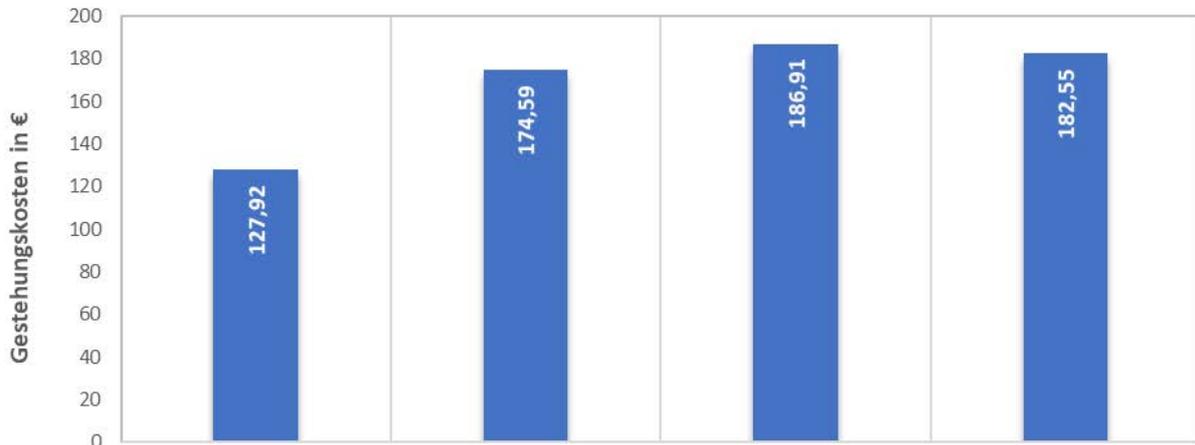


Abbildung 4: Beispiel der Ergebnisse einer Berechnung der Gestehungskosten

### 3.3 Energetische Bilanzierung

Zur Ermittlung der Nutz-, End-, und Primärenergiebedarfe werden die systemspezifischen Wandlungs- und Verteilungsverluste mit den rechtlich festgesetzten Umrechnungsfaktoren für primärenergetischen Aufwand zusammengeführt. Somit werden für jede Variante die Energieflüsse sowie die spezifischen Primärenergiefaktoren bestimmt. Wobei letztere Kenngröße für rechtliche Rahmenbedingungen und mögliche Förderzuschüsse relevant ist. Die Leistung einer notwendigen Zertifizierung des Primärenergiefaktors kann bei der Umsetzung ebenfalls durch NATURSTROM abgebildet werden.

Energieträger	Primärenergiefaktor	
	insgesamt	Nicht erneuerbarer Anteil
Heizöl L	1,1	1,1
Erdgas H	1,1	1,1
Flüssiggas	1,1	1,1
Steinkohle	1,1	1,1
Braunkohle	1,2	1,2
Biogas	1,5	0,5
Bioöl	1,5	0,5
Holz	1,2	0,2
Solarenergie	1,0	0,0
Erdwärme, Geothermie	1,0	0,0
Umgebungswärme	1,0	0,0
Umgebungskälte	1,0	0,0

\*Datenbasis: AGFW Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e.V.

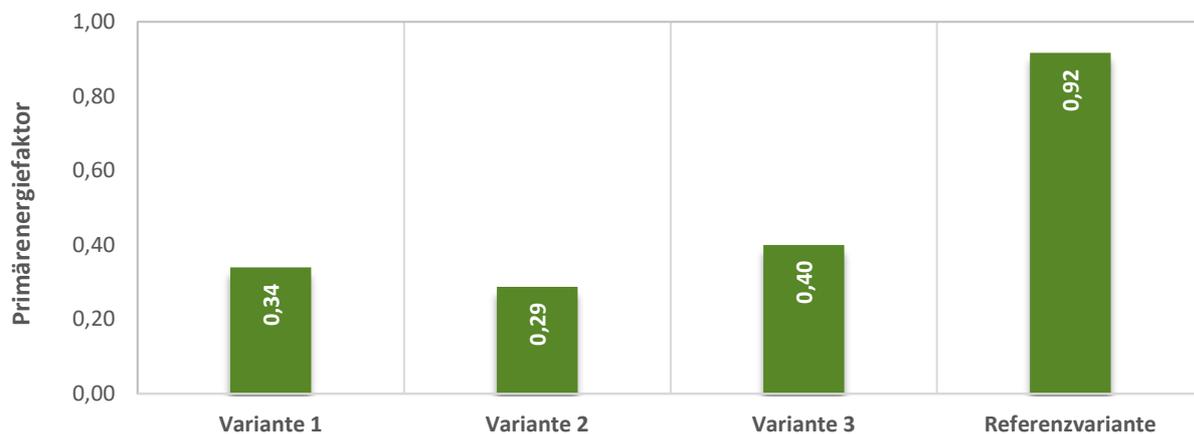


Abbildung 5: Beispiel der Ergebnisse einer Berechnung der Primärenergiebedarfe

### 3.4 Ökologische Bilanzierung

Der ökologische Vergleich der Varianten erfolgt zum einen anhand der Ergebnisse der energetischen Bilanzierung und zum anderen anhand von Emissionsfaktoren auf Basis des AGFW – Der Energieeffi-

zienstverband für Wärme, Kälte und KWK. Aus der ökologischen Bilanzierung ergeben sich somit die jährlichen sowie die spezifischen Treibhausgasemissionen je Versorgungskonzept in kg-CO<sub>2</sub> Äquivalenten. Diese können im speziellen bei einer zukünftigen Einführung der CO<sub>2</sub>-Steuer auch als ein wirtschaftliches Entscheidungskriterium dienen.

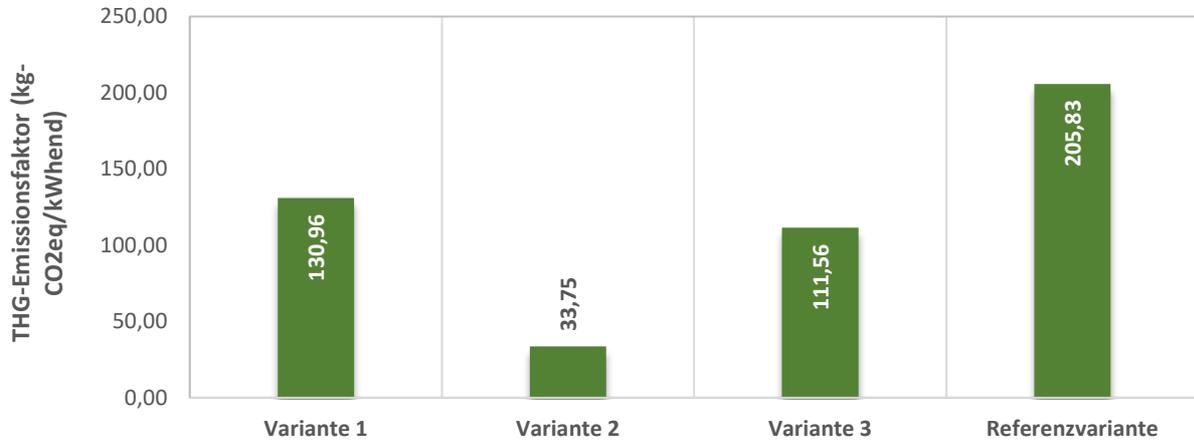


Abbildung 6: Beispiel der Ergebnisse einer Berechnung der Treibhausgasemissionen

### 3.5 Sensitivitätsanalyse

Unter Berücksichtigung verschiedener wirtschaftlicher Einflussgrößen wie Stromkosten, Brennstoffkosten, Darlehenszins, Investitionsaufwendungen, Betriebskosten sowie energetischer Parameter wie Verlusten und Bedarfsänderungen werden die Auswirkungen auf die jeweiligen Gesamtsysteme untersucht.

### 3.6 Variantenbewertung

Eine umfassende Bewertung der Varianten erfolgt anhand der erläuterten Kriterien. Aus den ermittelten Ergebnissen werden Handlungsempfehlungen ausgesprochen sowie Chancen und Risiken analysiert. Ebenso werden wirtschaftliche Indikatoren in Abhängigkeit von ökologischen Parametern dargestellt, um dem Auftraggeber eine ganzheitliche Entscheidungsgrundlage zu liefern.

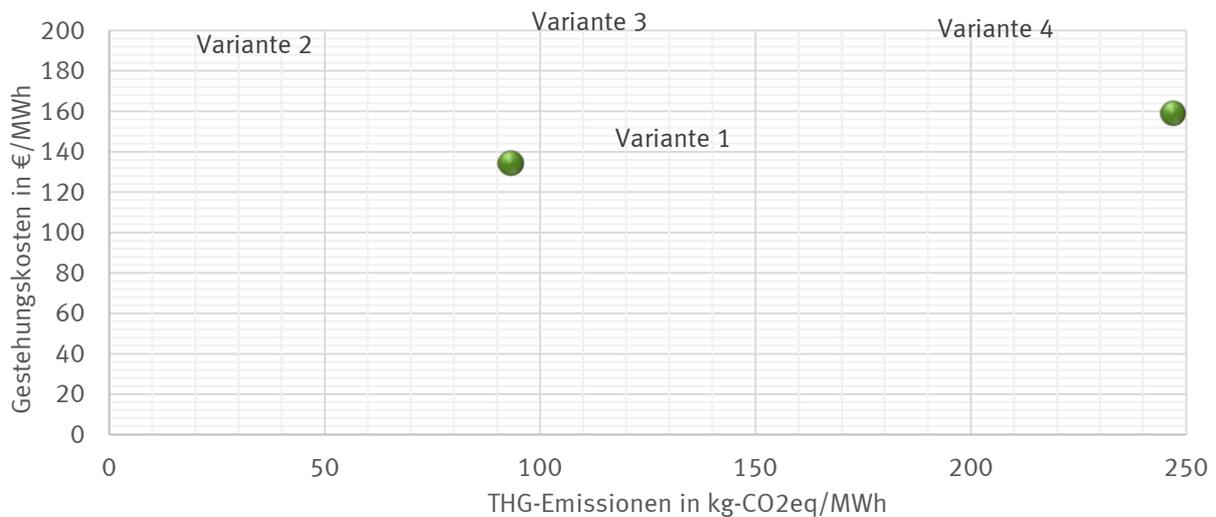


Abbildung 7: Beispiel der Ergebnisse der ganzheitlichen Gegenüberstellung der Varianten

## 4. Detaillierte Konzepterstellung

Die detaillierte Betrachtung muss für ein Konzept erfolgen, dass die Anforderungen für ein Wärmenetz nach dem Förderprogramm Wärmenetze 4.0 erfüllt.

### 4.1 Komponentenauslegung und -dimensionierung

Auf Basis von Erstangeboten bei Herstellern und Abstimmung der Ergebnisse mit den fachübergreifenden Schnittstellen werden Anlagentechnik und Wärmenetz detailliert ausgelegt und dimensioniert. Bei geothermischen Konzepten wird eine detaillierte Untersuchung der Wärmequelle hinsichtlich Entzugsleistung, Temperaturniveau und Verhalten des Erdreichs durchgeführt. Dies erfolgt mittels thermischer Simulation und Probebohrungen inklusive Thermal Response Test.

### 4.2 Prüfung von Mindestgrößen und Temperaturniveau

Auf Basis der thermischen Bedarfe wird auf Anschlussnehmer und Wärmeabnahme geprüft, um die Kriterien nah Wärmenetze 4.0 einzuhalten. Darüber hinaus ist die Wärmeverteilung insofern energieeffizient zu gestalten, dass möglichst geringe Temperaturen im Netzvorlauf zu erreichen sind. Auf diesem Weg werden thermische Verluste minimiert. Geringe Temperaturniveaus stellen zudem eine Notwendigkeit zur energieeffizienten Einbindung von regenerativen Energien wie bspw. Erdwärmesonden dar.

### 4.3 Vollkostenrechnung

Eine umfassende Kostenberechnung wird aufgestellt, welche die Betriebskostenrechnungen der jeweiligen Anlagen sowie die Berechnung der Lebenszykluskosten integriert. Als Nachweis der Wirtschaftlichkeit des umzusetzenden Konzepts werden die jeweiligen Einnahmen und Ausgaben über die ersten 20 Jahre des Betriebs des Wärmenetzes tabellarisch gegenübergestellt. Die Wärmepreise für Endkunden werden aufgeschlüsselt und erläutert.

### 4.4 Rechtliche Genehmigungsfähigkeit

Alle für die Umsetzung des Konzepts notwendigen Genehmigungen werden aufgelistet und um den jeweils aktuellen Stand ergänzt. Bauvoranfragen und Umweltverträglichkeits(vor)prüfungen werden beigefügt. Auf gegebenenfalls offene Fragestellungen wird an dieser Stelle hingewiesen und mit ihnen einhergehende Risiken abgeschätzt.

### 4.5 Online-Monitoring-Konzept

Um die Performance des Wärmenetzes bewerten zu können, wird ein Online-Monitoring-Konzept entwickelt, welches alle relevanten Messgrößen (Vor- und Rücklauftemperaturen, Einspeisemengen, Pumpstromverbrauch, Witterungsverhältnisse etc.) erfasst. Die Einhaltung der Förderkriterien lässt sich auf diesem Wege nachvollziehen. Des Weiteren wird ein Konzept für die übergeordnete Mess- Steuer- und Regelungstechnik des Wärmenetzes ausgearbeitet.

### 4.6 Zeit- und Ressourcenplan

Im Zeit- und Ressourcenplan werden alle relevanten Ausführungszeiträume und Meilensteine der Bauphasen graphisch und tabellarisch dargestellt.

## 5. Maßnahmen zur Konzeptoptimierung

### 5.1 Sektorkopplung und Strommarktdienlichkeit

Ein ganzheitliches Gesamtenergiekonzept bietet insbesondere in Hinblick auf die Sektorenkopplung eine Vielzahl an Möglichkeiten zur energiewirtschaftlichen Optimierung. Deshalb werden Optionen zur Integration von Photovoltaik, Stromspeichern und Elektromobilität untersucht.

Zunächst wird die vorgelagerte Stromnetz-Ist Situation analysiert und eine elektrische Bedarfs- und Potenzialanalyse erstellt. Verschiedene sektorkoppelnde Maßnahmen, wie z.B. die Installation von Photovoltaik-Modulen, Batteriespeichern oder Elektromobilität und deren Effekt auf Kosten, Eigenverbrauchsquote und Netzdienlichkeit werden durchgespielt.

### 5.2 Kältebedarf und Lastverschiebungen (optional)

Mögliche Kältebedarfe zur Raumkühlung werden zur energetischen Optimierung in das Konzept eingebaut. Insbesondere regenerative Energiequellen wie Erdwärmesonden können Kälte für eine passive Gebäudekühlung ohne aktive Kältemaschinen bereitstellen. Darüber hinaus können thermische Lasten im Wärmenetz unter den Abnehmern verschoben werden, indem exemplarisch ein Wärmeüberschuss eines Gebäudes über das Wärmenetz einem anderen Gebäude bei Wärmebedarf zur Verfügung gestellt wird. Auf diese Weise kann der Kältebedarf eines Gebäudes den Wärmebedarf eines anderen Gebäudes abdecken. Diese Maßnahme kann einen wesentlichen Beitrag zum energieeffizienten Netzbetrieb beitragen. Es werden deshalb Kältebedarf, -lasten und Temperaturniveaus analysiert und mögliche Kühlvarianten gegenübergestellt.

### 5.3 Untersuchung zu Wärmespeicherung

Wärmespeicher stellen eine sinnvolle Lösung zur Flexibilisierung des Netzes dar, da sie die Erzeugung und den Bedarf an Energie zeitlich entkoppeln. Deshalb wird der Einsatz von Wärmespeichern, inklusive deren Speicherkapazität und Temperaturniveau und deren Relevanz für die Fahrweise des Wärmenetzes eingehend analysiert. In diesem Rahmen werden techno-ökonomische Untersuchungen für mögliche Wärmespeichertechnologien (z. B. Eisspeicher) auf Basis von thermischen Simulationen und/oder analytischen Vergleichsrechnungen angestellt.

### 5.4 Erweiterung des Wärmenetzes durch weitere Bauabschnitte

Die Auswirkung zusätzlicher Erschließungen der Bereiche 15.5 und 15.6 und entsprechenden Netzan schlüsse auf die energetische, ökologische und wirtschaftliche Bilanzierung sowie insb. auf den Wärme preis werden untersucht. Des Weiteren wird in einer Analyse die technische Machbarkeit des favorisierten Konzeptes für die Bereiche 15.5 und 15.6 untersucht. Bezüglich der zusätzlichen Erschließung durch 15.5 und 15.6 im 10-Jahres-Takt werden Empfehlungen für die Vorbereitung zur Wärmenetzerschließung gegeben.

## 6. Leistungsumfang

Die Ergebnisse der Machbarkeitsstudie werden bei einer persönlichen Präsentation inklusive Power-Point-Dokument, welches ebenfalls zur Verfügung gestellt wird, beim Auftraggeber vor Ort vorgestellt. Hier können weitere Fragen geklärt werden.