

**Gesamtenergiekonzept für das
Neubaugebiet „Buchberg IV“
in Neustadt a. d. Aisch**

Gesamtenergiekonzept für das Neubaugebiet „Buchberg IV“ in Neustadt a. d. Aisch

Auftraggeber:

Herr Klaus Stöhr

Stadtwerke Neustadt a. d. Aisch

Markgrafenstraße 24

91413 Neustadt an der Aisch

Auftragnehmer

Institut für Energietechnik IfE GmbH

an der Ostbayerischen Technischen Hochschule Amberg-Weiden

Kaiser-Wilhelm-Ring 23a

92224 Amberg

Gefördert durch das

Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie

Bearbeitungszeitraum:

Oktober 2021 bis Mai 2022

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	III
Tabellenverzeichnis	IV
Nomenklatur	V
1 Einleitung und Zielsetzung	1
2 Rahmenbedingungen	2
2.1 Beschreibung des Neubaugebietes	2
2.2 Beschreibung des Gebietsumgriffs	4
2.3 Rechtliche Rahmenbedingungen	5
2.3.1 Gebäudeenergiegesetz	5
2.3.2 Brennstoffemissionshandelsgesetz	6
2.3.3 Erneuerbare-Energien-Gesetz	9
2.3.4 Allgemeiner Hinweis zum Einsatz von fossilen Energien zu Heizzwecken	10
2.4 Fördermöglichkeiten	12
2.4.1 KfW-Programm – Erneuerbare Energien „Premium“	12
2.4.2 BAFA – Wärme/ Kältenetze	14
2.4.3 Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)	15
2.4.4 Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)	16
3 Abschätzung des künftigen Energiebedarfs	19
3.1 Wärme im Neubaugebiet	19
3.2 Wärme im Bestandsgebiet	19
3.3 Wärmenetz	24
4 Berechnungsgrundlagen & Ergebnisse	30
4.1 Prüfung der Förderbarkeit	30
4.2 Wirtschaftlichkeitsberechnung	31
4.3 Ökonomische Ergebnisse	33
4.4 Ökologische Betrachtung	37

5	Zusammenfassung und Fazit	39
6	Anhang.....	41
A.	Fragebogen „Anschlussinteresse Wärmenetz“	41
B.	Primärenergie- und Emissionsfaktoren nach dem GEG	42

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übersicht Stadt Neustadt inkl. schematischem Bebauungsplan	2
Abbildung 2: Lage des Neubaugebietes	3
Abbildung 3: Überblick Neubaugebiet	4
Abbildung 4: Gebietsumgriff	5
Abbildung 5: CO ₂ -Steuer nach BEHG und Annahmen	7
Abbildung 6: CO ₂ -Steuer nach BEHG und Annahmen	7
Abbildung 7: Mögliche Aufteilung der CO ₂ -Kosten durch das BEHG	8
Abbildung 8: Entwicklung der EEG-Umlage.....	12
Abbildung 9: Umfrageergebnis im Bestandsgebiet.....	20
Abbildung 10: Gründe für ein Anschlussinteresse	21
Abbildung 11: Gründe gegen ein Anschlussinteresse	22
Abbildung 12: Aufteilung des Gebäudealters	22
Abbildung 13: Aufteilung der Energieträger	23
Abbildung 14: Anzahl der Solarthermieanlagen bei Anschlussinteresse	24
Abbildung 15: Schematischer Wärmenetzverlauf mit Zuleitung der Biogasanlage.....	27
Abbildung 16: Schematischer Wärmenetzverlauf im Neu- und Altbaugebiet.....	28
Abbildung 17: Thermische Jahresdauerlinie zentrale Variante inkl. durchschnittlicher Wärmeverluste	29
Abbildung 18: Bilanzgrenze für IfE Kostenschätzung	32
Abbildung 19: Variante 1 - Spezifische Wärmegestehungskosten.....	35
Abbildung 20: Variante 2 - Spezifische Wärmegestehungskosten.....	36
Abbildung 21: Spezifische Wärmegestehungskosten im Vergleich	36
Abbildung 22: Vergleich der jährlichen CO ₂ -Emissionen.....	37
Abbildung 23: Fragebogen "Anschlussinteresse an ein Wärmenetz"	41

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Förderung von Wärme-/Kältenetzen nach KWKG/BAFA.....	14
Tabelle 2: Förderung von Wärme-/Kältespeichern nach KWKG/BAFA.....	15
Tabelle 3: Technische Daten Hackschnitzelheizung.....	25
Tabelle 4: Technische Daten Biogasanlage	26
Tabelle 5: Längen des Wärmenetzes.....	29
Tabelle 6: Übersicht der Fördervoraussetzungen je nach Variante.....	30
Tabelle 7: Exemplarischer Baukostenzuschuss	34
Tabelle 8: Primärenergiefaktoren nach Energieträger aus dem GEG	42
Tabelle 9: Emissionsfaktoren nach Energieträger aus dem GEG	42

Nomenklatur

AG	Auftraggeber
BEG	Bundesförderung für effiziente Gebäude
BEW	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze
BKZ	Baukostenzuschuss
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EEWärmeG	Erneuerbare-Energien-WärmeGesetz
EFH	Einfamilienhaus
EnEG	Energieeinsparungsgesetz
EnEV	Energieeinsparverordnung
GEG	Gebäudeenergiegesetz
JAZ	Jahresarbeitszahl
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
KWKG	Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz
Tm	Trassenmeter
WBD	Wärmebelegungsdichte
WE	Wohneinheit

1 Einleitung und Zielsetzung

Im Rahmen des vorliegenden Gesamtenergiekonzeptes werden Möglichkeiten zur zukünftigen Energieversorgung des Neubaugebietes „Buchberg IV“ in Neustadt a. d. Aisch erarbeitet. Hierbei soll in einem integralen und innovativen Konzept dargestellt werden, wie die Versorgung des Areals mit Wärme aus ökonomischer und ökologischer Sicht unter derzeitigen energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen optimal ausgestaltet und dimensioniert werden kann.

Die Versorgung eines Gebiets (z. B. zusammenhängende Siedlung, Neubaugebiet etc.) über eine Nah- bzw. Fernwärmeleitung in Verbindung mit einer Heizzentrale ist Stand der Technik und findet idealerweise dort statt, wo überschüssige Wärme günstig weitergegeben werden kann (z. B. an Biogasanlagen oder Kraftwerken). Weitere ökologisch sinnvolle Möglichkeiten bietet die Wärmeversorgung beispielsweise durch Hackschnitzel, Pellets, Geothermie oder Kraft-Wärme-Kopplung. Dabei spielt die Dichte der Wärmeabnahme im Gebiet eine zentrale Rolle für die Wirtschaftlichkeit.

Durch die ganzheitliche Betrachtung der Energieversorgung eines Gebiets können Synergieeffekte genutzt werden, welche die Wirtschaftlichkeit, den Komfort sowie die Emissionen gegenüber dezentraler Energieversorgung entscheidend verbessern. Zudem können durch die zentrale Energieversorgung betriebsgebundene Kosten minimiert werden. Der Letztverbraucher wird entlastet und hat keine Zeit für die Überwachung, Steuerung oder andere administrative Aufgaben aufzuwenden. Zusätzlich führen Skaleneffekte bei Investitionskosten zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit.

Aus diesem Grund hat sich der Auftraggeber (AG) dazu entschlossen, Optionen einer zentralen Wärmeversorgung für das geplante Neubaugebiet „Buchberg IV“ wirtschaftlich und ökologisch gegenüberstellen zu lassen. Die Bearbeitungsschritte dieses Konzepts werden in den nachfolgenden Kapiteln erläutert.

2 Rahmenbedingungen

Im nachfolgenden Kapitel werden die relevanten geografischen, politischen und rechtlichen Rahmenbedingungen näher erläutert. Aufgrund der Vielzahl der Gesetze, welche den Neubau eines Quartiers betreffen, werden lediglich die notwendigen energiewirtschaftlichen und -technischen Rahmenbedingungen näher erläutert.

2.1 Beschreibung des Neubaugebietes

Die Stadt Neustadt a. d. Aisch plant die Erschließung des Neubaugebietes „Buchberg IV“ mit Wohnbebauung. Das Betrachtungsgebiet wird nachfolgend in Abbildung 1 dargestellt.



Abbildung 1: Übersicht Stadt Neustadt inkl. schematischem Bebauungsplan [www.openstreetmap.org]

Das Neubaugebiet liegt südlich der Kernstadt und ist verkehrstechnisch über die Bundesstraße B 470 und B 8 angebunden. Der für das Projekt aktuell vorliegende Planungsstand des Bebauungsplans ist vom 14.02.2019 und nachfolgend schematisch in *Abbildung 2* dargestellt.



Abbildung 2: Lage des Neubaugebietes [www.openstreetmap.org]

Der Geltungsbereich des Neubaugebietes umfasst eine Fläche von 16,47 ha. Das städtebauliche Konzept stellt derzeit 94 Einfamilienhäuser (EFH), elf Kettenhäuser sowie einer Nahversorgung dar, wie nachfolgend in Abbildung 3 dargestellt.



Abbildung 3: Überblick Neubaubereich

Das Neubaubereich „Buchberg IV“ umfasst somit ca. 176 Wohneinheiten (WE) für mindestens ca. 450 Bewohner. Dies dient für die nachfolgenden Abschnitte als Grundlage für die Abschätzung des Energiebedarfs und die daraus zu untersuchenden Energieversorgungsvarianten.

2.2 Beschreibung des Gebietsumgriffs

Im nachfolgenden Abschnitt wird der Gebietsumgriff des Neubaubereiches dargestellt und erläutert. Die Einbindung des Gebietsumgriffs ist vor allem für eine effiziente und möglichst kostengünstige Versorgung mit regenerativer Wärme relevant, da die Erschließung von Energiequellen wie Abwärme, Umweltwärme (Bsp.: Grundwasser, Flusswasser, Geothermie o.ä.) oder Standorten für die Errichtung von Heizzentralen häufig im zu bebauenden Gebiet nur bedingt möglich sind. Der Gebietsumgriff wird nachfolgend in Abbildung 4 dargestellt.

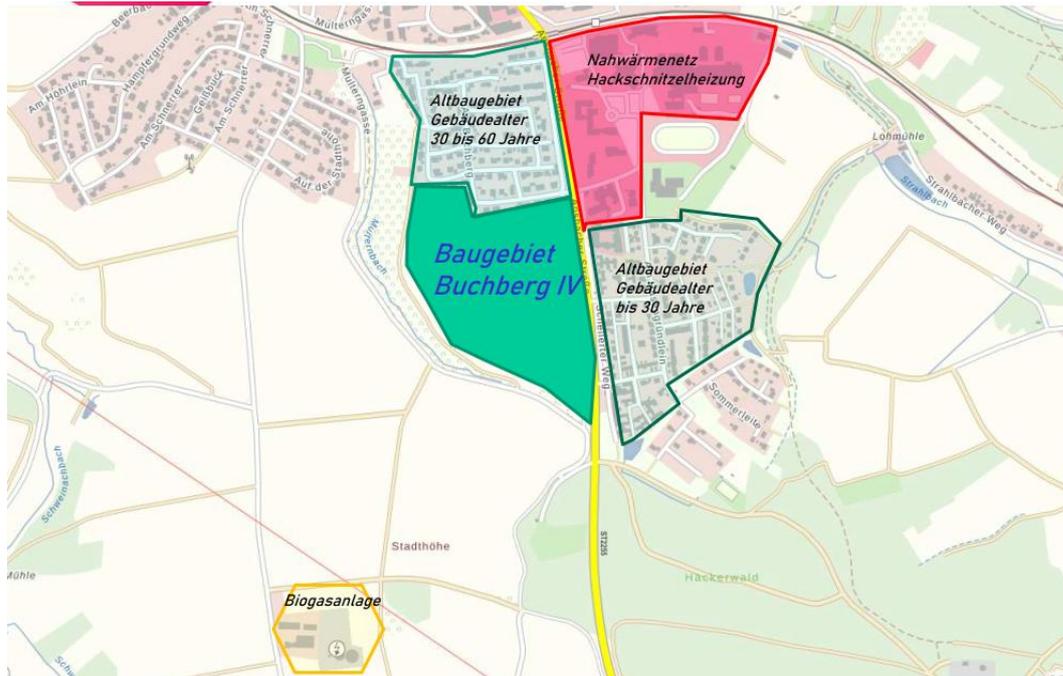


Abbildung 4: Gebietsumgriff [Quelle: Stadtwerke Neustadt a. d. Aisch]

Wie in Abbildung 4 ersichtlich, wird das Neubaugebiet um südlichen Stadtrand entstehen. Sowohl im Norden als auch im Osten grenzt das Neubaugebiet an zwei bestehende „Altbaugebiete“, welche derzeit nicht mit einem Wärmenetz erschlossen sind. Im Nordosten befindet sich zudem ein Areal, welches bereits durch ein bestehendes Nahwärmenetz mit einer Hackschnitzelheizung versorgt werden. In ca. 800 m Entfernung zum Neubaugebiet ist südlich eine bestehende Biogasanlage vorhanden. Somit sind bereits zwei vorhandene bestehende Energiequellen mit dem Nahwärmenetz sowie der Biogasanlage vorhanden und für eine Versorgung des Neubaugebietes entsprechend zu prüfen.

2.3 Rechtliche Rahmenbedingungen

Im Nachfolgenden werden einige der relevanten rechtlichen Rahmenbedingungen beschrieben, welche bei der Wahl der zu untersuchenden Varianten eine Rolle spielen bzw. beachtet werden sollten. Hierbei ist jedoch anzumerken, dass kein Anspruch auf Vollständigkeit besteht. Die Auswahl dient dazu, das Neubaugebiet und dessen künftige Energieversorgung vor dem Hintergrund der aktuellen energiepolitischen Entwicklungen zu betrachten und einzuordnen.

2.3.1 Gebäudeenergiegesetz

Das Gebäudeenergiegesetz (GEG) ist zum 01.11.2020 in Kraft getreten und fasst das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG), die Energieeinsparverordnung (EnEV) sowie das Energieeinsparungsgesetz (EnEG) in einem Gesetzestext zusammen.

Mit dem GEG wird beabsichtigt, dass der sparsame Einsatz von Energie sowie die Nutzung erneuerbarer Energien zunimmt und zugleich fossile Ressourcen geschont werden. Dazu wurden z. B. die Anforderungen aus dem EEWärmeG zu bestimmten, verpflichtenden, erneuerbaren Anteilen bei der Wärmeversorgung bzw. der EnEV zum Transmissionswärmeverlust etc. übernommen bzw. erweitert.

Das GEG legt einen Gebäude-Mindeststandard fest, der im Neubau einzuhalten ist. Darüberhinausgehende Verbesserungen des Gebäudestandards sind z. B. förderwürdig in Form des KfW-Effizienzhauses. Seit Februar 2022 gibt es hier eine Neuerung. Bislang waren die Gebäudeeffizienzklassen KfW 55, 40 und 40 + förderfähig. Der KfW 55-Standard ist seit dem 01.02.2022 allerdings nicht mehr förderfähig, es verbleiben KfW 40 und 40 Plus. Im Bereich dieser Effizienzhaus-Förderung ist allerdings viel im Umbruch (siehe dazu Kapitel 2.4.3).

Im Zuge des „Maßnahmenpaketes des Bundes zum Umgang mit den hohen Energiekosten“¹ vom 24.03.2022 sollen weitere Neuerungen über eine Novelle des GEG festgelegt werden. Zum 01.01.2023 soll beispielsweise der Effizienzstandard 55 als verbindlicher Mindestgebäudestandard im Neubau gelten. Des Weiteren sollen ab dem 01.01.2024 65 % erneuerbarer Anteil bei möglichst allen neuen Heizungen umgesetzt werden.

2.3.2 Brennstoffemissionshandelsgesetz

Durch das Brennstoffemissionshandelsgesetz (BEHG) wird durch den Gesetzgeber ab dem Jahr 2021 ein Emissionshandel für die Sektoren Wärme und Verkehr eingesetzt. Hierbei schreibt der Gesetzgeber für den Zeitraum von 2021 bis einschließlich 2025 einen stetig steigenden Festpreis pro Tonne CO₂ u. a. für die Verbrennung von fossilen Energieträgern zur Wärmeversorgung vor und definiert für den Zeitraum danach ein Handelssystem mit einem Preiskorridor zwischen 55 und 65 € pro Tonne. Abbildung 5 zeigt die gesetzlich fixierte Entwicklung des CO₂-Preises.

¹ siehe [Maßnahmenpaket des Bundes zum Umgang mit den hohen Energiekosten](#) vom 23.03.2022

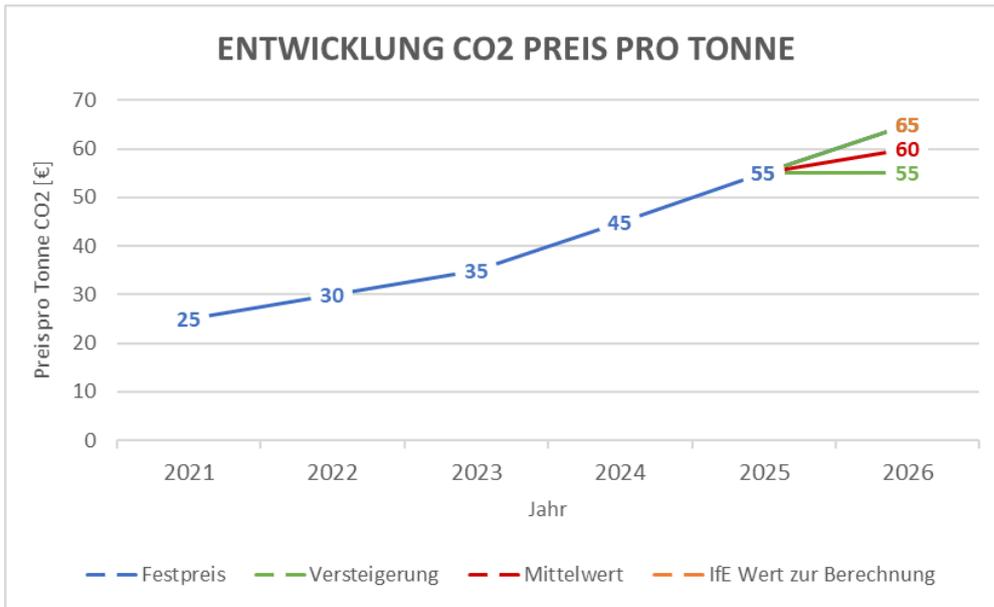


Abbildung 5: CO₂-Steuer nach BEHG und Annahmen [IfE]

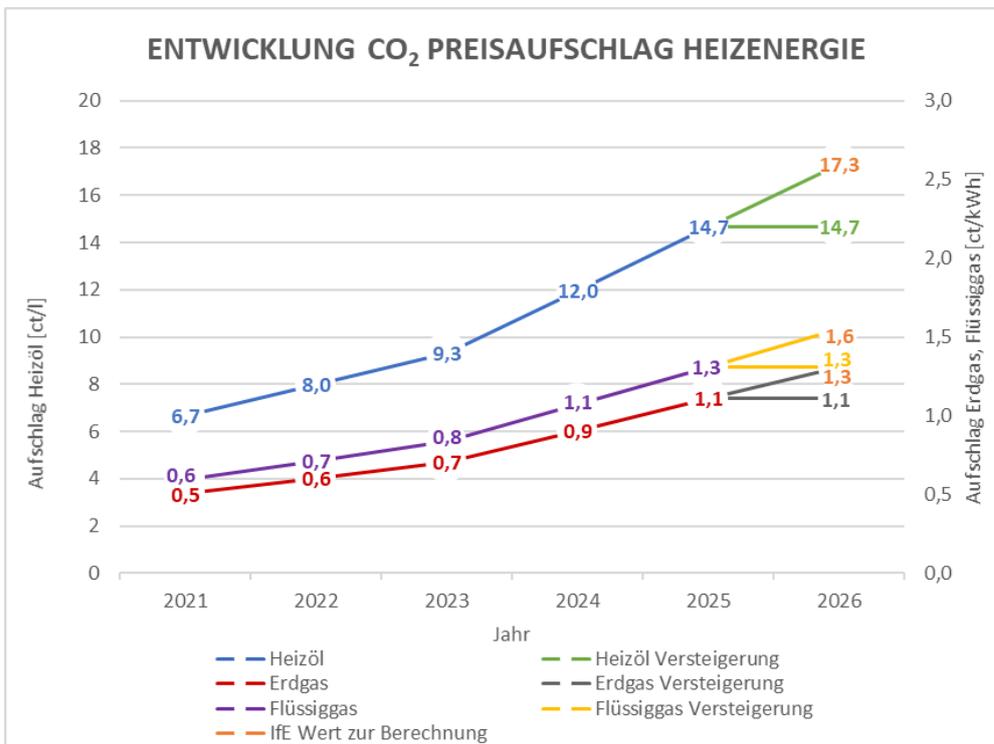


Abbildung 6: CO₂-Steuer nach BEHG und Annahmen [IfE]

Anmerkung: Zum aktuellen Bearbeitungsstand wird vom Gesetzgeber eine Verteilung der Mehrbelastung durch die CO₂-Bepreisung zwischen Mieter und Vermieter diskutiert. Zum Stand April 2022 wurde

seitens der Regierungsparteien beschlossen, dass die Aufteilung der Mehrkosten in Abhängigkeit der Energieeffizienz der Gebäude durchgeführt werden soll. Die Aufteilung wird nachfolgend in Abbildung 7 dargestellt.

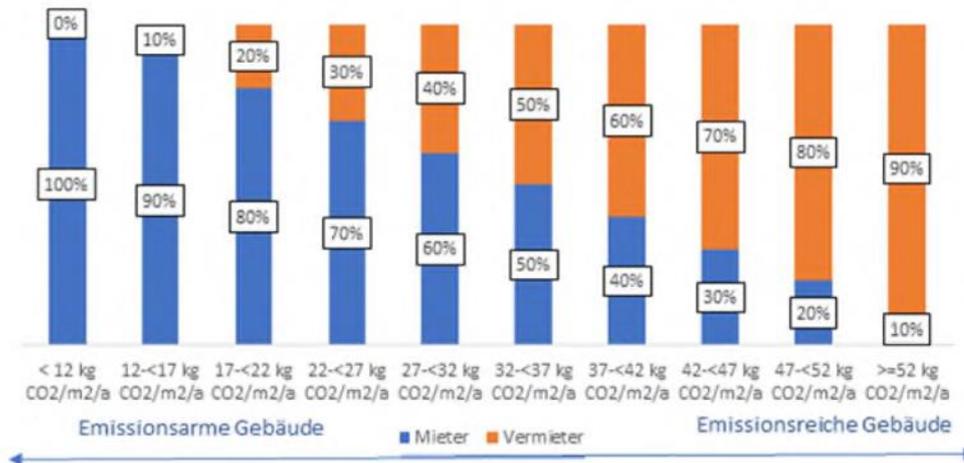


Abbildung 7: Mögliche Aufteilung der CO₂-Kosten durch das BEHG (Quelle: BMWi)²

Ziel ist, dass in Kraft treten der neuen Regelung zum 01.01.2023 sowie eine höhere Sanierungsrate bei älteren wenig gedämmten Gebäuden durch die Vermieter sowie ein sparsameres Verhalten durch die Mieter zu erzielen.

² Siehe [Pressemitteilung](#) vom 03.04.2022

2.3.3 Erneuerbare-Energien-Gesetz

Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) regelt u.a. die Vergütung für Biogasanlagen. Die vorhandene Biogasanlage wurde im Jahr 2010 in Betrieb genommen und fällt somit in das EEG:2009 aufgrund der Inbetriebnahme vor 2011 (siehe Tabelle 4). Eine Biogasanlage kann hiernach u.a. folgende Vergütungen erhalten:

- Grundvergütung
- NaWaRo-Bonus
- Güllebonus
- Landschaftspflegebonus
- KWK-Bonus

Für das nachfolgende Projekt der Wärmeversorgung ist vor allem der KWK-Bonus für den Anlagenbetreiber interessant, da dieser einen Zuschlag nach § 27 Abs. 4 Nr.3 EEG:2009 auf den verkauften Strom in ct/kWh erhält, wenn die anfallende Wärme bei der Stromproduktion genutzt wird. Die Höhe des Bonus beträgt hierbei 3 ct/kWh.

Wichtig hierbei ist nach Anlage 3 um eine Wärmenutzung im Sinne der Positivliste Nummer III vorliegt. Hierbei gilt die für die Wärmenutzung:

1. die **Beheizung, Warmwasserbereitstellung** oder Kühlung von Gebäuden im Sinne von § 1 Abs. 1 Nr. 1 der Energieeinsparverordnung **bis zu einem Wärmeeinsatz von 200 Kilowattstunden pro Quadratmeter Nutzfläche im Jahr,**
2. die Wärmeeinspeisung in ein **Netz mit einer Länge von mindestens 400 Metern** und **mit Verlusten durch Wärmeverteilung und -übergabe, die unter 25 Prozent des Nutzwärmebedarfs** der Wärmekundinnen oder -kunden liegen etc.

Diese Anforderung ist vom Biogasanlagenbetreiber durch einen Umweltgutachter entsprechend nachzuweisen.

2.3.4 Allgemeiner Hinweis zum Einsatz von fossilen Energien zu Heizzwecken

Die Bundesregierung hat sich das Ziel gesetzt, bis zum Jahr 2045 die sog. „Klimaneutralität“ zu erreichen. Auf dem Weg dahin wurden bereits Gesetzes-Novellierungen über das Osterpaket³ bzw. auch das Maßnahmenpaket des Bundes zum Umgang mit den hohen Energiekosten angekündigt.

Diese Weichenstellungen haben unmittelbar zur Folge, dass im Jahr 2045 nur noch in sehr wenigen Ausnahmefällen fossile Energieträger, wie bspw. Erdgas, zum Einsatz kommen werden. In einigen Anwendungsfällen kann Erdgas und perspektivisch sog. „grünes Erdgas“ in den kommenden Jahren aber auch eine wichtige „Brückentechnologie“ im Rahmen der Energiewende darstellen, bis neue oder andere Technologien für diesen Anwendungsfall entwickelt werden und in großem Umfang genutzt werden können. Insbesondere im Bereich der Kraft-Wärme-Kopplung können diese Brennstoffe mittelfristig in den kommenden 10 bis 15 Jahren eine wichtige Rolle spielen, um dezentral eine hocheffiziente Kraftwerksleistung zur bedarfsgerechten Wärme- und Stromerzeugung in Deutschland bereitstellen zu können. Welche Rolle Wasserstoff oder grünes Erdgas aus erneuerbaren Energien bei der Beheizung der Gebäude in Zukunft spielen wird, ist derzeit noch nicht abschließend abzusehen. Grundsätzlich ist die Umstellung einer Erdgasheizung auf Wasserstoff oder „grünes Erdgas“ technisch umsetzbar. So heißt es in der nationalen Wasserstoffstrategie der Bundesregierung vom Juni 2020 bspw. „Wasserstoff und seine Folgeprodukte können langfristig auf verschiedene Weise einen Beitrag zur Dekarbonisierung von Teilen des Wärmemarktes leisten.“

Der Trend bei der Energieversorgung im Wärmesektor geht aber in Richtung Wärmepumpen. Die Technologie soll beispielsweise auch durch eine sogenannte Wärmepumpen-Offensive im Rahmen der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) vorangebracht werden. Außerdem setzt die geplante Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) mit einer erstmaligen Betriebskostenförderung für beispielsweise Wärmepumpen Anreize in diese Richtung⁴. Die CO₂-Emissionen von Wärmepumpen werden sich unabhängig von einer möglichen, direkten PV-Stromnutzung sukzessive verringern. Das geschieht im Zuge des weiteren EE-Ausbaus im deutschen Netz, d. h. je „grüner“ der deutsche Strommix wird. Darüber hinaus werden auch Power-to-Heat und Wasserstoffherzeugung wichtige Bausteine in der Energieversorgung sein.

³ siehe [Überblickspapier Osterpaket](#) vom 06.04.2022

⁴ siehe [ENTWURF Förderrichtlinie BEW, Stand 18.08.2021](#)

Aufgrund der zunehmenden Elektrifizierung des Wärme- und des Mobilitätssektors (sog. „Sektorkopplung“) wird der Strombedarf in Deutschland weiter steigen. Deshalb wird der Ausbau der erneuerbaren Stromversorgung ein Fokusthema bei der Umgestaltung der Energieversorgung bleiben. Dabei spielt aber nicht nur die Stromerzeugung, sondern auch die Speicherung und Bedarfsanpassung an die Erzeugungsseite eine wichtige Rolle und damit einhergehend das Thema Maximierung der Eigenversorgung und der Maximierung der regionalen Wertschöpfung. Durch die Nutzung der örtlichen Ressourcen (Biomasse, Abfälle, Klärschlamm, Wind, Sonne, ...) kann ein wichtiger Beitrag zum Klimaschutz, zur Stärkung der regionalen Wirtschaft und zur Versorgungssicherheit beigetragen werden.

Vor diesem Hintergrund weisen wir jedoch frühzeitig darauf hin, dass Wärmeerzeuger, die ab sofort installiert werden und eine Lebensdauer von erfahrungsgemäß rund 15 bis 25 Jahren aufweisen, zum Ende ihrer Lebensdauer voraussichtlich nicht mehr oder nur unter erschwerten (ökonomischen) Bedingungen mit fossilen Energieträgern (z. B. Erdgas) betrieben werden können. Dieser Sachverhalt (sog. „Lock-in-Effekt“) muss bereits jetzt in die Entscheidungsfindung für ein neues Heizsystem einfließen, obwohl quantifizierbare Prognosen zur Kostenentwicklung für so lange Zeiträume nicht seriös ermittelt werden können. Grundsätzlich kann - vor dem Hintergrund der Dekarbonisierung der Energieversorgung - davon ausgegangen werden, dass reine Heizungsversorgungslösungen basierend auf erneuerbaren Energien (inkl. Strom) aufgrund der geringeren CO₂-Emissionen mittel- bis langfristig eine bessere und langfristige Planungssicherheit gewährleisten.

Diese übergeordneten Faktoren sollten, neben den reinen Kosten, die nachfolgend noch genauer dargestellt werden, ebenfalls bei der Entscheidungsfindung für eine zukünftige Energieversorgung berücksichtigt werden.

Allgemeine Hinweise und Annahmen zur Weiterentwicklung der Kosten für Energie

Im Rahmen der derzeitigen Entwicklungen im energie- und geopolitischen sowie energiewirtschaftlichen Umfeld vertritt das Institut für Energietechnik IFE GmbH an der Ostbayerischen Technischen Hochschule Amberg-Weiden folgende Ansicht hinsichtlich der mittel- bis langfristigen Entwicklung der Kosten bei Energieträgern und Brennstoffen.

Die Preise für z. B. Erdgas und Strom haben sich gegenüber z. B. 2020 erhöht, tlw. verdoppelt oder verdreifacht. Auch die Preise für regenerative Brennstoffe, wie Pellets oder Hackgut, folgen dem Trend und steigen an. Das vorherrschende Preisniveau wird sich auch in absehbarer Zeit nachzeitigem Stand der Dinge kaum mehr verringern. Ebenfalls dem steigenden Trend folgend, sind die Preise für CO₂-

Zertifikate im europäischen Emissionshandel. Entgegen dieser Steigerung bewegt sich die EEG-Umlage, die aufgrund von politischen Beschlüssen auf „Null“ Cent pro Kilowattstunde gesetzt wird.

Exkurs: Entwicklung der EEG-Umlage

Die Entwicklung der EEG-Umlage wird nachfolgend in Abbildung 8 dargestellt. Für das Jahr 2022 wurde bereits der Wert von 3,72 ct/kWh bestätigt. Inzwischen wurde bereits vom Gesetzgeber der Wegfall der EEG-Umlage zum Juli 2022 beschlossen. Daher die EEG-Umlage als Strompreisbestandteil nicht weiter berücksichtigt. Die historische Entwicklung der EE-Umlage wird nachfolgend in Abbildung 8 abgebildet.

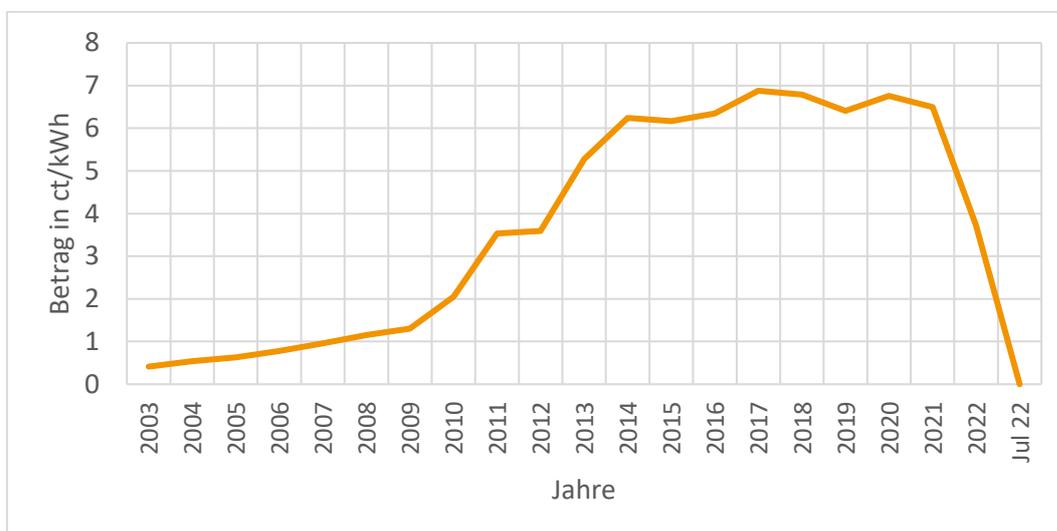


Abbildung 8: Entwicklung der EEG-Umlage

2.4 Fördermöglichkeiten

Nachfolgend werden einige für das Konzept relevante Fördermöglichkeiten näher beschrieben. Hierbei ist jedoch anzumerken, dass kein Anspruch auf Vollständigkeit besteht und eine mögliche Förderung bei Umsetzung im Detail zu prüfen ist. Derzeit herrscht eine hohe Fluktuation in der Förderlandschaft, weshalb im vorliegenden Konzept nur die Momentaufnahme einfließen kann. Nachfolgende Gliederungspunkte beschreiben mögliche Förderprogramme in Bezug auf das Wärmenetz bzw. bestimmte förderbare Wärmeerzeuger.

2.4.1 KfW-Programm – Erneuerbare Energien „Premium“

Im Rahmen des Programms der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) werden diverse Maßnahmen gefördert. Nachfolgend werden für das vorliegende Projekt relevante Komponenten kurz erläutert.

Wärmenetze, die aus erneuerbaren Energien gespeist werden

Im KfW-Programm Erneuerbare Energien „Premium“ wird ein Wärmenetz gefördert, wenn die verteilte Wärme zu folgenden Mindestanteilen aus den folgenden Wärmequellen stammt:

- Zu mindestens 20 % aus Solarwärme, sofern ansonsten fast ausschließlich Wärme aus hocheffizienten Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen, aus Wärmepumpen oder aus industrieller oder gewerblicher Abwärme
- Zu mindestens 50 %, bei Wärmenetzen zur überwiegenden Versorgung von Neubauten 60 %, mit Wärme aus erneuerbaren Energien
- Zu mindestens 50 %, bei Wärmenetzen zur überwiegenden Versorgung von Neubauten 60 %, aus Wärmepumpen
- Zu mindestens 50 % bei Wärmenetzen zur überwiegenden Versorgung von Neubauten 60 %, aus Anlagen zur Nutzung von Abwärme oder
- Zu mindestens 50 %, bei Wärmenetzen zur überwiegenden Versorgung von Neubauten 60 %, einer Kombination der in den Buchstaben a bis d genannten Maßnahmen und ansonsten fast ausschließlich aus hocheffizienter Kraft-Wärme-Kopplung.

Darüber hinaus **muss** ein jährlicher Mindestwärmeabsatz je Trassenmeter (Tm) von **500 kWh/(Tm*a)** gegeben sein.

Zusätzlich sind in diesem Programm auch die Kosten zur Errichtung der Hausübergabestationen förderfähig. Die Höhe der Förderung beträgt:

- 60 €/(Tm*a); der Förderhöchstbetrag liegt hier bei 1 Mio. €
- 1.800 € je Hausübergabestation (bei Bestandsgebäuden, sofern kein kommunaler Anschlusszwang besteht)

Große Wärmespeicher

Für förderfähige Wärmespeicher ohne Anspruch auf Zuschlagszahlung gemäß KWKG gilt: 250 Euro je Kubikmeter Speichervolumen für förderfähige große Wärmespeicher mit mehr als 10 Kubikmeter Wasservolumen.

Die Förderung ist auf 30 % der für den Wärmespeicher nachgewiesenen Nettoinvestitionskosten beschränkt. Der maximale Tilgungszuschuss je Wärmespeicher beträgt 1 Million Euro.

2.4.2 BAFA – Wärme/ Kältenetze

Im Rahmen des Kraft-Wärme-Kopplungsgesetzes (KWKG) wird vom BAFA u. a. der Neubau und Ausbau von Wärmenetzen gefördert.

Fördervoraussetzung ist unter anderem, dass nachweislich eine Fördernotwendigkeit besteht und spätestens 36 Monate nach der Inbetriebnahme des Netzes eine der folgenden Voraussetzungen nachgewiesen wird.

Tabelle 1: Förderung von Wärme-/Kältenetzen nach KWKG/BAFA [B.KWK]

Bedingung	Zuschlag bezogen auf die Investitionskosten	Frst für Inbetriebnahme nach 31.12.2019 bis
50 % Kombination aus KWK, EE, Abwärme	30 %	31.12.2022
75 % Kombination aus KWK, EE, Abwärme, min. aber 10 % KWK	40 %	31.12.2029
75 % aus KWK	40 %	31.12.2029

Die Inanspruchnahme dieser Förderung nach KWKG gilt vorrangig, sofern die Voraussetzungen erfüllt werden können. Eine Kumulierung z. B. mit dem KfW-Programm ist nicht möglich.

In Verbindung mit der Förderung von Wärme- und Kältenetzen sind auch Wärme- und Kältespeicher förderfähig über das KWKG. Nachfolgende Tabelle zeigt die Förderbedingungen.

Tabelle 2: Förderung von Wärme-/Kältespeichern nach KWKG/BAFA [B.KWK]

Speichervolumen	Zuschlag je m ³ Wasseräquivalent des Speichervolumens
≤ 50 m ³ (> 1 m ³ Wasseräquivalent oder ≥ 0,3 m ³ Wasseräquivalent/kW _{el} install. KWK-Leistung)	250 €/m ³
> 50 m ³	250 €/m ³ , max. 30 % der Investitionskosten, max. 10 Mio. €/Projekt
Bedingungen: <ul style="list-style-type: none"> • Inbetriebnahme bis 31.12.2029 • Mehr als 50 % Wärme/Kälte des Speichers stammt aus KWK-Anlagen oder innovativen KWK-Systemen; KWK ist an ein Stromnetz der allg. Versorgung angeschlossen und kann in dieses Netz einspeisen • Die mittleren Wärmeverluste liegen niedriger als 15 W/m² Behälteroberfläche. 	

In den Versorgungsvarianten, in denen die genannten Voraussetzungen erfüllt werden, ist auch diese Förderung berücksichtigt.

2.4.3 Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)

Das BEG ist in Teilen bereits zum 01.01.2021 in Kraft getreten. Weitere Bestandteile sind zum 01.07.2021 in Kraft getreten. Es ersetzt bisher vier bestehende Förderprogramme und soll insgesamt die Fördermittelprüfung vereinheitlichen. Die bisherigen Förderprogramme waren:

- CO₂-Gebäudesanierungsprogramm, umgesetzt durch die KfW mit den Förderprogrammen „Energieeffizient Bauen und Sanieren“ (EBS)
- Marktanreizprogramm (MAP), soweit es durch BAFA umgesetzt wird als Förderprogramm „Heizen mit erneuerbaren Energien“
- Anreizprogramm Energieeffizienz (APEE)
- Heizungsoptimierungsprogramm (HZO)

Die Aufteilung des Förderprogramms erfolgt nach Wohngebäuden, Nicht-Wohngebäuden sowie Einzelmaßnahmen (im Bestand). Allerdings haben sich seit Inkrafttreten bereits einige Neuerungen bei der Förderung, v. a. im Neubau, ergeben (z. B. Reduktion der Fördersätze, d. h. Wegfall der Mehrförderung bei EE- o. NH-Klasse, Wegfall der Zuschussvariante etc.). Das Programm in seiner jetzigen Form ist nur noch bis 31.12.2022 gültig. Zum Jahresbeginn 2023 soll es ein neu aufgesetztes Programm mit dem Namen „Klimafreundliches Bauen“ geben.

Zum Stand April 2022 gilt im Neubau:

- Die Mittel der ersten Stufe sind bereits ausgeschöpft
- Förderung aktuell in Stufe zwei möglich, d. h. Förderung von Neubauten im Standardeffizienzhaus-/ Effizienzgebäude 40 mit Nachhaltigkeits-Klasse (NH-Klasse) als Kreditvariante (reine Zuschussvariante nicht mehr verfügbar). Der Fördersatz beträgt 12,5 %
- Die NH-Klasse ist in Form des „Qualitätssiegels Nachhaltiges Gebäude“ (QNG) nachzuweisen

Im neuen Programm „Klimafreundliches Bauen“, das ab Januar 2023 gelten soll, sind folgende Schwerpunkte geplant:

- Entspricht Stufe drei
- Weiterentwicklung der Förderungen aus Stufe 2, wobei ein Fokus auf die Treibhausgasemissionen im Lebenszyklus liegen soll

Die Förderung nach BEG ist in keiner Variante eingerechnet, da sich die Förderung nicht auf das Energiesystem zurückführen lässt, sondern mit der Umsetzung der Gebäudehülle/Bausubstanz zusammenhängt (NH-Klasse). Die Information zur Förderung ist an dieser Stelle rein informativ, weil ihr trotzdem eine große Bedeutung zukommt.

2.4.4 Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)

Hinweis: Das Förderprogramm BEW ist zum Stand Ende Dezember 2021 noch nicht in Kraft getreten. Der nachfolgende Abschnitt ist rein informativ und für zukünftige Wärmenetze sehr relevant, da die Förderung die Wirtschaftlichkeitslücke zwischen fossilen und erneuerbaren Wärmenetzen schließen soll.

Zum 16.07.2021 wurde ein erster Entwurf für die Richtlinie zum BEW veröffentlicht und zum Zeitpunkt der Projektbearbeitung nochmals zum 18.08.2021 geringfügig geändert. Das BEW soll das bestehende Förderprogramm „Wärmenetze 4.0“ ersetzen und für einen schnelleren Einsatz von erneuerbarer Wärme (EE-Wärme) sorgen.

Insgesamt ist neben einer Förderung für die Erstellung der notwendigen Studie eine investive Förderung und eine Betriebskostenförderung vorgesehen. Diese Instrumente sollen die Wirtschaftlichkeitslücke zu den konventionellen Wärmeerzeugungssystemen schließen.

Das BEW erfordert für den Neubau von Wärmenetzen einen EE-Wärme-Anteil von mindestens 75 % sowie entweder mindestens 17 Gebäude oder 101 WE. Kann diese Voraussetzung nicht erfüllt werden,

so kann eine Förderung nach BEG erfolgen. Die Betriebskostenförderung kann für die Technologien Solarthermie mit 2 ct/kWh_{th} und für Wärmepumpen erhalten werden und endet zehn Jahre nach Inbetriebnahme der geförderten Anlage.

Bei Wärmepumpen untergliedert sich die Vergütung, in Abhängigkeit der EEG-Umlage und der Jahresarbeitszahl (JAZ)⁵, in

- Strombezug (maximal 7 ct/kWh_{th})
- EE-Eigenstromnutzung mit Strom aus erneuerbaren Energieanlagen ohne Netzdurchleitung erzeugt wird (maximal 3 ct/kWh_{th})

Da durch die Wasserkraftanlage später nahezu ausschließlich EE-Strom für die Wärmeerzeugung vorliegt, wird die spezifische Vergütung nach Punkt 2 und zugehöriger Formel ermittelt und ist abhängig von der erzielten Jahresarbeitszahl (JAZ).

$$\text{Betriebskostenförderung}_{WP} = X \frac{\text{ct}}{\text{kWh}_{th}} - \left(\frac{Y}{2,5} - \frac{Y}{JAZ} \right) * 0,75 \frac{\text{ct}}{\text{kWh}_{th}}$$

Zu den förderfähigen Wärmequellen gehören

- Solarthermieanlagen bzw. P
- Wärmepumpen
- Tiefe Geothermie
- Biomassekessel
- Direktelektrische Wärmeerzeuger

Zur förderfähigen Infrastruktur gehören

- Wärmeverteilung
 - Rohrleitungssystem inkl. Verlegung und Dämmung
 - Armaturen
 - Leckage-Überwachung
 - Übergabestationen und Wärmepumpen im Eigentum des Wärmenetzbetreibers

⁵ Die Jahresarbeitszahl ist der Quotient aus der bereitgestellten Energiemenge in Form von Wärme und der dafür eingesetzten Energiemenge in Form von Brennstoffen oder Strom in einem Kalenderjahr.

- Maßnahmen zur Optimierung des Wärmenetzes
 - Wärmespeicher
 - Hocheffiziente Pumpen
 - Anlagen zur Druckerhöhung und Druckhaltung
 - Mess-, Steuer-, und Regelungstechnik
 - Digitalisierungskomponenten
 - Wärmetauscher
 - Wärmepumpen im Netz
- Umfeld Maßnahmen
 - Heizzentralen des Wärmenetzes bei Einbindung neuer, im Rahmen der Richtlinie förderfähiger Anlagen
 - Anlagen zur Besicherung bei Einbindung neuer Anlagen mit klimaschonendem Energieträger

Die systemische Förderung für Neubaunetze kann maximal 40 % der förderfähigen Ausgaben für die Investitionen in Erzeugungsanlagen und Infrastruktur betragen.

Wichtig: Die notwendige Studie für die Inanspruchnahme der BEW-Förderung kann nicht durch die vorliegende Arbeit ersetzt werden.

3 Abschätzung des künftigen Energiebedarfs

Im nachfolgenden Kapitel wird die Ermittlung des zukünftigen Energiebedarfes beschrieben. Nachfolgend soll der zukünftige Energiebedarf auf Basis des aktuellen Planungsstandes prognostiziert werden. Zudem wird die Umfrage des Gebietsumgriffes und Auswertung dargestellt.

3.1 Wärme im Neubaugebiet

Die Abschätzung des Wärmebedarfs erfolgt aufgrund des aktuellen Planungsstandes und in Abstimmung mit dem AG auf Basis der Anzahl der WE sowie einem spezifischen Energiebedarf.

Das Neubaugebiet besteht aus insgesamt 94 EFH, 11 Kettenhäusern und einem Nahversorger. Unter der Annahme eines KfW-55-Standards wird ein spezifischer Gesamtwärmebedarf von ca. 47,5 kWh/(m²·a) notwendig sein. Der Anteil für das Trinkwarmwasser ist bereits nach GEG (früher EnEV) mit 26 % bzw. 12,5 kWh/(m²·a) berücksichtigt. Somit ergibt sich ein Gesamtwärmebedarf von ca. 1.068 MWh/a. Hierbei sind auch ca. 45.000 kWh/a⁶ an Wärmebedarf für den Nahversorger enthalten.

Die sogenannte Wärmebelegungsdichte (WBD) erreicht in Abhängigkeit des Gesamtwärmebedarfs und der Trassenlänge einen Wert von ca. 340 kWh/(Tm·a). Die WBD ist ein Maß für den Wärmeabsatz je Trassenmeter und sollte für eine hohe Wirtschaftlichkeit der Maßnahme möglichst hoch sein. Für eine Förderung nach KfW (siehe Kapitel 2.4.1) ist eine WBD von mindestens 500 kWh/(Tm·a) notwendig. Das Wärmenetz wird in allen Varianten mit ausreichend hohen Vorlauftemperaturen berücksichtigt, damit keine dezentrale Trinkwassererwärmung notwendig ist. Ein Pufferspeicher wird bei jedem Anschlussnehmer mitberücksichtigt.

3.2 Wärme im Bestandsgebiet

In Abstimmung mit dem AG wurde eine Umfrage zum möglichen Anschlussinteresse im nördlich gelegenen „Altbauggebiet“ durchgeführt. Ein Muster des Fragebogens ist im Anhang Abschnitt A abgebildet. Neben dem Anschlussinteresse wurden u.a. nachfolgende Daten abgefragt:

- Daten zum Heizungssystem
- Daten zum Gebäude
- Daten zur zukünftigen Nutzung der Elektromobilität

⁶ Abstimmung mit Planer des zukünftigen Nahversorgers

- Daten zur Nutzung von Photovoltaik und Batteriespeichern

Die Rückmeldung zum Anschlussinteresse wurden nachfolgend in Abbildung 9 visualisiert.

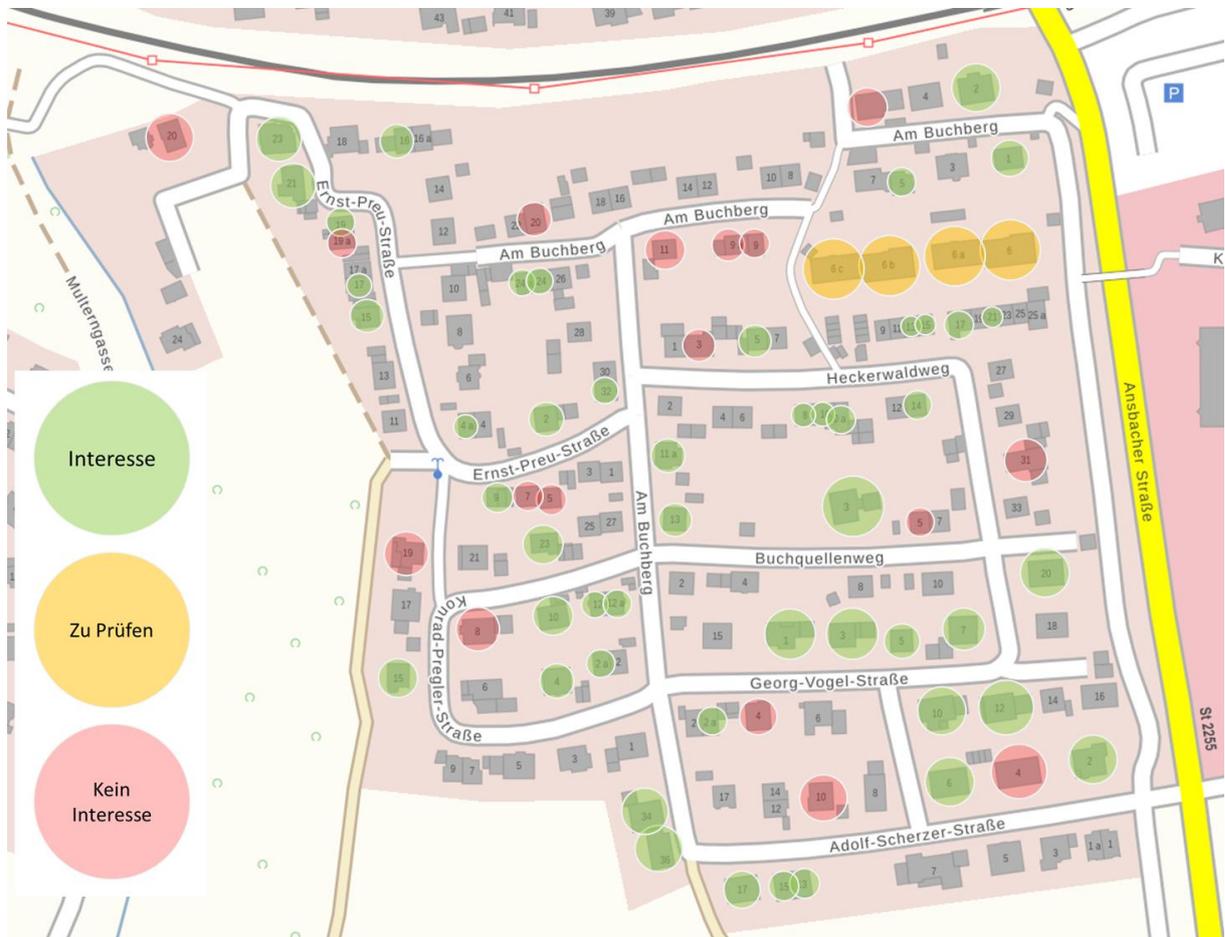


Abbildung 9: Umfrageergebnis im Bestandsgebiet [www.openstreetmap.org]

In Abbildung 9 werden alle Antworten als Kreis dargestellt. Insgesamt gab es 65 Rückmeldungen auf die Umfrage, wovon 48 mit einem Interesse an einem Anschluss geantwortet haben. 17 Rückmeldungen waren ohne ein Anschlussinteresse. Gelb wurde ein komplex aus vier Reihenhäusern markiert, da hier das Anschlussinteresse mit den Eigentümern zu prüfen ist. Insgesamt zeigt sich ein sehr positives Bild in Bezug auf die Rückmeldungen und eine mögliche Erweiterung des Wärmenetzes im Bestandsgebiet wird in Abstimmung mit dem AG weiterverfolgt.

Nachfolgend werden weitere Ergebnisse aus der Umfrage dargestellt und diskutiert. Zuerst werden in Abbildung 10 die Gründe für ein mögliches Anschlussinteresse dargestellt.

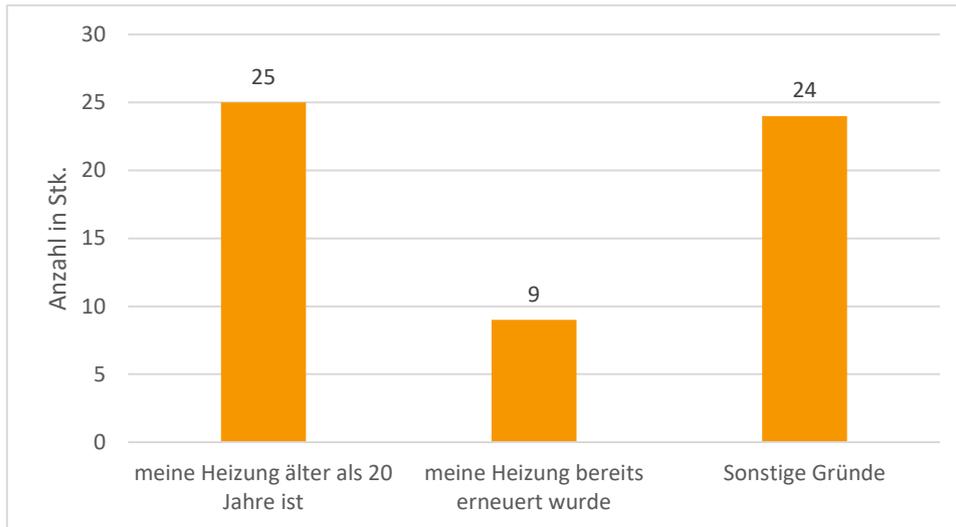


Abbildung 10: Gründe für ein Anschlussinteresse

In vergleichbaren Umfragen dominierte beiden Gründen für ein Anschlussinteresse das Alter des bestehenden Heizungssystems. In der Umfrage zeigte sich, dass neben dem Alter auch sonstige Gründe eine gleiche Rolle spielen können. Weitere neun befragte würden trotz erneuerter Heizung einen Anschluss an das Wärmenetz durchführen. Insgesamt ist für die Zukunft mit weiter steigenden Zahlen für mögliche Anschlussnehmer zu rechnen, da für diese Umfrage noch keine Informationsveranstaltung stattfand. Zudem sind die Preise für Energie weiter deutlich gestiegen und aufgrund des Ukraine-Kriegs zeichnet sich in der politischen Diskussion eine möglichst schnelle Abkehr vom Gas in der Wärmeversorgung ab.

Die Gründe gegen ein Anschlussinteresse werden nachfolgend in Abbildung 11 dargestellt.

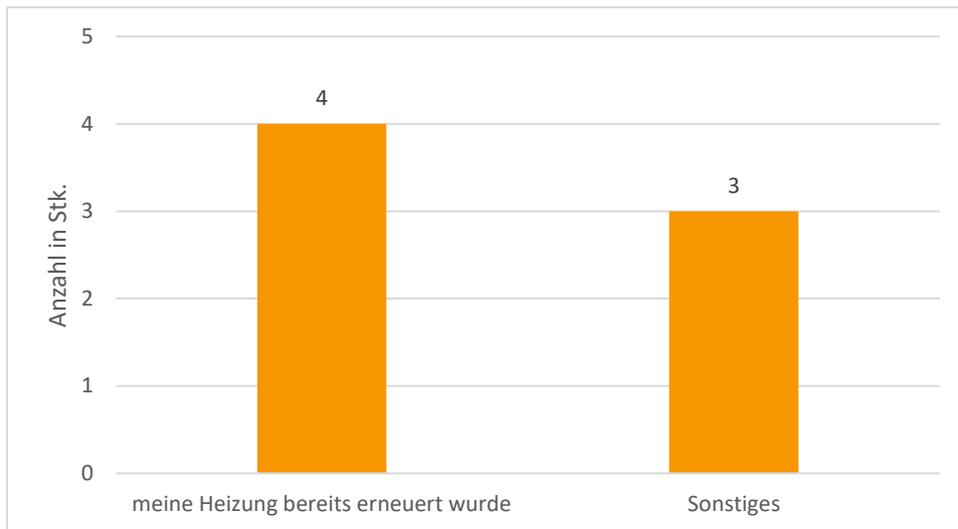


Abbildung 11: Gründe gegen ein Anschlussinteresse

Bei den Gründen gegen den Anschluss wurde von vier Personen eine erneuerte Heizung, bei drei Personen „Sonstiges“ und von zehn Personen keine Aussage angegeben.

Anschließend wird in Abbildung 12 die Häufigkeit des Gebäudealters in unterschiedlichen Clustern dargestellt.

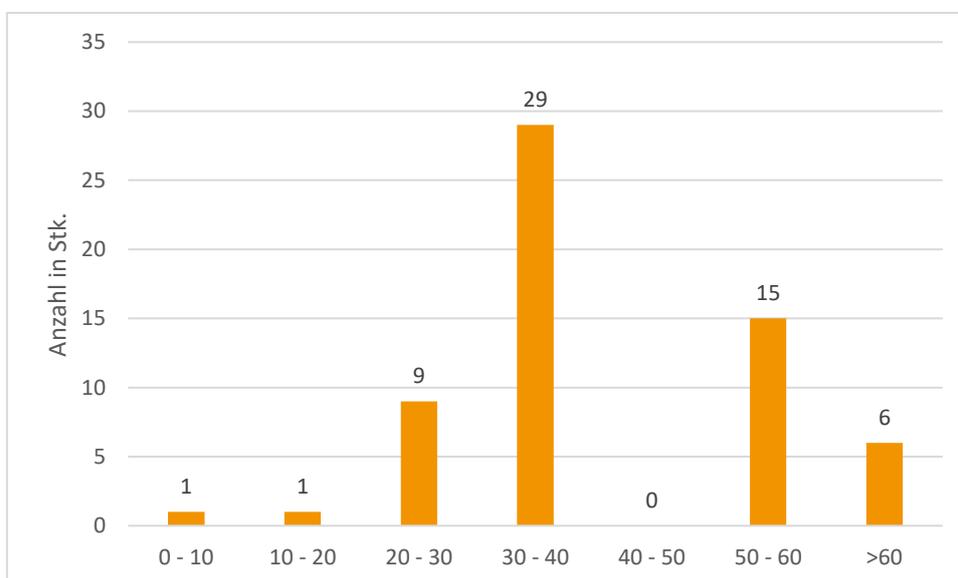


Abbildung 12: Aufteilung des Gebäudealters

Insgesamt sind 40 Gebäude (ca. 78 %) älter als 30 Jahre. Je nach Sanierungsstand eignen sich Gebäude mit dieser Altersklasse sehr gut für die Errichtung eines Wärmenetzes, da dieses genug Wärmeabnahme für einen wirtschaftlichen Betrieb benötigt.

Nachfolgend wird in Abbildung 13 die Aufteilung der aktuell eingesetzten Energieträger zur Wärmeversorgung der Befragten dargestellt.

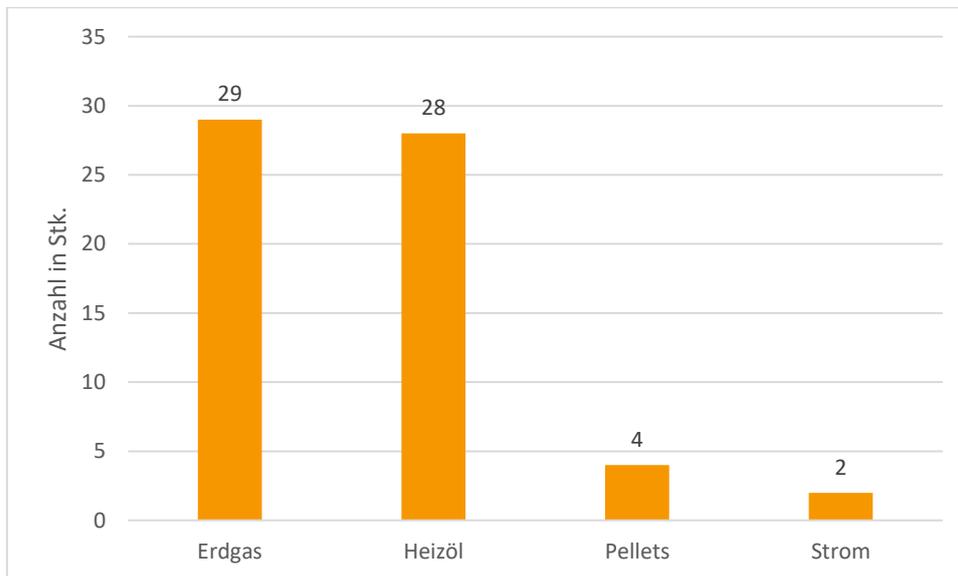


Abbildung 13: Aufteilung der Energieträger

Wie in Abbildung 14 zu sehen, stellen derzeit die konventionellen Energieträger Erdgas und Heizöl mit ca. 90 % den überwiegenden Anteil der Energieträger. Dieser Anteil ist aufgrund des Alters der Gebäude üblich und somit kann durch die Errichtung eines Wärmenetzes eine hohe Minderung der CO₂-Emissionen erreicht werden.

Abschließend wird in Abbildung 14 der Anteil der vorhandenen Solarthermie-Anlagen dargestellt. Diese können sinnvoll zur Heizungsunterstützung eingesetzt werden und reduzieren somit den Primärenergiebedarf.

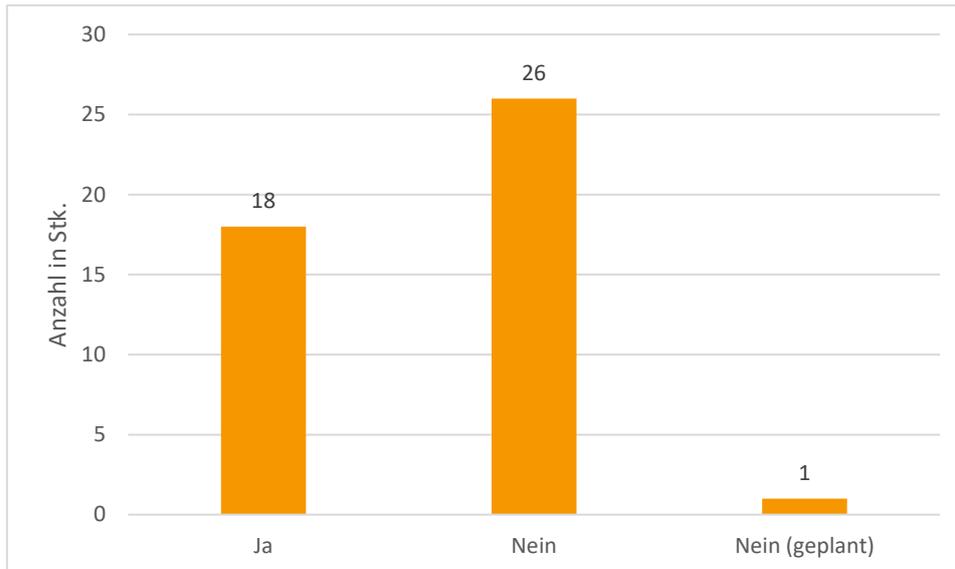


Abbildung 14: Anzahl der Solarthermieanlagen bei Anschlussinteresse

Es sind mit 18 Stück ca. 40 % der befragten Gebäude mit einer Solarthermieanlagen ausgestattet.

Zwischenfazit: Aufgrund der hohen Anzahl an Interessierten für ein Wärmenetz, der aktuellen Energieträger sowie des Energiebedarfs der Gebäude ist der Anschluss des Bestandsgebietes ans mögliche Wärmenetz des Neubaugebietes sinnvoll und daher weiter zu prüfen. Insgesamt liegt der kumulierte Wärmebedarf im Bestandsgebiet bei den Anschlussinteressierten bei ca. 1.100 MWh/a.

3.3 Wärmenetz

Wie in Abschnitt 2.2 beschrieben, sind im Gebietsumgriff des Neubaugebietes zwei mögliche Energiequellen für ein zu errichtendes Wärmenetz. Diese wurden im Laufe des Projektes vor Ort besichtigt und die relevanten technischen Daten aufgenommen und ausgewertet.

Die technischen Daten der Hackschnitzelheizung wurden zunächst aus dem Bayernatlas entnommen und nachfolgend in Tabelle 3 dargestellt.

Tabelle 3: Technische Daten Hackschnitzelheizung [Energieatlas Bayern]

Hackschnitzelheizung	
Anlagenschlüssel	06-09-575-4136-0001 bzw. N/03/04
Energetische Nutzung	Wärme
Brennstofftyp	fest
Brennstoff	Holzhackschnitzel
Biomethan	nein
Inbetriebnahmejahr	2016
Nennwärmeleistung Biomasse	1,4 MW
Nennwärmeleistung gesamt	5,1 MW
Feuerungswärmeleistung	1,6 MW
Versorgte Objekte	Schulzentrum und Altenheim
Stand	31.12.2018

Bei der vor Ort Begehung und Abstimmung mit dem Betreiber zeigte sich im Gespräch jedoch, dass die installierte thermische Leistung zum aktuellen Zeitpunkt bereits ausgelastet ist. In der bestehenden Heizzentrale war zudem kein Platz für die Errichtung eines weiteren Aggregats. Vor allem die Lieferung in den Wintermonaten wäre hier nicht gesichert. Somit wurde mit dem AG entschieden, dass diese Variante nicht weiter als Energieversorgung für das Projekt betrachtet wird.

Im nächsten Schritt wurde dann die bestehende Biogasanlage im Gebietsumgriff des Neubaugebietes betrachtet. Die technischen Daten sind nachfolgend in Tabelle 4 dargestellt.

Tabelle 4: Technische Daten Biogasanlage [Energieatlas Bayern]

Biogasanlage	
Anlagenschlüssel (KWK-Anlage)	06-09-575-1202-0001 bzw. E2191501BIXX0000000102 53575100000 bzw. A8139560146643
Energetische Nutzung	Strom + Wärme
Brennstofftyp	gasförmig
Brennstoff	Biogas
Biomethan	nein
Inbetriebnahme Jahr	2010
Elektrische Leistung	530 kW
Stromproduktion	4.499.073 kWh (2019)
Volllaststunden	8.489 (berechnet für 2019)
Verteilnetzbetreiber	N-ERGIE Netz GmbH
Übertragungsnetzbetreiber	TenneT
Stand	31.12.2019

Bei der Abstimmung mit dem Betreiber der Biogasanlage vor Ort stellte sich heraus, dass die elektrische Leistung in der Zwischenzeit deutlich auf ca. 1.500 kW ausgebaut wurde und zukünftig weitere 1.500 kW elektrischer Leistung dazukommen werden. Zudem wurde ein Pufferspeicher mit ca. 1.000 m³ errichtet. Somit kann der Anlagenbetreiber flexibler auf aktuelle Marktpreise am Strommarkt reagieren und insgesamt netzdienlicher Strom erzeugen. Die Wärme wird derzeit neben dem Prozess der Biogasanlage in einem bereits bestehenden Wärmenetz in der Ortschaft Unterschweinach genutzt. Hier werden ca. 1.600 MWh/a an thermischer Energie aus der Biogasanlage benötigt.

Der Anlagenbetreiber rechnet mit einer kumulierten Wärmeerzeugung pro Jahr zukünftig von ca. 4.600 MWh/a, wodurch nach Abzug des bestehenden Wärmenetzes ca. 3.000 MWh/a für die Versorgung des Neubau- und Altbaugebietes verbleiben würden. Diese haben nach derzeitigem Stand einen kumulierten Wärmebedarf von ca. 2.200 MWh/a. Somit ist nach aktuellem Stand von einer ausreichenden Wärmemenge auszugehen. Die Spitzenlastabsicherung ist mit dem Biogasanlagenbetreiber noch im Detail bei der Umsetzung abzustimmen.

Die Temperaturen des Pufferspeichers betragen im Vorlauf ca. 94 °C und im Rücklauf 55 °C, somit ist ein ausreichend hohes Temperaturniveau für die Versorgung der Gebäude möglich. Durch die hohen Temperaturen kann auch die Trinkwarmwasserbereitstellung ohne zusätzliche dezentrale Anlagentechnik erfolgen, wodurch zusätzliche Investitionskosten eingespart werden.

Nachfolgend wird in Abbildung 15 ein schematischer Wärmenetzverlauf von der Biogasanlage über das Neubaugebiet bis zum Altbaubereich dargestellt.



Abbildung 15: Schematischer Wärmenetzverlauf mit Zuleitung der Biogasanlage [www.openstreetmap.org]

Die Verbindungsleitung von der Biogasanlage bis zum Neubaugebiet beträgt ca. 810 m. Nach Abstimmung mit dem Auftraggeber sollte für die klare Systemtrennung und Übergabe zwischen Wärmenetz und Biogasanlage eine Übergabestation am Ende der Verbindungsleitung von der Biogasanlage entstehen. Dort kann anschließend der Wärmenetzbetreiber die Wärme im eigenen Netz weiter zu den Anschlussnehmern transportieren und die Abrechnung etc. übernehmen. Daher werden für die Kostenschätzung die Zuleitung sowie Übergabestation nicht berücksichtigt.

Anschließend wird nachfolgend in Abbildung 16 nochmal das Wärmenetz für das Neu- und Altbaubereich dargestellt.

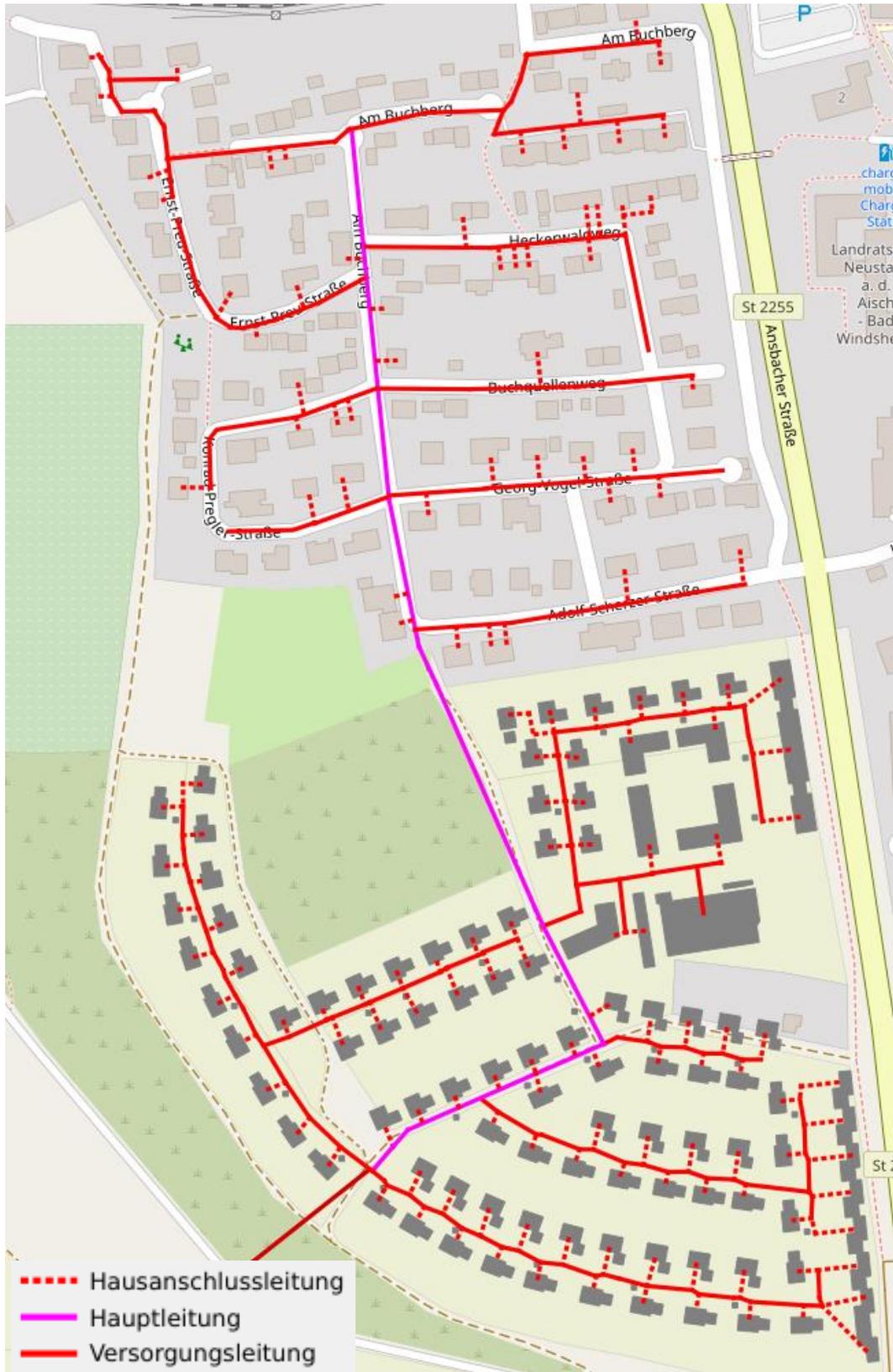


Abbildung 16: Schematischer Wärmenetzverlauf im Neu- und Altbaugebiet [www.openstreetmap.org]

Bei der schematischen Darstellung werden die Hausanschlussleitungen, die Versorgungs- sowie Hauptleitungen dargestellt. Insgesamt hat das dargestellte Wärmenetz eine kumulierte Leitungslänge von ca. 6.000 m. Die einzelnen Längen je nach Neu- und Altbaugebiet werden nachfolgend in Tabelle 5 dargestellt.

Tabelle 5: Längen des Wärmenetzes

	Hauptleitungen [m]	Versorgungsleitung [m]	Stichleitungen [m]	Summe [m]
Neubaugebiet	258	1.485	1.390	3.133
Bestandsgebiet	472	1.710	672	2.854
			Summe:	ca. 6.000

Die jährlichen Wärmeverluste betragen bei dem dargestellten Stand ca. 580 MWh/a. Dies entspricht ca. 26 % im Vergleich zum vorläufigen jährlichen Wärmeabsatz. Die Höhe der Wärmeverlust ist in Abhängigkeit der Länge und höheren Vorlauftemperatur zwar etwas höher als vergleichbare neue Wärmenetze, jedoch kann durch die sinnvolle Abwärmenutzung der Biogasanlage mit einem deutlich geringeren Wärmepreis kalkuliert werden.

Nachfolgend wird in Abbildung 17 die Jahresdauerlinie für den kumulierten Wärmebedarf des Neu- und Altbaugebietes sowie der Wärmeverluste dargestellt.

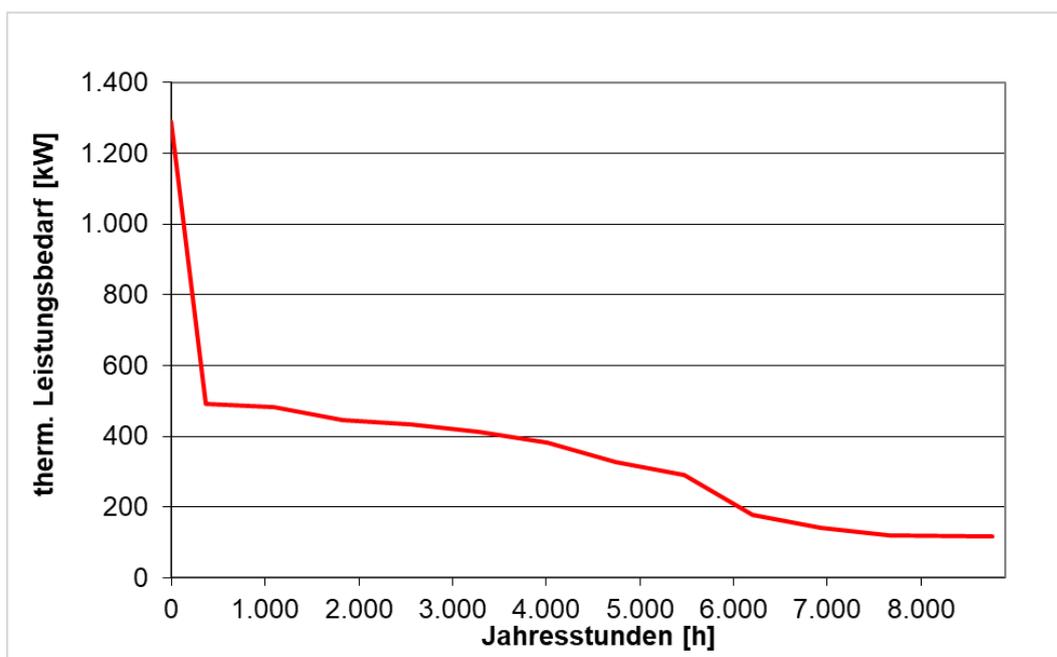


Abbildung 17: Thermische Jahresdauerlinie zentrale Variante inkl. durchschnittlicher Wärmeverluste

4 Berechnungsgrundlagen & Ergebnisse

Im nachfolgenden Kapitel sollen die unterschiedlichen Energieversorgungsvarianten dargestellt werden. Hierzu wird einerseits die zentrale Variante mit Nutzung der Abwärme der Biogasanlage genauer beschrieben als auch eine dezentrale Variante mit einer Luft-Wasser-Wärmepumpe in einem EFH. Beide Varianten werden anschließend anhand der unterschiedlichen Fördervoraussetzungen abschließend gegenübergestellt.

4.1 Prüfung der Förderbarkeit

Zum Stand der Bearbeitung haben sich die Rahmenbedingungen für die Förderung im Bereich der Wärmeversorgung stetig geändert und sind teils noch nicht final abgeschlossen. Dennoch soll ein möglichst aktueller Überblick über die bestehenden Förderprogramme gegeben werden. Nachfolgend werden daher in Tabelle 6 die zu untersuchenden Varianten mit den möglichen Förderprogrammen dargestellt und diskutiert.

Tabelle 6: Übersicht der Fördervoraussetzungen je nach Variante

		Var. 1 zentrale Versorgung Vollversorgung Biogasanlage	Var. 2 Neubaubereich dezentrale Versorgung Luft-Wasser-Wärmepumpe Heizstab	Var. 2 Bestandsgebäude dezentrale Versorgung Luft-Wasser-Wärmepumpe Heizstab
		ca. 70°C VL	ca. 70°C VL	
erfüllt				
nicht erfüllt				
Pflicht GEG				
ST	15%			
KWK (Biogasanlage)	50%	~ 100 %		
WP	50%		~ 100 %	~ 100 %
feste Biomasse	50%			
Förderung BEG				
Einzelmaßnahme		Förderung Netzanschluss der Bestandsgebäude (35 - 45%)	KfW 55 Kein Bestandsgebäude	Förderung Wärmepumpe möglich (35 - 45%)
Förderung BEW (noch nicht in Kraft)				
ab 17 Gebäude o. 101 WE		> 100 Gebäude	kein Wärmenetz	kein Wärmenetz
Förderung KWKG/BAFA				
KWK (Biogasanlage)	75%	~ 100 %		
EE u. KWK (lbn bis 2029)	75%		keine KWK-Anlage	keine KWK-Anlage
EE u. KWK (lbn bis 2022)	50%			
Förderung KfW EE Premium				
Mindest WBD (500 kWh/Tm*a)		367	kein Wärmenetz	kein Wärmenetz

Alle untersuchten Varianten erreichen und übertreffen deutlich die gesetzliche Mindestpflicht nach GEG.

Eine Förderung durch das BEG wurde, wie in Abschnitt 2.4.3 beschrieben, angepasst. Hier kann eine Förderung BEG für Neubauten mit einem KfW-Gebäudestandard 55 nicht mehr erhalten werden. Daher ist weder der Anschluss an das Wärmenetz noch die dezentrale Wärmepumpe im Neubau förderfähig. Durch das BEG können hingegen in den Bestandsgebäuden der Anschluss an das Wärmenetz in der

zentralen Variante sowie die Nachrüstung einer Wärmepumpe entsprechend gefördert werden. Je nachdem ob ein Ölkessel dabei ausgetauscht wird erhöht sich dabei die Förderung. Für die Anschlüsse ans Wärmenetz der Bestandsgebäude kann eine Förderung von ca. 84.000 € erhalten werden, je nach Anzahl der Gebäude und der auszutauschenden Ölkessel.

Eine Förderung des Wärmenetzes durch das geplante BEW, siehe Abschnitt 2.4.4, ist zum Stand der Bearbeitung noch nicht möglich, auch wenn grundsätzlich ausreichend viele Gebäude bzw. WE angeschlossen werden.

Die höchste Förderung mit 40 % für das neu zu errichtende Wärmenetz kann in der zentralen Variante durch das KWKG/BAFA erfolgen, da die Abwärme aus der Biogasanlage als KWK-Wärme zählt. Das entspricht ca. 1,3 Mio. €.

4.2 Wirtschaftlichkeitsberechnung

Die Wirtschaftlichkeitsberechnung der Energieversorgungsvarianten erfolgt in einer statischen Vollkostenrechnung (in Anlehnung an die VDI 2067 Blatt 1). Folgende Rahmenbedingungen gelten für alle betrachteten Versorgungsvarianten gleichermaßen.

Die Kostenschätzung für den ökonomischen Vergleich der Varianten berücksichtigt vor allem die Kostenbestandteile, in der sich die Energieversorgungsvarianten unterscheiden. Beispielsweise ist, unabhängig ob zentrale oder dezentrale Variante, die Hauszentrale inkl. Wärmeabnehmer notwendig und werden daher in der Vollkostenrechnung nicht berücksichtigt. Schematisch wird die Bilanzgrenze für die Kostenschätzung nachfolgend in Abbildung 18 dargestellt.

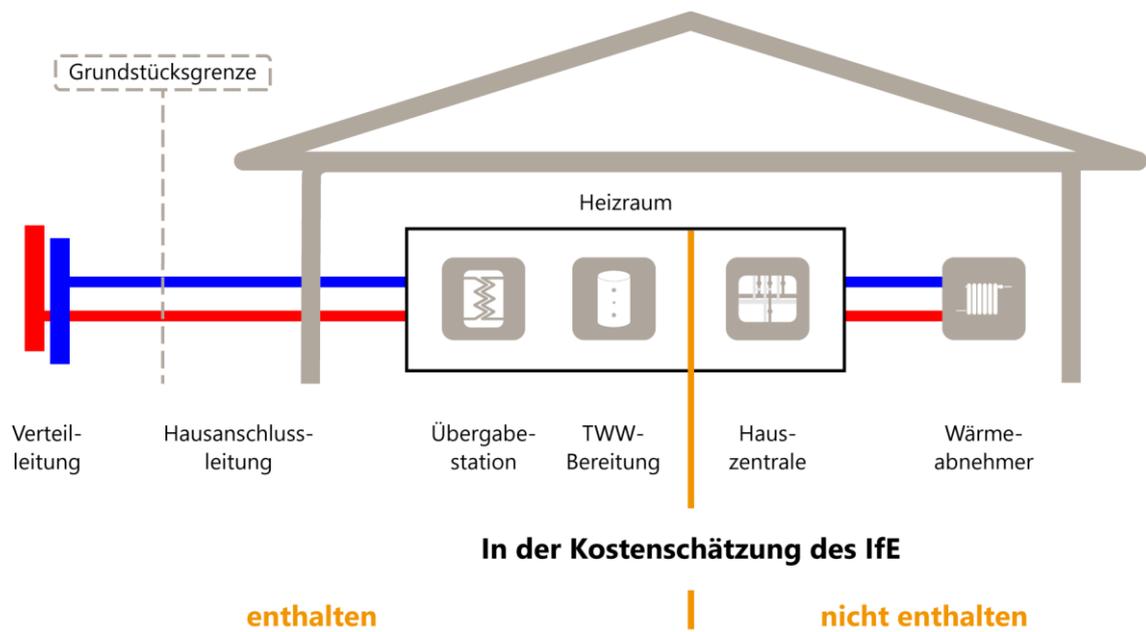


Abbildung 18: Bilanzgrenze für IfE Kostenschätzung

Rahmenbedingungen der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

- Betrachtungs- und Abschreibungszeitraum 20 Jahre
- Vollkostenrechnung in Anlehnung an VDI 2067
- Betriebskosten in Anlehnung an VDI 2067
- Es sind keine Kosten für die Fläche des Übergabegebäudes, das Übergebäude sowie die Zuleitung von der Biogasanlage berücksichtigt
- Es wurden keine Preissteigerungen bei den Energieträgern/ Brennstoffen angesetzt.
- In den Ergebnissen sind bereits Fördermittel für Wärmenetz, -erzeuger, und -speicher nach aktuellem Stand (KWKG) enthalten sowie eine Förderung von 1.800 € je Übergabestation in den Bestandsgebäuden nach KfW EE Premium.

Folgende Kosten bzw. Erlöse werden berücksichtigt:

- Kapitalkosten (Investitionskosten auf Basis vorliegender Angebote durch AG sowie durchschnittlicher Nettomarktpreise für die einzelnen Komponenten)
- Betriebsgebundene Kosten (Wartung, Instandhaltung, Betrieb, technische Überwachung, Personalkosten)
- Verbrauchsgebundene Kosten (Brennstoffe, Hilfsenergie)
- Sonstige Kosten (Versicherung und Verwaltung)

- Einnahmen durch Stromeinspeisung in das öffentliche Netz (KWK-Zuschlag, üblicher Preis) und Energiesteuerrückerstattung

Die Investitionskosten sind nicht als konkrete Angebotspreise, sondern lediglich als durchschnittliche Marktpreise zu verstehen. Diese können in der tatsächlichen Umsetzung nach oben oder unten abweichen. Aufgrund derzeitiger globaler Lieferprobleme und erhöhter Inflation unterliegt die Kostenschätzung einer hohen Ungenauigkeit und kann später bei der Realisierung deutlich abweichen.

Die betriebsgebundenen Kosten beinhalten die Kosten für die Bedienung der technischen Anlagen sowie die Kosten für Wartung und Instandhaltung der einzelnen Anlagen und Komponenten. Die Kosten werden in Anlehnung an die in der VDI 2067 festgelegten Werte angesetzt.

Die verbrauchsgebundenen Kosten entsprechen den jährlichen Brennstoffkosten für den Betrieb der Wärmeversorgung sowie den Kosten für Hilfsenergie. Die angesetzten, spezifischen Energiepreise belaufen sich auf folgende Werte (CO₂-Bepreisung ist hier nicht enthalten):

- Strompreis: 30,0 ct/kWh
- Wärmepreis (Biogasanlage): 2,0 ct/kWh

Sonstige Kosten für z. B. Versicherung und Verwaltung werden pauschal als Prozentsatz der betreffenden Investitionskosten angesetzt.

4.3 Ökonomische Ergebnisse

Die Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurde mit dem AG so abgestimmt, dass repräsentativ für das Wärmenetz ein EFH Neubau in den beiden Varianten verglichen wird. Hierfür wurden zunächst die gesamten Investitionskosten für das Wärmenetz ermittelt, welche ca. 4,95 Mio. € betragen. Weiterhin ist eine kumulierte Förderung von ca. 1,43 Mio. € nach aktuellem Stand möglich (siehe Abschnitt 4.1). Somit verbleibt eine ausstehende Summe von ca. 3,52 Mio. €.

In Abstimmung mit dem AG wurden beispielhafte Einnahmen durch einen Baukostenzuschuss (BKZ) festgelegt, wie nachfolgend in Tabelle 7 dargestellt. Diese sind noch keine finale Preisgestaltung und dienen zunächst der groben Abschätzung des späteren Investitionsvolumens.

Tabelle 7: Exemplarischer Baukostenzuschuss

BKZ	Neubau	Bestand
EFH	10.000 €	10.000 €
MFH	15.000 €	
Supermarkt	20.000 €	

Durch den BKZ können ca. 1,6 Mio. € durch die Anschlussnehmer finanziert werden. Somit verbleiben ca. 1,9 Mio. €, welche über den Betrieb des Wärmenetzes zu erwirtschaften sind. Diese ausstehende Summe wurde anschließend durch den zu erwartenden Wärmeabsatz geteilt, um spezifische Kosten je Kilowattstunde zu ermitteln. Zusätzlich wurden die Wärmeverluste sowie die Kosten für den späteren Betrieb in spezifische Kosten umgerechnet sowie eine Annahme für den Einkauf der Abwärme aus der Biogasanlage wie folgt getroffen:

- Spezifische Kosten Investition:	4,4 ct/kWh
- Spezifische Kosten Einkauf (Annahme):	2,0 ct/kWh
- Spezifische Kosten Betrieb:	1,5 ct/kWh
- Spezifische Kosten Verluste:	0,5 ct/kWh
- Spezifische Kosten Summe:	8,4 ct/kWh

Insgesamt ergibt sich somit ein kumulierter spezifischer Preis von ca. 8,4 ct/kWh zur Deckung der Kosten für das Wärmenetz. Für den weiteren Vergleich wird mit einem Verkaufspreis (Mischpreis) von ca. 11 ct/kWh gerechnet, damit Erlöse und Rücklagen entsprechend berücksichtigt werden. Mithilfe des BKZ und des Wärmebedarfs eines neugebauten EFH von ca. 7.600 kWh ergeben sich somit spezifische Kosten für den einmaligen Anschluss an das Wärmenetz von ca. 6,6 ct/kWh, bezogen auf den Betrachtungszeitraum von 20 Jahren, für den Anschlussnehmer.

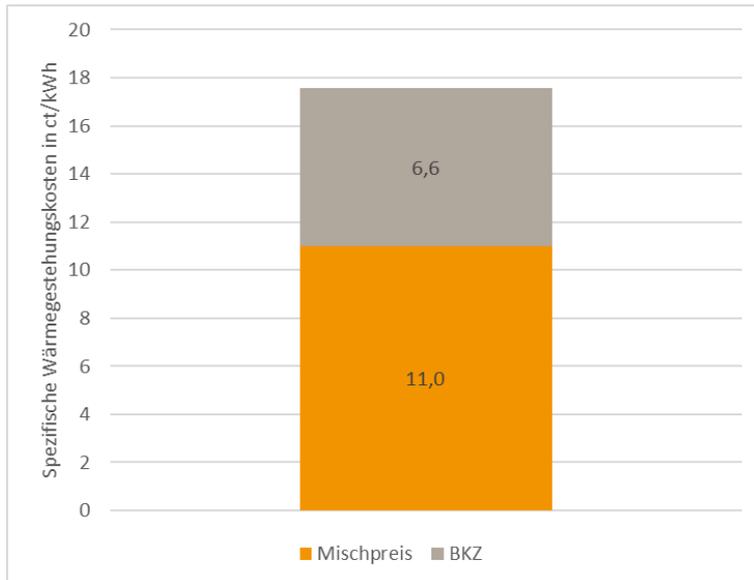


Abbildung 19: Variante 1 - Spezifische Wärmegestehungskosten

Für den Vergleich mit der dezentralen Variante mit einer Luft-Wasser-Wärmepumpe werden die Kosten für das System nachfolgend geschätzt und dargestellt.

- Investitionskosten: 20.000 €
- Betriebskosten: 350 €/a
- Energiekosten: 760 €/a

Dadurch ergeben sich bei einem Betrachtungszeitraum von 20 Jahren spezifische Wärmegestehungskosten von ca. 27,8 ct/kWh wie nachfolgend kumuliert dargestellt.

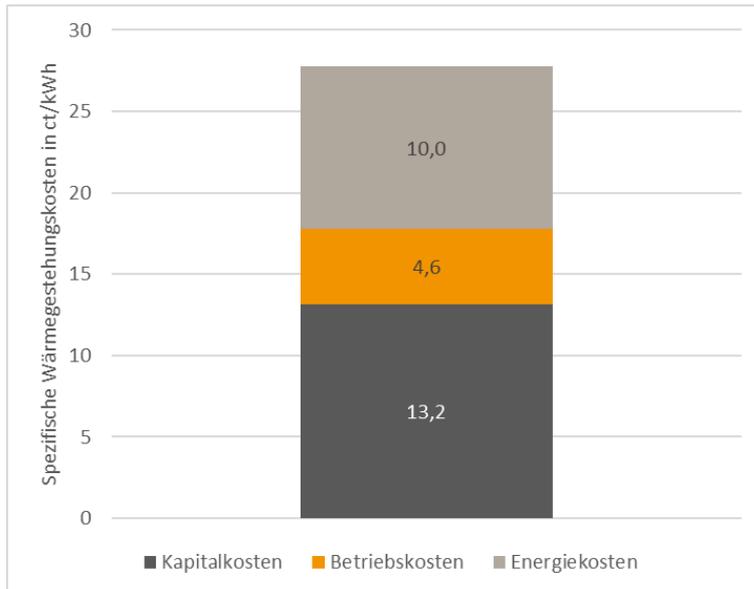


Abbildung 20: Variante 2 - Spezifische Wärmegestehungskosten

Somit ergeben sich nachfolgende kumulierte Wärmegestehungskosten für beide Varianten im Vergleich.

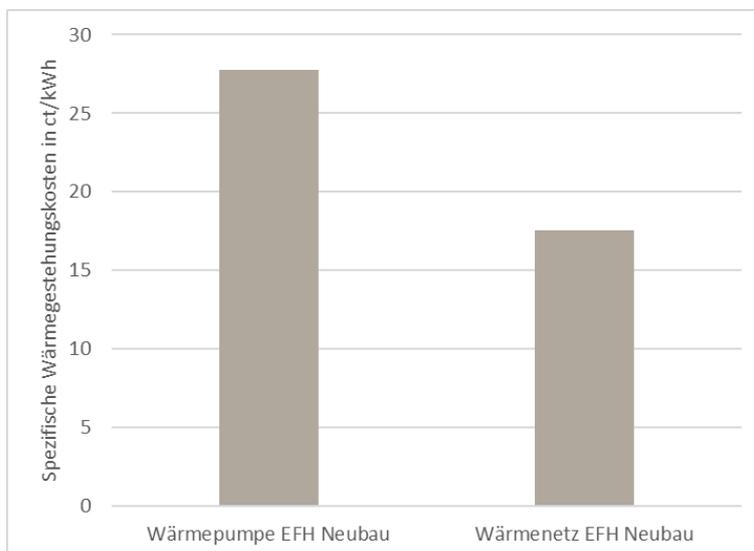


Abbildung 21: Spezifische Wärmegestehungskosten im Vergleich

Wie in Abbildung 21 dargestellt ist Variante 1 mit einer zentralen Wärmeversorgung über ein Wärmenetz, welches die Abwärme einer örtlichen Biogasanlage nutzt, deutlich geringer als die Vergleichsvariante mit einer dezentralen Luft-Wasser-Wärmepumpe für ein neugebautes EFH.

4.4 Ökologische Betrachtung

Die Bewertung der ökologischen Aspekte wird anhand einer CO₂-Bilanz vorgenommen. Je nach Art des Energieträgers, welcher zur Wärmeversorgung eingesetzt wird, entsteht je nach verbrauchter Kilowattstunde eine gewisse Menge an Treibhausgasen bezogen auf den Heizwert (kWh_{Hi}). Die jährliche Menge an THG-Emissionen kann mit Hilfe von CO₂-Äquivalenten berechnet werden. Für das Konzept werden die Emissionsfaktoren des GEG angesetzt (vgl. Anhang 6):

- Strom 560 g/kWh
- Abwärme Biogas 40 g/kWh_{Hi}

Zur Berechnung der jeweiligen CO₂-Emissionen werden die errechneten Energiemengen für ein neu-gebautes EFH mit den Emissionsfaktoren multipliziert und nachfolgend in Abbildung 22 dargestellt.

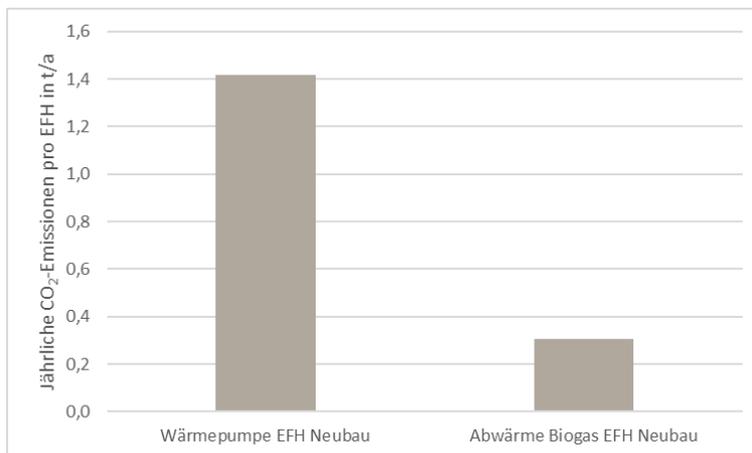


Abbildung 22: Vergleich der jährlichen CO₂-Emissionen

Wie in Abbildung 22 dargestellt sind die jährlichen CO₂-Emissionen bei der Nutzung der Abwärme durch die Biogasanlage mithilfe eines zentralen Wärmenetzes deutlich geringer als bei der Nutzung einer dezentralen Luft-Wasser-Wärmepumpe.

Primärenergiefaktor

Eine weitere wichtige Kenngröße zur Beurteilung der Wärmeversorgung ist der Primärenergiebedarf. Der Jahresprimärenergiebedarf wird durch Dämmung der Gebäudehülle sowie durch Anlagentechnik und darin eingesetzter Primärenergie beeinflusst. Er sagt aus, wie viel Energie zur Deckung des Endenergiebedarfs benötigt wird (inklusive der Vorketten). Zur Ermittlung des Primärenergiebedarfs wird der Endenergiebedarf mit einem Primärenergiefaktor multipliziert, der für bestimmte Energieträger

einheitlich festgelegt ist. Der Primärenergiebedarf ist daher eine ökologische Beurteilungsgröße. Nachfolgend sind die Faktoren für die einzelnen Energieträger aufgelistet, die im GEG festgesetzt sind.

- Nahwärme aus KWK (Erneuerbarer Brennstoff) 0,0
- Strom Netzbezug 1,8

Die Berechnungsmethode des Primärenergiefaktors wird vom AGFW, dem Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK vorgegeben und muss für öffentliche Wärmenetze durch einen zugelassenen Gutachter zertifiziert werden.

Der Primärenergiefaktor wurde durch das GEG auf den Wert 0,3 begrenzt. Der Wert kann allerdings unter Anrechnung von erneuerbaren Anteilen bis auf minimal 0,2 sinken.

Der Primärenergiebedarf sollte bei der 100 % Versorgung über die Abwärme der Biogasanlage bei 0,2 liegen.

5 Zusammenfassung und Fazit

Im Rahmen des Konzeptes wurden unterschiedliche Varianten zur zukünftigen Energieversorgung des Neubaugebietes „Buchberg IV“ in Neustadt a. d. Aisch untersucht. In dem integralen und innovativen Konzept wurde dargestellt, wie die Versorgung des Areals mit Wärme aus ökonomischer und ökologischer Sicht unter derzeitigen energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen optimal ausgestaltet und dimensioniert werden kann.

Zunächst wurden die relevanten Rahmenbedingungen aus energietechnischer Sicht aufbereitet und dargestellt. Hierzu zählen unter anderem die rechtlichen Rahmenbedingungen sowie Fördermöglichkeiten, welche einen hohen Einfluss auf die Energieversorgungsvarianten haben. Hinsichtlich der Förderung ist nach aktuellem Stand festzuhalten, dass eine Förderung für Komponenten des Wärmenetzes nach dem BAFA-Förderprogramm möglich sein werden. Zudem sind einzelne Bestandteile wie der Anschluss an ein Wärmenetz in den Bestandsgebäuden über das BEG förderfähig.

Aufgrund der vielversprechenden Lage wurde zudem eine Umfrage zum Anschlussinteresse im angrenzenden Bestandsgebiet durchgeführt. Hierbei zeigte sich ein positives Bild aufgrund eines hohen Anschlussinteresses, welches die Erschließung und Versorgung des Gebietes wirtschaftlich interessant gestaltet. Hinsichtlich des Interesses am Anschluss ist festzuhalten, dass dies eine Momentaufnahme ist und ggf. deutlich durch Informationsveranstaltungen gesteigert werden kann.

Anschließend wurde der Energiebedarf für das Neubaugebiet auf Basis des aktuellen Bebauungsplanes prognostiziert und für weitere tiefere Berechnungen aufbereitet. Zudem wurde der Energiebedarf für die Anschlussinteressierten aus dem Bestandsgebiet entsprechend aufbereitet und für die zentrale Energieversorgungsvariante berücksichtigt.

Durch die örtlich gut gelegene Biogasanlage wurde bereits eine Variante für die Energieversorgung zu Projektbeginn festgelegt und detailliert geprüft. Die Nutzung der Abwärme einer vorhandenen Biogasanlage ist sowohl ökonomisch als auch ökologisch interessant. Hierbei zeigte sich, dass die Biogasanlage grundsätzlich ausreichend Kapazität für die Wärmeerzeugung hat und durch zwei Blockheizkraftwerke in Verbindung mit einem 1.000 m³ Pufferspeicher vorteilhaft ausgebaut ist.

In Abstimmung mit dem Auftraggeber wurde in der anschließenden Analyse unterschiedlicher Energieversorgungsvarianten eine zentrale Variante mit Wärmenetz, welches durch die Abwärme der Biogasanlage gespeist wird, mit einer dezentralen Variante mit Luft-Wasser-Wärmepumpen repräsentativ für ein neugebautes EFH verglichen.

In diesem ökonomischen und ökologischen Vergleich der beiden Varianten zeigte sich, dass die zentrale Variante bezogen auf die spezifischen Wärmegestehungskosten deutlich günstiger als die dezentrale Variante ist. Beim ökologischen Vergleich durch die jährlichen CO₂-Emissionen zeigte sich im Vergleich auch ein deutlicher Vorteil der zentralen Variante durch die Nutzung der Abwärme der bereits vorhandenen Biogasanlage. Zudem wird in der zentralen Variante ein sehr niedriger Primärenergiefaktor erreicht, was später den Bauherren im Neubaugebiet für mögliche Fördermittel zugutekommt.

Abschließend ist festzuhalten, dass die zentrale Wärmeversorgungsvariante in Verbindung mit der Abwärme der Biogasanlage sowohl aus ökonomischer als auch aus ökologischer Sicht eine kosteneffiziente und nachhaltige Lösung ist und daher weiterverfolgt werden soll. Zudem bietet diese Variante auch eine regionale und nachhaltige Versorgungslösung ohne den Einsatz fossiler Brennstoffe.

Im nächsten Schritt sollten im Rahmen der Umsetzung die Investitionskosten weiter geschärft und das zukünftige Preismodell festgelegt werden, da im Rahmen des Konzeptes hierbei zunächst entsprechende Annahmen getroffen wurden.

6 Anhang

A. Fragebogen „Anschlussinteresse Wärmenetz“

Datenerhebung im Rahmen des **Gesamtennergiekonzeptes im Bereich Buchberg für die Stadt Neustadt a.d. Aisch**

Derzeit wird vom Institut für Energietechnik an der Ostbayerischen Technischen Hochschule Amberg-Weiden geprüft, inwiefern eine zentrale, versorgungssichere Wärmeversorgung im Neubaugebiet "Buchberg IV" sinnvoll ist. In Verbindung damit kann die Einbindung des Bestandes im Bereich Buchberg für beide Seiten sinnvoll sein, weshalb mit diesem Schreiben Ihr potentielles Anschlussinteresse an eine solche Nahwärmeversorgung erfragt werden soll. Derzeit kann noch keine Aussage für die Wirtschaftlichkeit bzw. die späteren Kosten getroffen werden.



Sie können die Umfrage auch online durchführen indem Sie den QR-Code scannen

Vorname, Nachname _____

Straße, Hsnr. (bei Eigentümern z. B. vermieteter Objekte, bitte Angaben zu Gebäuden) _____

Ich **bin** grundsätzlich am Anschluss an ein Nahwärmenetz **interessiert**, da

meine Heizung älter als 20 Jahre ist

meine Heizung defekt ist

sonstige Gründe _____

Ich **bin nicht** am Anschluss an ein Nahwärmenetz **interessiert**, da

meine Heizung bereits erneuert wurde

sonstige Gründe _____

Zum aktuellen Heizungssystem

- Baujahr _____

- Energieträger (z. B. Erdgas, Heizöl, Scheitholz, Strom etc.) _____

- Geschätzter Jahresverbrauch des Energieträgers (z. B. kWh, m³, Liter etc.) _____

Wird zusätzlich noch ein Kamin- oder Kachelofen im Gebäude genutzt?

ja

nein

Ist eine thermische Solaranlage (für die Warmwasserbereitung) vorhanden?

ja _____ wenn ja, Fläche in m²

nein

Zum Gebäude

- Baujahr _____

- Beheizte Fläche in m² _____

- Sanierung(en) geplant

ja

nein

Wenn ja, Sanierung welcher Art (z. B. Fenstertausch, Dämmung Geschossdecke, Fassade etc.) _____

E-Mobilität

Ich plane innerhalb der nächsten 5 Jahre ein Elektroauto zu fahren

ja _____ wenn ja, Anzahl

nein

Ich plane innerhalb der nächsten 5 Jahre einen eigenen Ladepunkt am Gebäude

ja

nein

Photovoltaik u. Speicher

Ist eine PV-Anlage vorhanden?

ja _____ wenn ja, Leistung in kWp

nein

geplant _____ wenn geplant, Leistung in kWp

Ist ein Batteriespeicher vorhanden?

ja _____ wenn ja, Kapazität in kWh

nein

geplant _____ wenn geplant, Kapazität in kWh

Bemerkungen

Abbildung 23: Fragebogen "Anschlussinteresse an ein Wärmenetz"

B. Primärenergie- und Emissionsfaktoren nach dem GEG

Tabelle 8: Primärenergiefaktoren nach Energieträger aus dem GEG

Nummer	Kategorie	Energieträger	Primärenergiefaktoren nicht erneuerbarer Anteil
1	Fossile Brennstoffe	Heizöl	1,1
2		Erdgas	1,1
3		Flüssiggas	1,1
4		Steinkohle	1,1
5		Braunkohle	1,2
6	Biogene Brennstoffe	Biogas	1,1
7		Bioöl	1,1
8		Holz	0,2
9	Strom	netzbezogen	1,8
10		gebäudenah erzeugt (aus Photovoltaik oder Windkraft)	0,0
11		Verdrängungsstrommix für KWK	2,8
12	Wärme, Kälte	Erdwärme, Geothermie, Solarthermie, Umgebungswärme	0,0
13		Erdkälte, Umgebungskälte	0,0
14		Abwärme	0,0
15		Wärme aus KWK, gebäudeintegriert oder gebäudenah	nach Verfahren B gemäß DIN V 18599-9: 2018-09 Abschnitt 5.2.5 oder DIN V 18599-9: 2018-09 Abschnitt 5.3.5.1
16	Siedlungsabfälle		0,0

Tabelle 9: Emissionsfaktoren nach Energieträger aus dem GEG

Nummer	Kategorie	Energieträger	Emissionsfaktor [g CO ₂ -Äquivalent pro kWh]
1	Fossile Brennstoffe	Heizöl	310
2		Erdgas	240
3		Flüssiggas	270
4		Steinkohle	400
5		Braunkohle	430
6	Biogene Brennstoffe	Biogas	140
7		Biogas, gebäudenah erzeugt	75
8		Biogenes Flüssiggas	180
9		Bioöl	210
10		Bioöl, gebäudenah erzeugt	105
11	Strom	Holz	20
12		netzbezogen	560
13		gebäudenah erzeugt (aus Photovoltaik oder Windkraft)	0
14		Verdrängungsstrommix	860
15	Wärme, Kälte	Erdwärme, Geothermie, Solarthermie, Umgebungswärme	0
16		Erdkälte, Umgebungskälte	0
17		Abwärme aus Prozessen	40
18		Wärme aus KWK, gebäudeintegriert oder gebäudenah	nach DIN V 18599-9: 2018-09
19		Wärme aus Verbrennung von Siedlungs- abfällen (unter pauschaler Berücksichtigung von Hilfsenergie und Stützfeuerung)	20
20	Nah-/Fernwärme aus KWK mit Deckungsanteil der KWK an der Wärmeerzeugung von mindestens 70 Prozent	Brennstoff: Stein-/Braunkohle	300
21		Gasförmige und flüssige Brennstoffe	180
22		Erneuerbarer Brennstoff	40
23	Nah-/Fernwärme aus Heizwerken	Brennstoff: Stein-/Braunkohle	400
24		Gasförmige und flüssige Brennstoffe	300
25		Erneuerbarer Brennstoff	60