



**Klimaschutz  
in der  
Verbandsgemeinde Wörrstadt**

Durchführbarkeitsstudie  
zur zentralen Nahwärmeversorgung  
des Neubaugebietes „Im Pfad“ in  
Armsheim, Verbandsgemeinde Wörrstadt

Abschlussbericht  
April 2020

Gefördert durch:



Förderprogramm „Zukunftsfähige Energieinfrastruktur“ (ZEIS)

Erstellt durch:



**MVV Regioplan GmbH**

MVV Regioplan GmbH  
Besselstraße 14/16  
68219 Mannheim  
Tel. 0621 / 87675-0  
Fax 0621 / 87675-99  
E-mail [info@mvv-regioplan.de](mailto:info@mvv-regioplan.de)  
Internet [www.regioplan.com](http://www.regioplan.com)

---

<b>Projektleitung:</b>	Dipl.-Kfm. techn. Alexander Fucker
<b>Projekt-Nr.:</b>	19 ETS 982/02

---

In enger Zusammenarbeit mit der Verbandsgemeinde Wörrstadt:

Markus Conrad  
Bürgermeister  
Zum Römergrund 2-6  
55286 Wörrstadt  
Tel. 06732 601-1500  
Fax 06732 601-81500  
[buergermeister@vgwoerrstadt.de](mailto:buergermeister@vgwoerrstadt.de)

Daria Paluch  
Klimaschutzmanagerin  
Zum Römergrund 2-6  
55286 Wörrstadt  
Tel. 06732 / 601-5071  
Fax 06732 / 601-85071  
[daria.paluch@vgwoerrstadt.de](mailto:daria.paluch@vgwoerrstadt.de)

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>Aufgabenstellung und Untersuchungsgegenstand</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Ausgangsanalyse</b>	<b>3</b>
2.1	Gesetzliche Rahmenbedingungen	3
2.2	Lage und Abgrenzung (BG / BG+)	4
2.3	Städtebauliche und energetische Ausgangsanalyse	6
2.4	Nachhaltige Nahwärmenetze auf Basis von EE und KWK	8
<b>3</b>	<b>Nahwärmekonzeption im BG „Im Pfad“</b>	<b>11</b>
3.1	Grundlagen zu Wärmenetzen	11
3.1.1	Nahwärmenetz: Funktionsweise, Standort der Heizzentrale und Netzparameter	11
3.1.2	Wärmenetze: Vor- und Nachteile	13
3.1.3	Auslegung der Wärmeerzeugung: Jahresdauerlinie	13
3.2	Grundlagen und Rahmenbedingungen der Wirtschaftlichkeitsrechnung	14
3.2.1	Wirtschaftlichkeit aus zwei Perspektiven: Unternehmer- und Kundensicht	14
3.2.2	Kundensicht: Referenzgebäude, Referenzlösung und EEWärmeG	16
3.2.3	Nahwärmenetz: Förderkulisse	18
3.2.4	Unternehmersicht: Prämissen und Parametervariation in der Wirtschaftlichkeitsrechnung	20
3.2.5	CO <sub>2</sub> -Emissionen	22
3.3	Untersuchte Nahwärmenetzvarianten (NV)	24
3.3.1	NV_BG_Pellets+Öl und NV_BG_Biogas-BHKW+Biogas	24
3.3.2	NV_BG+_Pellets+Öl und NV_BG+_Biogas-BHKW+Biogas	27
3.3.3	Sensitivitätsanalyse: Einbezug des Landesförderprogramms ZEIS	28
3.4	Vergleich der untersuchten Netzvarianten	30
3.4.1	Vollkosten und CO <sub>2</sub> -Emissionen (inkl. Äquivalente und Vorketten) des Referenzgebäudes	30
3.4.2	Preisvergleich von Wärmenetzen in der Metropolregion Rhein-Neckar	32
<b>4</b>	<b>Beteiligung</b>	<b>35</b>
4.1	Akteure und Multiplikatoren	35
4.2	Beteiligungsverfahren	35
<b>5</b>	<b>Fazit</b>	<b>37</b>

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 1: Abgrenzung des BG „Im Pfad“ und städtebaulicher Rahmen	5
Abb. 2: Grundstück „Im Pfad“ von Süden	5
Abb. 3: Grundstück „Im Pfad“ von Norden	6
Abb. 4: Komponenten einer Nahwärmeversorgung	12
Abb. 5: Kostenstruktur und Systematik der Wärmepreisberechnung bei Nahwärmenetzen	15
Abb. 6: Vergleich von Vollkosten (in €/a) und CO <sub>2</sub> -Äquivalenten (in kg/a) dezentraler Wärmeversorgungssysteme am Referenzgebäude des BG	18
Abb. 7: Untersuchte Netzvarianten (NV) im Quartier	22
Abb. 8: Steckbrief NV_BG_Pellets+Öl	25
Abb. 9: Steckbrief NV_BG_Biogas-BHKW+Biogas	25
Abb. 10: Steckbrief NV_BG+_Pellets+Öl	27
Abb. 11: Steckbrief NV_BG+_Biogas-BHKW+Biogas	28
Abb. 12: Steckbrief NV_BG_Biogas-BHKW+Biogas	29
Abb. 13: Steckbrief NV_BG_Pellets+Biogas	30
Abb. 14: Vergleich von Vollkosten (in €/a) und CO <sub>2</sub> -Emissionen (in kg/a) der NV und der Referenzlösungen am Referenzgebäude	31

## TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Wärme- und Strombedarf im Quartier	7
Tabelle 2: Vor- und Nachteile von Wärmenetzen	13
Tabelle 3: Allgemeine Prämissen der Wirtschaftlichkeitsrechnung untersuchter NV, Nettopreise	21
Tabelle 4: CO <sub>2</sub> -Emissionsfaktoren (in kg CO <sub>2e</sub> /kWh).	23
Tabelle 5: Preisvergleich der Netzvarianten mit Wärmenetzen in der MRN	33

## ANHANG

- I. Netzauskünfte für Gas- und Stromnetz
- II. Ergebnispräsentation zur Akteursbeteiligung

Weitere Anlagen befinden sich auf der beiliegenden Daten-CD-Rom:

- Abschlussbericht inkl. Anlagen im pdf-Format
- Energiebilanz: Wärme- und Strombedarfsrechnung
- Geschäftspläne der untersuchten Netzvarianten (BG & BG+)
- Ökonomisch-ökologische Vergleichsrechnung zum Referenzgebäude
- Merkblätter zum Bundes- und Landesförderprogramm

## ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

a	Jahr
Abb.	Abbildung
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BG	Baugebiet „Im Pfad“
BHKW	Blockheizkraftwerk
BKZ	Baukostenzuschuss
BW	Brennwert
CO <sub>2e</sub>	Kohlendioxid-Äquivalente
EE	Erneuerbare Energie(n)
EEG	Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien („Erneuerbare-Energien-Gesetz“)
EFH	Einfamilienhaus
EnEV	Energieeinsparverordnung
GEMIS	Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme
MUEEF	Ministeriums für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten Rheinland-Pfalz
Kap.	Kapitel
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau (Förderbank des Bundes)
KMR	Kunststoffmantelverbundrohr
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunde
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KWKG	Gesetz für die Erhaltung, die Modernisierung und den Ausbau der KWK
m	Meter
MFH	Mehrfamilienhaus
MRN	Metropolregion Rhein-Neckar
MWh	Megawattstunde
MWSt.	Mehrwertsteuer
NV	N(ahwärmen)etzvariante
OG	Ortsgemeinde (Armsheim)
PV	Photovoltaik
t	Tonne
VG	Verbandsgemeinde (Wörrstadt)
WSVO	Wärmeschutzverordnung
ZEIS	Förderprogramm Zukunftsfähige Energieinfrastruktur (MUEEF)



## 1 Aufgabenstellung und Untersuchungsgegenstand

Mit der Klimaschutznovelle im Jahr 2011 wurde der Klimaschutz und die Klimaanpassung ins Baugesetzbuch aufgenommen. Ziel in Neubaugebieten ist es, den Energiebedarf durch den Einsatz erneuerbarer Energien, CO<sub>2</sub>-minimierter Heizsysteme und/oder durch die Nutzung von effizienten Wärmenetzen (z. B. kalte Nahwärme oder Nahwärme aus Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen) zu minimieren.

Am 16.01.2020 wurde in einem ersten Projektgespräch zwischen Orts- (OG) und Verbandsgemeinde (VG), dem Eigenbetrieb Abwasser, dem Energie- und Servicebetrieb Wörrstadt (ESW), unter Beteiligung des Ministeriums für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten (MUEEF) und der für die Bauleit- und Erschließungsplanung beauftragten MVV Regioplan über ein zukunftsfähiges Energiekonzept für das Baugebiet „Im Pfad“ (BG) gesprochen. Hintergrund war, dass das zeitnahe Verbot von Ölheizungen sowie zukünftig voraussichtlich weiterer fossiler Energieträger zu einer Veränderung der Energie- und Wärmeversorgung führen wird. Insbesondere Neubaugebiete sollten daher bereits heute modern und weitestgehend klimaneutral geplant werden.

Die MVV Regioplan kennt als Erschließungsträger das BG und kann im Rahmen einer Auftragserweiterung die Wärmeversorgung im Gebiet untersuchen. Während der Konzepterarbeitung wird dabei u.a. mit potentiellen Investoren und/oder Betreibern des Wärmenetzes (z. B. der EnergieDienstleistungsGesellschaft EDG) Kontakt aufgenommen. Die Erstellung einer Nahwärmestudie wird über das ZEIS vom MUEEF mit 60% bezuschusst. Der anschließende Bau des Wärmenetzes kann ebenfalls über dieses Förderprogramm gefördert werden. Der Erstellung eines Wärmeversorgungskonzeptes für das BG wurde nach Beratung am 10.02.2020 im Ortsgemeinderat Armsheim zugestimmt und im Anschluss unmittelbar entsprechende Fördermittel beim MUEEF beantragt.

Mit einem energetischen Quartierskonzept, welches die städtebauliche und energetische Ausgangssituation im Ort ermittelt, hat sich Armsheim bereits das Ziel gesetzt, die Sanierungsquote zu steigern. Das BG erfüllt als Quartier die Funktion der Nahtstelle zwischen Einzelgebäude und Gesamtgemeinde und bietet mehr Raum für Gestaltung und Synergieeffekte, insbesondere im Wärmemarkt. Auf Grundlage der kommunalen Bestrebungen hinsichtlich Energieeffizienz und Klimaschutz soll eine Nahwärmestudie entwickelt werden, die insbesondere die maßgeblichen Energieverbrauchssektoren sowie deren Energieeinspar- und Effizienzpotenziale im Wärmebereich untersucht. Varianten einer leitungsgebundenen, zentralen Wärmeversorgung unter Nutzung von erneuerbarer Energien bzw. der Anwendung von Kraft-Wärme-Kopplung (gleichzeitige Erzeugung von Strom und Wärme) wurden in Abstimmung mit den zu beteiligenden Akteuren auf technische Machbarkeit untersucht sowie hinsichtlich ökonomischer und ökologischer Potenziale gegenüber zu stellen, um der Gemeinde eine solide Entscheidungsgrund-

lage für eine nachhaltige Wärmeversorgung zu geben.

Der vorliegende Abschlussbericht gliedert sich entsprechend der durchgeführten Arbeitsschritte. In Kapitel 2 werden im ersten Schritt die gesetzlichen Rahmenbedingungen, die städtebauliche Struktur und die energetische Ausgangssituation im BG analysiert und bilanziert. In Kapitel 3, das sich eingangs mit technischen und wirtschaftlichen Grundlagen und Zusammenhängen von Nahwärmenetzen beschäftigt, werden die Ergebnisse aller für das BG „Im Pfad“ untersuchten Netzvarianten erläutert und analysiert. Dabei werden auch Vergleiche zu alternativen, dezentralen und zu realisierten Wärmenetzen in der MRN gezogen. Der parallel zu den Untersuchungen verlaufende Beteiligungsprozess wird in Kapitel 4 beschrieben. Kapitel 5 schließt mit einem Fazit.

## 2 Ausgangsanalyse

### 2.1 Gesetzliche Rahmenbedingungen

Im Januar 2003 trat die EU-Richtlinie 2002/91/EG über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden<sup>1</sup> (EU-Gebäuderichtlinie) in Kraft. Sie hatte das Ziel, im gesamten europäischen Gebäudesektor die Energieeffizienz deutlich zu erhöhen. Im Mai 2010 verabschiedeten das europäische Parlament und der Rat der EU eine umfassende Novellierung der Richtlinie (2010/31/EU). Neben verschärften Mindestanforderungen und -standards gibt die Richtlinie u. a. die Pflicht vor, dass alle Neubauten in der EU ab 2021 nahezu auf dem Niveau von Nullenergiehäusern gebaut werden müssen (für Neubauten der öffentlichen Hand ab 2019).

Folgende, in den vergangenen Jahren beschlossene bzw. novellierte Gesetze und Verordnungen setzen die Vorgaben der EU um und sind für die Kommunen und lokalen Akteure relevant:

- Das Gesetz zur Einsparung von Energie in Gebäuden (Energieeinsparungsgesetz – EnEG) trat 1976 in Kraft und wurde zuletzt im Juli 2013 geändert. Das Gesetz schreibt insbesondere den Einsatz von energiesparendem Wärmeschutz bei zu errichtenden Gebäuden sowie energieeinsparender Anlagentechnik bei deren Einbau und Betrieb vor. Ferner ermächtigt es die Bundesregierung zum Erlass von Verordnungen, wie z. B.
- der Energieeinsparverordnung<sup>2</sup> (EnEV). Die EnEV gilt für Wohngebäude (Neubauten und Bestand) und Nichtwohngebäude (Bürogebäude und bestimmte Betriebsgebäude) und gibt insbesondere den gesetzlichen Rahmen hinsichtlich des Wärmebedarfs von Gebäuden vor. Im Kern formuliert die EnEV Standardanforderungen zur Ausführung von Hülle und Heizungstechnik von Gebäuden und schreibt die Ausstellung von Energieausweisen vor.<sup>3</sup>
- Das Erneuerbare-Energien-Gesetz<sup>4</sup> (EEG) regelt u. a. die Einspeisung und deren Vergütung von Strom aus erneuerbaren Quellen ins Stromnetz. Im Jahr 2014 wurde das EEG umfassend reformiert. Die Neufassung trat am 1. August 2014 in Kraft.
- Das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) verpflichtet Gebäudeeigentümer, die einen Neubau (Wohn- und Nichtwohngebäude) errichten, zum anteiligen Mindestein-

---

<sup>1</sup> Energy Performance of Buildings Directive (EPBD).

<sup>2</sup> Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung – EnEV). Die EnEV löste mit Wirkung zum 01.02.2002 die Wärmeschutzverordnung (WSchV) und die Heizungsanlagen-Verordnung (HeizAnV) ab und fasste sie zusammen. Die letzte Novellierung erfolgte am 24.10.2015 (EnEV 2016). Die verschärften Anforderungen, auch an den Neubaustandard, gelten ab 1.1.2016.

<sup>3</sup> Gem. § 10 Abs. 1 EnEV dürfen Eigentümer von Gebäuden Heizkessel, die mit flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen beschickt werden und vor dem 1. Oktober 1978 eingebaut oder aufgestellt worden sind, nicht mehr betreiben. Eigentümer von Gebäuden dürfen Heizkessel, die mit flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen beschickt werden und vor dem 1. Januar 1985 eingebaut oder aufgestellt worden sind, ab 2015 nicht mehr betreiben. Eigentümer von Gebäuden dürfen Heizkessel, die mit flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen beschickt werden und nach dem 1. Januar 1985 eingebaut oder aufgestellt worden sind, nach Ablauf von 30 Jahren nicht mehr betreiben. Dies ist nicht anzuwenden, wenn die vorhandenen Heizkessel z. B. Niedertemperatur-Heizkessel oder Brennwertkessel sind.

<sup>4</sup> Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (EEG 2014), zuletzt geändert am 21.12.2015.

satz<sup>5</sup> von Wärme und Kälte aus regenerativen Energiequellen. Das EEWärmG soll dazu beitragen den Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch im Wärmemarkt Deutschlands bis 2020 auf 14 % zu erhöhen. Der öffentlichen Hand kommt eine Vorbildfunktion zu, weshalb deren Nutzungspflicht auch für bereits errichtete Gebäude gilt (im Zuge von grundlegenden Renovierungen).

Anschluss- und Benutzungszwang für Wärmenetze: Hoheitlich können die Gemeinden in Rheinland-Pfalz nach § 26 GemO RP bei öffentlichem Bedürfnis durch Satzung den Anschluss und die Benutzung von Wärmenetzen vorschreiben. Eine weitere bundesrechtliche Klarstellung bringt § 16 EEWärmeG, der Gemeinden hierzu auch zum Zwecke des Klima- und Ressourcenschutzes ermächtigt.

- Das Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz<sup>6</sup> (KWKG) regelt die Abnahme und Vergütung von Kraft-Wärme-Kopplungsstrom (KWK-Strom) sowie u. a. die Förderung für den Aus- und Neubau von Wärmenetzen. Das Gesetz soll einen Beitrag dazu leisten, den Anteil der Stromerzeugung aus Kraft-Wärme-Kopplung in Deutschland auf 25 % bis 2020 zu erhöhen.

## 2.2 Lage und Abgrenzung (BG / BG+)

Die Ortsgemeinde Armsheim ist mit ca. 2.500 Einwohnern die drittgrößte Gemeinde der VG Wörrstadt im rheinhessischen Landkreis Alzey-Worms. Das BG befindet sich am nordwestlichen Ortsrand von Armsheim - westlich der Armsheimer Straße, die östlich mit einer Siedlung von Einfamilienhäusern (EFH) und wenigen Mehrfamilienhäusern (MFH) bebaut ist, und nördlich des Wöllsteiner Wegs, in dessen Süden ein Lebensmitteldiscounter angesiedelt ist.

Die nachfolgenden Abbildungen visualisieren die Abgrenzung des BG „Im Pfad“ und verdeutlichen den städtebaulichen Zusammenhang des Quartiersansatzes.

<sup>5</sup> z. B. gemäß § 5 Abs. 1 EEWärmeG bei solarer Strahlungsenergie einen Anteil von 15 %.

<sup>6</sup> Gesetz für die Erhaltung, die Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung (KWKG-Gesetz).



Abb. 1: Abgrenzung des BG „Im Pfad“ und städtebaulicher Rahmen  
(Darstellung: Regioplan, Quelle: Städtebauliches Konzept BG „Im Pfad“, Google Maps)

Das mit Strichlinie abgegrenzte BG+ umfasst das Neubaugebiet „Im Pfad“ (BG; in Abb. blau dargestellt) und zwei Bestandswohngebäude im Norden (in Abb. grau dargestellt).



Abb. 2: Grundstück „Im Pfad“ von Süden  
(Foto: Regioplan)



Abb. 3: Grundstück „Im Pfad“ von Norden  
(Foto: Regioplan)

### 2.3 Städtebauliche und energetische Ausgangsanalyse

Für das BG sind 46 Grundstücke mit Neubauten vorgesehen: 43 zweigeschossige EFH plus drei dreigeschossige MFH im Norden des BG – alle freistehend. Bei den weiter nördlich angrenzenden beiden freistehenden Bestands-EFH handelt es sich um ein Hof - / Weingut und ein größeres Einfamilienhaus, die in einer Netzvariante (NV) BG+ (48 Gebäude) einbezogen werden (vgl. Abb. 1). Denkmalschutz besteht nicht.

In dem kleinen „Gewerbegebiet an der L 407“ (südlich des BG), für das ein rechtskräftiger Bebauungsplan vorliegt, bestünde grundsätzlich Anschlusspotenzial durch einen Supermarkt. Da dieser jedoch bereits vor Beauftragung der Studie in 2019 abgerissen und mittlerweile mit einer individuellen Wärme- und Kälteversorgung neu errichtet wurde, ist von einer Umrüstung nicht auszugehen und ein Anschluss an ein mögliches Wärmenetz nicht weiter betrachtet.

Die Wärmeversorgung im Quartier steht bisher noch nicht fest. Sowohl Anschlüsse ans Gas- als auch ans Stromnetz stünden in unmittelbarer Nähe zur Verfügung. Die Lage der Bestandsnetze lässt sich den Netzauskünften in Anhang I entnehmen. Neben dezentralen, nichtleitungsgebundenen Wärmeversorgungslösungen auf Basis von Heizstrom (z. B. Wärmepumpe), Heizöl (z. B. Brennwerttechnik<sup>7</sup>) oder Biomasse (z. B. Scheitholz, Pellets) in Kombination mit erneuerbaren Energien (z. B. Solarthermie) sind leitungsgebundene Wärmeversorgungskonzepte über das im Eigentum der ESW befindliche Gasnetz (BW-Technik) oder mittels eines Nahwärmenetzes möglich. Varianten für letzteres werden in vorliegender Studie wirtschaftlich und ökologisch geprüft, wobei im Projektgespräch vom 16.01.2020 mit den beteiligten Akteuren die beiden Untersuchungsvarianten Biogas-BHKW + Gas-Spitzenkessel sowie Pelletkessel und Öl-

<sup>7</sup> BW-Technik: Bei der Verbrennung von Kohlenwasserstoffen wie Erdgas oder Heizöl entsteht gem. der physikalischen Verbrennungsgleichung Kohlendioxid und Wasser. Letzteres liegt bei der normalen Verbrennung im Abgas dampfförmig vor. In der Brennwerttechnik wird dieser Wasserdampf unter den Taupunkt abgekühlt. Es entsteht flüssiges Kondensat. Bei dieser Umwandlung wird Wärme frei. Diese zusätzliche Wärmemenge wird dem Heizsystem zugeführt.

Spitzenkessel vereinbart wurde. Kalte Nahwärme, als Konzept mit der auf Wärmepumpen ausgelegte Wohngebiete energieeffizient versorgt werden könnten, wurde hierbei als Untersuchungsgegenstand aus unterschiedlichen Gründen kategorisch ausgeschlossen.

Der Gebäudeenergiebedarf für Raumwärme, Warmwasser und Strom dient als Arbeitsgrundlage für die vorliegende Nahwärmestudie. Ein Nahwärmenetz kann ohne Kenntnis der potenziellen Wärmeversorgungsaufgabe nicht konzipiert werden, da eine präzise Auslegung der Wärmeerzeugung nicht möglich ist. Um den Wärmebedarf auf Gebäudeebene möglichst exakt abzubilden, wurden spezifische Bedarfskennwerte (Endenergie) auf Basis von Gebäudeenergiestandards zu Grunde gelegt. Für die Bestandsgebäude wurden auf Basis von Begehungen mit Blick auf Gebäudetypologie und Sanierungszustand spezifische Bedarfskennwerte für Raumwärme inkl. Warmwasser bestimmt (hier: EnEV-Standard).

Mit der aus Grundfläche und Geschossigkeit ermittelten Energiebezugsfläche multipliziert, ergibt sich eine gute Abschätzung, so dass letztlich für alle wärmerlevanten Gebäude plausible Wärmebedarfskennwerte vorliegen, die als Basis für die Wärmenetzkonzeptionen herangezogen werden. Da außer Netzstrom und möglicherweise Gas keine leitungsgebundenen Energieträger in Armsheim verfügbar sind, kommen für die dezentrale Gebäudeversorgung in erster Linie entweder elektrischen Widerstandsheizungen (Direkt- oder Speicherheizung) oder Zentralheizungen auf Basis von Gas, Heizöl, Biomasse oder Strom (Wärmepumpe) in Frage. Nachfolgende Tabelle bilanziert den Wärmebedarf im Quartier.

Tabelle 1: Wärme- und Strombedarf im Quartier  
 (Darstellung und Berechnung: Regioplan)

Gebiet	Liegenschaft	Baujahr	Grundfläche <sup>8</sup> (A*GFZ) [m <sup>2</sup> ]	Geschosse	Energiebezugsfläche <sup>9</sup> [m <sup>2</sup> ]	spez. Wärmebedarf <sup>10</sup> (Endenergie) [kWh/m <sup>2</sup> a]	Wärmebedarf (Endenergie) [kWh/a]	Strombedarf (Endenergie) [kWh/a]
MI	"Friedel Kinback" Hofgut	1975?	196,0	2,0	294,0	132	38.808	4.000
WA2 Nord	EFH	1975?	132,0	2,0	198,0	109	21.582	3.000
WA1	3 MFHs	2021	1.130,4	3,0	2.543,4	46	116.996	60.000
WA2 Süd	43 EFHs	2021	8.308,3	2,0	12.462,5	48	598.198	193.500
<b>SUMME</b>			<b>11.017,7</b>		<b>15.497,9</b>		<b>775.584</b>	<b>260.500</b>

Im BG+ werden im Wärmebereich jährlich insgesamt ca. 776 Megawattstunden (MWh) an End-

<sup>8</sup> gem. städtebaulicher Entwurf BG „Im Pfad“ vom 24. April 2019.

<sup>9</sup> Um die Grundfläche auf die tatsächliche Energiebezugs- bzw. Wohnfläche umzurechnen, d. h. um bauliche Teile wie z. B. Wände rechnerisch abzuziehen, wird ein Umrechnungsfaktor von 0,75 einbezogen. Das Institut für Wohnen und Umwelt in Darmstadt hat diesen Verhältnisparameter in einer statistischen Analyse abgesichert. vgl. IWU (2005), S. I-8 ff.

<sup>10</sup> vgl. Dena (2016), S. 62 ff.

energie benötigt. Entsprechend werden im Wärmebereich 75 % der gesamten Endenergie verbraucht und damit das größte Potenzial definiert. Der Strombereich spielt mit einem jährlichen Bedarf von ca. 261 MWh (25 %) eine eher untergeordnete Rolle.

Eine rückläufige Entwicklung des Wärmebedarfs durch energetische Sanierungen im versorgten Gebiet wäre zu berücksichtigen, da sich Wärmeabsatz und –umsatz eines Nahwärmenetzbetreibers verringern würde. Energieeinsparung im Gebäudebestand funktioniert am effektivsten über die Reduktion der Transmissionswärmeverluste der Gebäudehülle (z. B. durch Dämmung von Dach bzw. oberer Geschoss oder Kellerdecke, Außenwand, Wärmeschutzverglasung). Da es sich bei dem BG um ein Neubaugebiet handelt, wird der Sanierungszyklus der Gebäude innerhalb eines auf 20 Jahre ausgelegten Nahwärme-Geschäftsplans nicht erreicht, weshalb die Wärmebedarfsentwicklung als konstant angenommen wurde.

## **2.4 Nachhaltige Nahwärmenetze auf Basis von EE und KWK**

Für das Quartier und das Umfeld wird untersucht, welche erneuerbaren Energieträger verfügbar und unter dem Gesichtspunkt der Nachhaltigkeit wirtschaftlich nutzbar sind. Wasserkraft scheidet aus. Fokussiert werden Solar-, Windenergie, Biomasse und Geothermie / Wärmepumpen. Energieeffizienz im Sinne einer primärenergieschonenden Energiewandlung von Ressourcen wird ebenfalls berücksichtigt. Hierzu werden insbesondere Potentiale von KWK als rationelle Energieanwendung in Wärmenetzen untersucht (vgl. Kap. 3).

- *Solarenergie*

Grundsätzlich lässt sich die Strahlungsenergie der Sonne in Strom (Photovoltaik (PV)) oder Wärme (Solarthermie) umwandeln. Derzeit wird im Quartier noch keine Energie in PV-oder Solarthermie-Anlagen erzeugt. Geeignete Freiflächen für diese erneuerbare Energieform sind ebenfalls nicht vorhanden. Die Nutzbarmachung hat jedoch großes Ausbaupotential auf den Dächern der Gebäude (z. B. Solarthermie, Aufdach-PV). Dies wird in Kap. 3.4 beim Vergleich mit dezentralen, gebäudebezogenen Wärmeversorgungs-lösungen berücksichtigt.

- *Windenergie*

Die Errichtung von Klein- und Mikrowindkraft bis zu einer Nabenhöhe von 10 m ist gemäß § 62 Landesbauordnung Rheinland-Pfalz nur in Gewerbe- und Industriegebieten sowie im Außenbereich, wenn sie einem nach § 35 Abs. 1 BauGB zulässigen Vorhaben dienen, ohne Baugenehmigung zulässig (z. B. Gewerbegebiet südlich des BG)<sup>11</sup>.

- *Biomasse*

Wörrstadt hat keine Forstwirtschaft. Eine kommunale Quartiersversorgung mit fester Biomasse ist daher ebenso wenig möglich wie die Errichtung einer Biogasanlage in der Umgebung. Über

---

<sup>11</sup> Für die Quartiersversorgung könnte das ggf. im Kontext mit der Stromversorgung der Heizzentrale des Nahwärmenetzes separat wirtschaftlich geprüft werden.

den Anschluss an das Gasnetz könnte jedoch bilanziell Biogas beschafft werden. Gleichmaßen könnten Holzpellets beschafft und gelagert werden. Beide erneuerbaren Energieträger eignen sich für den Einsatz in Nahwärmenetzen.

- *Geothermie / Wärmepumpen*

Oberflächennahe Geothermie kann mit Wärmepumpen erschlossen werden, indem die Erdwärme mit horizontal eingebrachten Kollektoren oder vertikal niedergebrachten Sonden aufgenommen wird. Der Einsatz dieser erneuerbaren Energieform kann im privaten und gewerblichen Bereich für Raumwärme und die Warmwasserbereitung interessant sein. Da das Quartier nicht in einem Wasserschutzgebiet liegt, kann der Wärmepumpenbetrieb je nach Standort auch mit Grundwasser über Förder- und Schluckbrunnen nach wirtschaftlichen Kriterien geprüft werden. Grundsätzlich entziehen Wärmepumpen der Umgebung (Erdreich, Grundwasser, Außenluft) oder einem anderen Wärmeträger (wie industrieller Abwärme oder Abwasser) Wärme und heben („pumpen“) sie unter Zuführung von mechanischer Energie in einem Kreislaufprozess durch Verdampfung und Verdichtung eines Arbeitsmediums auf ein höheres Temperaturniveau. Diese „gepumpte“ Wärme kann dann als Heizung genutzt werden. Der Einsatz der Wärmepumpen ist nur bei gut gedämmten Häusern mit geringen Vorlauftemperaturen im Wärmeverteilsystem wie bspw. bei Flächenheizungen vorteilhaft. Dies ist im Neubau (BG) oder auch im sanierten Altbau der Fall, so dass als Einsatzorte vorrangig Niedrigenergiehäuser mit Fußbodenheizung in Betracht kommen. Ihr Einsatz im unsanierten Altgebäudebestand ist aufgrund der hohen Vorlauftemperaturen i. d. R. weder ökologisch noch ökonomisch sinnvoll ist. Zum Antrieb der Motoren wird heute überwiegend elektrischer Strom genutzt, bei größeren Anlagen auch Gas. Wärmepumpen arbeiten mit einer Jahresarbeitszahl von mindestens 3,5 effizient. Beim Vergleich mit dezentralen, gebäudebezogenen Wärmeversorgungs-lösungen in Kap. 3.4 wird eine Luft-/ Wasser-Wärmepumpe berücksichtigt.

Der Energiebedarf eines Wärmepumpensystems kann dabei neben konventionell erzeugtem Strom und Gas auch über regenerativ erzeugten Eigenstrom (z. B. Aufdach-PV) gedeckt werden. Bei steigenden Preisen für Wärmepumpentarife und sinkenden Kosten für Batteriespeicher werden Komplettlösungen für dezentrales Energiemanagement zunehmend wirtschaftlich. Diese Eigenverbrauchsoptimierung ist nicht zuletzt auch auf Grund von gesunkenen EEG-Einspeisevergütungen attraktiver geworden. Ein Schritt weiter geht die Einbindung von Elektromobilität in die Gebäudetechnik.



### **3 Nahwärmekonzeption im BG „Im Pfad“**

Bevor die untersuchten Netzvarianten (NV) in Kap. 3.3 und deren ökonomische und ökologische Ergebnisse in Kap. 3.4 beschrieben werden, soll ein Zugang zum Thema „Nahwärmenetze“ eröffnet werden, um die Nachvollziehbarkeit der Untersuchungsergebnisse zu gewährleisten. Hierbei wird der Quartiersbezug stets gewahrt.

In Kap. 3.1 werden sowohl die technische Funktionsweise sowie Vor-, Nachteile und die Jahresdauerlinie als wichtiges Instrument zur Auslegung der Wärmeerzeugung von Nahwärmenetzen erörtert. Kap. 3.2 beschäftigt sich mit der ökonomischen Seite von Wärmenetzen. Hierbei werden wirtschaftliche Kalküle der beiden Perspektiven „Netzbetreiber / Investor“ und „Anschlussnehmer / Kunde“ beleuchtet. Zum einen sind die aus Kundensicht interessanten Referenzlösungen dargestellt. Zum anderen werden Förderprogramme und Prämissen, die der unternehmerischen Wirtschaftlichkeitsrechnung von Nahwärmenetzen zu Grunde liegen, sowie CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren für die ökologische Bewertung vorgestellt.

#### **3.1 Grundlagen zu Wärmenetzen**

##### **3.1.1 Nahwärmenetz: Funktionsweise, Standort der Heizzentrale und Netzparameter**

Zwischen den Begriffen Fern- und Nahwärme gibt es keine eindeutige definitorische Abgrenzung. Letztlich bestimmt sich dies nach der Trassenlänge des Netzes sowie nach der Distanz zwischen Wärmeerzeuger und Wärmeabnehmer. Da die Größe des BG mit einem Durchmesser von ca. 300 m überschaubar ist, wird im Folgenden von Nahwärme gesprochen.

Abb. 4 skizziert die Funktionsweise eines Nahwärmesystems, das die technischen Komponenten der Wärmeerzeugung in der Heizzentrale, die Wärmeverteilung über das Wärmenetz und die Wärmeübergabe beim Kunden in einer Übergabe- bzw. Hausstation umfasst.

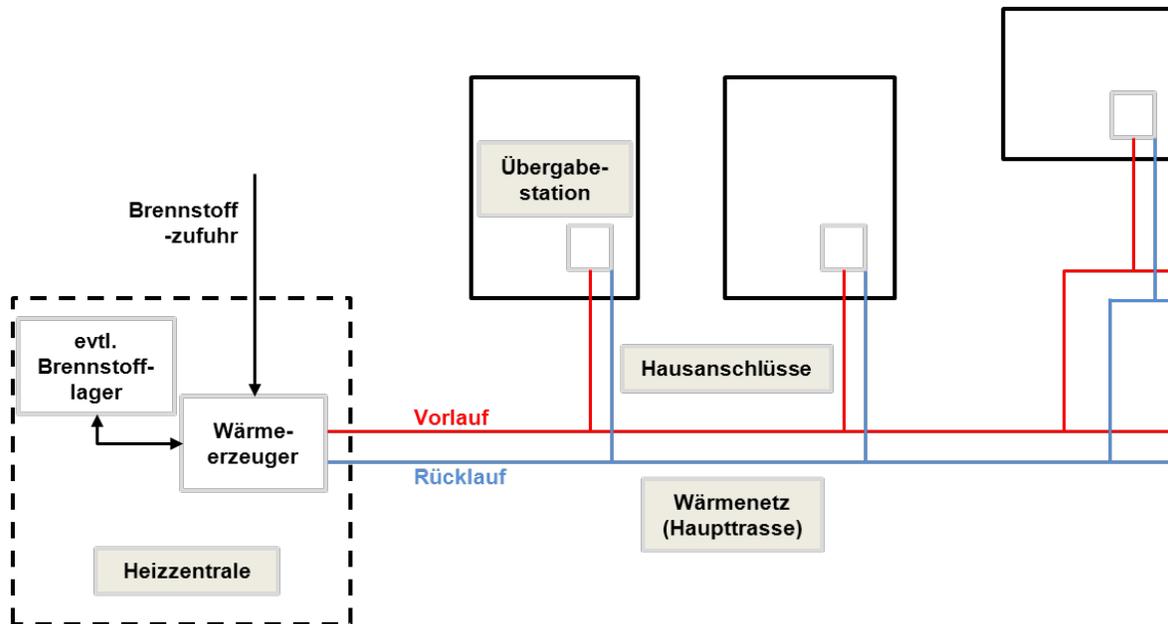


Abb. 4: Komponenten einer Nahwärmeversorgung  
(Darstellung: Regioplan)

In der Heizzentrale wird das Heizwasser erzeugt. Die Vorlauftemperatur sollte bei Nahwärmenetzen aus wirtschaftlichen Gründen 90 °C nicht überschreiten. Neben dem Wärmeerzeuger besteht die Heizzentrale ggf. aus weiteren Komponenten wie Brennstofflager bzw. -tank, Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik, Pufferspeicher, Pumpen, Druckhaltung, Abgasleitung, Schallschutzeinrichtung, Lüftung und Elektronik z. B. zum Monitoring mittels Datenfernübertragung. Das Konzept sieht vor, dass die Heizzentrale im „Gewerbegebiet an der L 407“ südlich des Feldwegs und westlich des Versickerungsbeckens errichtet wird, da zum einen Baurecht herrscht und die Ortsgemeinde dort zum anderen Eigentümer von benötigter Freifläche ist. Das dort erzeugte Heizwasser wird über den Vorlauf des Leitungssystems aus Kunststoff ummantelten Stahlrohren (Kunststoffverbundmantelrohre (KMR)) bis zu den Hausanschlüssen gepumpt, wo es an die Übergabestationen geleitet wird. Über einen Wärmetauscher, der das hausinterne Heizsystem vom Wärmenetz trennt und sich meist im Gebäudekeller befindet, wird die Wärme aus dem Nahwärmenetz an das Heizungs- und Brauchwarmwasser übertragen. Eine Umwälzpumpe lässt das Wasser im bestehenden Heizungssystem (Heizkörper, Fußbodenheizung, etc.) zirkulieren. Voraussetzung ist also das Vorhandensein oder die Installationsmöglichkeit eines hausinternen Wärmeverteilnetzes.

Die Netzparameter Vorlauf- und Rücklauftemperatur variieren in Abhängigkeit der Jahreszeit und betragen im Winter VL: 90 °C / RL: 50 °C und im Sommer VL: 75 °C / RL 60 °C. Der Netzverlust, also die Wärmeenergieübertragung des Wärmenetzes an die Umgebung, ist hauptsächlich vom Temperaturregime und der Netzlänge abhängig.

### 3.1.2 Wärmenetze: Vor- und Nachteile

Nah- und Fernwärmenetze, also die zentralen Wärmeversorgung eines Versorgungsgebietes, können im Bereich nachhaltiger Wärmekonzepte gute Lösungen bieten. Vielerorts in Deutschland wurden Nahwärmekonzepte bereits erfolgreich in die Praxis umgesetzt, teilweise sogar mit dem hohen Anspruch die komplette Strom- und Wärmeversorgung auf die Basis von Biomasse zu stellen (sog. Bioenergiedörfer). Die Vorteile von Nahwärmenetzen sprechen für sich. Vor allem Anschlussnehmer profitieren von einer komfortablen Handhabung. Die Tatsache, dass ein Wärmenetz jedoch kein „Allheilsbringer“ ist, soll mit der tabellarischen Gegenüberstellung von Vor- und Nachteilen verdeutlicht werden.

Tabelle 2: Vor- und Nachteile von Wärmenetzen  
 (Darstellung: Regioplan)

Vorteile	Nachteile
Steigerung von Energieeffizienz durch KWK bzw. Einsatz erneuerbarer Energien sind praktizierte kommunale Daseinsvorsorge	Konzept bedarf genauer Prüfung, insbesondere zur Sicherstellung des Fortbetriebs bei Insolvenz des Wärmeversorgers
Langfristige Sicherung einer bezahlbaren Wärmeversorgung steigert die Attraktivität des Standorts	Wärmepreis kann höher ausfallen als bei konventionellen Einzelheizungen (Beachtung von Vollkosten!)
Je nach Energieträger, der in der Heizzentrale verwendet wird, sind deutlich geringere CO <sub>2</sub> -Emissionen möglich	Technologien zur Wärmeerzeugung verlangen bestimmte Rahmenbedingungen (z. B. Solarthermie → saisonaler Speicher, Wärmepumpen → Niedertemperaturverteilung)
Größere Anlagen profitieren von Kostendegression, d. h. die spez. Kosten (€/kW) sinken mit steigender Leistung	Anbieterwechsel ist kurzfristig nicht mehr möglich
Kompakte Bauform der Übergabestation ermöglicht enorme Platzersparnis im versorgten Gebäude; Wartung, Reparatur des Heizkessels sowie Schornsteinfegerleistungen entfallen	Netzverluste
Beschaffung, Vorfinanzierung und Lagerung von Brennstoffen auf Kundenseite entfällt	Hohe Investitionen → Sicherstellung der Finanzierung
Professionalität des Wärmeversorgers sorgt für energieeffizienten Betrieb der Anlagen	Finanzielle Vorleistungen des Betreibers bei unsicherer Aufsiedelungszeit
Wärmenetze sind flexibel und können unterschiedliche Brennstoffe und Wärmequellen einbinden	

### 3.1.3 Auslegung der Wärmeerzeugung: Jahresdauerlinie

Die Jahresdauerlinie ist für die Auslegung der Wärmeerzeugung entscheidend. Sie ordnet die angeforderte Heizleistung eines Versorgungsgebiets aller 8.760 Stunden im Jahr der Größe nach, so dass eine fallende Leistungskurve entsteht. Zur Ermittlung werden Rechenverfahren unter Verwendung standardisierter Tagesgangprofile von z. B. einer Wohnsiedlung angewandt.

Der höchste Wert der Jahresdauerlinie stellt dabei die maximale Leistung dar, die der Wärmeerzeuger zur kältesten Stunde im Winter zur Verfügung stellen muss, damit die Wärmeversorgung der Anschlussnehmer gesichert werden kann. Die Fläche unter der Jahresdauerlinie stellt die Jahresarbeit dar, die in Grund- und Spitzenlast aufgeteilt wird. Aus wirtschaftlichen und technischen Gründen werden häufig zwei Wärmeerzeuger kombiniert, wobei einerseits die über das Jahr relativ konstante Grundlast bedient und andererseits die schwankende Spitzenlast gedeckt wird. Für beide Zwecke gibt es geeignete Lösungen. Zur Grundlastdeckung werden kapitalintensive Anwendungen mit KWK und/oder regenerativer Energie eingesetzt, da eine hohe Betriebsstundenzahl und der Betrieb am Auslegungspunkt mit seltenen Lastwechseln solche prädestiniert. Die untersuchten Wärmeerzeuger im Grundlastbereich sind:

- Biogas-BHKW

BHKWs erzeugen elektrischen Strom und Wärme simultan und gehören damit zu den KWK-Anlagen. Die eingesetzte Brennstoffenergie wird im Verbrennungsmotor in thermische und mechanische Energie umgewandelt. Die mechanische Energie wird mittels eines Generators zur Stromerzeugung genutzt. Die in der Motorwärme, im Ölkreislauf und im Abgas enthaltene thermische Energie wird über Wärmetauscher ausgekoppelt, um Heizwasser zu erzeugen.

- Holzpelletkessel

Die Holzpelletanlage besteht aus einem Holzheizkessel und den Nebenanlagen Brennstoffbunker, Beschickungssystem, Abgasreinigungsanlage und Kamin. Eine Förderschnecke oder ein Saugsystem führt die Holzpellets kontinuierlich auf einen Rost, auf dem die Vergasung des Brennstoffs unter optimaler Luftzufuhr stattfindet. Mit der erzeugten thermischen Energie wird Heizwasser erzeugt. Da das freigesetzte CO<sub>2</sub> der Pelletanlage gleich der beim Verrottungsprozess des regenerativen Energieträgers Biomasse ohnehin anfallenden Menge ist, gelten diese Anlagen als CO<sub>2</sub>-neutral.

Die Spitzenlast übernimmt in den untersuchten NV ein (bio)gas- bzw. heizölgefeuerter Heizkessel, der für den Teillastbetrieb geeignet ist und auch bei häufigen Lastwechseln eine sehr hohe Verfügbarkeit gewährleistet. Für alle NV im Quartier wurden Jahresdauerlinien ermittelt, um die Wärmeerzeuger für die Grund- und Spitzenlast optimal zu dimensionieren.

## **3.2 Grundlagen und Rahmenbedingungen der Wirtschaftlichkeitsrechnung**

### **3.2.1 Wirtschaftlichkeit aus zwei Perspektiven: Unternehmer- und Kundensicht**

Wenn kein wirtschaftliches Interesse an der Realisierung eines Nahwärmenetzes besteht, wird diese auch nicht gelingen. Bei der ökonomischen Untersuchung eines Konzepts sind allerdings zwei divergierende Interessenslagen zu berücksichtigen, nämlich die des Unternehmers bzw. des Betreibers und die des Anschlussnehmers bzw. des Kunden. Während der Unternehmer

eine wirtschaftliche Rendite erwartet, die zumindest über dem marktgängigen Kapitalzins liegt, will der Kunde Gewinne in Form von Einsparungen an Wärmekosten gegenüber einer alternativen Wärmeversorgung (Referenzlösung) erzielen. Um diesen Zielkonflikt zu überwinden sollte die preisliche Schnittstelle für beide Parteien so ausgestaltet sein, dass eine Win-Win-Situation entsteht, also beide Parteien von der Umsetzung des Nahwärmekonzepts profitieren. Aus welchen Kostenkomponenten sich die Wärmepreise zusammensetzen verdeutlicht nachfolgende Abbildung.

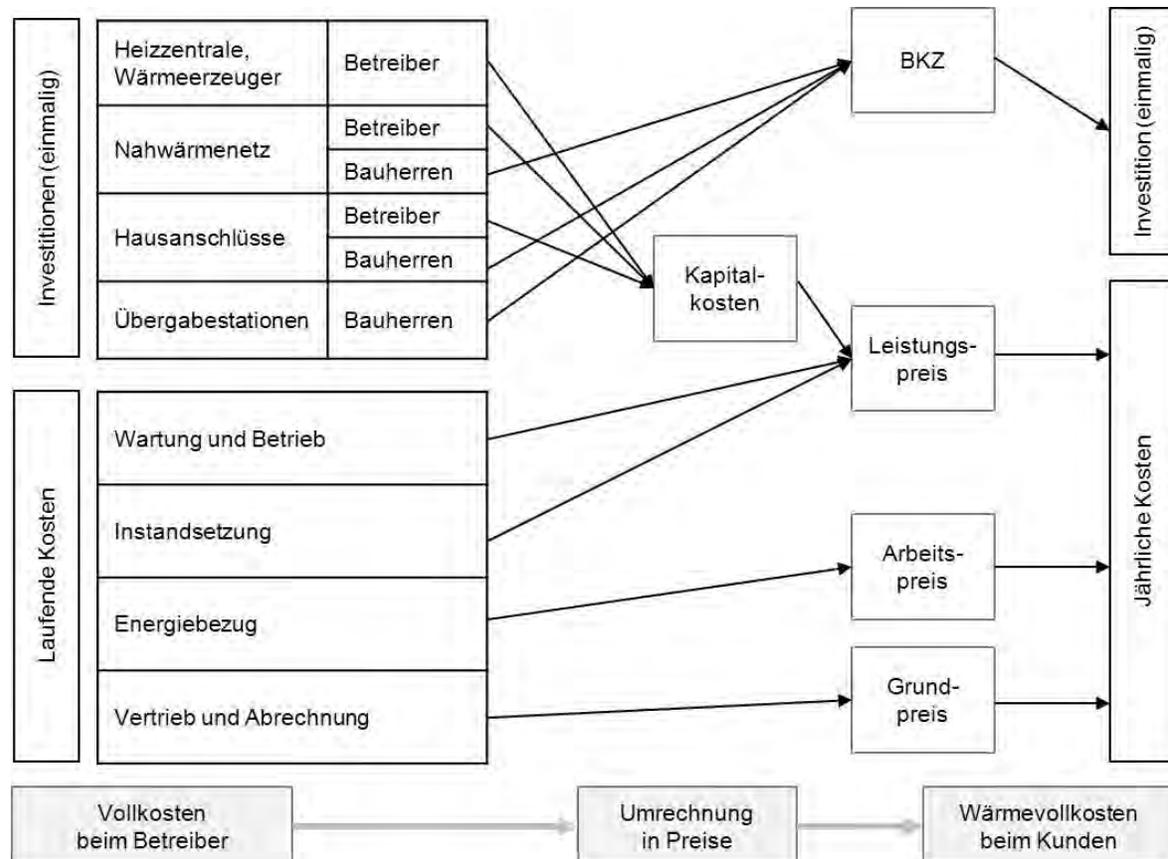


Abb. 5: Kostenstruktur und Systematik der Wärmepreisberechnung bei Nahwärmenetzen  
(Darstellung: Regioplan, Quelle: Steinbeis-Transferzentrum)

Die Transparenz der Wirtschaftlichkeitsrechnung von Nahwärmenetzen und deren Vergleichbarkeit zu alternativen dezentralen Versorgungsmöglichkeiten verlangt eine Vollkostenbetrachtung nach VDI 2067. Das bedeutet, dass auch aus Kundensicht neben den Wärmebezugskosten, Wartungs- und Instandsetzungskosten sowie Kapitalkosten in die Berechnung einfließen müssen. Die jährlichen Kosten für den Wärmekunden setzen sich demnach wie folgt zusammen:

- **Grundpreis:** Dieser jährlich zu entrichtende Verrechnungspreis, der bei allen NV konstant bleibt und pro Übergabestation zu entrichten ist, wird für die Kosten der Messung, der Abrechnung und des Inkassos erhoben.

- **Leistungspreis:** Dieser Preis ist abhängig von der Anschlussleistung und erfasst die Kapitalkosten für die Netzinfrastruktur sowie Betriebs-, Wartungs- und Instandsetzungskosten. Gebäude mit höherer Anschlussleistung profitieren in höherem Maße von der Netzinfrastruktur und zahlen daher mehr als Gebäude mit kleiner Anschlussleistung.
- **Arbeitspreis:** Dieser Verbrauchspreis ist abhängig von der tatsächlich bezogenen, am Zähler gemessenen Heizwassermenge.
- **Kapitalkosten:** Die einmaligen Investitionskosten in den Wärmeerzeuger bzw. die Übergabestation werden über die Nutzungsdauer linear abgeschrieben, d. h. gleichmäßig auf die Jahre der Nutzung verteilt. Gleiches gilt für den Baukostenzuschuss (BKZ), der als einmalige Beteiligungsinvestition eines Anschlussnehmers am Wärmenetz bzw. an seinem Hausanschluss verstanden wird.
- **Wartungs- und Instandhaltungskosten:** Diese stellen sich gegenüber konventionellen Heizkesseln bei der wartungsarmen Übergabestation deutlich geringer dar, da die Kesselwartung und Kosten für Leistungen des Schornsteinfegers entfallen.

### 3.2.2 Kundensicht: Referenzgebäude, Referenzlösung und EEWärmeG

Ein individueller Vergleich von Versorgungsvarianten für alle Gebäude im Quartier wäre mit einem hohen Aufwand verbunden und stünde im Rahmen dieser Konzeption in schwacher Relation zum Nutzen. Um den Kundennutzen sowie mögliche Kosten zu quantifizieren und ggf. eine Argumentationsgrundlage für ein Nahwärmenetz zu erreichen, sind einzelne Nahwärmenetzvarianten dennoch anderen dezentralen Wärmeversorgungsvarianten wirtschaftlich gegenüber zu stellen. Zu diesem Zweck wurde ein Referenzgebäude (EFH) definiert, das eine Anschlussleistung von 10 kW und einen jährlichen Endenergieverbrauch von 14.000 kWh aufweist und damit einem Neubau im BG nach EnEV-Standard entspricht.

Eine weitere, wesentliche Stellschraube zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit aus Kundensicht ist die Wahl der Referenzlösung bzw. der -technik. Da potenzielle Anschlussnehmer wissen wollen, ob der Anschluss an ein Nahwärmenetz für sie günstig(er) sein wird, ist zu klären, womit die Vollkosten der Wärmeversorgung des Referenzgebäudes bei Entscheidung für den Netzanschluss verglichen werden. Der Einbezug alternativer Heiztechniken ist unbedingt notwendig. Laut dem Bundesverband Wärmepumpe e. V. werden bereits heute in jedem dritten Neubau Wärmepumpen installiert. Mit einem Ausbau des Gasnetzes könnte z. B. die Installation von Gas-BW-Geräten oder von Mikro-KWK eine Option für die künftigen Bauherren darstellen könnte. Darüber hinaus steht die wegen des relativ niedrigen Ölpreisniveaus<sup>12</sup> günstige Alternativen eines Öl-BW-Kessels zur Verfügung<sup>13</sup>, die jedem Interessenten theoretisch zugänglich sind. Jeder Eigentümer, der auf Vollkostenbasis Wärmeversorgungsalternativen vergleicht wird also

---

<sup>12</sup> Durchschnittspreis (netto) von 365 Tagen: ca. 65 € / 100 Liter

auch die Wärmepumpe (hier: Luft-Wasser-Wärmepumpe mit Umgebungsluft als Wärmequelle) oder den Öl-BW-Kessel in sein Kalkül einbeziehen, was bedeutet, dass die Nahwärmenetzlösung im besten Fall günstiger ist, um eine Entscheidung für einen Nahwärmeanschluss herbei zu führen.

Das EEWärmeG schreibt im privaten und öffentlichen Neubau vor, einen bestimmten Mindestanteil des gesamten Wärme- und/oder Kältebedarfs mit erneuerbaren Energien zu decken. Der Anteil ist abhängig davon, welche erneuerbaren Energien eingesetzt werden. Bei der Nutzung thermischer solarer Strahlungsenergie müssen bspw. derzeit mindestens 15 Prozent des Wärme- und Kälteenergiebedarfs des Gebäudes durch eine solarthermische Anlage gedeckt werden, bei der Nutzung von fester oder flüssiger Biomasse (Holz-/Pelletheizung, Biomethan, -öl) sind es 50 Prozent, beim Einsatz von Geothermie (Wärmepumpe) sind ebenfalls 50 Prozent. Hintergrund der unterschiedlichen Quoten sind unterschiedliche Investitions- und Brennstoffkosten. Alternativ können Ersatzmaßnahmen durchgeführt werden. Hierzu zählen z. B. der Anschluss des Gebäudes an ein Fern- oder Nahwärmenetz, das KWK, Abwärme oder erneuerbare Energien nutzt, oder die energetische Gebäudesanierung, wobei das Gebäude in einem Umfang gedämmt werden muss, der die Anforderungen der EnEV um 15 % unterschreitet. Unterm Strich hat das Gesetz für die wirtschaftliche Betrachtung den Effekt, dass alternative dezentrale Wärmeversorgungsvarianten kostenintensiver werden.

Abb. 6 zeigt zusammenfassend den Vergleich jährlicher Vollkosten dezentraler Wärmeversorgungssystemen am Beispiel des definierten Referenzgebäudes im BG unter der Annahme, dass der bzw. die Wärmeerzeuger im Gebäude komplett neu errichtet werden müssen.

---

<sup>13</sup> vgl. IER (2020)

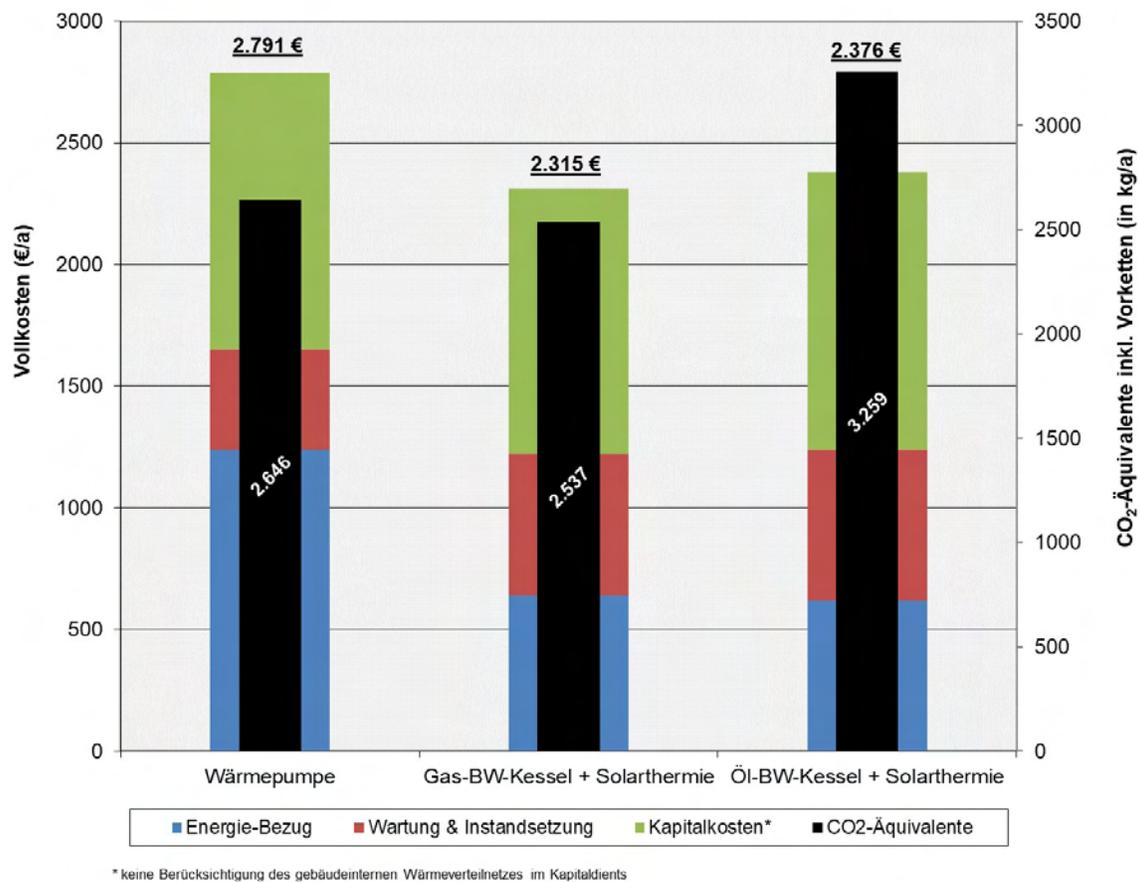


Abb. 6: Vergleich von Vollkosten (in €/a) und CO<sub>2</sub>-Äquivalenten (in kg/a) dezentraler Wärmeversorgungssysteme am Referenzgebäude des BG (Darstellung und Berechnung: Regioplan)

Der Gas-BW-Kessel plus Solarthermie mit 9 m<sup>2</sup> Absorberfläche schneidet ökologisch und ökonomisch am besten ab, d. h. das Referenzgebäude emittiert mit dieser Variante am wenigsten CO<sub>2</sub>-Emissionen bei geringeren Kosten gegenüber dem Öl-BW-Kessel plus Solarthermie. Die Luft-Wasser-Wärmepumpe, sofern sie mit Strom aus dem bundesdurchschnittlichen Kraftwerkspark betrieben wird, verursacht bei einer Jahresarbeitszahl von 2,8 ebenfalls etwas höhere CO<sub>2</sub>-Emissionen. Außerdem sind Wärmepumpentarife der Energieversorger in der jungen Vergangenheit stetig gestiegen. Der Nettopreis liegt oft bei über 0,19 €/kWh.

### 3.2.3 Nahwärmenetz: Förderkulisse

Beide Wärmeerzeugungsvarianten, die im vorliegenden Konzept untersucht wurden, würden zum 17.04.2020 staatliche Förderung genießen.

- Biogas-BHKW  
Strom aus BHKWs wird gem. § 5 Abs. 1 i. V. m. § 6 Abs. 1 KWKG vergütet. Gem. § 6 Abs. 2 können Betreiber von KWK-Anlagen mit einer elektrischen KWK-Leistung von bis zu 100 kW<sub>el</sub> den erzeugten KWK-Strom direkt vermarkten, selbst verbrauchen oder vom

Netzbetreiber die kaufmännische Abnahme ihres erzeugten KWK-Stroms verlangen, wobei die Einspeisevergütung für den im BHKW erzeugten und in das öffentliche Elektrizitätsnetz eingespeisten Strom folgende Bestandteile beinhaltet:

- Gemäß § 7 Abs. 1 KWKG beträgt der KWK-Zuschlag für hocheffiziente BHKW-Neuanlagen 8 ct/kWh bis zu einer maximalen elektrischen Leistung von 50 kW<sub>el</sub> und 6 ct/kWh bei einer elektrischen Leistung von 51 – 100 kW<sub>el</sub>. Die Zuschläge werden nur über einen Zeitraum von 60.000 Vollbenutzungsstunden gewährt.
- Gemäß § 4 Abs. 3 KWKG ist für den kaufmännisch abgenommenen Strom zusätzlich zu den Zuschlagszahlungen der übliche Preis zu entrichten. Der durchschnittliche Quartalspreis des vorangegangenen Quartals gilt dabei für die Strompreisvergütung des jeweils folgenden Quartals. Eine BHKW-Anlage erhält demnach von Januar bis März den durchschnittlichen Quartalspreis für das vierte Quartal (Oktober - Dezember) des Vorjahres. Als „üblicher Preis“ gilt der an der European Energy Exchange (EEX; Strombörse in Leipzig) erzielte durchschnittliche Baseloadpreis.<sup>14</sup> Als üblicher Preis für KWK-Anlagen bis zu einer elektrischen Leistung von 2.000 kW<sub>el</sub> wurde mit 37,68 €/MWh der Durchschnittswert aller Quartale 2019 zugrunde gelegt.
- Darüber hinaus werden nach § 18 i. V. m. § 19 KWKG Zuschläge für den Neubau von Wärmeleitungen gewährt, die bis zu einem mittleren Nenndurchmesser von 100 Millimetern (DN 100) 100 €/m betragen.
- Holzpelletkessel  
Zur Finanzierung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt wurde das KfW-Programm „Erneuerbare Energien „Premium““ (Programmnummer 271/281) aufgelegt, das Biomasse-Anlagen zur Verbrennung fester Biomasse für die thermische Nutzung sowie entsprechende Wärmenetze und –speicher mit Tilgungszuschüssen und zinsgünstigen Krediten fördert. Voraussetzungen sind, dass das Wärmenetz z. B. überwiegend zur Bereitstellung von Wärme für den Gebäudebestand dient, einen Mindestwärmeabsatz von 500 kWh pro Jahr und Meter Trasse hat<sup>15</sup> und zu mindestens 50 % aus erneuerbaren Energien gespeist wird. Wärmenetze, die nach dem KWKG gefördert werden können (z. B. Biogas-BHKW) sind nicht förderfähig.
- Das MUEEF fördert im ZEIS den Bau und Ausbau von Wärmenetzen zur direkten Wärmeversorgung von zwei oder mehr Gebäuden, die aus Biomasse, geothermischer und solarer Energie, industrieller Abwärme und Wärme aus Abwasser versorgt werden, so-

<sup>14</sup> Aktuelle Quartalspreise (Physical Electricity Index, kurz: Phelix) sind kostenfrei auf den Seiten der Leipziger Strombörse ([www.eex.de](http://www.eex.de)) erhältlich.

<sup>15</sup> Die Wirtschaftlichkeit eines Netzes ist im Wesentlichen von der Relation von Wärmeabsatz zu Netzlänge abhängig. Der Wärmeabsatz betrüge in der NV BG 1.050 kWh/m Trasse und in der NV BG+ 1.083 kWh/m Trasse.

wie u. a. damit in Verbindung stehende Übergabestationen und Wärmespeicher, Biomassefeuerungsanlagen einschließlich Brennstoffzuführung und -lagerung einschließlich der für die konkrete Umsetzung notwendigen Planungs- und Ingenieurleistungen mit Investitionszuschüssen von 20 % (min. 100.000 €, max. 5 Mio. €). Eine Kumulation dieser Landesförderprogramme mit denen der KfW oder des BAFA ist unter Beachtung der Beihilfe-Regelung zulässig. Lediglich der Grundstückskauf für die Heizzentrale ist mit ZEIS nicht förderfähig.

Generell sei im Zusammenhang mit dieser Förderkulisse darauf hingewiesen, dass sich Förderprogramme und Gesetze inhaltlich ändern können und daher keine Garantie auf eine langfristige Inanspruchnahme insbesondere bei KfW-Förderprogrammen besteht. Das EEG und das KWKG sind als wesentlich beständiger einzuschätzen.

#### 3.2.4 Unternehmersicht: Prämissen und Parametervariation in der Wirtschaftlichkeitsrechnung

Ein Vorhaben wie Planung, Bau und Betrieb eines Nahwärmenetzes erfordert eine detaillierte Beschreibung des Gesamtkonzepts und dessen wirtschaftliche Bewertung. Diese Funktion wird von fundierten Finanzplänen übernommen, die eine ökonomische Beurteilung und Steuerung des Geschäftsmodells ermöglichen. Sie werden außerdem zur Kapitalakquise, z. B. bei Banken oder privaten Investoren und zur Planung und Kontrolle von Zielen wie z. B. der Rendite benötigt. Für die Investitionsrechnung werden dynamische Verfahren der Wirtschaftlichkeitsrechnung angewendet, da sie den zeitlichen Anfall und die Höhe von Ein- und Auszahlungen über die Nutzungsdauer berücksichtigen. Diese lassen sich in folgende Positionen gliedern:

- Erträge aus dem Wärmeverkauf (Arbeits-, Leistungs-, Grund- bzw. Verrechnungspreis) und ggf. aus dem Stromverkauf (z. B. Einspeisung KWK-Strom)
- Förderzuschüsse (KWKG, KfW „Erneuerbare Energien „Premium““, ZEIS)
- Erträge aus Baukostenzuschüssen
- Investitionen in Heizzentrale, Netzinfrastruktur und Hausanschlüsse
- Aufwendungen für Energiebezug und Netznutzungsentgelte, Fremdkapitalzinsen
- Aufwendungen für Betrieb, Wartung und Instandhaltung

Für alle untersuchten NV wurden Finanzpläne über 20 Jahre erstellt, die mittels der Internen-Zinsfuß-Methode wirtschaftlich verglichen wurden. Die Tatsache, dass ein Nahwärmenetz darüber hinaus nutzbar bleibt, sollte bei der Abwägung dieser langfristigen Investition im Hinterkopf behalten werden. Kostenfaktoren sind aus Erfahrungswerten und gängigen Marktpreisen ermittelt. Einen Überblick über Prämissen, die den Wirtschaftlichkeitsrechnungen allgemein zu Grunde liegen, gibt die nachfolgende Tabelle.

Tabelle 3: Allgemeine Prämissen der Wirtschaftlichkeitsrechnung untersuchter NV, Nettopreise  
(Darstellung: Regioplan)

Position	Wert	Einheit
Preissteigerung allgemein	2	% p. a.
Preissteigerung BKZ	0,5	% p. a.
Aufsiedelung pro Jahr	100	%
Anteil Nahwärme im Endausbau	100	%
Länge Hausanschlussleitung (Ø)	5	m Trasse
Auflösung BKZ	30	Jahre
BKZ (ohne MWSt.)	5.500	€ / Anschluss
Fremdkapitalquote	50	%
Fremdkapitalzins	1	%
Gaspreis Arbeit (Biogas)	99,50	€/MWh H <sub>0</sub>
Ölpreis Arbeit	65,00	€/MWh H <sub>0</sub>
Strompreis (Ökostrom)	270,00	€/MWh
Preis Qualitätspellets (Feuchte < 10 %)	162,50	€/Srm
Heizwert Pellets (Feuchte < 10 %)	3.055	kWh/Srm
Strom-Einspeisevergütung (KWKG)	117,68 <sup>16</sup>	€/MWh
Zuschuss Wärmenetz (KWKG)	100,00	€/m Trasse
Zuschuss Wärmenetz (KfW-Programm 271)	60,00	€/m Trasse
Nutzungsgrad Biogas- / Ölkessel bzgl. H <sub>s</sub>	86	%
Nutzungsgrad Pelletkessel	83	%
Mittlere Temperaturspreizung zw. Vor- und Rücklauf	30	°C
Wirkungsgrad Umwälzpumpe	70	%
Förderhöhe Netzpumpen	1	m
Strom für Hilfsenergie Flüssiggas-/ Ölkessel	0,2	% kWh <sub>el</sub> /kWh <sub>th</sub>
Strom für Hilfsenergie Pelletkessel	0,8	% kWh <sub>el</sub> /kWh <sub>th</sub>
Betrieb & Instandhaltung Heizzentrale	3	% bzgl. Invest.
Betrieb & Instandhaltung Gebäude	1	% bzgl. Invest.
Betrieb & Instandhaltung Rohrnetz	1	% bzgl. Invest.
Betrieb & Instandhaltung Pelletkessel	3,5	% bzgl. Invest.
Betrieb & Instandhaltung BHKW	2,2	ct/kWh <sub>el</sub>
Spez. Verlegungskosten für KMR (Ø, DN 65)	570	€/m Trasse
Nutzungsdauer Heizzentrale	20	Jahre
Nutzungsdauer Gebäude	30	Jahre
Nutzungsdauer Rohrnetz	30	Jahre
Nutzungsdauer Pelletkessel	20	Jahre
Nutzungsdauer BHKW	10	Jahre
Nutzungsdauer Wärmezähler	5	Jahre
Verrechnungspreis	90	€/Anschluss
Allgemeine Verwaltung & Geschäftsführung	10	T€/a
Neukundenberatung	225	€/Anschluss

Für den wirtschaftlichen Gesamterfolg der Investition bzw. der Kapitalanlage in das Nahwärmeprojekt wurde eine Rendite von 4 % veranschlagt, da unterhalb dieser Gesamtkapitalverzinsung das wirtschaftliche Interesse zur Realisierung eines Nahwärmeprojektes eher gering sein dürfte. Vorteilhaft wirken sich Synergieeffekte bei den Tiefbaukosten im Rahmen der Erschließung des Neubaugebietes aus, die mit einer Kostenersparnis von 15 % beziffert wurden.

<sup>16</sup> Üblicher Preis + KWK-Zulage bis 50 kW<sub>el</sub>. Bei Anlagen von 50 – 100 kW<sub>el</sub> verringert sich die Einspeisevergütung auf 97,68 €/MWh.

Da die Ortsgemeinde vor Erschließung des Baugebiets Eigentum an allen Grundstücken im BG anstrebt, wird für die Geschäftsplanung grundsätzlich davon ausgegangen, dass im BG einerseits ein Anschlusszwang an das Nahwärme und andererseits ein Bauebot vorgesehen wird, so dass ein Anschluss an das Nahwärmenetz direkt nach Fertigstellung der Heizzentrale möglich ist. Im darauffolgenden Jahr wird eine sehr optimistische Aufsiedelung angenommen, so dass bereits nach zwei Jahren alle Gebäude angeschlossen sind (vgl. a. Abb. 7). Dies entspricht zwar einem positiven Extremszenario, dessen Eintritt auf Grund genannter Rahmenbedingungen und der bereits hohen Nachfrage nach Bauland im BG allerdings nicht unrealistisch ist. Im Vorfeld einer möglichen Umsetzung wäre dies vertraglich zu binden, damit Fehlinvestitionen vermieden werden können.



Abb. 7: Untersuchte Netzvarianten (NV) im Quartier  
 (Darstellung: Regioplan)

### 3.2.5 CO<sub>2</sub>-Emissionen

CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren ordnen einem Energieträger eine Emissionsmenge je verbrauchter Kilowattstunde (kWh) zu. Sie variieren für Nahwärmenetze und je nach Art der Wärmeherzeugung

bestehen unterschiedlich hohe CO<sub>2</sub>-Emissionsminderungspotenziale, die sich durch Multiplikation mit dem korrespondierenden Endenergieverbrauch ergeben. Einflussfaktoren hierauf sind die Wahl des Energieträgers, der Erzeugungstechnologie und deren Dimensionierung, die Länge des Verteilsystems usw. Im KWK-Prozess fällt bspw. Wärme als Nebenprodukt der zeitgleichen Stromerzeugung an. Dieser KWK-Strom muss vom Netzbetreiber vorrangig abgenommen werden (vgl. § 4 KWKG). Dadurch wird an anderer Stelle konventionell erzeugter Strom verdrängt, der hier mit dem CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor des deutschen Kraftwerkspark beziffert ist. Diese eingesparten Emissionen werden dem CO<sub>2</sub>-Fußabdruck der Wärmeerzeugung in Form einer Stromgutschrift angerechnet, so dass sich bei entsprechender Auslegung sogar negative Emissionen für den Wärmeverbrauch aus dem Nahwärmenetz ergeben können. Erneuerbare Energien hingegen haben von Natur aus geringe CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren, da grundsätzlich nur der nicht-erneuerbare Anteil angerechnet wird. Bei Holzpellets bspw. sind lediglich die vorgelagerten Bearbeitungsprozesse in der CO<sub>2</sub>-Rechnung berücksichtigt. Demnach würden mit den verschiedenen Netzvarianten, die im vorliegenden Konzept untersucht werden, jeweils unterschiedliche Einsparpotenziale im Vergleich zu anderen Versorgungsvarianten geborgen werden können. Da dieser Faktor jedoch nur geringen Einfluss auf die Entscheidung für eine bestimmte Netzvariante hat, stehen im Folgenden in erster Linie ökonomische Betrachtungen im Vordergrund, während ökologische Aspekte in Form eines Vergleichs von spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren der unterschiedlichen Netzvarianten berücksichtigt werden. Ab 2021 hat die Bundesregierung einen CO<sub>2</sub>-Preis von 25 €/t<sub>CO<sub>2e</sub></sub> vorgesehen, der in den Folgejahren schrittweise steigen soll.

CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren werden nach solchen unterschieden, die CO<sub>2</sub>-Äquivalente und Vorketten inkludieren und solche, die dies nicht tun. Im vorliegenden Konzept werden erstere verwendet (vgl. Tabelle 4), um eine umfassende Aussage bezüglich der Klimawirkung der Treibhausgase einzelner Versorgungsvarianten treffen zu können.

Tabelle 4: CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren (in kg CO<sub>2e</sub>/kWh).  
 (Darstellung: Regioplan; Quelle: GEMIS V 5.0)

Energieträger	CO <sub>2</sub> -Emissionsfaktor (inkl. Äquivalente und Vorketten)
Öl-Brennwertheizung	0,326
Gas-Brennwertheizung	0,250
Solarthermie	0,036
Holzpellets	0,029
Biogas <sup>17</sup>	0,071
Strommix Deutschland	0,489

<sup>17</sup> vgl. LFU (2020)

### 3.3 Untersuchte Nahwärmenetzvarianten (NV)

Folgendes Unterkapitel widmet sich nun im Detail den untersuchten NV. Die komplexen Investitionsrechnungen werden der OG und der VG in digitaler Form übergeben, so dass im Folgenden auf eine detaillierte technische und wirtschaftliche Erörterung verzichtet werden kann. Vielmehr wurde auf eine übersichtliche Darstellung der einzelnen NV Wert gelegt um Verständlichkeit und Transparenz gegenüber den beteiligten Akteuren zu gewährleisten. Hierzu wurde das Layout eines schematischen Steckbriefs entwickelt, der alle wesentlichen Informationen zur jeweiligen NV zusammenfasst. Die Jahresdauerlinie, die Jahresarbeit, die Anzahl der Hausanschlüsse, die Netzlänge und –verluste sowie die zweckmäßig dimensionierten Wärmeerzeuger sind wesentliche technische Eingangsgrößen der jeweiligen Netzkonzeption. Diese Daten finden sich auf der linken Seite des Steckbriefs. Abb. 7 zeigt das städtebauliche Konzept mit Erschließungsstruktur und die damit verbundene mögliche Netzstruktur. Die wirtschaftlichen Kenngrößen gliedern sich einerseits in die notwendigen Investitionen für Heizzentrale und Wärmenetz in den ersten beiden Geschäftsjahren. Diese verstehen sich inklusive Planung und Bauleitung.<sup>18</sup> Zum anderen sind jeweils die Untergrenzen für die Wärmepreise (Verrechnungs-, Leistungs- und Arbeitspreis; jeweils ohne MWSt.) angegeben, mit denen die Renditeanforderung von 4 % erreicht wird.

#### 3.3.1 NV\_BG\_Pellets+Öl und NV\_BG\_Biogas-BHKW+Biogas

Insgesamt sind in der NV\_BG 46 Hausanschlüsse vorgesehen. Das Wärmenetz ist für einen jährlichen Wärmeverbrauch von 718 MWh ausgelegt. Dies entspricht bei einer Netzlänge von 681 m einer Wärmedichte von 1.050 kWh/m Trasse. Die Grundlast wird in der ersten Variante mit einem Pelletskessel (100 kW) und in der zweiten Variante mit einem Biogas-BHKW (116 kW<sub>th</sub>, 75 kW<sub>el</sub>) jeweils mehrheitlich mit 75 % bzw. 68 % gedeckt. Nachfolgende Steckbriefe geben Aufschluss über Jahresdauerlinien sowie technische und wirtschaftliche Daten der NV\_BG\_Pellets+Öl und NV\_BG\_Biogas-BHKW+Biogas.

---

<sup>18</sup> Aufgrund der aktuellen Lage sind baukonjunkturelle Preissteigerungen von bis zu 30 % möglich. Investitionen in Hausanschlüssen seitens des Investors sind in den Steckbriefen nicht einkalkuliert, da sie nicht vorfinanziert werden müssen.

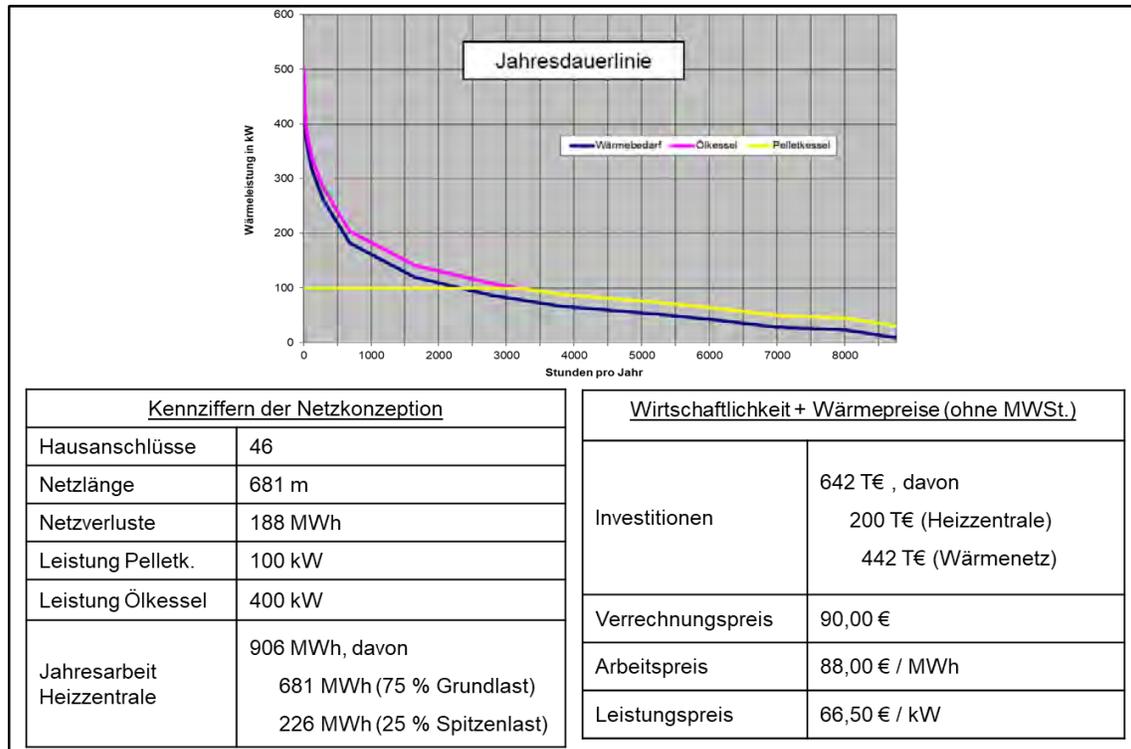


Abb. 8: Steckbrief NV\_BG\_Pellets+Öl  
(Darstellung und Berechnung: Regioplan)

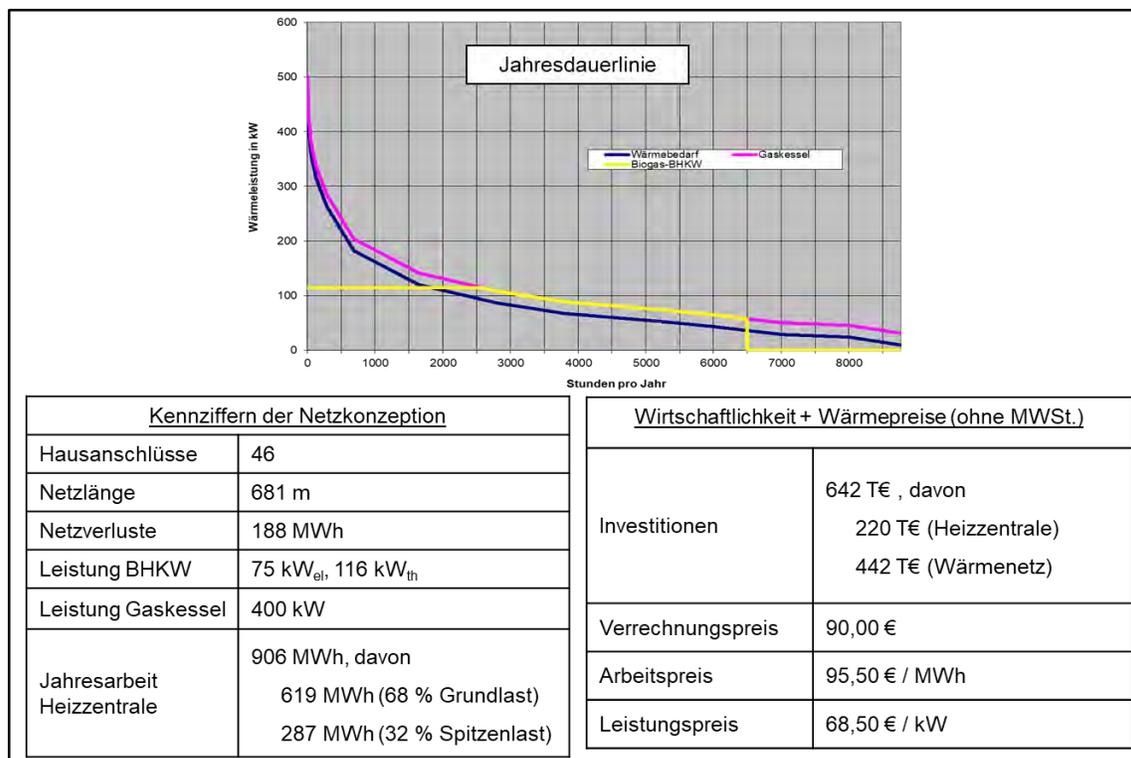


Abb. 9: Steckbrief NV\_BG\_Biogas-BHKW+Biogas  
(Darstellung und Berechnung: Regioplan)

Für die NV\_BG\_Pellets+Öl sind Brennstofflager in der Heizzentrale erforderlich. Bei einem Vorrat der den Volllastbetrieb für mindestens sieben Tage deckt, wäre einerseits ein Pelletslager mit mindestens fünf Schüttraummeter (entspricht ca. 54 Anlieferungen à fünf Schüttraummeter pro Jahr) plus ein Öltank mit mindestens 6.500 Litern für den Spitzenölkessel erforderlich. Die Behältnisse müssten regelmäßig aufgefüllt werden, weshalb je nach Dimensionierung mit ein- bis zweiwöchigem LKW-Verkehr zu rechnen ist. Kostenintensivere Brennstofflager mit größerem Speichervolumen würden Anlieferungen deutlich reduzieren. Mit saisonaler Bestellung und Mengenrabatten können günstigere Preise erzielt werden.

Die Variante mit BHKW, die einen Anschluss an das Gasnetz benötigt, steht wirtschaftlich schlechter da (Leistungspreis: 68,50 €/kW, Arbeitspreis: 95,50 €/MWh) als die Variante mit Pelletkessel (Leistungspreis: 66,50 €/kW, Arbeitspreis: 88,00 €/MWh). Dies liegt zum einen an den höheren Anschaffungskosten für den Wärmeerzeuger und zum anderen an der vergleichsweise geringen Vergütung für den KWK-Strom (Baseload-Preis EEX + KWK-Vergütung), die bei einem thermischen Wirkungsgrad des BHKWs von 43 % zu vergleichsweise sehr hohen Wärmekosten führt. Dieser Aspekt kann auch nicht durch eine im Vergleich zur KfW-Förderung der Pelletsvariante höhere Subventionierung der Wärmenetzinvestitionen aufgefangen werden. Ebenso ist eine Eigenstromversorgung mit KWK-Strom im Quartier nicht im Geschäftsplan vorgesehen.

Die jährlichen Vollkosten (inkl. MWSt.) der Wärmeversorgung des Referenzgebäudes bei Anschluss an die NV\_BG\_Pellets+Öl liegen bei 3.160 €. Bei Anschluss an die NV\_BG\_Biogas-BHKW+Biogas liegen die Vollkosten entsprechend bei 3.308 €. Die Mehrkosten gegenüber der günstigsten Referenzlösung „Gas-BW-Kessel + Solarthermie“ betragen jährlich 845 €/a (+ 36 %) bzw. 993 €/a (+ 43 %), woraus unter heutigen Rahmenbedingungen mangelnde Wettbewerbsfähigkeit abgeleitet werden kann.

Ökologisch steht die Pelletsvariante sowohl primärenergetisch als auch hinsichtlich der CO<sub>2</sub>-Äquivalente (spezifischer CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor<sub>NV\_BG\_Pellets+Öl</sub> = 0,147 kg/kWh bzw. spezifischer CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor<sub>NV\_BG\_Biogas-BHKW+Biogas</sub> = - 0,179 kg/kWh bei Anwendung der Stromgutschrift-Methode) deutlich besser da, wobei zwei wesentliche Probleme der Holzpelletvariante bleiben. Vor allem in innerkommunalen Bereichen wie dem BG „Im Pfad“ ist die hohe Belastung durch Staubemissionen zu benennen. Staubkonzentrationen von Pelletkesseln liegen durchweg um ein Vielfaches höher als die von Gas- oder Ölfeuerungen. In der Wirtschaftlichkeitsrechnung wurde aus diesem Grund eine Rauchgasreinigungsanlage berücksichtigt, die das Abgas entstaubt, so dass Staubemissionsanforderungen eingehalten werden. Ein zweiter Negativfaktor von Holzfeuerungen können die erforderlichen Lagerkapazitäten bzw. die logistischen Anlieferungsprozesse sein.

### 3.3.2 NV\_BG+\_Pellets+Öl und NV\_BG+\_Biogas-BHKW+Biogas

Die große Netzvariante ersucht alle Gebäude im abgegrenzten Quartier mit Nahwärme zu erschließen. Die NV\_BG+ auf der Netzplanung von NV\_BG auf und erweitert das Versorgungsgebiet nach Norden hin, so dass das Wärmenetz bei einer Länge von 716 m den kumulierten Wärmebedarf von 778 MWh/a deckt. Mit einer Wärmedichte von 1.083 kWh/m Trasse sind die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen bei einer Aufsiedelung von 100 % im zweiten Jahr im Vergleich zur NV\_BG günstiger. Die Wärmeerzeugung in der Grundlast übernimmt wieder ein Pelletkessel (100 kW) bzw. ein Biogas-BHKW (116 kW<sub>th</sub>, 75 kW<sub>el</sub>). Weitere Informationen sind den nachfolgenden Steckbriefen zu entnehmen.

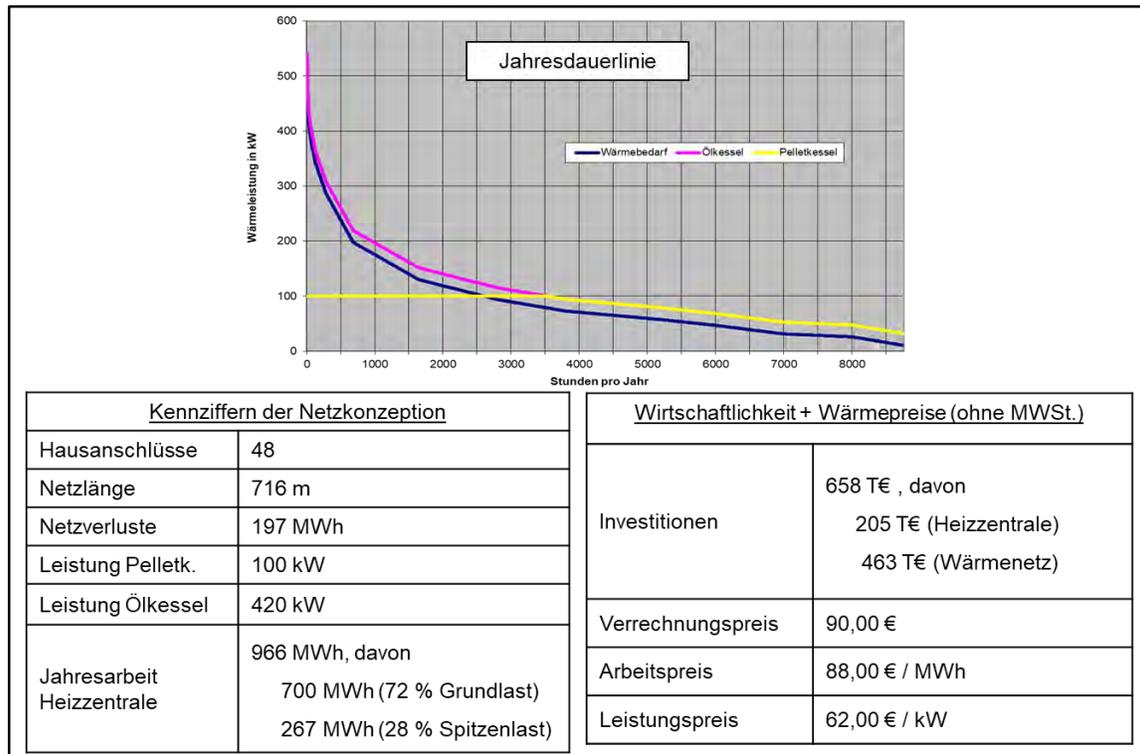


Abb. 10: Steckbrief NV\_BG+\_Pellets+Öl  
(Darstellung und Berechnung: Regioplan)

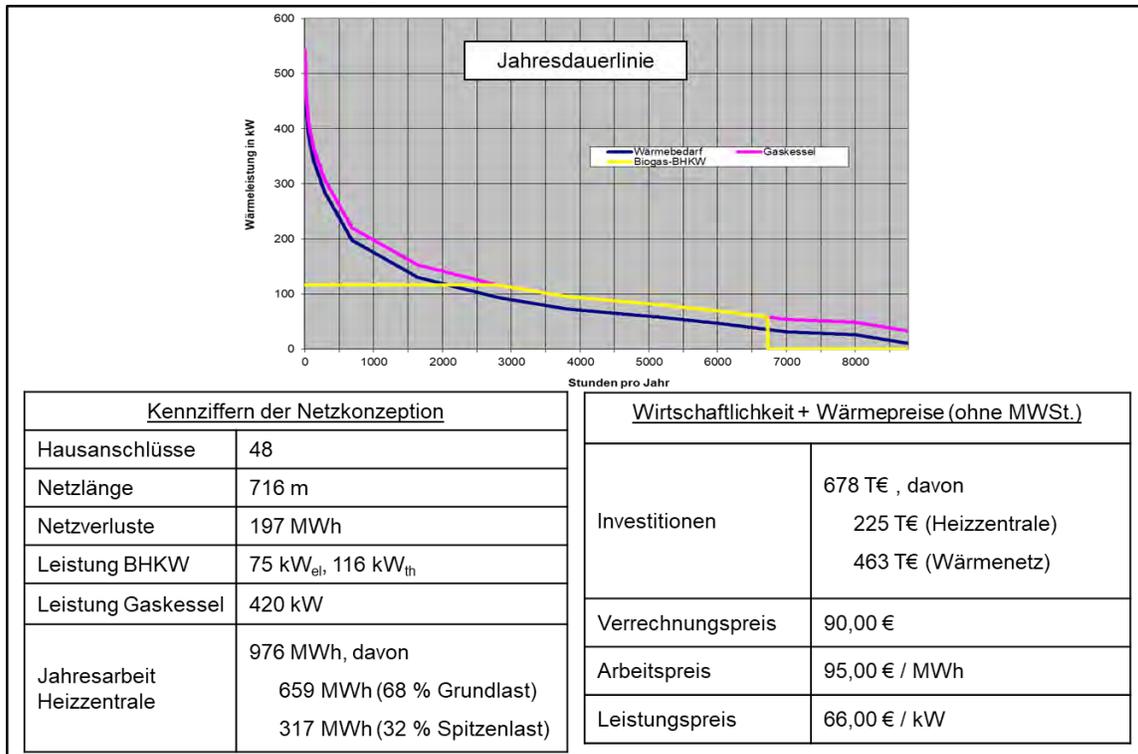


Abb. 11: Steckbrief NV\_BG+\_Biogas-BHKW+Biogas  
(Darstellung und Berechnung: Regioplan)

Auch bei der etwas größeren Wärmenetzvariante stellt sich die NV\_BG+\_Pellets+Öl mit einem Leistungspreis von 62 €/kW und einem Arbeitspreis von 88,00 €/MWh bei gleicher Begründung wirtschaftlich besser dar als die NV\_BG+\_Biogas-BHKW+Biogas (Leistungspreis von 66 €/kW, Arbeitspreis von 95,00 €/MWh). Für das Referenzgebäude würde ein Netzanschluss an NV\_BG+\_Pellets+Öl jährliche Vollkosten (inkl. MWSt.) von 3.106 €/a gegenüber 3.275 €/a bei NV\_BG+\_Biogas-BHKW+Biogas. Die Mehrkosten gegenüber der günstigsten Referenzlösung „Gas-BW-Kessel + Solarthermie“ betragen jährlich 791 €/a (+ 34 %) bzw. 960 €/a (+ 41 %), was auch bei der NV\_BG+ nicht zu Konkurrenzfähigkeit mit gebäudebezogenen Wärmeversorgungsvarianten führt.

Ökologisch stehen Nahwärmelösungen sowohl primärenergetisch als auch hinsichtlich der CO<sub>2</sub>-Äquivalente deutlich besser da, auch wenn sich der spezifische CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor der Pelletsvariante mit 0,157 kg/kWh etwas verschlechtert. Der spezifische CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor der Biogas-BHKW-Variante mit - 0,176 kg/kWh (bei Anwendung der Stromgutschrift-Methode) etwas verbessert.

### 3.3.3 Sensitivitätsanalyse: Einbezug des Landesförderprogramms ZEIS

Wie in Kap. 2.3 beschrieben erfolgte die Wärmebedarfsermittlung auf Basis der aktuellen gesetzlichen Grundlage (EnEV-Standard). Eine Ausführung der Gebäudehülle mit höheren Energiestandards (z. B. Passivhaus) führt zu einem geringeren Wärmebedarf im BG bzw. BG+ bei

nahezu unveränderter Investitionssumme in die Infrastruktur des Nahwärmenetzes. Die betriebswirtschaftliche Folge wären im Vergleich zu den gebäudebezogenen Referenzlösungen noch höhere Wärmepreise. Da hieraus kein Vorteil für die Realisierung eines Nahwärmenetzes entsteht, wird auf eine derartige Sensitivitätsanalyse verzichtet.

Wie in Kap. 3.2.3 erwähnt bietet das MUEEF Rheinland-Pfalz mit ZEIS ein attraktives Zuschussförderprogramm zur Realisierung zukunftsfähiger Energieinfrastruktur, dessen Inanspruchnahme in die Geschäftspläne zweier besonders ökologischen NV integriert wurde: NV\_BG\_Biogas-BHKW+Biogas und NV\_BG\_Pellets+Biogas. Die NV\_BG\_Biogas-BHKW+Biogas würde mit der ZEIS-Förderung fast ebenso gut abschneiden, wie die günstigste NV\_BG+\_Pellets+Öl. Einzelheiten können den Steckbriefen entnommen werden.

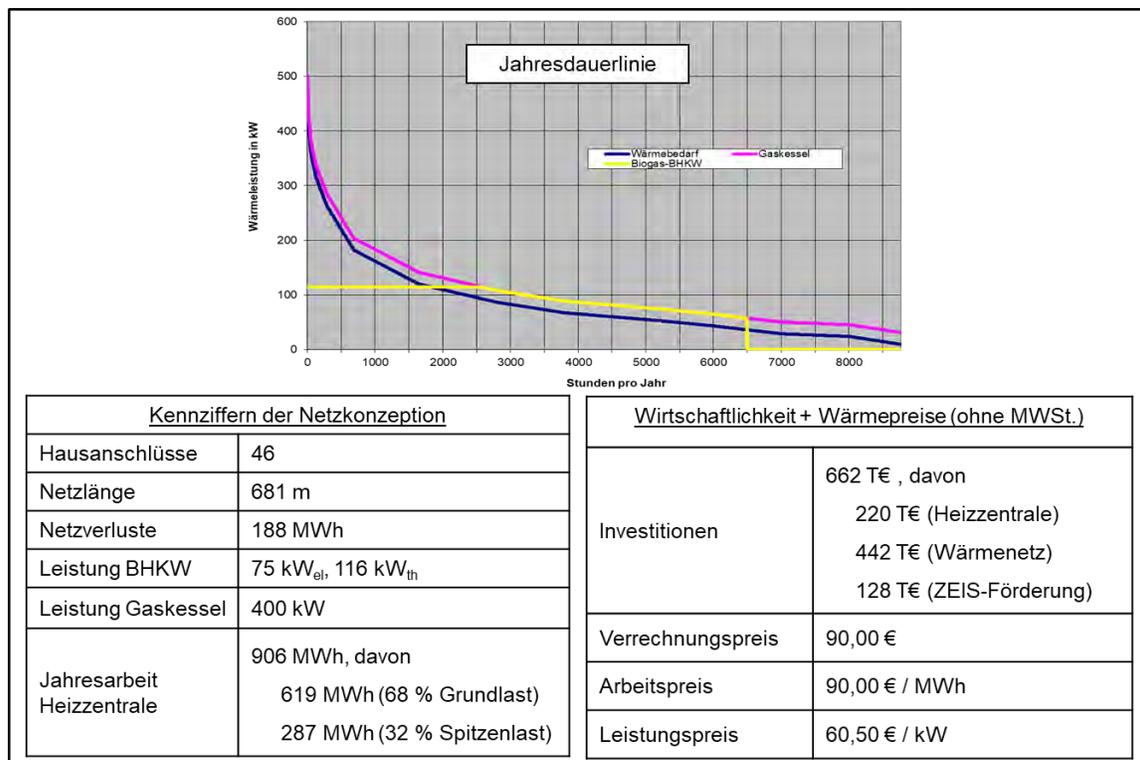


Abb. 12: Steckbrief NV\_BG\_Biogas-BHKW+Biogas  
 (Darstellung und Berechnung: Regioplan)

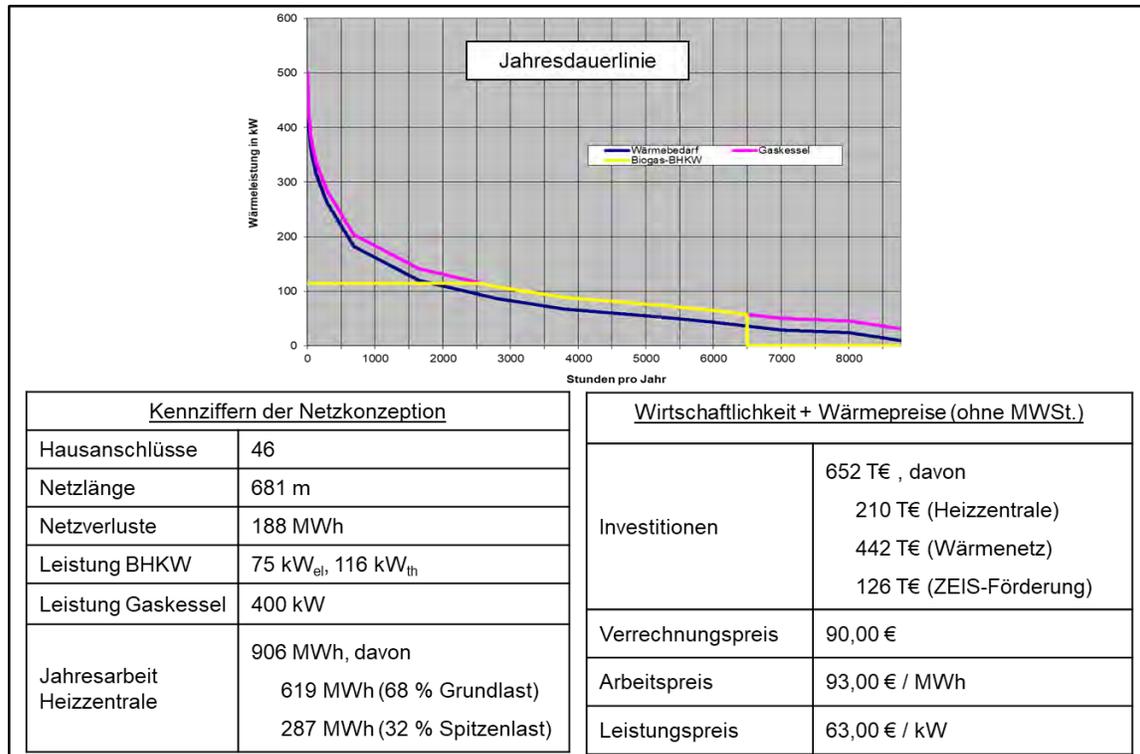


Abb. 13: Steckbrief NV\_BG\_Pellets+Biogas  
(Darstellung und Berechnung: Regioplan)

### 3.4 Vergleich der untersuchten Netzvarianten

Die separat untersuchten NV werden im Folgenden der Übersichtlichkeit halber zusammenfassend verglichen, was auf unterschiedlichen Ebenen erfolgt. Erstens werden Vollkosten der Wärmeversorgung bei Anschluss an die jeweilige Netzvariante, den gebäudebezogenen Referenzlösungen „Wärmepumpe“, „Gas-BW-Kessel + Solarthermie“ und „Öl-BW-Kessel + Solarthermie“ gegenübergestellt. Zweitens ist der ökologische Vergleich der einzelnen Varianten zu den Referenzlösungen elementar wichtig für die Klimaschutzbestrebungen und -ziele. Die entsprechenden Werte sind im selben Diagramm verankert. Schließlich werden die Wärmepreise der untersuchten NV, denen anderer Nah- und Fernwärmenetze in der MRN gegenübergestellt.

#### 3.4.1 Vollkosten und CO<sub>2</sub>-Emissionen (inkl. Äquivalente und Vorketten) des Referenzgebäudes

Die folgende Abbildung zeigt alle anfallenden Kapital-, Betriebs- und Verbrauchskosten (Energiebezug, Wartung und Instandsetzung, Kapitaldienst) aus Kundensicht bei Anschluss des Referenzgebäudes (Anschlussleistung: 10 kW, Endenergieverbrauch: 14 MWh/a bei EnEV-Standard) an die untersuchten NV im Vergleich zu den im Quartier relevanten Referenzlösungen (vgl. Kap. 3.2.2). Es sei erwähnt, dass die Wartungs- und Instandhaltungskosten ebenso wie die Kapitalkosten (Investitionen in Nahwärmestation, BKZ) für alle NV konstant sind und

sich lediglich die Energiebezugskosten auf Grund der unterschiedlichen Leistungs- und Arbeitspreise der einzelnen NV ändern.

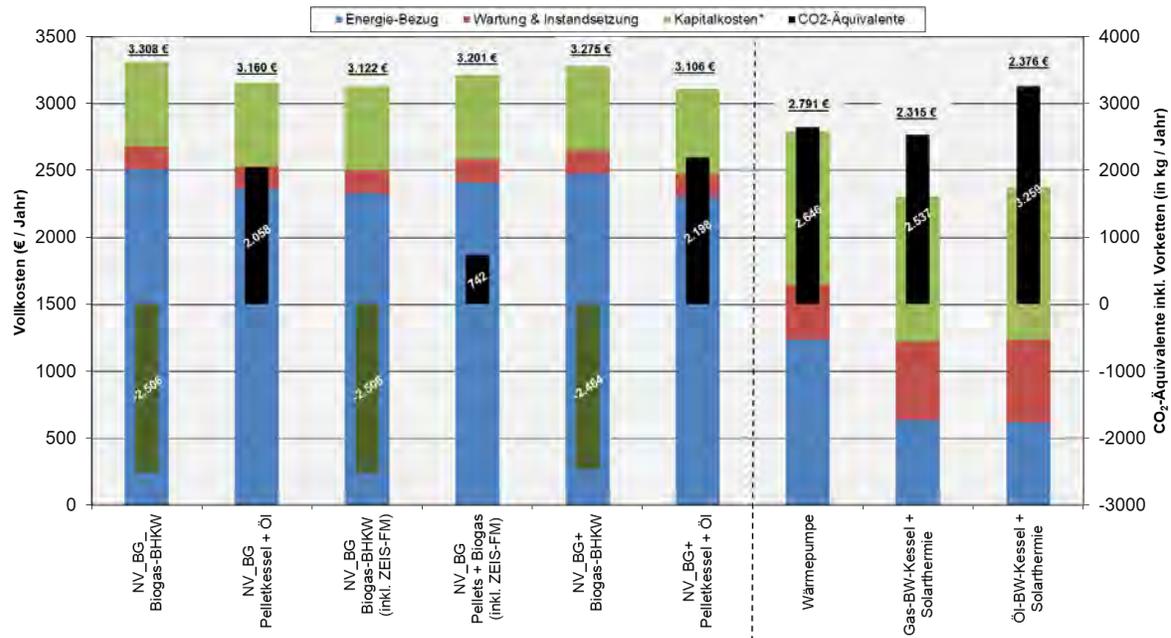


Abb. 14: Vergleich von Vollkosten (in €/a) und CO<sub>2</sub>-Emissionen (in kg/a) der NV und der Referenzlösungen am Referenzgebäude (Darstellung und Berechnung: Regioplan)

Es zeigt sich, dass keine der NV mit der günstigsten Referenzlösung „Gas-BW-Kessel + Solarthermie“ konkurrenzfähig ist, da die Erdgaspreise ebenso wie die Investition in die bewährte Anlagentechnik sehr niedrig liegen. Die Vollkosten des Referenzgebäudes liegen je nach NV um 34 % (NV\_BG+\_Pellets+Öl) bis 43 % (NV\_BG\_Biogas-BHKW+Biogas) höher. Auch die Versorgungslösung mit Wärmepumpe liegt, wenn auch etwas kostenintensiver als der Öl-BW-Kessel mit Solarthermie, unter Vollkostengesichtspunkten niedriger als alle NV, wobei perspektivisch mit einer Belastung der derzeit günstigen fossilen Brennstoffe durch CO<sub>2</sub>-Abgaben zu rechnen ist. Durch Installation einer PV-Anlage kann Heizstrom in Kombination mit Wärmepumpen zum Teil selbst genutzt werden, was zu weiteren Kosten- und Emissionsreduktionen führen würde.

Die große NV\_BG+ und die kleine NV\_BG mit Biogas-BHKW in der Grundlast stehen ökonomisch vergleichsweise schlecht da, während sie ökologisch alle Alternativen überflügelt. Die CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren wurden mit Hilfe der Stromgutschrift-Methode berechnet. Dabei wurden die CO<sub>2</sub>-Emissionen ermittelt, die im angenommenen Strommix der allgemeinen Stromversorgung aufgewendet werden müsste, um die gleiche elektrische Energie zu erzeugen wie das Biogas-BHKW. Dieser Wert wird subtrahiert von den CO<sub>2</sub>-Emissionen des Gesamtbrennstoffbedarfs der NV um den CO<sub>2</sub>-Emissionsanteil zu erhalten, der der Wärmeerzeugung zugerechnet wird. Der Stromerzeugung des BHKWs werden also die korrespondierenden CO<sub>2</sub>-

Emissionen des verdrängten Strommixes des aktuellen Kraftwerksparks in Deutschland zugeordnet. Das erklärt, weshalb sich für die NV mit Biogas-BHKW negative CO<sub>2</sub>-Emissionen ergeben. Dem gegenüber stehen die Wärmenetzkonzeptionen auf Basis von Pelletfeuerungsanlagen, die zwar einerseits etwas bessere ökologische Werte erzielen als die Referenzlösungen auf Gebäudeebene. Andererseits werden die NV mit Holzpellets ökologisch erst dann interessant, wenn die Spitzenlast mit Biogas anstatt mit Heizöl gedeckt wird.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass zum einen alle NV in einem engen Preiskorridor liegen. Unter den Prämissen der Wirtschaftlichkeitsrechnung (vgl. Kap. 3.2.4) aber deutlich teurer sind als gebäudebezogene Lösungen. Daraus folgt, dass wenn ein Bauherr heute eine freiwillige Entscheidung für die Wärmeversorgung seines Objektes treffen müsste, wird diese eher nicht für die Nahwärmeversorgung ausfallen.

### 3.4.2 Preisvergleich von Wärmenetzen in der Metropolregion Rhein-Neckar

Insgesamt gibt es in der MRN über 50 Wärmenetze. Um den Eindruck der Unwirtschaftlichkeit und der sich daraus ergebenden Nichtmachbarkeit der untersuchten NV zu relativieren, werden ihre spezifischen Wärmebezugskosten in Form von Arbeits-, Leistungs- und Grund- bzw. Verrechnungspreis denen von Wärmenetzen aus der Region gegenübergestellt. Bei diesem Vergleich bleiben folgende Aspekte auf Grund mangelnder Transparenz unberücksichtigt:

- überholte Zuschuss- bzw. Förderprogramme
- laufende Verluste des Wärmenetzbetriebs, die von Kommunen getragen werden
- vorteilhafte Situation in Neubaugebieten durch niedrigere Baukosten und schnellere Aufsiedlung.

Mit Heranziehung des Referenzgebäudes als Berechnungsgrundlage wird ein zuverlässiger Vergleich der jährlichen Wärmekosten von bestehenden Wärmenetzen in der MRN mit den untersuchten NV des potenziellen Nahwärmenetzes im BG „Im Pfad“ dargestellt. Die einzelnen Netze sind hierbei nach aufsteigenden Jahreswärmebezugskosten sortiert. Diese unterscheiden sich im Übrigen von den Vollkosten. Kapital-, Wartungs- und Instandsetzungskosten werden hier nicht berücksichtigt, da davon ausgegangen werden kann, dass die Investitionen in Haustechnik und BKZ ebenso wie Wartungsintervalle und Betriebsstörungen bei allen Wärmenetzen vergleichbar sind.

Tabelle 5: Preisvergleich der Netzvarianten mit Wärmenetzen in der MRN  
(Darstellung und Berechnung: Regioplan)

<b>Preiskomponente (brutto)</b> <b>Wärmenetz</b>	<b>Arbeitspreis</b> [ct/kWh]	<b>Leistungspreis</b> [€/kW]	<b>Grund-/ Verrechnungspreis</b> [€/a]	<b>Jährl. Wärmekosten Referenzgebäude</b> (10 kW, 14 MWh)
<b>Stadtwerke Heidelberg</b>	6,31	60,07	32,35	1.516,87 €
<b>MVV Energie</b>	6,07	59,00	108,67	1.548,43 €
<b>Stadtwerke Weinheim "Lützelsachsen-Ebene"</b>	9,40	51,17*	0,00	1.930,04 €
<b>Stadtwerke Heidelberg "Im Bieth"</b>	8,44	95,24	38,50	2.172,50 €
<b>NV_BG+_Pellets+Öl</b>	10,47	73,78	107,10	2.310,98 €
<b>NV_BG_Biogas-BHKW_ZEIS</b>	10,71	71,40	107,10	2.320,50 €
<b>NV_BG_Pellets+Öl</b>	10,47	79,14	107,10	2.364,53 €
<b>NV_BG_Pellets+Biogas_ZEIS</b>	11,07	74,97	107,10	2.406,18 €
<b>Stadtwerke Weinheim "Mannheimer Straße"</b>	8,93	62,69*	36,24*	2.437,36 €
<b>NV_BG+_Biogas-BHKW</b>	11,31	78,54	107,10	2.475,20 €
<b>NV_BG_Biogas-BHKW</b>	11,36	81,52	107,10	2.513,28 €

\* €/Monat

Die Fernwärmenetze der Städte Mannheim und Heidelberg zeichnen durch sehr geringe Wärmekosten aus. Das liegt zum einen an der Größe der Erzeugungsanlage. Da beide Wärmenetze überwiegend vom Großkraftwerk Mannheim gespeist werden, ergeben sich auf Erzeugerseite erhebliche Skaleneffekte. Zum anderen profitiert die Preisgestaltung von den städtebaulichen Rahmenbedingungen in Heidelberg und Mannheim. In Siedlungstypen wie Zeilenbebauung mit größeren Mehrfamilien- und Hochhäusern, Blockbebauung oder Citybebauung mit sehr hoher Wärmedichte lassen sich mit geringen Netzinvestitionen hohe Potenziale des Wärmemarkts vor Ort erschließen. Anschaulich verdeutlicht das der Vergleich der beiden Heidelberger Wärmenetze. So stützt sich das Nahwärmenetz des Neubaugebietes „Im Bieth“ im Norden des Heidelberger Stadtteils Kirchheim, ebenso wie die untersuchten NV, auf ein Holzpelletheizwerk. Im Vergleich zum Heidelberger Fernwärmenetz liegt der Arbeitspreis dieses Nahwärmenetzes aber um 34 %, der Leistungspreis um knapp 59 % höher. Dennoch zeigt sich dieses Heidelberger Wärmenetz etwas günstiger als die untersuchten NV. Das Nahwärmenetz für das Neubaugebiet Lützelsachsen-Ebene überrascht mit sehr geringen Wärmepreisen, die in hohem Grade auf die günstige Ausgangslage zurück zu führen ist. Die Wärme wird dort mit einem BHKW erzeugt,

das Biogas von einem benachbarten landwirtschaftlichen Betrieb verstromt. Die Stadt Weinheim erließ für die Wärmeversorgung städtischer Grundstücke einen Anschlusszwang. Anders sehen die Preise im Weinheimer Wärmeversorgungsgebiet „Mannheimer Straße“ aus, die unterm Strich zu höheren jährlichen Wärmekosten als einige der untersuchten NV führen.

Generell lässt sich feststellen, dass alle NV unter den angenommenen Prämissen der Wirtschaftlichkeitsberechnung (vgl. Kapitel 3.2.4) im Vergleich eher etwas teurer abschneiden.

## 4 Beteiligung

Infrastrukturprojekte zur gemeinsamen Energieversorgung müssen von möglichst vielen Partnern mitgetragen werden um erfolgreiche, wirtschaftliche Rahmenbedingungen für eine Umsetzung zu schaffen.

### 4.1 Akteure und Multiplikatoren

Das Beteiligungskonzept setzte deshalb von Beginn an auf die enge Einbindung der relevanten Akteure mit dem Ziel Bewusstsein und Engagement für eine nachhaltige Energieversorgung im BG zu sichern und wirtschaftliche Rahmendaten als Grundlage einer Entscheidungsfindung zu liefern. Taktgeber für die Nahwärmestudie war die Klimapolitik der Verbandsgemeindeverwaltung. Für die Nahwärmestudie nur die Kernakteure beteiligt, die alle Offenheit gegenüber einer nachhaltigen Ausrichtung der Wärmeversorgung im BG „Im Pfad“ zeigten. Diese sind:

Verwaltung VG Wörrstadt:	Herr Markus Conrad, Bürgermeister Frau Daria Paluch, Klimaschutzmanagerin Herr Sandor Domidian, Bauamtsleiter
Verwaltung OG Armsheim:	Herr Arno Krätschmann, Bürgermeister
Energie- und Servicebetrieb Wörrstadt (AöR):	Herr Karl-Heinz Greb, Geschäftsführer Herr Dennis Sartorius, Betriebsführung
MUEFF:	Frau Heike Fenn, Referat Zusammenarbeit mit Kommunen, Besondere Energieangelegenheiten
MVV Regioplan GmbH:	Herr Markus Prien, Geschäftsführer Herr Bernhard Schwoerer-Böhning, Projektleiter Erschließung Herr Alexander Fucker, Projektleiter Nahwärmestudie

### 4.2 Beteiligungsverfahren

Als wichtige Säule der Nahwärmestudie und als Basis für ein Zusammenwirken der öffentlichen Hand wurden zwei Sitzungen durchgeführt, deren inhaltliche Schwerpunkte nachfolgend kurz skizziert sind.

*Auftaktbesprechung, 16.1.2020, 15 – 17 Uhr, Rathaus VG Wörrstadt*

- Vorstellung der Projektpartner
- Austausch zu Nahwärmenetzen und ZEIS-Förderung
- Beschluss des Untersuchungsgegenstands und des Zeitplans für die Nahwärmestudie
- Klärung offener Fragen

*Ergebnispräsentation (vgl. a. Anhang II) und Diskussion, 6.4.2020, 14 – 16 Uhr, Videokonferenz*

- Darlegung der Ausgangssituation

- Wärmenetze: Grundlagen, Umsetzungsvoraussetzungen und Prämissen der Wirtschaftlichkeitsrechnung
- Vorstellung der untersuchten Wärmeerzeugungsvarianten
- Ökonomisch-ökologischer Vergleich der untersuchten NV mit dezentralen Lösungen
- Klärung offener Detailfragen und Diskussion nächster Schritte

Alle Ergebnisse sind in der Ergebnispräsentation und in vorliegender Dokumentation und dessen Anhang enthalten und dienen als Entscheidungsgrundlage für den Auftrags- und Zuwendungsgeber sowie als Vorlage für Entscheidungsgremien.

## 5 Fazit

Die Verbandsgemeinde Wörrstadt und die Ortsgemeinde Armsheim haben im Gleichzug mit der Bauleit- und Erschließungsplanung für das Neubaugebiet „Im Pfad“ die Chance genutzt, die Einrichtung einer zukunftsträchtigen Wärmeversorgung zu untersuchen. Durch Ersatz der klimaschädlichen Einzelfeuerungen in Neubauten, die ggf. auf fossile Energieträger zurückgreifen, können mit einem auf Basis von Biomasse betriebenen Nahwärmenetzes Effizienzpotenziale geborgen und CO<sub>2</sub>-Emissionen in erheblichem Maße reduziert werden wie Kapitel 3 gezeigt hat. Für die VG würde die Umsetzung dieses Modellprojektes einen bedeutenden Einstieg in die energetische Kommunalentwicklung bedeuten, bei dem Verwaltung und alle weiteren Kernakteure wertvolle Erfahrungen sammeln können. Ein Nahwärmenetz hätte in der Umgebung Leuchtturmcharakter und gäbe den Klimaschutzbestrebungen, dem Bottom-Up-Ansatz folgend, ein richtungweisendes Projekt im Kontext des integrierten Klimaschutzkonzepts der VG. Die Installation eines Nahwärmesystems bedeutet von Beginn an hohe Investitionen. Ein Abstellen auf kurzfristige finanzielle Belastungen wirkt auf Nahwärmenetze kontraproduktiv. Die wirtschaftlichen Untersuchungen der unterschiedlichen NV für das BG zeigen, dass Klimaschutz seinen Preis hat. Leider überzeugen die untersuchten NV bei der derzeitigen Preissituation für fossile Energieträger wirtschaftlich nicht umfassend gegenüber den gebäudebezogenen Wärmeversorgungs-lösungen. Die aus den Investitionsrechnungen ermittelten Wärmepreise liegen trotz üppiger Förderung insbesondere in Konkurrenz zur Heizöl- und Gasversorgung teils deutlich im Hintertreffen. In diesem Zusammenhang soll allerdings erneut herausgestellt sein, dass sich die Investitionsrechnung auf einen in der Branche üblichen Zeithorizont von 20 Jahren bezieht. Die Infrastruktur einer Nahwärmeversorgung kann mitunter aber deutlich länger genutzt werden.

Dennoch, es bleibt festzustellen, dass die Preisentwicklung der fossilen Energieträger in den vergangenen Jahren teilweise hohe Ausmaße angenommen hatte. Die nominalen Preise für Erdgas stiegen zwischen 2002 und 2012 um rund 55 % an. Leichtes Heizöl erreichte im selben Zeitraum sogar Preissteigerungen von über 150 %. Allerdings sind die nominalen Preise zwischen 2012 und 2020 wieder gefallen: leichtes Heizöl um ca. 24 %, Erdgas um ca. 3 %.<sup>19</sup> Langfristig muss jedoch mit einer merklich steigenden Entwicklung der Preise für CO<sub>2</sub>-Zertifikate („Verschmutzungsrecht“) und damit auch der Preise für fossile Energieträger gerechnet werden. So werden aus volkswirtschaftlicher Sicht externe Effekte internalisiert. Das heißt, dass negative, unkompensierte Auswirkungen ökonomischer Entscheidungen im Energiemarkt (z. B. CO<sub>2</sub>-Emissionen der Kohleverstromung) zukünftig indirekt in die Entscheidungskalküle der Produzenten bzw. Konsumenten einbezogen werden.

---

<sup>19</sup> vgl. BMWi (2020), Tabelle 26

Weitere weiche Faktoren wie die regionale Wertschöpfung durch neue Wirtschaftsfelder für Land- und Forstwirtschaft oder Bau-, Fertigungs- und Wartungsaufträge sowie die Sicherung der Immobilienwerte sprechen ebenfalls für das Nahwärmeprojekt. Außerdem wären mit der Umsetzung positive Effekte für die Außenwirkung der Verbandsgemeinde Wörrstadt verbunden, insbesondere durch das wachsende Umweltbewusstsein in der Gesellschaft.

## **ANHANG**

### **Literaturverzeichnis und weiterführende Literatur**

AGFW (2010): Energetische Bewertung von Fernwärme – Bestimmung der spezifischen Primärenergiefaktoren für Fernwärmeversorgungssysteme, AGFW-Arbeitsblatt FW 309 Teil 1, Frankfurt am Main.

BMWi (2020): Energiedaten – Nationale und Internationale Entwicklung, Berlin. (Download: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/energiedaten-gesamtausgabe.html>, Zugriff: 23.4.2020).

C.A.R.M.E.N (2020): Betreibermodelle, Straubing. (Download: <https://www.carmen-ev.de/sonne-wind-co/akzeptanz/betreibermodelle>, Zugriff: 23.4.2020)

Dena (2016): Der dena-Gebäudereport 2016 - Statistiken und Analysen zur Energieeffizienz im Gebäudebestand, Berlin.

Fraunhofer UMSICHT (1998): Leitfaden Nahwärme des Fraunhofer-Instituts für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik, Oberhausen.

IER (2020): Heizkostenvergleich für Wohn- und Nichtwohngebäude – Einfamilienhaus, saniert; auf den Seiten des Instituts für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart. (Download: <https://www.ier.uni-stuttgart.de/forschung/modelle/heizkostenvergleich/>, Zugriff 14.02.2020).

IWU (2005): Entwicklung eines vereinfachten, statistisch abgesicherten Verfahrens zur Erhebung von Gebäudedaten für die Erstellung des Energieprofils von Gebäuden, Forschungsbericht des Instituts für Wohnen und Umwelt, Darmstadt.

LFU (2020): CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren nach Energieträgern, auf den Seiten des Landesamtes für Umwelt Brandenburg, Potsdam. (Download: <https://lfu.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.523833.de>, Zugriff am 25.02.2020).



Anschlußblatt 7

Anschlußblatt 9

**Online - Planauskunft Gas**



Maßstab: 1:500  
 Verwendungszweck: Planung Tiefbau  
 Ort:  
 Straße:  
 Druckdatum: 2019-11-21 12:08:21

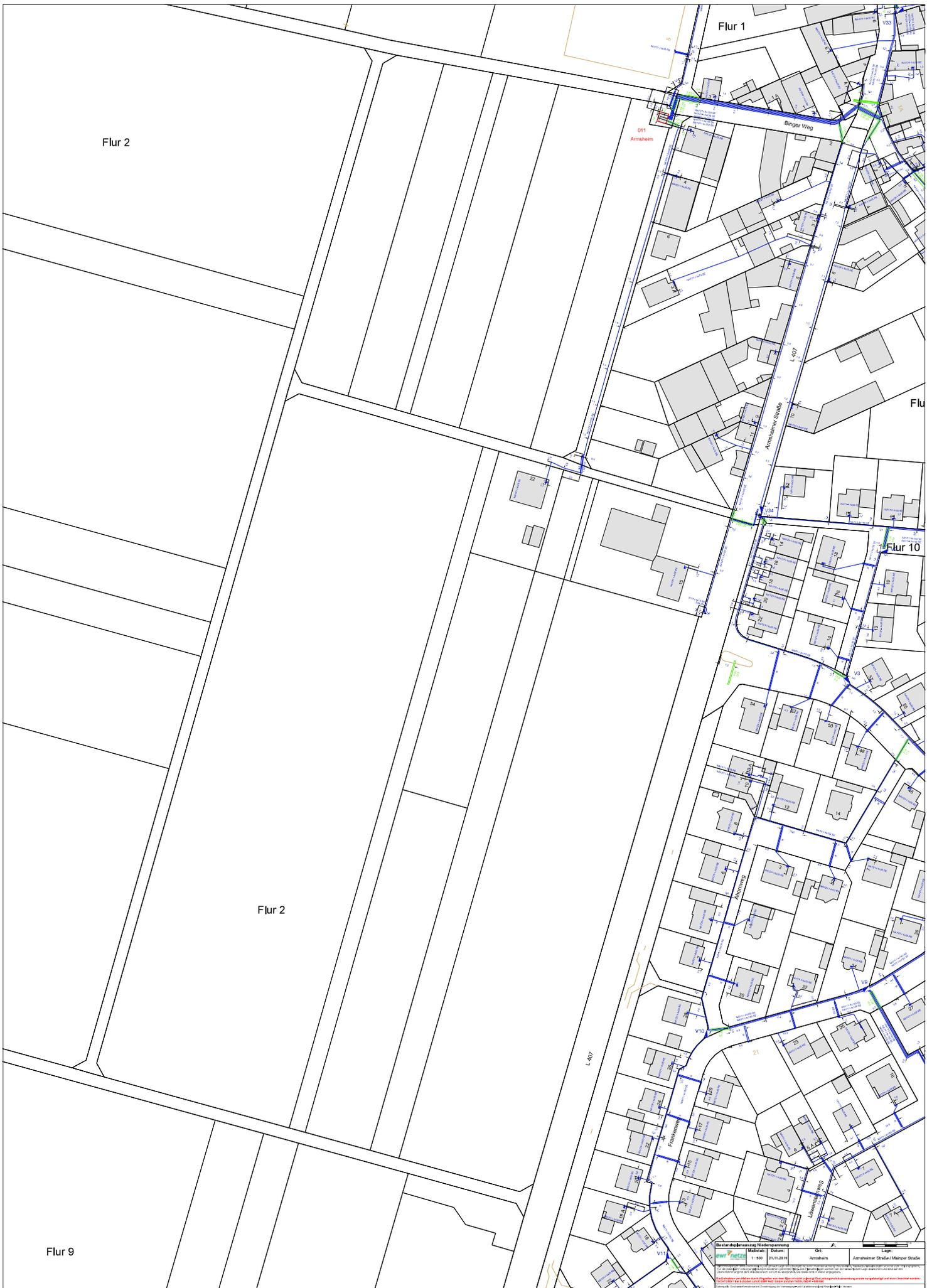
Firma:  
 Blatt: 8



In den Bereichen mit Linien oder Flächen in Orange ist eine gesicherte Online-Auskunft nicht möglich. Bitte wenden Sie sich an das zuständige RZ!

**WESTNETZ**

Teil von innogy



Flur 2

Flur 1

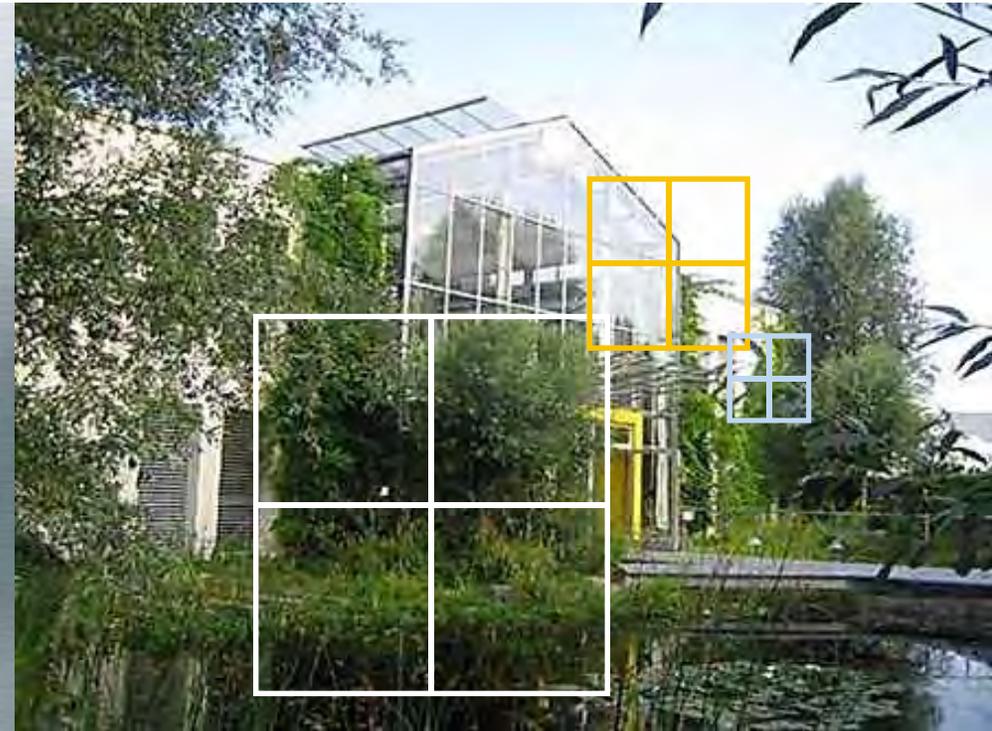
Flur

Flur 10

Flur 2

Flur 9

		Maßstab: Datum 1:500 21.11.2015	Ort: Armshausen Lage: Armsheimer Straße / Manser Straße
<small>           Diese Zeichnung ist das Eigentum der GEM-Gruppe. Die Weitergabe oder die Vervielfältigung dieser Zeichnung ist ohne schriftliche Genehmigung der GEM-Gruppe untersagt.         </small>			



## Nahwärmestudie für das Armsheimer Neubaugebiet „Im Pfad“

**Ergebnisse der ökonomisch-ökologischen Untersuchung  
inkl. Ergänzung von Geschäftsplänen mit ZEIS-Förderung**

*Alexander Fucker*  
**MVV Regioplan GmbH**

**MVV Regioplan GmbH**



# Agenda

**1** Ausgangssituation

---

**2** Nahwärmenetz - Grundlagen

---

**3** Netzvarianten und Untersuchungsergebnisse

---

**4** Offene Fragen und mögliche nächste Schritte

international Neue Gesetzgebungen Industriepark Services managen, betreiben  
Kompetenz Wärme und Strom Immobilien Versorgung ganzheitlich, partnerschaftlich, zukunftsweisend  
Optimale Planung **Nachhaltigkeit** Zukunft Bioenergieprojekte **Beratung**  
Know-how Contracting Dienstleistungen aus einer Hand routinierter Anlagenbetrieb  
Lösungen Erfolg durch Effizienz Professionalität Transparenz Professionalität  
Health Care **Energieeffizienz** Innovation  
**investieren** Outsourcing-Konzepte zur Energie- und Medienversorgung  
Industrial Solutions Consulting internationale Entwicklungsplanung  
Engagement Qualität und Effizienz **Energie sparen**  
Wirtschaftlichkeit

## 1. Ausgangssituation

MVV Regioplan GmbH



# Klimaschutz & Energieeffizienz in Armsheim

## Wärmeversorgung für das Neubaugebiet „Im Pfad“

### Ausgangssituation

- ▶ Neubaugebiet mit 43 EFH und 3 MFH
- ▶ Zwei Bestands-EFH grenzen unmittelbar im Norden an
- ▶ Anschlusspotenzial Supermarkt im Süden, aber Abriss / Neubau 2019 und Eröffnung März 2020
- ▶ Wärmeversorgung bisher offen
- ▶ leitungsgebundene Wärmeversorgung über Gas oder Nahwärme möglich; letzteres wird in vorliegender Studie wirtschaftlich und ökologisch geprüft
- ▶ Dezentrale, nichtleitungsgebundene Wärmeversorgungslösungen auf Basis von Heizstrom (Wärmepumpe) oder Heizöl (Brennwerttechnik), ggf. Biomasse (z. B. Scheitholz, Pellets)



international Neue Gesetzgebungen Industriepark Services managen, betreiben  
Kompetenz Wärme und Strom Immobilien Versorgung ganzheitlich, partnerschaftlich, zukunftsweisend  
Optimale Planung **Nachhaltigkeit** Zukunft Bioenergieprojekte **Beratung**  
Know-how Contracting Dienstleistungen aus einer Hand routinierter Anlagenbetrieb  
Lösungen Erfolg durch Effizienz Professionalität Transparenz Professionalität  
Health Care **Energieeffizienz** Innovation  
**investieren** Outsourcing-Konzepte zur Energie- und Medienversorgung  
Industrial Solutions Consulting internationale Entwicklungsplanung  
Engagement Qualität und Effizienz **Energie sparen**  
Wirtschaftlichkeit

## 2. Nahwärmenetz - Grundlagen

MVV Regioplan GmbH



# Nahwärmenetze

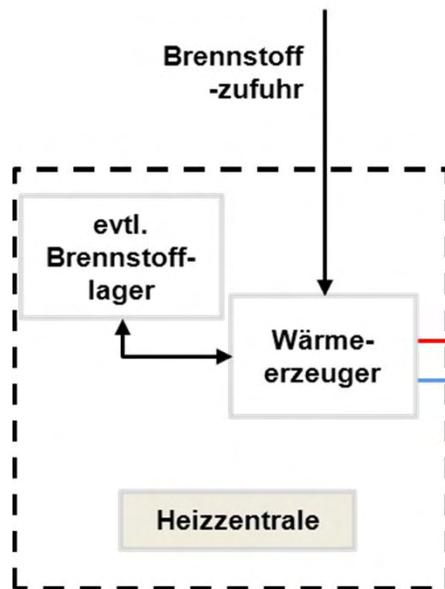
## Allgemeine Voraussetzungen

- 1.) Freie Kapazitäten in den Erzeugungs- und Verteilungsanlagen
- 2.) Hohe Wärmedichte, d. h. hoher Wärmebedarf auf geringer Fläche
- 3.) Vertretbare Entfernung des Versorgungsgebiet zu den Erzeugungsanlagen (max. 10 km)
- 4.) kein zu großer Höhenunterschied zu den Erzeugungsanlagen und innerhalb der Versorgungszone
- 5.) **genügend Platz im Straßenraum**
- 6.) **Vorhandensein oder Installationsmöglichkeit von Zentralheizungen im Gebäude**
- 7.) Anlegbare und kostenorientierte Wärmepreise

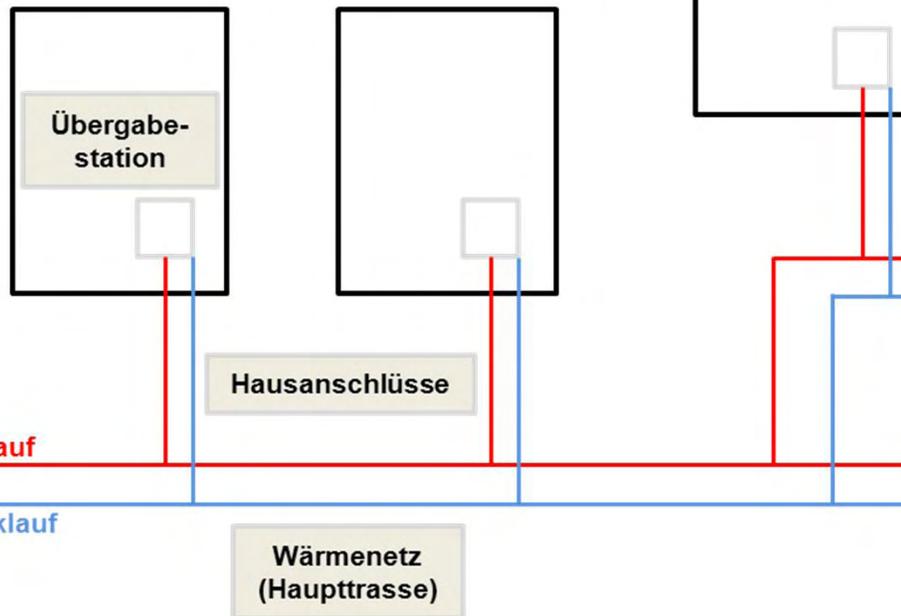
# Nahwärmenetze

## Aufbau und Funktion

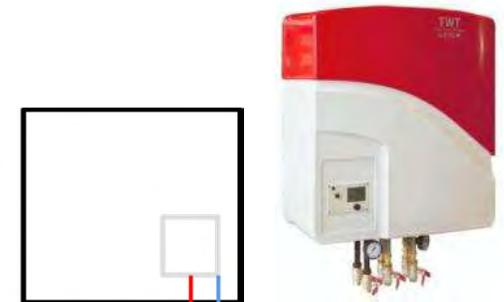
### ► Erzeugung



### ► Verteilung

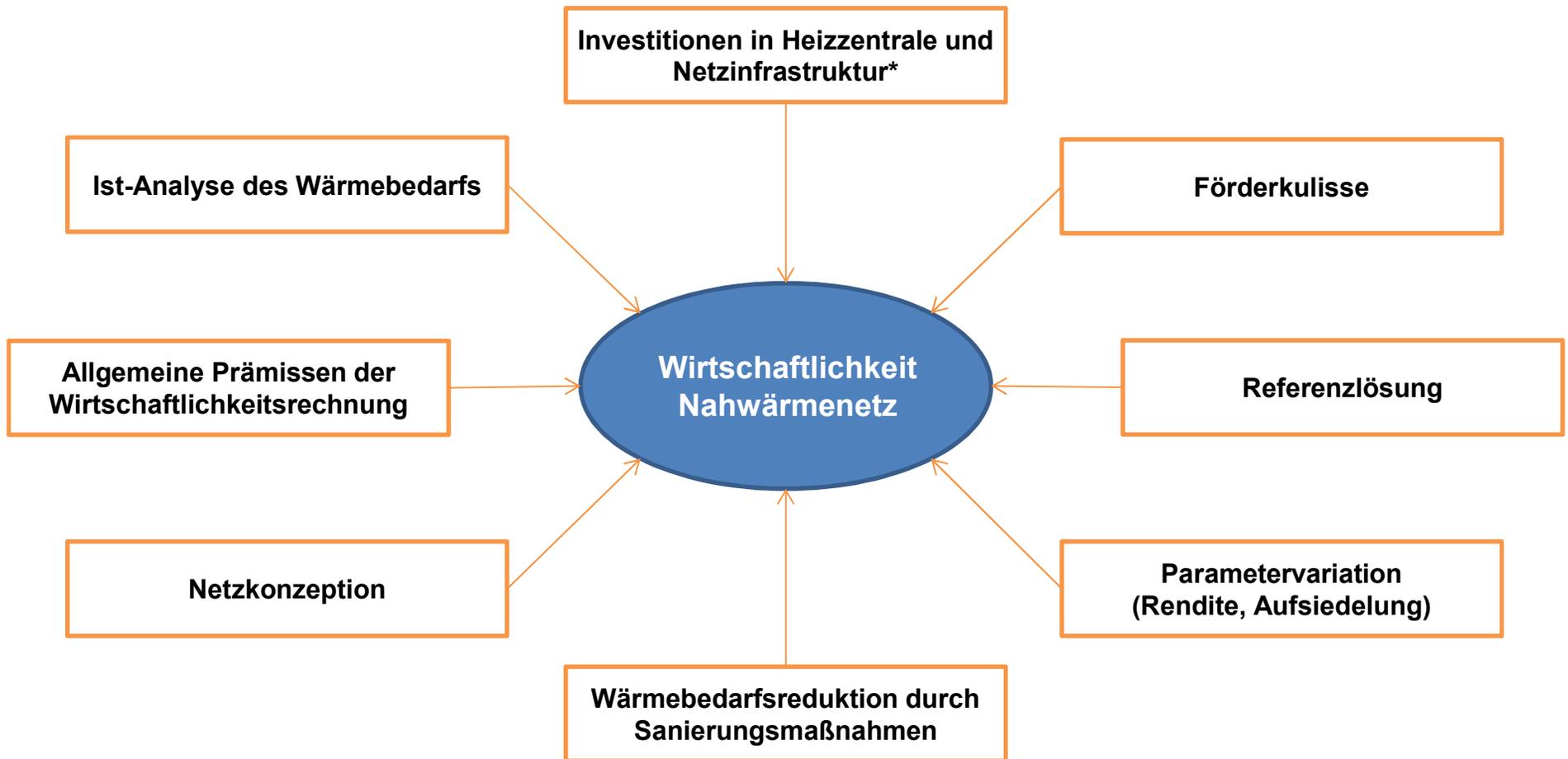


### ► Übergabe-/ Kompaktstation



# Nahwärmenetze

## Parameter der Wirtschaftlichkeit



\* baukonjunkturelle Preissteigerungen von bis zu 30 % möglich

# Ist-Analyse BG „Im Pfad“

## Wärmebedarf und Wärmeverbrauchsdichte



Gebiet	Liegenschaft	Baujahr	Grundfläche (A*GFZ)	Geschosse	Energiebezugsfläche	spez. EE-Verbrauch Wärme (kWh/m²a)	EE-Verbrauch (Wärme, kWh)	EE-Verbrauch (Strom, kWh)
MI	"Friedel Kinback" Hof-/Weingut; EFH		196,00	2,0	294,0	132	38.808	4.000
WA2 Nord	Bestandsvilla		132,00	2,0	198,0	109	21.582	3.000
WA1	3 MFHs	2021	1130,40	3,0	2543,4	46	116.996	60.000
WA2 Süd	43 EFHs	2021	8308,30	2,0	12462,5	48	598.198	193.500
GE-südl.-angrenz.	Netto-Discounter / Supermarkt	2021	1250,00	1,0	937,5	60	56.250	387.188
GE-südl.-angrenz.	Seniorenheim							
SUMME			11.017		15.498		776	261
<b>Kennzahlen BG "Im Pfad"</b>		Wärmebedarfsdichte		Hausanschlüsse				
NV_BG	(681 m exkl. Vorstreckungen)	1050	kWh/m²a	46	15.006		715.194	253.500
NV_BG+	(716 m exkl. Vorstreckungen)	1083	kWh/m²a	48	15.498		775.584	260.500

# Zentrale Nahwärmeerzeugung im BG „Im Pfad“

## Annahmen / Grundlagen der Wirtschaftlichkeitsrechnung

- ▶ Anschlussquote von 100 % innerhalb von zwei Jahren nach Fertigstellung
- ▶ Dynamische Wirtschaftlichkeitsbetrachtung mit Geschäftsplanung für 20 Jahre
- ▶ Ein- und Auszahlungen:
  - Erträge aus Wärme- (Arbeits-, Leistungs-, Grund- bzw. Verrechnungspreis), Baukostenzuschüssen und ggf. Stromverkauf (z. B. Einspeisung KWK-Strom)
  - Förderzuschüsse (KWKG, KfW-Programm „Erneuerbare Energien ‚Premium‘“)
  - Aufwendungen für Energiebezug, Betrieb, Wartung und Instandhaltung
  - Investitionen in Heizzentrale, Netzinfrastruktur und Hausanschlüsse
- ▶ Zielgröße: Rendite von 4 %
- ▶ Heizzentrale ist südlich des BG vorgesehen: Grundstück steht vermutlich nicht kostenfrei zur Verfügung. Gasnetz liegt in Wöllsteiner Weg / Hauptstraße (Höhe Netto-Filiale).



### 3. Netzvarianten und Untersuchungsergebnisse

MVV Regioplan GmbH

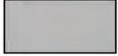


# Zentrale Nahwärmeerzeugung im Quartier „Zur Rose“

## Netzvarianten (NV): klein vs. groß



### Legende:

	Geltungsbereich	45.619 m <sup>2</sup>
	Netto-Baulandfläche	26.527 m <sup>2</sup>
	öffentliche Grünflächen RRB/Versickerung	859 m <sup>2</sup> 2.310 m <sup>2</sup>
	Verkehrsflächen	9.167 m <sup>2</sup>
	Fußweg / Gehweg	733 m <sup>2</sup>
	Bestandsflächen	6.013 m <sup>2</sup>
	NV BG	681 m
	NV BG+	35 m

NV = Nahwärmevariante  
 BG = Neubaugebiet „Im Pfad“  
 BG+ = Neubaugebiet inkl. zwei Bestandsgebäude im Norden

# Zentrale Nahwärmeerzeugung im Baugebiet „Im Pfad“

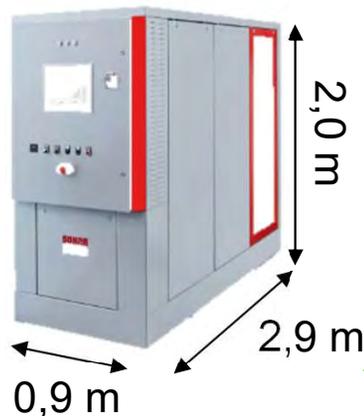
## Variation Wärmeerzeugung: Biomasse vs. Kraft-Wärme-Kopplung

### GRUNDLAST

#### A. Biogas-BHKW (116 kW<sub>th</sub>)

Brennstoffkosten: 100 €/ MWh  
 Anschaffungspreis\*: 80 - 100 T€  
 Wartungsaufwand: ~ 8 T€/ a

\* inkl. Planung & Einbindung,  
 Wärmespeicher



#### B. Holzpellet-Kessel, (100 kW)

Brennstoffkosten: 54 €/ MWh  
 Anschaffungspreis\*: 60 - 70 T€  
 Wartungsaufwand: ~ 3 T€/ a  
 Pelletlager: min. 5 m<sup>3</sup>



### SPITZENLAST

#### Öl- bzw. Biogas-BW-Kessel, (ca. 400 kW)

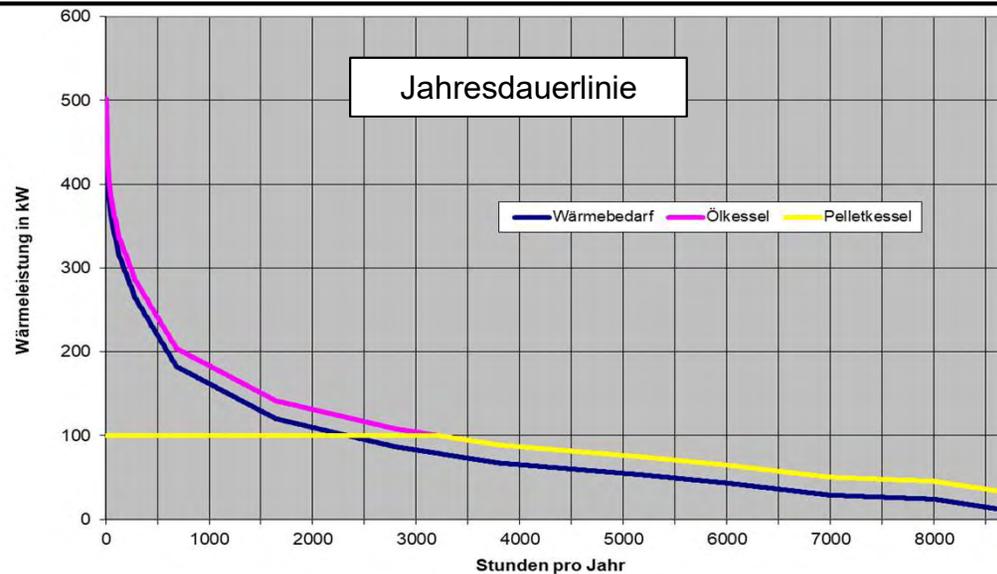
Brennstoffkosten: 60 - 100 €/ MWh  
 Anschaffungspreis\*\*: 75 - 105 T€  
 Wartungsaufwand: ~ 3 T€ / a  
 Öltanks: min. 7 m<sup>3</sup>

\*\* inkl. Öltank bzw. Gasanschluss, Planung & Einbindung



# Zentrale Nahwärmeerzeugung im Baugebiet „Im Pfad“

## NV\_BG\_Pellets+Öl

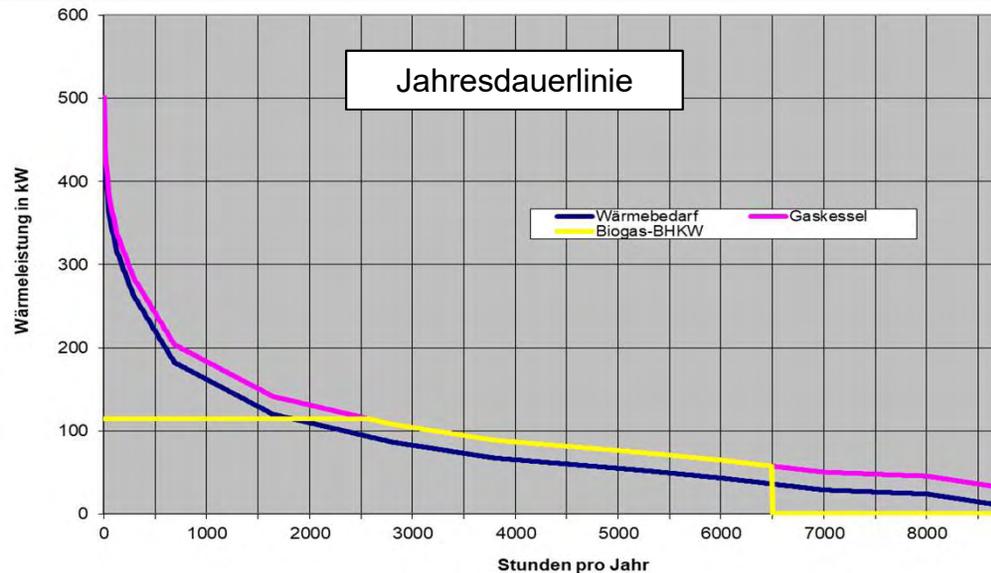


Kennziffern der Netzkonzeption	
Hausanschlüsse	46
Netzlänge	681 m
Netzverluste	188 MWh
Leistung Pelletk.	100 kW
Leistung Ölkessel	400 kW
Jahresarbeit Heizzentrale	906 MWh, davon 681 MWh (75 % Grundlast) 226 MWh (25 % Spitzenlast)

Wirtschaftlichkeit + Wärmepreise (ohne MWSt.)	
Investitionen	642 T€ , davon 200 T€ (Heizzentrale) 442 T€ (Wärmenetz)
Verrechnungspreis	90,00 €
Arbeitspreis	88,00 € / MWh
Leistungspreis	66,50 € / kW

# Zentrale Nahwärmeerzeugung im Baugebiet „Im Pfad“

## NV\_BG\_Biogas-BHKW+Biogas

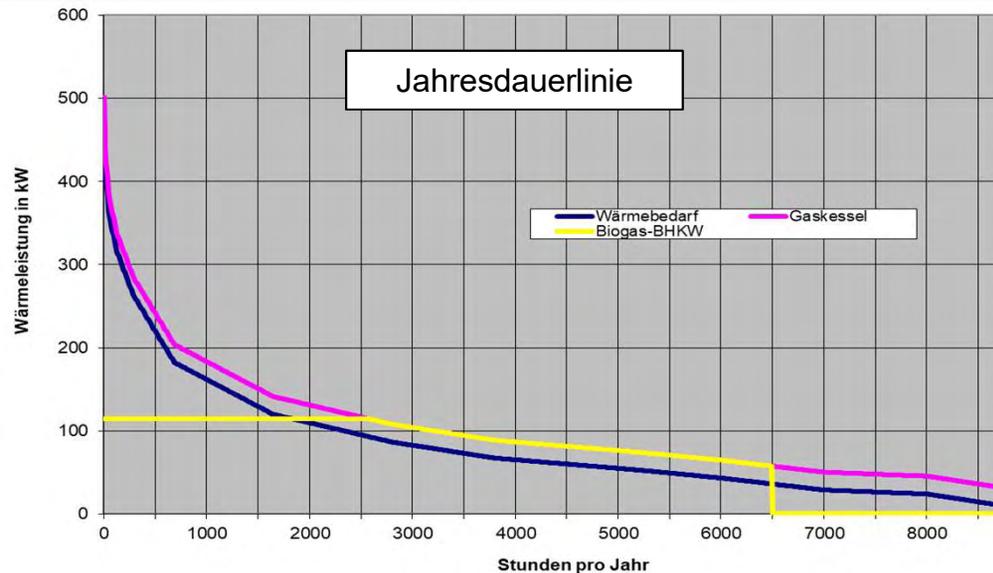


Kennziffern der Netzkonzeption	
Hausanschlüsse	46
Netzlänge	681 m
Netzverluste	188 MWh
Leistung BHKW	75 kW <sub>el</sub> , 116 kW <sub>th</sub>
Leistung Gaskessel	400 kW
Jahresarbeit Heizzentrale	906 MWh, davon 619 MWh (68 % Grundlast) 287 MWh (32 % Spitzenlast)

Wirtschaftlichkeit + Wärmepreise (ohne MWSt.)	
Investitionen	642 T€ , davon 220 T€ (Heizzentrale) 442 T€ (Wärmenetz)
Verrechnungspreis	90,00 €
Arbeitspreis	95,50 € / MWh
Leistungspreis	68,50 € / kW

# Zentrale Nahwärmeerzeugung im Baugebiet „Im Pfad“

## NV\_BG\_Biogas-BHKW+Biogas inkl. ZEIS-Förderzuschuss (MUEEF RLP)

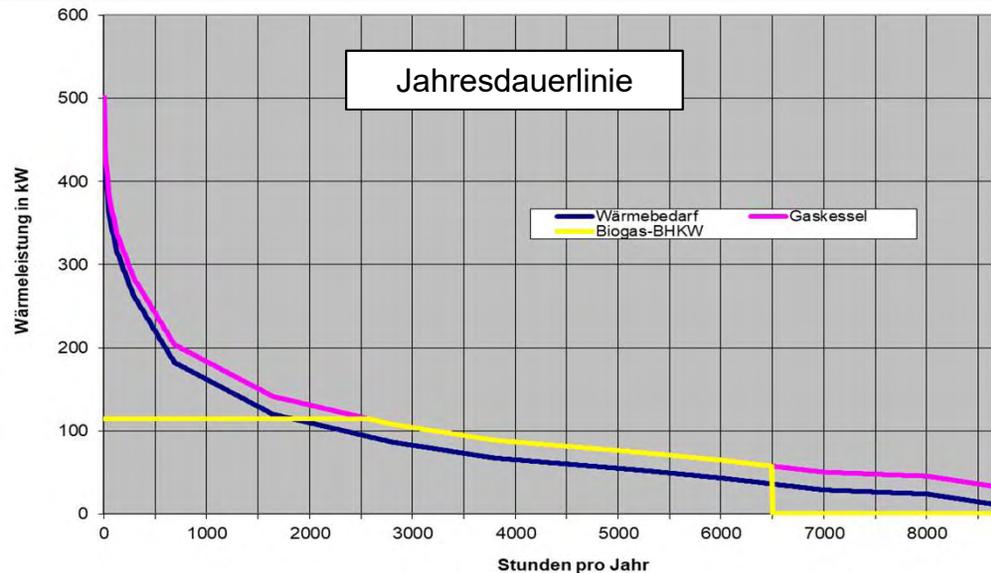


Kennziffern der Netzkonzeption	
Hausanschlüsse	46
Netzlänge	681 m
Netzverluste	188 MWh
Leistung BHKW	75 kW <sub>el</sub> , 116 kW <sub>th</sub>
Leistung Gaskessel	400 kW
Jahresarbeit Heizzentrale	906 MWh, davon 619 MWh (68 % Grundlast) 287 MWh (32 % Spitzenlast)

Wirtschaftlichkeit + Wärmepreise (ohne MWSt.)	
Investitionen	662 T€ , davon 220 T€ (Heizzentrale) 442 T€ (Wärmenetz) 128 T€ (ZEIS-Förderung)
Verrechnungspreis	90,00 €
Arbeitspreis	90,00 € / MWh
Leistungspreis	60,50 € / kW

# Zentrale Nahwärmeerzeugung im Baugebiet „Im Pfad“

## NV\_BG\_Pellets+Biogas inkl. ZEIS-Förderzuschuss (MUEEF RLP)

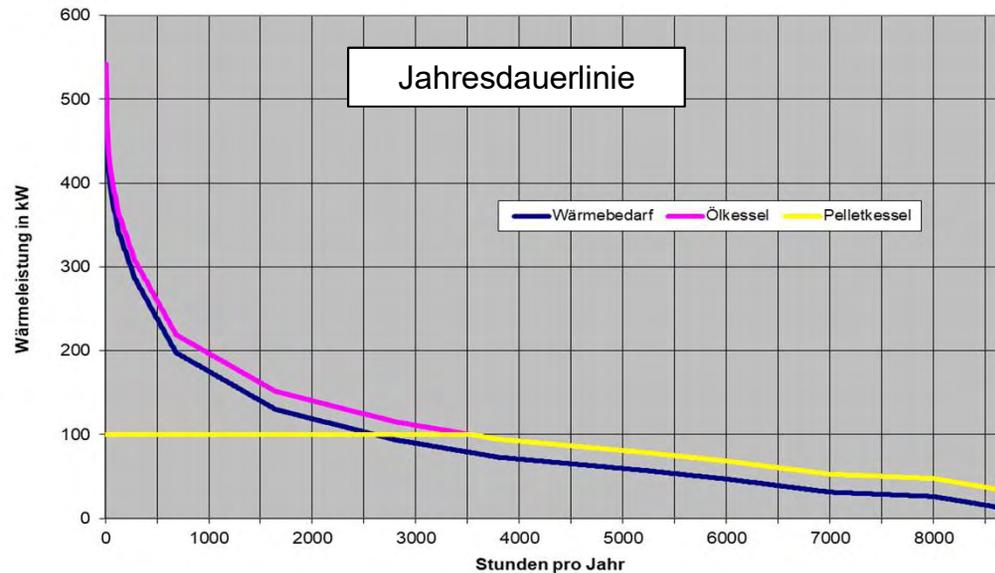


Kennziffern der Netzkonzeption	
Hausanschlüsse	46
Netzlänge	681 m
Netzverluste	188 MWh
Leistung BHKW	75 kW <sub>el</sub> , 116 kW <sub>th</sub>
Leistung Gaskessel	400 kW
Jahresarbeit Heizzentrale	906 MWh, davon 619 MWh (68 % Grundlast) 287 MWh (32 % Spitzenlast)

Wirtschaftlichkeit + Wärmepreise (ohne MWSt.)	
Investitionen	652 T€ , davon 210 T€ (Heizzentrale) 442 T€ (Wärmenetz) 126 T€ (ZEIS-Förderung)
Verrechnungspreis	90,00 €
Arbeitspreis	93,00 € / MWh
Leistungspreis	63,00 € / kW

# Zentrale Nahwärmeerzeugung im Baugebiet „Im Pfad“

## NV\_BG+\_Pellets+Öl

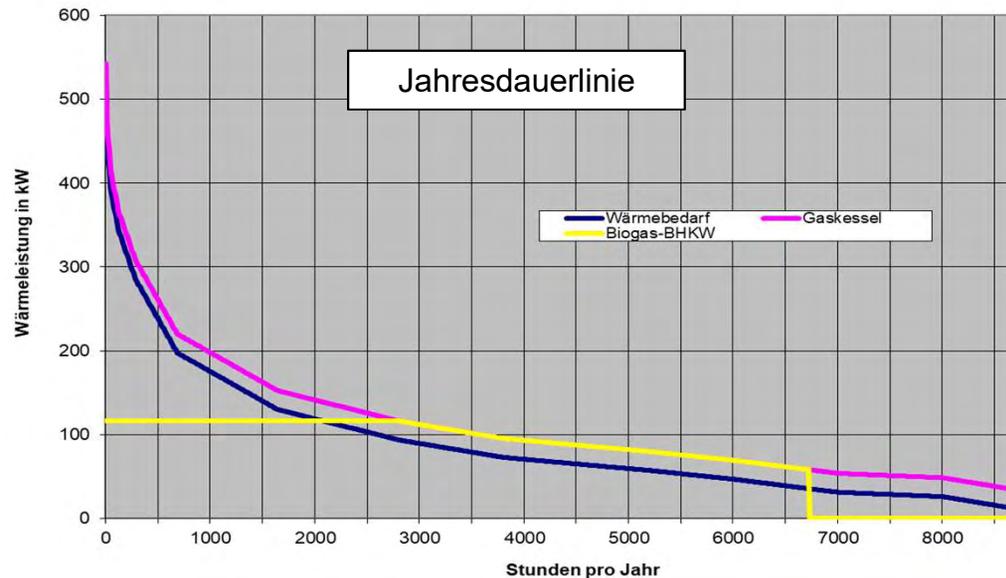


Kennziffern der Netzkonzeption	
Hausanschlüsse	48
Netzlänge	716 m
Netzverluste	197 MWh
Leistung Pelletk.	100 kW
Leistung Ölkessel	420 kW
Jahresarbeit Heizzentrale	966 MWh, davon 700 MWh (72 % Grundlast) 267 MWh (28 % Spitzenlast)

Wirtschaftlichkeit + Wärmepreise (ohne MWSt.)	
Investitionen	658 T€ , davon 205 T€ (Heizzentrale) 463 T€ (Wärmenetz)
Verrechnungspreis	90,00 €
Arbeitspreis	88,00 € / MWh
Leistungspreis	62,00 € / kW

# Zentrale Nahwärmeerzeugung im Baugebiet „Im Pfad“

## NV\_BG+\_Biogas-BHKW+Biogas



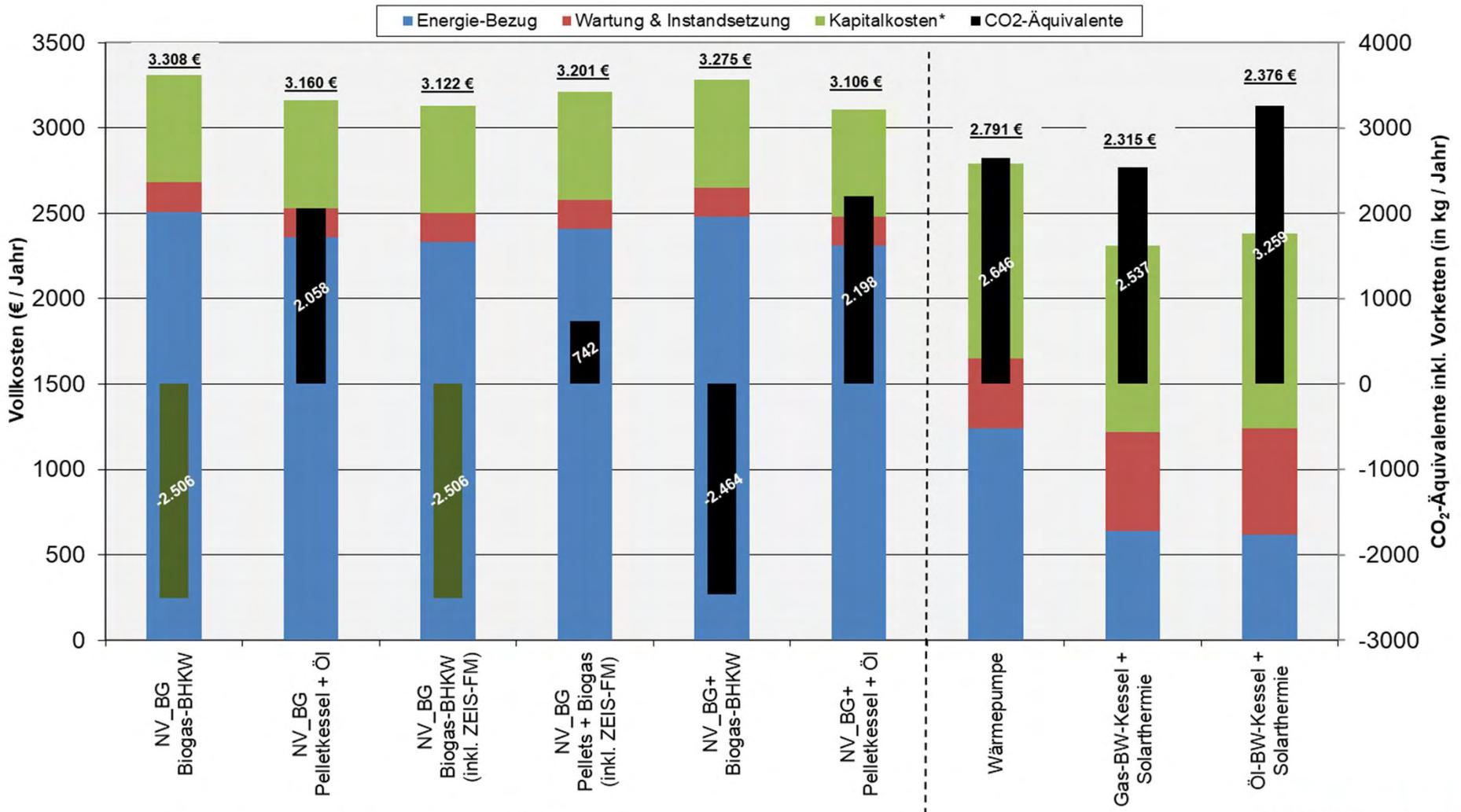
Kennziffern der Netzkonzeption	
Hausanschlüsse	48
Netzlänge	716 m
Netzverluste	197 MWh
Leistung BHKW	75 kW <sub>el</sub> , 116 kW <sub>th</sub>
Leistung Gaskessel	420 kW
Jahresarbeit Heizzentrale	976 MWh, davon 659 MWh (68 % Grundlast) 317 MWh (32 % Spitzenlast)

Wirtschaftlichkeit + Wärmepreise (ohne MWSt.)	
Investitionen	678 T€ , davon 225 T€ (Heizzentrale) 463 T€ (Wärmenetz)
Verrechnungspreis	90,00 €
Arbeitspreis	95,00 € / MWh
Leistungspreis	66,00 € / kW

# Ökonomisch-ökologischer Vergleich der Wärmeversorgung

## Vollkosten / CO<sub>2</sub>-Äquivalente eines Referenz-Einfamilienhauses

Wärmebedarf: 10 kW & 14 MWh/a (EnEV)



\* keine Berücksichtigung des gebäudeinternen Wärmeverteilnetzes im Kapitaldienst

# Wirtschaftlichkeitsvergleich der Netzvarianten mit Wärmenetzen in der MRN

Preiskomponente (brutto)  Wärmenetz	Arbeits- preis [ct/kWh]	Leistungs- preis [€/kW]	Grund-/ Verrechnungs- preis [€/a]	Jährl. Wärmekosten Referenzgebäude (10 kW, 14 MWh)
Stadtwerke Heidelberg	6,31	60,07	32,35	1.516,87 €
MVV Energie	6,07	59,00	108,67	1.548,43 €
Stadtwerke Weinheim "Lützelsachsen-Ebene"	9,40	51,17*	0,00	1.930,04 €
Stadtwerke Heidelberg "Im Bieth"	8,44	95,24	38,50	2.172,50 €
NV_BG+_Pellets+Öl	10,47	73,78	107,10	2.310,98 €
NV_BG_Biogas-BHKW_ZEIS	10,71	71,40	107,10	2.320,50 €
NV_BG_Pellets+Öl	10,47	79,14	107,10	2.364,53 €
NV_BG_Pellets+Biogas_ZEIS	11,07	74,97	107,10	2.406,18 €
Stadtwerke Weinheim "Mannheimer Straße"	8,93	62,69*	36,24*	2.437,36 €
NV_BG+_Biogas-BHKW	11,31	78,54	107,10	2.475,20 €
NV_BG_Biogas-BHKW	11,36	81,52	107,10	2.513,28 €

\* €/Monat



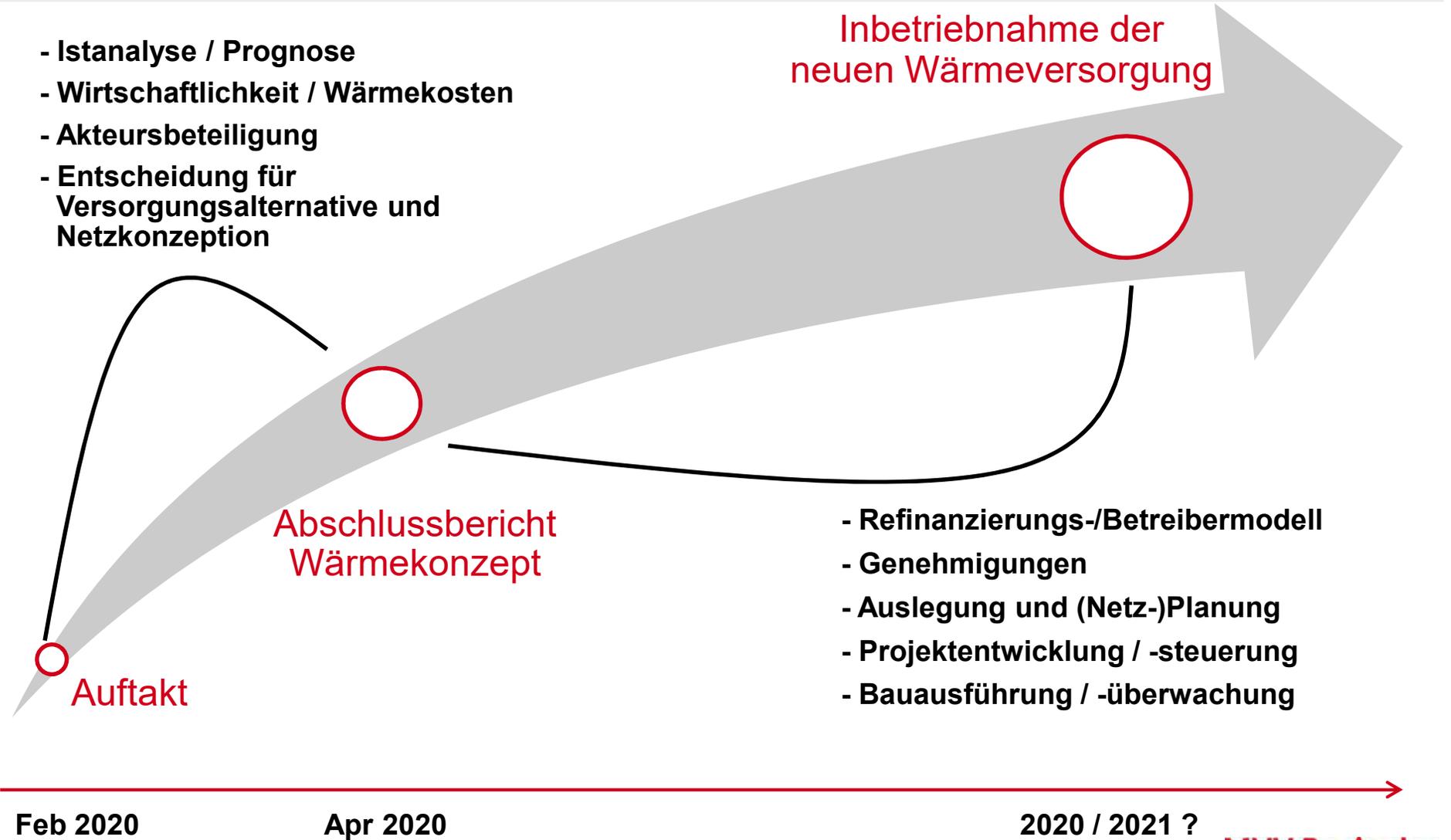
# Vom Konzept zum Projekt „Bio-Wärmenetz“

## Offene Fragen / Klärung der Rahmenbedingungen

- 1.) Nahwärmenetz aus wirtschaftlicher und ökologischer Sicht Option?
- 2.) Grundstückskaufvertrag: Anschlusszwang? Baugebot?
- 3.) Kann Grundstück für Energiezentrale im Süden des BG akquiriert werden?
- 4.) Zusätzliche Förderung durch Landesministerium möglich?
- 5.) Soll Bestand (z. B. im Norden des BG) einbezogen / akquiriert werden?
- 6.) Rollenverteilung: Investor? Betreiber?

# Vom Konzept zum Projekt „Bio-Wärmenetz“

## Chronologischer Ablauf



**MVV Regioplan**

# Betreibermodell „Bio-Wärmenetz“

## Vertragliche Ausgestaltung / mögliche nächste Schritte





## Energieeffizienz und Klimaschutz in Armsheim - wir helfen planen, entscheiden, umsetzen.

**Markus Prien**  
Geschäftsführung  
**MVV Regioplan GmbH**  
Besselstraße 14/16  
D-68219 Mannheim  
0621/87675-93  
[m.prien@mvv-regioplan.de](mailto:m.prien@mvv-regioplan.de)

**Alexander Fucker**  
Projektleitung Nachhaltige Stadtentwicklung  
**MVV Regioplan GmbH**  
Besselstraße 14/16  
D-68219 Mannheim  
0621/87675-53  
[a.fucker@mvv-regioplan.de](mailto:a.fucker@mvv-regioplan.de)

**MVV Regioplan GmbH**

