

Modellprojekt im Kreis Groß-Gerau

Möglichkeiten einer innovativen,
netzgebundenen Wärmeversorgung
in kleinen und mittleren Kommunen

- Endbericht -

Auftraggeber:

Kreis Groß-Gerau
Fachbereich Wirtschaft & Energie

gefördert durch das
Hessische Ministerium für Wirtschaft, Energie,
Verkehr und Landesentwicklung

Darmstadt, den 13. August 2015



INFRASTRUKTUR & UMWELT
Professor Böhm und Partner

INHALTSVERZEICHNIS

1	Einleitung	1
1.1	Hintergrund.....	1
1.2	Problemstellung und Ziel der Untersuchung	4
1.3	Modellkommunen	5
1.4	Projektbegleitender Arbeitskreis	5
2	Vorauswahl der Fallbeispiele zur vertiefenden Untersuchung der Möglichkeiten von Wärmenetzen in Bestandsgebieten	7
3	Untersuchungsmethodik	14
3.1	Identifikation geeigneter Gebiete im Gebäudebestand.....	14
3.1.1	interessante Einzelobjekte.....	14
3.1.2	Umfeldanalyse und Festlegung von grundsätzlich geeigneten Teilräumen.....	16
3.2	Technische Grobkonzepte	17
3.3	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	19
3.3.1	Wärmegestehungskosten bzw. Wärmepreise als Bewertungs- und Vergleichskriterium.....	19
3.3.2	Berechnung des Wärmepreises und berücksichtigte Ein- und Auszahlungen	21
3.3.3	Annahmen und Randbedingungen zur Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	23
3.3.3.1	Energiepreise / kalkulatorischer Zinssatz / Preisentwicklungen	23
3.3.3.2	sonstige Annahmen	24
3.3.3.3	Förderprogramme: Investitionszuschüsse	24
3.3.3.4	Stromeinspeisung	27
3.3.3.5	Eigenstromnutzung / Lieferung an Letztverbraucher in einem räumlichen Zusammenhang zur Anlage.....	28
3.3.4	Exkurs: günstiger Primärenergiefaktor senkt Baukosten	30
3.3.5	anlegbare Wärmepreise	32
3.4	Energetische Bewertung / CO ₂ -Emissionen und Luftschadstoffe	35
4	Fallbeispiel Ginsheim-Gustavsburg: Zeilenbebauung mit kleinen und großen Mehrfamilienhäusern	37
4.1	Umfeldanalyse, Beschreibung und Abgrenzung des Gebiets.....	37
4.2	Netzvarianten	41
4.2.1	Variante Gustavsburg A	41
4.2.2	Variante Gustavsburg B	43

4.2.3	Variante Gustavsburg C	44
4.2.4	Variante Gustavsburg D	45
4.3	Erzeugungskonzepte	46
4.4	Bewertung der Varianten	47
4.4.1	Wirtschaftlichkeit	47
4.4.2	Energetische Bewertung und Klimawirkungen.....	50
4.5	Schlussfolgerungen und Übertragbarkeit der Ergebnisse aus Gustavsburg.....	51
5	Fallbeispiel Büttelborn: Dorfkern	53
5.1	Umfeldanalyse, Beschreibung und Abgrenzung des Gebiets.....	53
5.2	Netzvarianten	57
5.2.1	Variante Büttelborn 1.....	57
5.2.2	Variante Büttelborn 2.....	58
5.2.3	Variante Büttelborn 3.....	59
5.3	Erzeugungskonzepte	60
5.4	Bewertung der Varianten	61
5.4.1	Wirtschaftlichkeit	61
5.4.2	Energetische Bewertung und Klimawirkungen.....	64
5.5	Schlussfolgerung und Übertragbarkeit der Ergebnisse aus Büttelborn.....	65
6	Fallbeispiel Ginsheim-Gustavsburg: Wärmenetze in Neubaugebieten.....	67
6.1	Beschreibung und Abgrenzung des Gebiets.....	68
6.2	Netzvarianten	69
6.3	Erzeugungskonzepte	69
6.4	Bewertung der Varianten	71
6.4.1	Wirtschaftlichkeit	71
6.4.2	Energetische Bewertung und Klimawirkungen.....	74
6.5	Schlussfolgerungen und Übertragbarkeit der Ergebnisse aus dem Neubaugebiet	76
7	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen aus den Fallbeispielen	77

Anhang 1 – Kenndaten der Varianten

Anhang 2 – Pressemitteilung Nahwärmenetz in Büttelborn

Anhang 3 – Hinweise für die Kommunen

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1:	Angaben der Energiepreise für die Wirtschaftlichkeitsrechnung	23
Tabelle 2:	Anteil der Betriebskosten für Wartung und Instandhaltung, inkl. Betriebsaufwand	24
Tabelle 3:	KWK-Zuschlag für KWK-Anlagen nach KWKG	28
Tabelle 4:	KfW Effizienzhauskriterien	31
Tabelle 5:	Emissionsfaktoren, verwendete Prozesse	36
Tabelle 6:	Kenndaten Variante Gustavsburg A	42
Tabelle 7:	Kenndaten Variante Gustavsburg B	43
Tabelle 8:	Kenndaten Variante Gustavsburg C	44
Tabelle 9:	Kenndaten Variante Gustavsburg D	45
Tabelle 10:	Übersicht der Energieverbräuche in den Varianten Gustavsburg	46
Tabelle 11:	Übersicht über die Erzeugungskonzepte für Gustavsburg	46
Tabelle 12:	Kenndaten Variante Büttelborn 1	57
Tabelle 13:	Kenndaten Variante Büttelborn 2	58
Tabelle 14:	Kenndaten Variante Büttelborn 3	59
Tabelle 15:	Übersicht der Energieverbräuche in den Varianten Büttelborn	60
Tabelle 16:	Übersicht über die Erzeugungskonzepte für Büttelborn	60
Tabelle 17:	Kenndaten der Netzvarianten im Neubaugebiet	69
Tabelle 18:	Übersicht der Energieverbräuche in den Varianten Neubaugebiet	69
Tabelle 19:	Übersicht über die Erzeugungskonzepte für das Neubaugebiet	70

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Gebäudebereich von zentraler Bedeutung für das Gelingen der Energiewende	2
Abbildung 2: Energieverbrauchsstruktur eines durchschnittlichen Haushalts	2
Abbildung 3: Entwicklung des spezifischen Heizwärmebedarfs bei Wohngebäuden	3
Abbildung 4: öffentliche Einrichtungen, Gernsheim, OT Allmendfeld	8
Abbildung 5: Untersuchungsgebiet Umfeld Bürgerhaus Allmendfeld	9
Abbildung 6: Wärmekarte Allmendfeld	9
Abbildung 7: öffentliche Einrichtungen im Bereich Herrmann-Schmitt-Straße, Büttelborn-Worfelden	10
Abbildung 8: Fotodokumentation Bereich Herrmann-Schmitt-Straße, Büttelborn-Worfelden	11
Abbildung 9: Wärmekarte Worfelden	12
Abbildung 10: Beispielhafte Darstellung einer Jahresdauerlinie (Heizen und Warmwasser)	18
Abbildung 11: Prinzip der Kapitalwertmethode	20
Abbildung 12: Berechnungsschema zur Ermittlung der Wärmepreise eines Nahwärmeprojekts nach Kapitalwertmethode (VDI 6025)	21
Abbildung 13: anlegbare Fernwärme-Preise „Einfamilienhäuser (EFH) Bestand“	33
Abbildung 14: anlegbare Fernwärme-Preise „Einfamilienhäuser (EFH) und Mehrfamilienhäuser (MFH) Neubau“	34
Abbildung 15: Ausschnitt der Wärmekarte Gustavsburg, Gemeinde Ginsheim-Gustavsburg	37
Abbildung 16: Untersuchungsraum in Ginsheim-Gustavsburg, Bestandsgebiet	38
Abbildung 17: Fotodokumentation Ginsheim-Gustavsburg, Bestandsgebiet	39
Abbildung 18: Leistungsliniendichten in Gustavsburg, Anschlussgrad 100%	40
Abbildung 19: Netzvariante Gustavsburg A, Kindertagesstätte und Mehrfamilienhäuser	41
Abbildung 20: Netzvariante Gustavsburg B, Kindertagesstätte, Mehrfamilienhäuser und Seniorenheim	43
Abbildung 21: Netzvariante Gustavsburg C, Kindertagesstätte, Mehrfamilienhäuser und Seniorenheim	44

Abbildung 22: Netzvariante Gustavsburg D, Kindertagesstätte, Mehrfamilienhäuser, Einfamilienhäuser, Seniorenheim und weitere Gebäude	45
Abbildung 23: Investitionskosten der Varianten in Gustavsburg.....	47
Abbildung 24: Investitionskostenanteile der Varianten in Gustavsburg	48
Abbildung 25: Wärmepreise der Varianten in Gustavsburg.....	49
Abbildung 26: Primärenergieverbrauch der Varianten in Gustavsburg	50
Abbildung 27: CO ₂ -Emissionen der Varianten in Gustavsburg.....	51
Abbildung 28: Ausschnitt der Wärmekarte Büttelborn, Gemeinde Büttelborn.....	53
Abbildung 29: Fotodokumentation Büttelborn	54
Abbildung 30: Gasversorgungsgrad Büttelborn.....	55
Abbildung 31: Leistungsliniendichten in Büttelborn, Anschlussgrad 100 %.....	56
Abbildung 32: Netzvariante Büttelborn 1: Gemeindeverwaltung und Mehrfamilienhaus.....	57
Abbildung 33: Netzvariante Büttelborn 2: Gemeindeverwaltung, Mehrfamilienhaus und einige angrenzende Einfamilienhäuser teils mit gewerblicher Nutzung	58
Abbildung 34: Netzvariante Büttelborn 3: Großvariante	59
Abbildung 35: Investitionskostenübersicht der Varianten in Büttelborn	61
Abbildung 36: Wärmepreise der Varianten in Büttelborn.....	62
Abbildung 37: Primärenergieverbrauch der Varianten in Büttelborn.....	64
Abbildung 38: CO ₂ -Emissionen der Varianten in Büttelborn.....	64
Abbildung 39: Schematische Darstellung des Neubaugebiets in Ginsheim.....	68
Abbildung 40: Investitionskosten der Varianten im Neubaugebiet.....	71
Abbildung 41: Wärmepreise der Varianten im Neubaugebiet.....	72
Abbildung 42: Primärenergieverbrauch der Varianten im Neubaugebiet.....	74
Abbildung 43: CO ₂ -Emissionen der Varianten im Neubaugebiet.....	75

1 Einleitung

1.1 Hintergrund

Die Ziele der Bundesregierung im Rahmen der Energiewende sind ambitioniert: bis 2050 sind die Treibhausgasemissionen um 80% gegenüber 1990 zu senken. Dazu soll der Primärenergieverbrauch bis 2020 (bezogen auf 2008) um 20% und bis 2050 sogar um 50% reduziert werden. Bezogen auf die Deckung des Wärmebedarfs von Gebäuden sind die langfristigen Ziele sogar noch weitgehender: bis 2050 soll der Primärenergieverbrauch um 80% reduziert werden.

Die Ziele des Landes Hessen gehen noch darüber hinaus: Im Rahmen des Energiegipfels 2011¹ ist das Ziel definiert worden; bis zum Jahr 2050 den Endenergieverbrauch von Strom und Wärme möglichst zu 100 Prozent aus erneuerbaren Energiequellen zu decken. Dieses Ziel ist auch im Hessischen Energiezukunftsgesetz vom 21. November 2012² verankert.

Der Kreis Groß-Gerau hat sich zum Ziel gesetzt, bis zum Jahr 2020 den Stromverbrauch im gesamten Kreisgebiet gegenüber 2007 um 20% zu reduzieren und 30% des verbleibenden Strombedarfs aus erneuerbaren Energien im Kreisgebiet zu erzeugen. Klimaschutzziel des Kreises ist eine Emissionsminderung (CO₂) in der Wärmeversorgung des Gesamtkreises Groß-Gerau um 49% bis 2030 im Vergleich zum Basisjahr 2010.

¹ Energiegipfel 2011; siehe dazu: <http://www.energieland.hessen.de/hessischer-energiegipfel>

² Hessisches Energiezukunftsgesetz vom 21. November 2012; Gesetz- und Verordnungsblatt für das Land Hessen; Nr. 23; 30. November 2012

Die folgende Abbildung zeigt, dass fast 40% des Endenergieverbrauchs in Deutschland auf den Gebäudebereich entfallen.

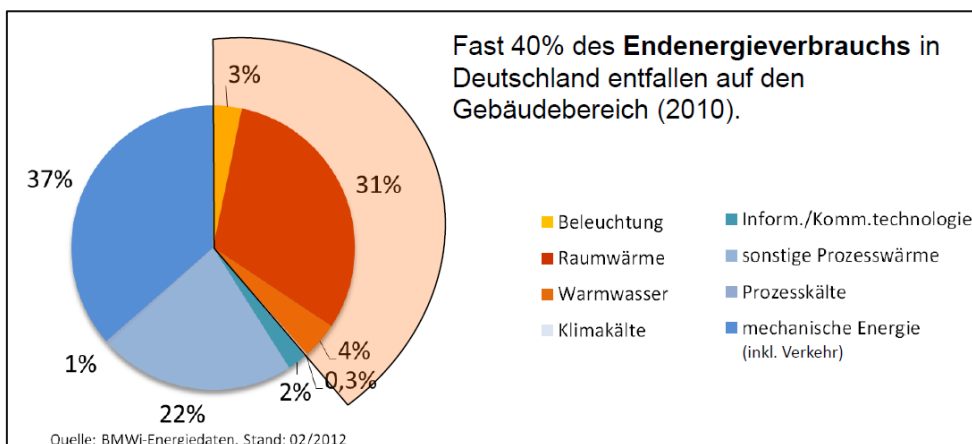


Abbildung 1: Gebäudebereich von zentraler Bedeutung für das Gelingen der Energiewende
Kohler, 2012

Der Energieverbrauch eines durchschnittlichen Haushalts stellt sich nach Abbildung 2 wie folgt dar:

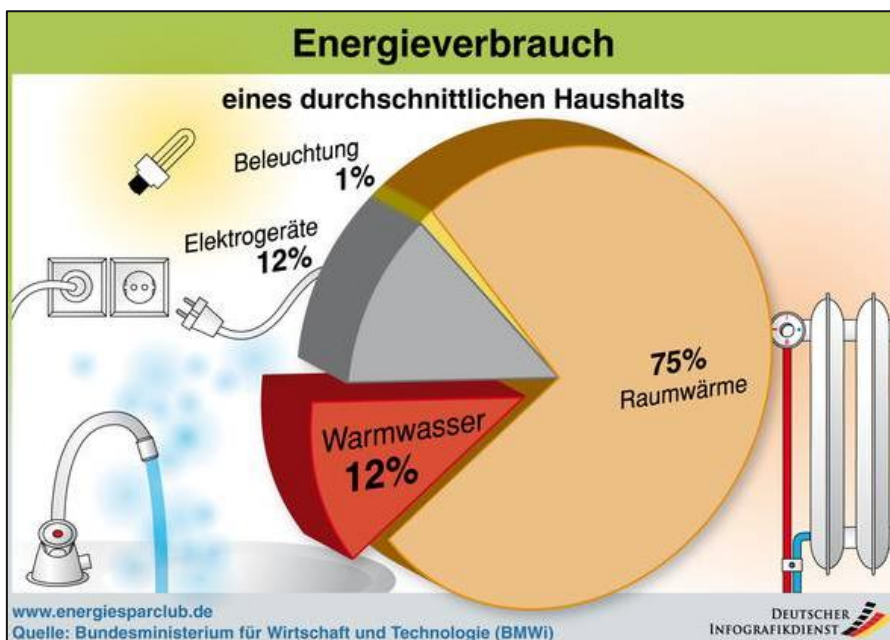


Abbildung 2: Energieverbrauchsstruktur eines durchschnittlichen Haushalts
klima-sucht-schutz.de, 2014

Innerhalb von (älteren) Gebäuden nimmt die Raumwärme etwa 70-75% des Gesamtenergiebedarfs ein. Damit stellt die Reduktion des Primärenergieverbrauchs für die Wärmebereitstellung im Wohngebäudesektor eine der größten Herausforderungen für die Energie-

wende und den Klimaschutz in Deutschland, in Hessen und natürlich auch im Kreis Groß-Gerau dar.

Bei neueren oder energetisch sanierten Gebäuden ist der Energiebedarf für Heizung und Warmwasser durch die fortschreitende Verschärfung der gesetzlichen Anforderungen deutlich reduziert (siehe Abbildung 3).

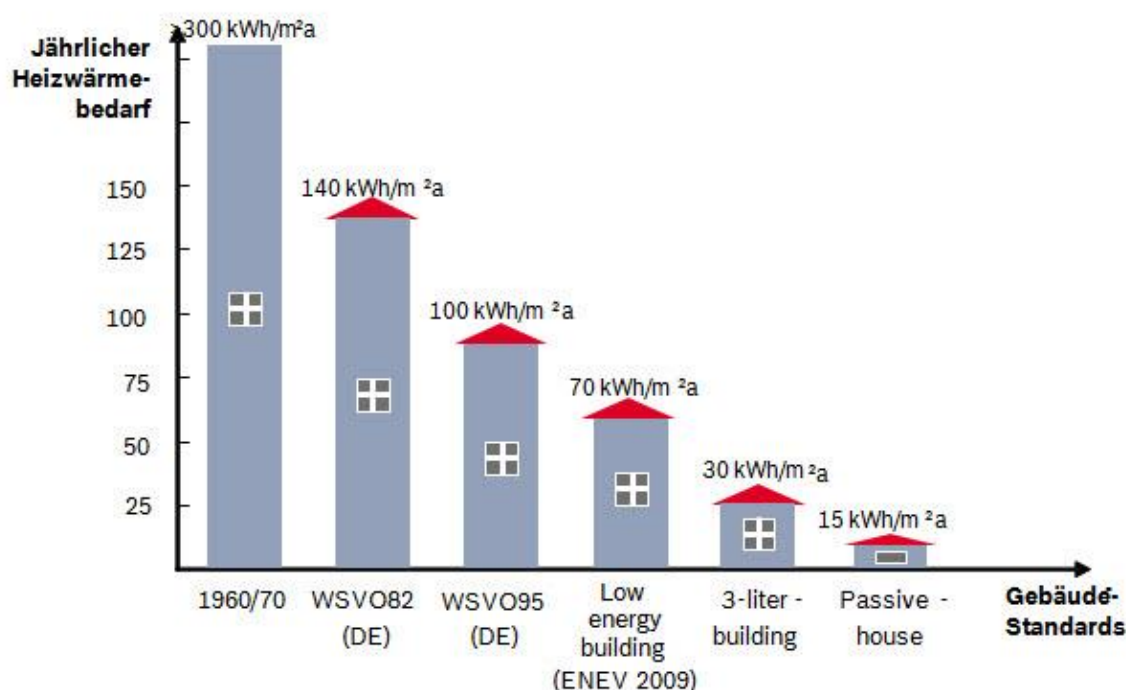


Abbildung 3: Entwicklung des spezifischen Heizwärmebedarfs bei Wohngebäuden
effizienzhaus-online.de, 2015

Im Kreis Groß-Gerau wurden ca. 70% des Wohngebäudebestands vor der ersten Wärmeschutzverordnung von 1982 gebaut.³ Der durchschnittliche spezifische Wärmeverbrauch der Wohngebäude im Kreis Groß-Gerau betrug im Jahr 2011 entsprechend ca. 144 kWh/m²*a.⁴

Selbst wenn das Ziel der Landesregierung erreicht werden sollte, die aktuelle jährliche energetische Sanierungsquote im Gebäudebestand auf mindestens 2,5 bis 3 Prozent zu

³ Statistische Ämter des Bundes und der Länder: Gebäude und Wohnungen; Ergebnisse des Zensus am 9. Mai 2011

⁴ eigene Berechnungen aus den Angaben zum Endenergieverbrauch der privaten Haushalte (Klimaschutzteilkonzept Integrierte Wärmenutzung Kreis Groß-Gerau) und zur Wohnfläche (Hessische Gemeindestatistik)

verdreifachen⁵, können die gesetzten Ziele zur Reduktion des Primärenergieeinsatzes im Wärmebereich nur durch den Einsatz erneuerbarer Energien und/oder effizienter Kraft-Wärme-Kopplung erreicht werden.

Zur Senkung des Primärenergieeinsatzes legt die Landesregierung im Umsetzungskonzept zum Energiegipfel zu Recht den Fokus auf Wärmenetze. In Verbindung mit hocheffizienten Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen (KWK) und/oder erneuerbaren Energiequellen können Wärmenetze einen wichtigen Beitrag zur klimafreundlichen Wärmeversorgung leisten. KWK-Anlagen sind beispielsweise vor allem dann sinnvoll einsetzbar, wenn durch verschiedene Nutzerprofile ein möglichst gleichmäßiges Lastprofil über das Jahr erreicht und die Anlage somit gut ausgelastet werden kann. Dies lässt sich mit einem Wärmenetz mit unterschiedlichen Verbrauchertypen oftmals gut realisieren. Auch beim Einsatz regenerativer Energieträger (z.B. Biomasse oder Geothermie) sowie bei der Abwärmenutzung ergeben sich durch Wärmenetze weitergehende, innovative Möglichkeiten der Wärmeversorgung, die gegenüber einer einzelgebäudebezogenen Versorgung das Lösungsspektrum deutlich erhöhen. Dabei ermöglichen es Wärmenetze, klimateffiziente Erzeugungstechniken mit einem „größeren Hebel“ umzusetzen als dies bei gebäudebezogenen Versorgungslösungen der Fall ist.

1.2 Problemstellung und Ziel der Untersuchung

Wärmenetze sind alles andere als ein „Selbstläufer“. Das liegt sowohl an den technischen Herausforderungen als auch an Fragen der Wirtschaftlichkeit, die durch vielfältige organisatorische und fördertechnische Aspekte sehr komplex sind. Hier sind in aller Regel kleinere und mittlere Kommunen überfordert und benötigen Unterstützung.

Dem Kreis Groß-Gerau liegt mit dem Klimaschutzteilkonzept „Integrierte Wärmenutzung“ eine Grundsatzstudie vor, die auch das Thema Wärmenetze behandelt. Dort wird über die „Wärmekarten“ eine kreisweite Übersicht über die Verteilung der Wärmebedarfe innerhalb der Kommunen (differenziert nach „Siedlungszellen“) und damit ein erster Hinweis auf Bedarfsschwerpunkte gegeben. Diese Studie liefert insbesondere durch die „Wärmekarten“ einen ersten Einstieg in das Thema und kann damit als eine Grundlage für weitergehende Aktivitäten dienen. Sie ist allerdings (entsprechend den Aufgaben und Möglichkeiten die ein Klimaschutzteilkonzept hat) wenig anschaulich und umsetzungsorientiert und deckt wesentliche Aspekte, die für die erfolgreiche Implementierung von Wärmenet-

⁵ Hessisches Energiezukunftsgesetz; s.o.

zen erforderlich sind (Stichworte: Wärmemarkt, Konkurrenz zur Gasversorgung, Altersstruktur der Heizungen) naturgemäß nicht ab.

Der Kreis Groß-Gerau will das Thema „innovative, netzgebundene Wärmeversorgung in kleinen und mittleren Kommunen“ vorantreiben und unterstützend für die Kommunen tätig werden. Dabei geht es insbesondere darum,

- die Möglichkeiten und Perspektiven von Wärmenetzen exemplarisch aufzuzeigen und
- anhand dieser exemplarischen Betrachtung die kreisangehörigen Kommunen in die Lage zu versetzen, eigene, weiter gehende Schritte zu unternehmen.

Die Studie soll nicht zuletzt dazu dienen, das vorliegende Klimaschutzteilkonzept bzw. die dort erarbeiteten Grundlagendaten für die Kommunen besser zugänglich und nutzbar zu machen.

1.3 Modellkommunen

Die Vorauswahl der Modellkommunen erfolgte durch den Kreis Groß-Gerau. Durch die Abteilung „Wirtschaft und Energie“ wurden die Kommunen angesprochen, ihre Mitwirkungsbereitschaft und mögliche Projektansätze abgeklärt. Das Ergebnis dieser Vorgespräche ergab, dass die Untersuchung am Beispiel der Kommunen Büttelborn, Gernsheim (OT Allmendfeld) und Ginsheim-Gustavsburg durchgeführt werden sollte. Neben der Kooperationsbereitschaft der Kommunen war durch diese Auswahl auch sichergestellt, dass im Rahmen des Projektes eine große Bandbreite von Siedlungstypen (von der landwirtschaftlichen Streusiedlung über Ortskerne bis hin zu Gebieten mit einem hohen Anteil an Mehrfamilienhäusern) abgedeckt werden konnte.

1.4 Projektbegleitender Arbeitskreis

Zur inhaltlichen und organisatorischen Begleitung des Projektes wurde ein projektbegleitender Arbeitskreis gebildet. Der Arbeitskreis gewährleistete eine enge Abstimmung zwischen allen Projektpartnern und steuerte den Erarbeitungsprozess und die Kommunikation mit den Gremien und der Öffentlichkeit. Aufgaben des Arbeitskreises waren

- Definition der Zielsetzungen und inhaltlichen Anforderungen,
- Prozesssteuerung und Entscheidung strategischer Grundsatzfragen,
- Diskussion der Untersuchungsergebnisse,
- Organisation der begleitenden Öffentlichkeitsarbeit.

Als Mitglieder im Arbeitskreis waren vertreten:

- der Kreis Groß-Gerau (FB Wirtschaft und Energie),

- das Land Hessen (HMWEVL),
- die Modellkommunen,
- die regionalen Versorger / Energiedienstleister
 - HSE AG als Gas-Grundversorger in den Modellkommunen und Energiedienstleister für den Kreis,
 - ETech (EnergieTechnik Rhein-Main GmbH) als kommunales Unternehmen zur Entwicklung und Umsetzung von Projekten im Bereich der Wärme und Kraft-Wärme-Kopplung (Gesellschafter: Riedwerke Kreis Groß Gerau / Überlandwerk Groß-Gerau),
- der Auftragnehmer.

2 Vorauswahl der Fallbeispiele zur vertiefenden Untersuchung der Möglichkeiten von Wärmenetzen in Bestandsgebieten

Wie oben dargestellt, wurden die Kommunen Büttelborn, Gernsheim und Ginsheim-Gustavsburg als Modellkommunen ausgewählt.

Von den drei Kommunen wurden die folgenden öffentlichen Einrichtungen bzw. Gebäudekomplexe im Besitz der kommunalen Wohnungsgesellschaften (Kommunale Wohnungsgesellschaft Ginsheim-Gustavsburg (KWG) und Gemeinnützige Baugenossenschaft Mainspitze eG) als potenzielle Ausgangspunkte für Wärmenetze im Bestand benannt:

- Büttelborn

OT Büttelborn

- Gemeindeverwaltung und Feuerwehrgerätehaus
- Volkshaus

OT Worfelden

- Bürgerhaus

- Gernsheim, OT Allmendfeld

- Bürgerhaus
- Feuerwehrgerätehaus

- Ginsheim-Gustavsburg (alles OT Gustavsburg):

- Gustav-Brunner-Schule
- KiTa V, Virchowstraße
- KiTa III, Cramer-Klett-Platz
- KiTa II, Bebelstraße
- Sporthalle, Bebelstraße
- Bürgerbüro, Jacob-Fischer-Straße
- Villa Herrmann (z.Z. Buchladen), Mozartstraße
- Friedhofshalle, Mierendorffstraße

Im Rahmen des verfügbaren Projektbudgets konnten innerhalb der Modellkommunen insgesamt zwei vertiefende Betrachtungen (Technische Grobkonzepte, Wirtschaftlichkeitsbetrachtung, Energetische Bewertung / Emissionen) für potenzielle Wärmenetze im Bestand durchgeführt werden. Insofern war eine Vorauswahl zu treffen, welche zwei Bestands-Gebiete vertiefend betrachtet werden sollten.

Auf Grundlage einer Grobanalyse wurden die beiden folgenden Gebiete aus der vertiefenden Betrachtung herausgenommen.

Gernsheim, OT Allmendfeld: Öffentliche Einrichtungen / offene landwirtschaftliche Bebauung

Der OT Gernsheim-Allmendfeld ist eine Siedlung, die geprägt ist von einer lockeren, offenen Bebauung entlang einzelner Straßenachsen (überwiegend landwirtschaftliche Betriebe). Da kein Gasanschluss vorhanden ist, erfolgt die Wärmeversorgung in Allmendfeld überwiegend auf Basis von Öl und Festbrennstoffen.

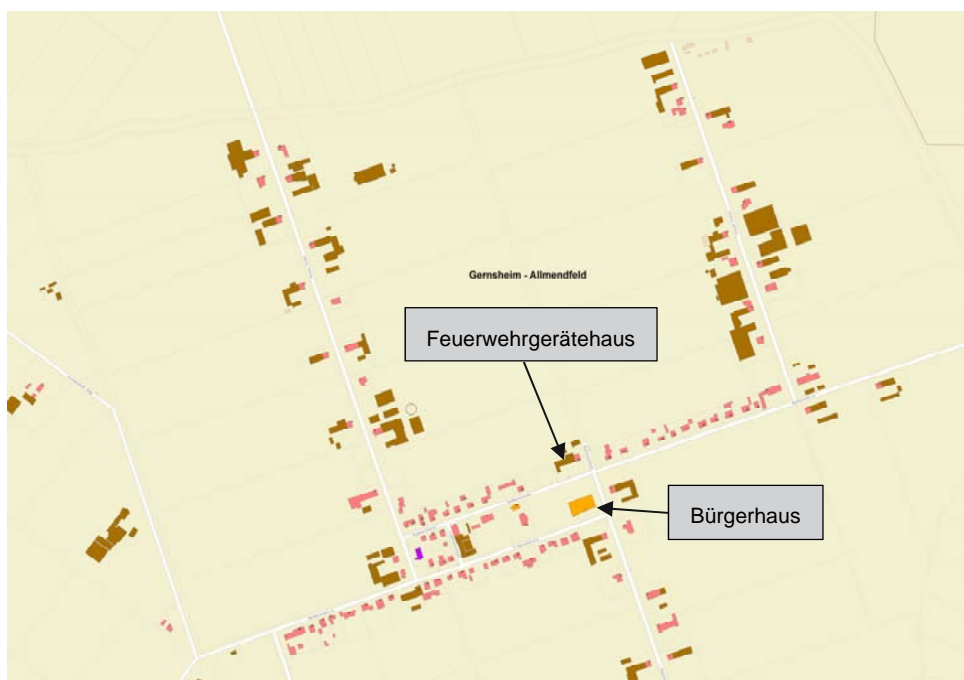


Abbildung 4: Öffentliche Einrichtungen, Gernsheim, OT Allmendfeld

Die Stadt Gernsheim plant im Rahmen des Förderprogramms der Dorferneuerung unter anderem den Neubau eines Feuerwehrrätehauses. Die 2. Änderung des Bebauungsplans Allmendfeld Dorfmitte ist seit dem 08.01.2015 rechtskräftig. Das Bürgerhaus in der Ortsmitte wurde in den zurückliegenden Jahren komplett saniert. Der Neubau eines Feuerwehrrätehauses liegt in unmittelbarer Nähe zum Bürgerhaus. In diesem Zusammenhang ist die Frage aufgeworfen, ob eine zentrale Wärmeversorgung für beide Gebäude sowie gegebenenfalls der Anschluss weiterer Gebäude (altes Rathaus) sinnvoll ist.



Abbildung 5: Untersuchungsgebiet Umfeld Bürgerhaus Allmendfeld

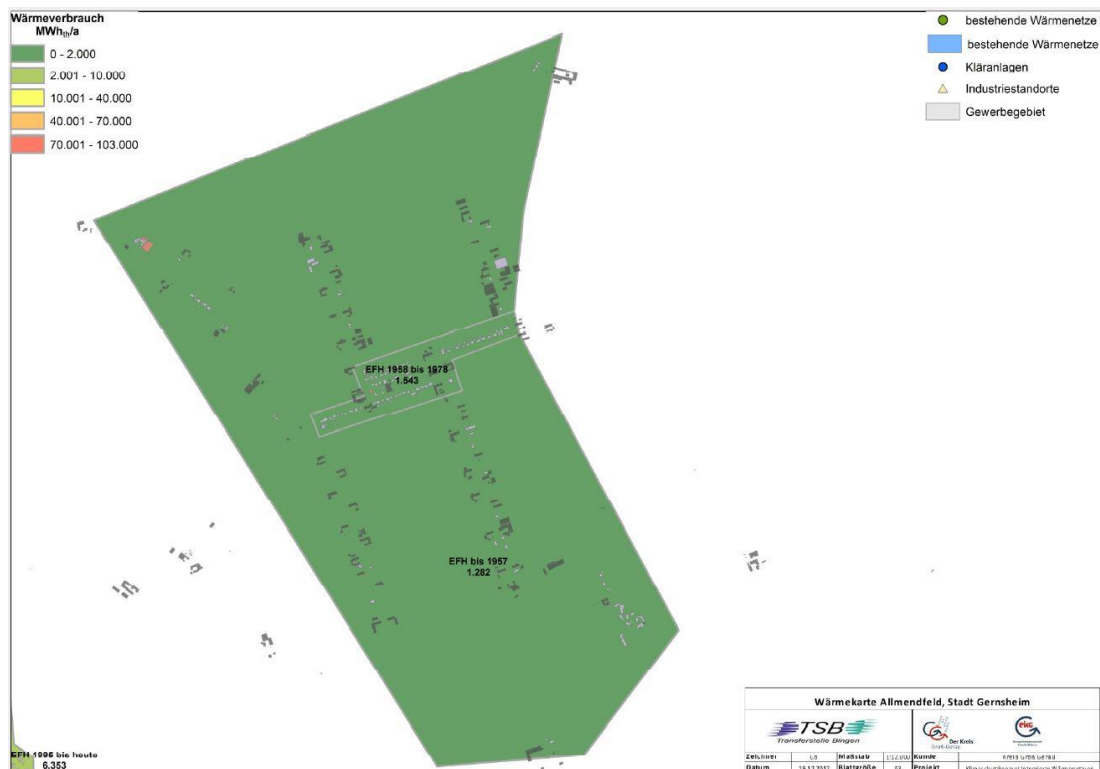


Abbildung 6: Wärmekarte Allmendfeld
TSB 2012

Eine Diskussion im Rahmen der Lenkungsgruppe kam zu folgender Einschätzung:

- im Zuge der Sanierungs- / Neubauplanung sollte eine gemeinsame Wärmeversorgung in jedem Fall detailliert untersucht werden,
- dabei sollte auch eruiert werden, ob die unmittelbar benachbarten Gebäude an eine zentrale Versorgung angeschlossen werden können bzw. wollen,
- vor dem Hintergrund der geringen Wärmedichten und mangels günstiger Wärmequellen drängt sich das Gebiet nicht für die exemplarische Untersuchung auf.

Insofern wurde entschieden, das Untersuchungsgebiet nicht zum Gegenstand einer vertiefenden Analyse zu machen.

Büttelborn, OT Worfelden: Öffentliche Einrichtungen

Im nordwestlichen Teil Worfeldens, an der Nahtstelle zwischen altem Ortskern und neueren Wohngebieten, liegen das Bürgerhaus, die Grundschule und die Kita Baumgarten dicht beieinander. In Nähe dieser Einrichtungen liegen auch die städtische Sporthalle sowie das Feuerwehrgerätehaus.

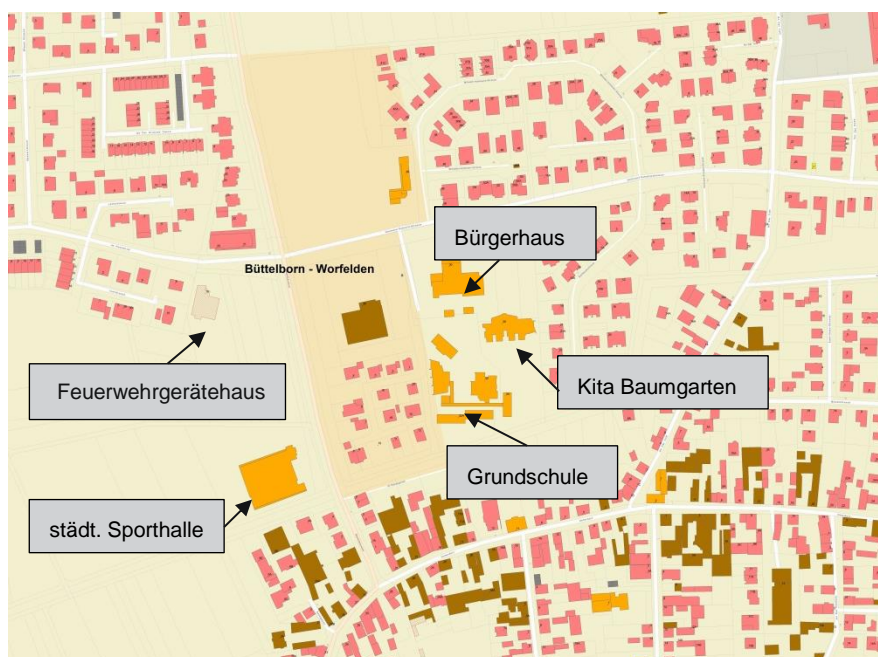


Abbildung 7: öffentliche Einrichtungen im Bereich Herrmann-Schmitt-Straße, Büttelborn-Worfelden

Zumindest für das Bürgerhaus ist der Ersatz der Heizungs- und ggf. die Sanierung der Lüftungsanlage geplant. Das Bürgerhaus wird derzeit über einen Gaskessel, Baujahr 1986, mit einer Nennwärmeleistung von 349 kW beheizt. Der Wärmeverbrauch liegt bei ca. 300 MWh/a und der Stromverbrauch bei ca. 25 MWh/a. Auch die Kita und die Grund-

schule sowie die städtische Sporthalle stellen große Energieverbraucher dar. Hier sind Erneuerungsinvestitionen aber nicht unmittelbar anstehend.



Abbildung 8: Fotodokumentation Bereich Herrmann-Schmitt-Straße, Büttelborn-Worfelden

Die Wohnbebauung nördlich des Ortskerns ist neueren Datums und hat vergleichsweise geringe Wärmeverbrauchsichten (Abbildung 9). Der südlich gelegene Ortskern verzeichnet mittlere Wärmeverbrauchsichten.



Abbildung 9: Wärmekarte Worfelden
TSB 2012

Eine Grobanalyse und Diskussion im Rahmen der Lenkungsgruppe kam zu folgender Einschätzung:

- die im näheren Umfeld des Bürgerhauses gelegene Schule und die Kindertagesstätte bilden gemeinsam ein für den Aufbau eines Nahwärmenetzes grundsätzlich sehr interessantes Gebiet⁶; das gilt umso mehr, als eine Erneuerung der Heizungsanlage des Bürgerhauses ansteht,
- insofern sollte der Aufbau einer Nahwärmeversorgung in jedem Fall bei den Überlegungen zur Erneuerung der Wärmeversorgung des Bürgerhauses ernsthaft geprüft werden,
- die Wohnbebauung im nördlichen Umfeld ist aufgrund der Baualtersstruktur und der entsprechenden geringen Wärmeverbrauchsdichten für den Aufbau eines Wärmenetzes wenig interessant,

⁶ eine ähnliche Konstellation weist in der Kerngemeinde der Bereich Kreissporthalle /Pestalozzischule /Kindertagesstätte auf, in dem seit 2013 erfolgreich ein Nahwärmenetz betrieben wird

- das gilt im Grundsatz auch für einen potenziellen Anschluss der südlich angrenzenden Wohnbebauung im Ortskern; hier sind aber vor allem die zu erwartenden Kosten einer Fernwärmeleitung (lange Leitungswege) begrenzender Faktor.

Vor dem Hintergrund der parallel laufenden Untersuchungen der Gemeinde Büttelborn und weiterer Partner zum Aufbau eines Wärmenetzes auf Grundlage einer Brennstoffzelle und angesichts der begrenzten Anzahl vertiefender Betrachtungen wurde daher entschieden – trotz grundsätzlich günstiger Voraussetzungen – die Untersuchung zu den Möglichkeiten eines Wärmenetzes in Worfelden im Rahmen dieser Studie nicht zu vertiefen.

Auf Grundlage dieser Vorauswahl verbleiben für die vertiefende Untersuchung der Möglichkeiten von Wärmenetzen im Bestand die Fallbeispiele

- Ginsheim-Gustavsburg: Zeilenbebauung mit kleinen und großen Mehrfamilienhäusern sowie
- Büttelborn: Dorfkern.

Für diese beiden Fallbeispiele wurden unterschiedliche Netz- und Erzeugungsvarianten untersucht. Die Ergebnisse sind in den folgenden Kapiteln dargestellt.

3 Untersuchungsmethodik

3.1 Identifikation geeigneter Gebiete im Gebäudebestand

Wärmenetze im Bestand werden – von Ausnahmen einmal abgesehen – sinnvoller Weise

1. ausgehend von „Kristallisationskeimen“, insbesondere öffentlichen Gebäuden oder Einrichtungen (bei denen im Idealfall eine Neuinvestition in die Heizungsanlagen ansteht),
2. in Quartieren, die einen hohen Wärmeverbrauch und vergleichsweise geringe Einsparpotenziale haben (insbesondere historische Ortskerne)
3. in Bereichen, die keine Gasversorgung haben

entwickelt. Zu 1. wurden von den Kommunen „interessante Objekte“ benannt.

Wärmenetze können einen wichtigen Beitrag zu einer effizienten und klimaschonenden Energieversorgung leisten. Sie sind aber keine Standardlösung und nicht jede Gemeinde bzw. nicht jedes Teilgebiet ist für den Aufbau von Wärmenetzen geeignet. Vielmehr entscheidet eine Vielzahl an Einflussfaktoren darüber, ob sich ein Siedlungsgebiet für eine Nahwärmelösung eignet oder nicht. Diese hängen in hohem Maße von den lokalen und regionalen Gegebenheiten ab.

Die Identifikation geeigneter Gebiete für objektübergreifende Versorgungslösungen ist daher eine zentrale Aufgabe bei der Betrachtung von Wärmenetzen. Nachfolgend wird dargestellt, wie die Auswahl geeigneter Gebiete im Rahmen des Projektes erfolgte.

3.1.1 interessante Einzelobjekte

Unter „interessante Einzelobjekten“ werden Gebäude bzw. Einrichtungen verstanden, die eine besondere Eignung für die Integration in Wärmenetze haben. Sie können als „Kristallisationskeim“ für Wärmenetze dienen und spielen daher eine besondere Rolle für die Umsetzung von Projekte. Die besondere Eignung kann sich aus den folgenden Eigenschaften eines Gebäudes ergeben:

- Eigentumsverhältnisse
 - Für die Umsetzung von Wärmenetzen spielen die Eigentumsverhältnisse eine wichtige Rolle. Möchte eine Kommune das Thema Wärmenetze vorantreiben, dann sollten zuerst die Gebäude und Liegenschaften der Kommune selbst auf entsprechende Möglichkeiten untersucht werden.
- Höhe des Energieverbrauchs Wärme und / oder Strom

- Gebäude mit einem hohen Wärmeverbrauch sind potenziell interessant für Wärmenetze, da bei hoher Wärmeabnahme die Investitionskosten in die Netzinfrastruktur schneller refinanziert werden können.
- Gebäude mit einem hohen Stromverbrauch sind im Hinblick auf KWK-Lösungen potenziell interessant für die Integration in Wärmenetze. Damit die wirtschaftlichen Vorteile zum Tragen kommen, müssen entsprechende organisatorische und rechtliche Rahmenbedingungen geschaffen werden.
- Gleichmäßigkeit des Energieverbrauchs über das Jahr
 - Ein gleichmäßiger Wärmeverbrauch über das Jahr sorgt dafür, dass die Netzinfrastruktur und die Erzeugungsanlagen gut ausgelastet sind und somit (i.d.R.) die Investitionen schneller refinanziert werden können.
 - Ein gleichmäßiger Stromverbrauch über das Jahr ist im Hinblick auf KWK-Lösungen potenziell interessant für die Integration in Wärmenetze.
- Sanierungs- und Modernisierungsbedarf
 - Gebäude eignen sich dann besonders gut für den Aufbau von Wärmenetzen, wenn sowieso in naher Zukunft Sanierungsmaßnahmen anstehen. Insbesondere wenn die Heizungsanlage erneuert werden soll, kann die Gelegenheit für eine objektübergreifende Lösung genutzt werden.
- Lage des Gebäudes
 - Interessante Einzelobjekte müssen in räumlicher Nähe zu weiteren Gebäuden liegen, die in ein Wärmenetz integriert werden könnten.
- Nutzungsstrukturen
 - Für die Ausgestaltung von Wärmenetzen ist es wichtig zu wissen, wie ein Gebäude genutzt wird. Ob es beispielsweise ganzjährig gleichmäßig genutzt wird, oder ob zeitliche Schwankungen bestehen.

Für das Modellprojekt wurden gemeinsam mit den beteiligten Kommunen geeignete Einzelobjekte identifiziert. Der Fokus lag dabei vor allem auf öffentlichen Einrichtungen sowie auf Mehrgeschosswohngebäuden der kommunalen Wohnungsbaugesellschaften, da hier direkte Ansatzpunkte für die Kommunen bestehen (siehe Kap. 2).

3.1.2 Umfeldanalyse und Festlegung von grundsätzlich geeigneten Teilräumen

Im Rahmen der Umfeldanalyse wurden innerhalb der Modellkommunen nach entsprechenden Strukturen gesucht. Ziel dieses Arbeitsschrittes war es – ausgehend von diesen Objekten - Teilräume für den erfolgversprechenden Aufbau von Wärmenetzen zu identifizieren. Wie oben beschrieben, bietet das vorliegende Klimaschutzteilkonzept Integrierte Wärmenutzung dazu erste Informationen, die aber zielgerichtet erweitert bzw. vertieft werden mussten.

Folgende Aspekte spielen dabei eine Rolle:

- **Wärmeverbrauchsichten bzw. Wärmeleistungsliniendichten:** Sie geben an, wie viel Wärme je Fläche im Gebiet benötigt bzw. wie hoch die Wärmeleistung je Trassenlänge ist. Das Hessische Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz gibt in seinem Ratgeber zur Planung und Errichtung von Nahwärmenetzen Wärmeverbrauchsichten von 250 bis 300 MWh/ha als Richtwert für den wirtschaftlichen Betrieb von Wärmenetzen an (HMULV 2006, 14). In der Literatur finden sich weiterhin Wärmeleistungsliniendichten von 1,5 bis 2 MW/km, die als Richtwert für eine wirtschaftliche Wärmenetzlösung gesehen werden (vgl. Wolff et al., 2011 und Eltrop et al., 2007).
- **Vorherrschende Versorgungsstrukturen:** Ist ein Erdgasnetz vorhanden? Wie hoch sind die Anschlussquoten?
- **Nutzungs- und Eigentümerstruktur der Gebäude:** Wohngebäude; Gewerbegebäude; öffentliche Einrichtungen; Sonstige.
- **Geplante bzw. anstehende Sanierungs-, Modernisierungs-, oder Neubaumaßnahmen.**

3.2 Technische Grobkonzepte

Für die identifizierten „grundsätzlich geeigneten“ Gebiete werden technische Grobkonzepte erarbeitet. Dabei werden folgende Arbeitspakete bearbeitet:

Umgriff des Wärmenetzes / Netzvarianten

Ausgehend von der Identifikation geeigneter Gebiete werden in den Fallbeispielen verschiedene Netzvarianten betrachtet. Darüber hinaus werden mögliche Standorte der Erzeugungsanlage festgelegt. Der Standort der Erzeugungsanlage ist nicht zuletzt für die Frage einer möglichen Eigenstromversorgung relevant.

Ermittlung der Dimensionierungsgrundlagen (Wärmeverbrauch / Lastprofile)

Für die Dimensionierung der Wärmenetzvarianten werden sowohl Heizwärme-, Warmwasser-, und Stromverbräuche der Gebäude benötigt. Im Rahmen des Modellprojekts konnten für viele Gebäude Echtdateen erhoben werden – insb. öffentliche Einrichtungen und Gebäude der Wohnungsgesellschaften. Für die anderen Gebäude wurden die Verbräuche auf Basis der Erdgas- und Stromverbrauchsdaten der Netzbetreiber abgeschätzt. Die Verbrauchsdaten wurden auf Clusterebene oder Straßenzugesebene bereitgestellt, um den Anforderungen des Datenschutzes zu genügen. Mit Hilfe dieser umfangreichen Daten war es möglich, die Verbräuche der betrachteten Gebäude sehr genau abschätzen zu können.

Zur Planung der Anlagenauslegung für ein Wärmenetz ist neben der Kenntnis über die Höhe des Wärme- und Stromverbrauchs auch dessen zeitliche Struktur von großer Bedeutung. Die ermittelten Wärmeverbräuche der Abnehmer treten nicht alle zu den gleichen Zeiten auf, vielmehr unterscheidet sich die zeitliche Struktur der Wärmenachfrage je nach Nutzungsart des Gebäudes und es kommt zu einer Streuung der Leistungsspitzen (sog. Gleichzeitigkeit).

Daher werden für die Anlagenauslegung stundenbasierte Jahreslastganglinien des Heizwärme-, Warmwasser- und Stromverbrauchs der einzelnen Gebäudetypen verwendet. Aufgrund fehlender zeitlich aufgelöster Echtdateen werden überwiegend synthetische Lastganglinien genutzt, nur für einzelne ausgewählte Gebäude sind zeitliche Verbrauchsdaten verfügbar. Auf Grundlage dieser Lastganglinien können Jahresdauerlinien erstellt werden, welche in absteigender Reihung aufzeigen, an wie vielen Stunden im Jahr wie viel Leistung benötigt wird. Abbildung 10 zeigt beispielhaft eine solche Jahresdauerlinie.

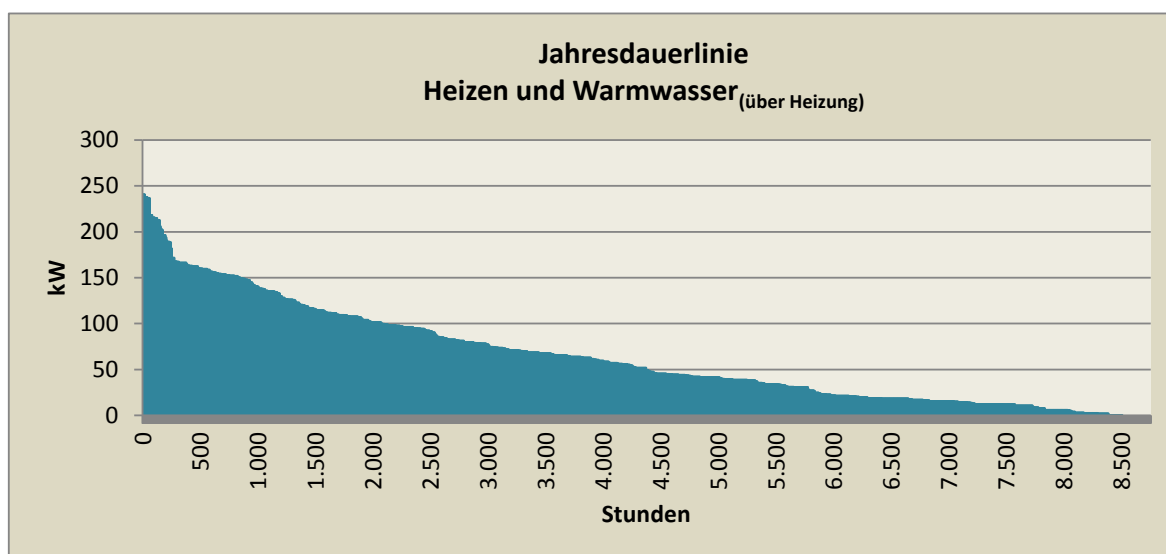


Abbildung 10: Beispielhafte Darstellung einer Jahresdauerlinie (Heizen und Warmwasser)

Die Anlagenauslegung orientiert sich nun an dieser Jahresdauerlinie. In der Regel erfolgt die Wärmeerzeugung mit einem Grund- und einem Spitzenlastaggregat. Je nach verwendetem Anlagentyp deckt die Grundlast 25 % bis ca. 50 % der maximalen Last ab.

Da es sich bei den verwendeten Dauerlinien um Stundenmittelwerte handelt, können in der Realität Lastspitzen im Minutenbereich höher ausfallen als in der Dauerlinie dargestellt. Dies wurde bei der Anlagenauslegung berücksichtigt, indem der Spitzenlastkessel über einen Faktor entsprechend größer dimensioniert wurde.

Erzeugungskonzepte

Die Wahl der Wärme- und ggf. Stromerzeugungsanlagen sowie deren Betriebsweise sind ausschlaggebend für die Wirtschaftlichkeit und die Umweltwirkungen von Wärmenetzen. Daher werden für jede Netzvariante verschiedene Erzeugungskonzepte untersucht. Die Erzeugungskonzepte werden in den jeweiligen Fallbeispielen erläutert.

Neben klassischen Varianten auf Basis von Biomasse und Blockheizkraftwerken werden insbesondere im Neubaugebiet auch innovative Konzepte (mitteltiefe Geothermie und Brennstoffzellen) untersucht.

Grobdimensionierung des Netzes und der Anlagentechnik

Die Dimensionierung des Netzes kann im Rahmen des Modellprojekts nur auf Basis von groben Abschätzungen erfolgen. Je höher die Wärmeverbräuche und damit die Leistungsbedarfe, desto größer müssen die Rohrleitungen dimensioniert werden. Dies spiegelt sich dann in den spezifischen Netzkosten wieder, die mit größerem Leitungsdurchmesser ansteigen.

3.3 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

3.3.1 Wärmegestehungskosten bzw. Wärmepreise als Bewertungs- und Vergleichskriterium

Die Wirtschaftlichkeit stellt ein wesentliches Entscheidungskriterium für die Machbarkeit von Wärmenetzen dar. Dabei muss sichergestellt sein, dass sich sowohl aus Betreiber- als auch aus Endkundensicht wirtschaftlich attraktive Lösungen ergeben. Eine Größe, die die wirtschaftliche Attraktivität einer Wärmeversorgungslösung bewertbar macht, sind die Wärmegestehungskosten, bzw. die Wärme-Mischpreise, die sich für den aus Betreiber-sicht wirtschaftlichen Betrieb einer Wärmenetz-Lösung ergeben.

Die Wärmegestehungskosten bzw. die Wärmepreise erlauben einen direkten Vergleich von miteinander konkurrierenden Wärmeversorgungsanlagen und können so Aufschluss darüber geben, ob eine Nahwärmelösung konkurrenzfähig zu einer individuellen Wärmeversorgung auf Gebäudeebene ist, oder welche von den verschiedenen Nahwärmevarianten am wirtschaftlichsten zu betreiben ist.

Dabei ist zu beachten, dass Wärmegestehungskosten / Wärmepreise nicht mit reinen Energiepreisen (z.B. Gaspreis in ct/kWh) verglichen werden dürfen, da letztere weder kapitalgebundene Kosten (Investition in die Heizungsanlage) noch die Wartungskosten der Heizungsanlage berücksichtigen. Dieser unzutreffende Vergleich von Energiepreisen mit Wärmegestehungskosten ist häufig der Grund für eine falsche Einschätzung der Wirtschaftlichkeit von Wärmeerzeugungssystemen.

Hinweis: Unter „Wärmegestehungskosten“ wird der zur Erreichung der Gewinnschwelle zu erzielende Preis verstanden. Im Rahmen dieser Studie wurden Wärme-Mischpreise unter Einrechnung einer Marge für Wagnis und Gewinn von 1,2 ct/kWh ermittelt. Insofern handelt es sich bei den ausgewiesenen Wärmepreisen nicht um „Wärmegestehungskosten“ im engeren Sinn.

Aufgrund der langen Lebensdauer der Komponenten eines Wärmenetzes sind zur Berechnung der Wärmepreise Verfahren der dynamischen Wirtschaftlichkeitsrechnung anzuwenden. Anerkannte Methoden zur dynamischen Wirtschaftlichkeitsrechnung stellen die Kapitalwertmethode nach VDI 6025 sowie die Annuitätenmethode und VDI 2067 dar. Im Rahmen dieser Studie wird die Kapitalwertmethode nach VDI 6025 angewendet.

Die Kapitalwertmethode ist ein Verfahren der dynamischen Investitionsrechnung. Durch Abzinsung auf den Beginn des Betrachtungszeitraums werden Zahlungen, die zu beliebigen Zeitpunkten anfallen, vergleichbar gemacht.

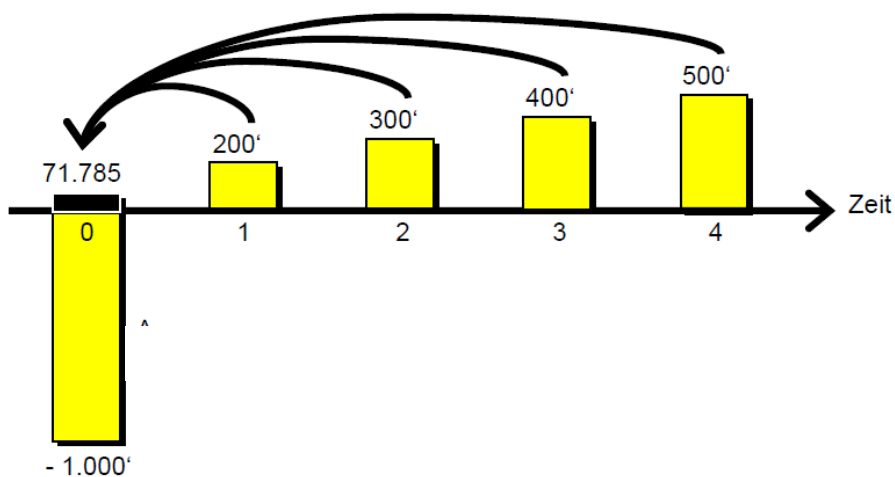


Abbildung 11: Prinzip der Kapitalwertmethode

Der Kapitalwert einer Investition ist die Summe der Barwerte aller durch Errichtung und Betrieb einer Anlage verursachten Zahlungen (Ein- und Auszahlungen). Verschiedene Investitionsalternativen werden mit der Kapitalwertmethode wirtschaftlich vergleichbar gemacht. Die Wärmegestehungskosten bzw. die Wärmepreise werden durch Division des Kapitalwerts und der über den gesamten Betrachtungszeitraum bereitgestellten Wärmemenge errechnet.

Im Rahmen der Studie wurde der Betrachtungszeitraum auf 20 Jahre festgelegt.

3.3.2 Berechnung des Wärmepreises und berücksichtigte Ein- und Auszahlungen

Das Vorgehen zur Berechnung des Wärmepreises und die berücksichtigten Ein- und Auszahlungen ist in Abbildung 12 als Übersichtsschema dargestellt.

Zunächst werden für die ermittelten Ein- und Ausgaben unter Berücksichtigung von Betrachtungsdauer, Preissteigerungen, Kalkulationszinssatz (s.o.) und der Nutzungsdauer der einzelnen Anlagenkomponenten gemäß VDI 6025 die jeweiligen „Barwerte“ berechnet. Der Kapitalwert des Nahwärmenetzes ergibt sich dann aus der Subtraktion der Ausgaben-Barwerte von den Einnahmen-Barwerten.

Teilt man den Kapitalwert durch die über den Betrachtungszeitraum bereitzustellende Energiemenge, so erhält man als Ergebnis die Wärmegestehungskosten bzw. den Wärmepreis in €/kWh.

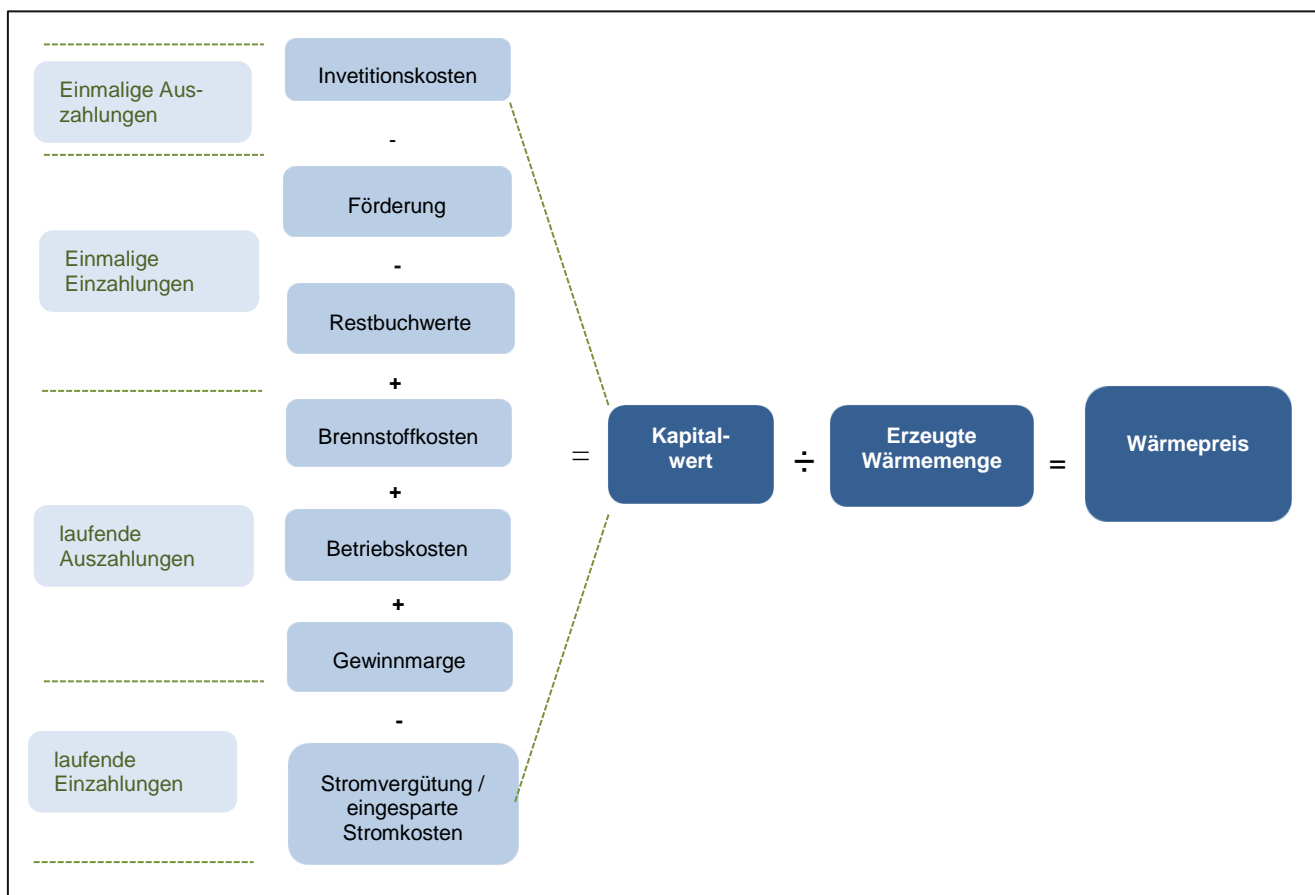


Abbildung 12: Berechnungsschema zur Ermittlung der Wärmepreise eines Nahwärmeprojekts nach Kapitalwertmethode (VDI 6025)

Je nachdem, ob sie bei der jeweiligen Versorgungsvariante einschlägig sind – wurden folgende Ein- und Auszahlungen berücksichtigt:

- Investitionskosten (incl. erforderliche Erneuerungsinvestitionen im Betrachtungszeitraum)
 - Planung, Projektierung
 - Wärmeerzeugungsanlage (Grund- und Spitzenlastzeuger und Redundanzanlage)
 - Brennstofflagerung
 - Schornstein / Abgasleitung
 - Speichereinrichtungen
 - Bauwerkskosten der Heizzentrale
 - Wärmenetz (Leitung und Technik)
 - Hausanschlüsse / Hausübergabestationen
 - Grundstückserwerb
 - Staatliche Förderung (siehe Kap. 3.3.3.3)
- Restbuchwerte der Anlagen zum Ende des Betrachtungszeitraums
- Brennstoffkosten
 - Grundpreis / Leistungspreis
 - Arbeitspreis
- Betriebskosten
 - Wartung
 - Reinigung, sonstige Aufwendungen für den Anlagenbetrieb
 - Schornsteinfeger / Ascheentsorgung
 - Versicherungen
- laufende Einzahlungen
 - Einspeisevergütung / KWK-Zulage
 - ersparte Stromkosten bei Eigennutzung (incl. ersparter Stromsteuer und Netzentgelte und Umlagen entsprechend der aktuell gültigen Regelungen)

3.3.3 Annahmen und Randbedingungen zur Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

3.3.3.1 Energiepreise / kalkulatorischer Zinssatz / Preisentwicklungen

Die Energiepreise repräsentieren den Kostenstand von Mai / Juni 2015 und sind wie folgt festgelegt.

Tabelle 1: Angaben der Energiepreise für die Wirtschaftlichkeitsrechnung

Energieträger	Tarif / Bemerkungen	Grundpreis (netto)	Arbeitspreis (netto)
Erdgas	ENTEGA Erdgas für Gewerbekunden	12,50 €/Monat	5,31 Cent/kWh
Holzhackschnitzel	C.A.R.M.E.N. e.V.	-	3,10 Cent/kWh
Holzpellets	C.A.R.M.E.N. e.V.	-	3,86 Cent/kWh
Strom allgemein	ENTEGA Ökostrom für Gewerbekunden	7,00 €/Monat	22,9 Cent/kWh
Strom Wärmepumpe	ENTEGA Ökostrom NATURpur Wärmepumpe (Stand 01.01.2015)	6,62 €/Monat	19,9 Cent/kWh

Der kalkulatorische Zinssatz wird mit 4% angesetzt.

Bezüglich der Preisentwicklung wurden folgenden Annahmen zugrunde gelegt:

- Allgemeine Preisentwicklung 2% (= EZB Preisstabilitätsziel) für
 - betriebsgebundene Kosten (Wartung / Reinigung, Schornsteinfeger etc.)
 - Nachinvestitionen Haustechnik / Installation (Gas, Fernwärme)
- Energiepreissteigerung:

hier wurde eine Trend-Fortschreibung durchgeführt;
Grundlage sind grundsätzlich die Preisentwicklungen von 2004 bis 2013 (BMWI, 2014); diese wurden von kurzfristigen Effekten bereinigt und für den Betrachtungszeitraum wie folgt angesetzt:

 - Gas 4,0 % / a
 - Holzpellets / Holzhackschnitzel 4,0 % / a
(Annahme: die Preise für Holzpellets werden sich im Markt an anderen, konkurrierenden Brennstoffen, insbesondere am Gas orientieren)
 - Strom 5,0 % / a

3.3.3.2 sonstige Annahmen

Kosten für Investitionen in die Anlagentechnik, sowie die dafür notwendige periphere Technik (Schornsteinschacht, Abgasleitung, Lagerraumkosten, Pumpen und Pufferspeicher) basieren auf Erfahrungswerten der Bearbeiter bzw. sind der aktuellen Studie „BHKW-Kenndaten 2014/2015“ (ASUE, 2014/15) entnommen.

Neben den kapitalgebundenen Kosten, spielen je nach Variante auch die betriebsgebundenen Kosten eine entscheidende Rolle. Zur Abschätzung der Betriebskosten für Wartung und Instandhaltung wird ein prozentualer Anteil von den Investitionen der Erzeugeranlage angenommen. Diese sind immer in Bezug auf die Investitionen der Erzeugereinheit zu sehen.

Tabelle 2: Anteil der Betriebskosten für Wartung und Instandhaltung, inkl. Betriebsaufwand

Erzeugungsart	Anteil Betriebskosten	Bemerkungen
Erdgas-BHKW / Brennstoffzelle	Kostenfunktion	Kostenfunktion für BHKW aus ASUE, 2014/15 entnommen. Annahme, dass dies auch für Brennstoffzelle gilt.
Holzhackschnitzel / Holzpellet	6,0 %	VDI 2067, 2012
Erdgas-Kessel	4,0 %	VDI 2067, 2012
Wärmepumpe	2,5 %	VDI 2067, 2012
Erdsonde	2,0 %	Nach VDI 2067, 2012 3,0 %. Es erfolgte eine Anpassung, da bei den betrachteten Großanlagen von Skaleneffekten ausgegangen wird.

3.3.3.3 Förderprogramme: Investitionszuschüsse

Um die kostenintensive Umsetzung von Nahwärmenetzen zu realisieren gibt es verschiedene Förderinstrumente und Regularien zur finanziellen Unterstützung. Förderungen können einen wichtigen Beitrag zur Wirtschaftlichkeit des Nahwärmeverhabens leisten. Neben finanziellen Förderungen gibt es die Möglichkeit Steuerrückerstattungen oder auch Erlöse durch die Einspeisung von Strom zu erhalten. Folgende Körperschaften fördern den Aufbau von Wärmenetzen:

- die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) und
- das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) nach dem KWKG.

KfW- Programm: Erneuerbare Energien „Premium“

Das Programm dient der Finanzierung von Maßnahmen zur Nutzung Erneuerbarer Energien im Wärmemarkt und unterstützt besonders förderungswürdige größere Anlagen zur Wärmeabgewinnung mit zinsgünstigen Darlehen der KfW und mit Tilgungszuschüssen, die vom BMWi (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie) finanziert werden. Gefördert werden unter anderem die Errichtung und Erweiterung von Wärmenetzen und die Errichtung von Hausübergabestationen, wenn es sich überwiegend (60%) um die Versorgung von Neubauten handelt und wenn:

- das Netz zur Bereitstellung von Prozesswärme dient und
- Wärme zu mindestens 20% aus Solarwärme besteht oder
- Wärme zu mindestens 50% aus erneuerbaren Energien/ Wärmepumpen/ Abwärme/ hocheffiziente KWK- Anlagen stammt,
- ein gemittelter Mindestwärmeabsatz von 500 kWh pro Jahr und Meter Trasse besteht.

Vorhaben der Tiefengeothermie können gefördert werden, wenn die Bohrtiefe zwischen 400-1.000 m beträgt. Dann können maximal vier Bohrlöcher mit je 375 €/m gefördert werden.

Die Kombination einer Finanzierung mit anderen KfW- oder ERP- Programmen ist nicht möglich. Mit dem Förderprogramm können bis zu 100% der förderfähigen Nettoinvestitionskosten ohne Mehrwertsteuer finanziert werden. Der Kredithöchstbetrag liegt bei maximal 10 Millionen Euro pro Vorhaben (vgl. KfW, 2015).

KfW- Programm: IKK- Energetische Stadtsanierung- Quartiersversorgung

Dieses Programm dient als Investitionsfinanzierung zur nachhaltigen Verbesserung der Energieeffizienz kommunaler Versorgungssysteme. Förderfähig sind im Rahmen dieses Programms:

- Der Neu- und Ausbau des Wärmenetzes im Quartier bis zur Hausanschlussstation, wenn Wärme aus KWK auf Basis von Erd-/Biogas bereitgestellt wird. Dabei muss das Wärmenetz über die Grundstücksgrenzen der einspeisenden Anlage hinausgehen und mindestens einen weiteren Abnehmer versorgen, der nicht selbst Eigentümer oder Betreiber der einspeisenden Anlage ist.

Die Kombination mit öffentlichen Fördermitteln ist grundsätzlich zulässig, sofern die Summe aus Krediten, Zuschüssen und Zulagen die Summe der Aufwendungen nicht übersteigt. Folgende KfW- Programme gleichzeitig in Anspruch zu nehmen ist ausgeschlossen: Programmnummer: 270-272, 274, 281, 282, 218, 151-153 und 430. Ebenfalls ausgeschlossen ist die Inanspruchnahme von Zuschüssen aus dem Marktanreizprogramm (MAP) des BMU und dem Förderprogramm für hocheffiziente Mini- KWK.

Die Kombination mit der Wärmenetz- bzw. Wärmespeicherförderung nach KWKG ist möglich, sofern förderfähige Maßnahmen durchgeführt werden. Förderfähig sind bis zu 100% der förderfähigen Investitionskosten pro Vorhaben (vgl. KfW, 2014b).

Neu- und Ausbau von Wärme- und Kältenetzen (BAFA / KWKG)

Gemäß KWKG § 5a können Zahlungszuschläge für den Neu- und Ausbau von Wärme- und Kältenetzen gewährt werden, wenn:

- der Neu- oder Ausbau ab dem 01.01.2009 begonnen wird und die Inbetriebnahme spätestens zum 31.12.2020 erfolgt,
- bei Inbetriebnahme die Wärmeeinspeisung aus KWK- Anlagen mindestens 50% und für den Endausbau die Einspeisung mindestens 60% beträgt oder dem Netz innerhalb von 24 Monaten ab dem Dauerbetrieb ein Mindestanteil von 60% Wärme aus KWK- Anlagen nachgewiesen wird,
- das Netz eine horizontale Ausdehnung über die Grundstücksgrenzen des Anlagenstandortes aufweist,
- es die Möglichkeit gibt, Abnehmer an das Wärmenetz anzuschließen und
- mindestens ein Abnehmer angeschlossen ist, der nicht Eigentümer oder Betreiber der Anlage ist.

Wird eine dieser Voraussetzungen nicht erfüllt, so kann keine Zuwendung durch das BAFA erhalten werden. Die Förderhöhe ist abhängig vom Nenndurchmesser (DN-Wert) der neu verlegten Wärmeleitungen. Bei Nahwärmenetzen mit mittleren DN-Werten von unter DN 100 sind Förderungen von 100 Euro je Trassenmeter (nur Vorlaufleitungen), bis maximal 40% der ansatzfähigen Investitionskosten bzw. maximal 10 Mio. Euro je Projekt möglich. Für mittlere DN- Werte von über DN 100 beträgt der Zuschlag immer 30% der ansatzfähigen Investitionskosten, ebenfalls jedoch maximal 10 Mio. Euro (vgl. Friedl, 2013: 2 ff).

3.3.3.4 Stromeinspeisung

Wird ein Wärmenetz mit einer KWK-Anlage betrieben, so sind je nach

- Umfang der „Eigennutzung des erzeugten Stroms“,
- Umfang der Stromeinspeisung,
- Erzeugungskonzept und Energieträger

folgende laufende Einzahlungen erzielbar:

KWKG- Vergütung (Grundvergütung und KWK-Zuschlag)

Der örtliche Netzbetreiber ist nach §4 KWKG verpflichtet den eingespeisten Strom zu vergüten. Die Vergütung nach dem KWKG ist grundsätzlich für alle BHKW möglich und setzt sich aus drei Komponenten zusammen:

- der Einspeisevergütung,
- den vermiedenen Netznutzungsentgelte
- und dem KWK-Zuschlag

Die Einspeisevergütung orientiert sich am durchschnittlichen Preis für Grundlaststrom an der Strombörse EEX in Leipzig aus dem vorangegangenen Quartal und wird EEX-Baseload oder KWK-Index genannt. Im ersten Quartal 2015 lag der KWK-Index nach EEX-Angaben bei 3,21 Cent/kWh. Mit diesem Wert wurde für die Einspeisevergütung gerechnet.

Neben der Vergütung des Stroms erhalten Anlagenbetreiber auf jede eingespeiste Kilowattstunde Strom besondere Vergütungen in Form der vermiedenen Netznutzungsentgelte, da der dezentral erzeugte und genutzte Strom Netze und Umspannwerke entlastet. Diese Vergütung hängt von den örtlichen Netznutzungsentgelten ab. Für die Berechnungen wurde pauschal ein mittlerer Wert von 0,75 Cent/kWh angenommen.

Tabelle 3 zeigt den KWK-Zuschlag für jede im BHKW erzeugte Kilowattstunde Strom. Der Zuschlag ist nach Leistungsklassen gestaffelt. KWK-Anlagen bis zu einer Leistung von 50 kW_{el} erhalten den Zuschlag entweder für 10 Jahre oder für 30.000 Vollbenutzungsstunden. Anlagen größer 50 kW_{el} erhalten den Zuschlag für 30.000 Vollbenutzungsstunden.

Tabelle 3: KWK-Zuschlag für KWK-Anlagen nach KWKG
(nach bafa.de, 2015)

Förderbetrag nach Leistungsanteil		
Leistung [kW _{el}]	Dauer der Vergütung	KWK-Zuschlag [Cent/kWh]
0-50	30.000 Vbh oder 10 Jahre	5,41
>50-250	30.000 Vbh	4,0
>250-2000		2,4
>2000		1,8

Erstattung Energiesteuer

Gemäß § 53a Energiesteuergesetz haben Betreiber von stromerzeugenden Heizungen unter der Voraussetzung, dass der Wirkungsgrad im Jahresmittel über 70% liegt und die Anlage hocheffizient⁷ ist, Anspruch auf Rückerstattung der Energiesteuer für den im BHKW verwendeten Brennstoff.

Für Erdgas beträgt die Steuererstattung nach § 53a Energiesteuergesetz 0,55 ct/kWh, für Heizöl sogar 6,06 ct/kWh (vgl. bhkw-infothek.de, 2015; Energiesteuergesetz, 2015).

3.3.3.5 Eigenstromnutzung / Lieferung an Letztverbraucher in einem räumlichen Zusammenhang zur Anlage

Wenn der in der KWK-Anlage erzeugte Strom vom Anlagenbetreiber selbst genutzt oder an Letztverbraucher in einem unmittelbaren räumlichen Zusammenhang zur Anlage geliefert wird, dann ergeben sich daraus weitere finanzielle Vorteile:

- Eingesparte Stromkosten
- Erstattung der Stromsteuer

⁷ hocheffizient ist die Erzeugungsanlage, wenn die Bedingungen nach Anlage III der EU-Richtlinie 2004/8/EG eingehalten werden

Darüber hinaus ist für den erzeugten Strom eine reduzierte EEG-Umlage zu bezahlen, wenn der Anlagenbetreiber den Strom selbst nutzt, wenn er also selbst der Letztverbraucher ist.

Diese Regelungen gelten nur für den tatsächlich genutzten Strom. In Zeiten, in denen mehr Strom erzeugt als in den Objekten verbraucht wird, wird der überschüssige Strom ins öffentliche Stromnetz eingespeist. Dabei kann der eingespeiste Strom nach KWKG oder - wenn die Voraussetzungen erfüllt sind - nach EEG vergütet werden.

Die einzelnen Aspekte werden nachfolgend erläutert. Insgesamt können sich daraus große finanzielle Vorteile ergeben, wenn eine sog. „Stromeigennutzung“ realisiert wird. Hierfür müssen allerdings die organisatorischen Rahmenbedingungen geschaffen werden, was je nach Betreibermodell und Verbraucherstruktur nicht immer einfach möglich ist.

Eingesparte Stromkosten

Die eingesparten Stromkosten ergeben sich dadurch, dass für den direkt aus der Anlage genutzten Strom kein Strom aus dem Netz bezogen werden muss. Die eingesparten Kosten je Kilowattstunde werden mit dem gleichen Strompreis wie in 3.3.3.1 dargestellt veranschlagt.

Erstattung Stromsteuer

Die Stromsteuer nach § 9 Stromsteuergesetz Absatz 1 entfällt, wenn der produzierte Strom selbst genutzt oder an Letztverbraucher geliefert wird, die den Strom in einem unmittelbaren räumlichen Zusammenhang zur Anlage nutzen. Die Auslegung des Begriffs „unmittelbarer räumlicher Zusammenhang“ ist dabei einzelfallabhängig und kann nicht pauschal erfolgen. Anspruch auf Rückerstattung der Stromsteuer haben nur Betreiber von Anlagen, deren Anlage weniger als 2 MW Leistung hat (vgl. Stromsteuergesetz, 2015).

Reduktion EEG-Umlage

Die auf den Strompreis fällige EEG-Umlage wird reduziert, wenn der Anlagenbetreiber den Strom aus der Erzeugungsanlage als Letztverbraucher selbst nutzt. In diesem Fall müssen lediglich 40 % der EEG-Umlage gezahlt werden. Aufgrund der momentan hohen EEG-Vergütung ergibt sich hieraus ein großes Einsparpotenzial. Daher sollte eine möglichst hohe Stromeigennutzung erfolgen. Dies muss jedoch gleichzeitig mit der Umsetzung des Betreibermodells vereinbar sein, was in der Praxis nicht immer umsetzbar ist.

Die Stromeigennutzung wird in den später vorgestellten Netzvarianten je nach Erzeugungskonzept vorausgesetzt. Ob eine Realisierung möglich ist, kann im Rahmen des Modellprojekts nicht bewertet werden. Daher werden bei den Erdgas-BHKW-Varianten auch immer Konzepte ohne Stromeigennutzung zum Vergleich berechnet.

3.3.4 Exkurs: günstiger Primärenergiefaktor senkt Baukosten

Die Energieeinsparverordnung (EnEV) in der gültigen Fassung verfolgt ein kombiniertes Zielsystem (EnEV, 2014):

- durch Anforderungen an die Bauteile im Einzelnen und die Gebäudehülle als Ganzes werden die Wärmeverluste begrenzt; die Zielgröße hierzu ist der Transmissionswärmeverlust H_T ,
- darüber hinaus wird der Primärenergiebedarf begrenzt; die entsprechenden Anforderungen zielen auf die Wahl des Energieträgers für Heizung und Warmwasser und/oder weitergehende Maßnahmen zur Senkung des Primärenergieeinsatzes durch haustechnische Anlagen (insbesondere kontrollierte Wohnraumbelüftung mit Wärmerückgewinnung).

Gemäß EnEV bilden also die Gebäudehülle und –technik ein Gesamtsystem, das es zu betrachten gilt. Nur die Anforderungen an die Bauteile (maximale U-Werte) sind absolut festgelegt. Ansonsten wird zum Nachweis der Einhaltung der Anforderungen das Referenzgebäudeverfahren angewendet. Das Referenzgebäude ist in Geometrie, Gebäudenutzfläche und Ausrichtung identisch zum nachzuweisenden Gebäude, allerdings mit standardisierten Parametern. Die Regelungen der EnEV führen dazu, dass für jedes Gebäude – abhängig zum Beispiel vom Verhältnis von Oberfläche zu Volumen (A/V – Verhältnis), vom Fensterflächenanteil, von der Ausrichtung – im Rahmen der oben genannten Mindestanforderungen eigene Anforderungen gelten. Praktisch bedeutet das, dass für die einzelnen Gebäude individuell die Einhaltung der Grenzwerte und die sich daraus ergebende bauliche und anlagentechnische Auslegung betrachtet werden muss.

Aufgrund der aktuellen Förderbedingungen ist es für Neubauten durchaus wirtschaftlich attraktiv die KfW Effizienzhauskriterien einzuhalten. Die KfW-Standards sind für den Jahresprimärenergiebedarf (Q_P) und den Transmissionswärmebedarf (H_T) bezogen auf das Referenzgebäude in Tabelle 4 wie folgt definiert (KfW, 2014a):

Tabelle 4: KfW Effizienzhauskriterien

	$Q_P / Q_{P, Ref}$	$H_T / H_{T, Ref}$
KfW-Effizienzhaus 70 (EnEV 2009)	$\leq 70 \%$	$\leq 85 \%$
KfW-Effizienzhaus 55 (EnEV 2009)	$\leq 55 \%$	$\leq 70 \%$
KfW-Effizienzhaus 40 (EnEV 2009)	$\leq 40 \%$	$\leq 55 \%$

Wie oben dargestellt sind diese Standards nicht absolut definiert und die spezifische Ausführung kann für ein bestimmtes Gebäude je nach Art der Heizungsversorgung variieren.

Untersuchungen von IU (IU / GEF 2015) haben ergeben, dass bei Überschreitung eines Primärenergiefaktors von ca. 0,58 zur Einhaltung der KfW – Standards weiter gehende bauliche Maßnahmen an der Gebäudehülle oder der Gebäudetechnik (KWL mit WRG) erforderlich sind. Wärmenetze mit günstigen Primärenergiefaktoren tragen also dazu bei, dass gebäudeseitig Baukosten gespart werden können. Sie sind daher für Bauwillige bzw. Bau- und Entwicklungsträger wirtschaftlich interessant.

Neben den Anforderungen der EnEV bzw. der KfW Effizienzhauskriterien sind bei Neubauvorhaben die Anforderungen des EEWärmeG einzuhalten. Gemäß der Nutzungspflicht für erneuerbare Energien aus dem EEWärmeG (EEWärmeG §3) muss der Wärme- (oder Kälte)-Energiebedarf im Neubau zu mindestens 15% aus Solarthermie, 50% aus Biomasse oder 50% aus Umweltwärme/ Geothermie gedeckt werden. Alternativ gibt es die Möglichkeiten Ersatzmaßnahmen durchzuführen (EEWärmeG §7). Diese ermöglichen es auf den Einsatz erneuerbarer Energien zu verzichten, wenn der Wärme- und Kälteenergiebedarf zu mindestens 50% aus Anlagen zur Nutzung von Abwärme, KWK oder wenn ein Anschluss an ein Wärmenetz besteht oder die Energieeffizienz gesteigert wird. Wärmenetze tragen daher auch aus diesem Blickwinkel dazu bei, dass gebäudeseitig Baukosten gespart werden können.

Bereits jetzt gilt, dass die EnEV nicht nur für Neubauvorhaben anzuwenden ist. Gemäß § 9 EnEV 2014 sind auch bei der Änderung, Erweiterung und dem Ausbau von Bestandsgebäuden die einschlägigen Vorschriften zu beachten und Anforderungen an den Kälte- und Wärmeschutz einzuhalten. Die Regelungen für Bestandsgebäude fallen –zumindest für private Bauherren - deutlich hinter die Regelungen für Neubauvorhaben zurück. Für

die Sanierung öffentlicher Gebäude ergeben sich bereits bei den aktuellen Regelungen aus der EnEV hohe Anforderungen. Ob und inwieweit der ordnungsrechtliche Rahmen (sowohl EnEV als auch EEWärmeG) stärker auf Bestandsgebäude Anwendung findet ist derzeit offen. Es wurde bereits mehrfach ernsthaft diskutiert. Sicher ist, dass in diesem Fall energieeffiziente Wärmenetze auch für Bestandsgebäude erhebliche finanzielle Vorteile mit sich bringen können.

3.3.5 anlegbare Wärmepreise

Die Konkurrenzfähigkeit von Wärmenetzen entscheidet sich nicht zuletzt über den Vergleich mit den Kosten der Wärmeversorgung auf Ebene der Einzelgebäude. Diese konkurrierenden Systeme setzen gewissermaßen den Maßstab, an dem sich auch die Wärmepreise von Wärmenetzen messen lassen müssen. Wie bereits erwähnt muss dabei die Betrachtung weit über die reinen Brennstoffkosten bzw. Stromkosten hinausgehen. Vergleichbar sind die Wärmepreise nur, wenn in die Kosten neben den Brennstoffkosten auch – wie in dieser Studie für die Wärmenetze – sämtliche Investitionen und Betriebskosten eingerechnet werden.

Der Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V. (BDEW) hat in zwei Studien in den Jahren 2010 und 2012 umfassend die Heizkosten für verschiedene Gebäudetypen und Versorgungslösungen sowohl in Bestandsgebäuden als auch im Neubau ermittelt (BDEW 2010 und BDEW 2012). Dabei wurde grundsätzlich die gleiche Methodik wie in der vorliegenden Studie angewendet und es wurden die jährlichen Gesamtkosten je Gebäudetyp und Versorgungsvariante ausgewiesen.

Diese Daten wurden von IU ausgewertet und aus den BDEW-Gesamtkosten „anlegbare Wärmepreise“ ermittelt⁸. Diese anlegbaren Wärmepreise sind die Wärmepreise, die eine netzgebunden Wärmeversorgung maximal erreichen darf, um Kostenparität mit der individuellen Versorgungslösung zu erreichen.

In den folgenden Abbildungen sind für ausgewählte Konstellationen die Ergebnisse dieses Heizkostenvergleichs dargestellt⁹.

⁸ Um die Kosten vergleichbar zu machen wurden aus den BDEW-Werten die kapitalgebundenen Kosten für Heizflächen und Leitungen sowie für „normale“ Lüftungsanlagen herausgerechnet.

⁹ für die Energiekosten wurde von einer Preissteigerung von 2% / a ausgegangen und die Daten des BDEW hochgerechnet

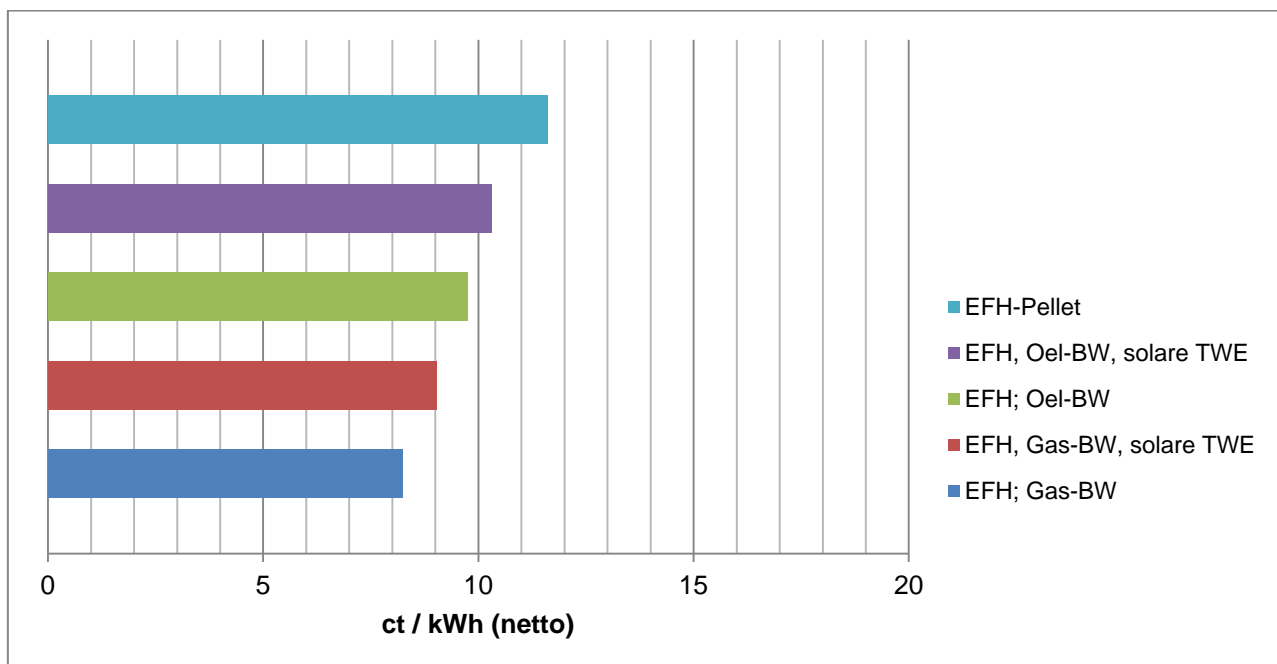


Abbildung 13: anlegbare Fernwärme-Preise „Einfamilienhäuser (EFH) Bestand“

eigene Berechnungen auf Grundlage von BDEW 2010
Fall Teilsanierung (nur Ersatz Erzeugeranlagen + Peripherie eingerechnet);
Energiepreisindex angepasst

Für Einfamilienhäuser in Bestandsgebäuden ergeben sich im einfachsten Fall (Gas-Brennwertkessel) anlegbare Wärmekosten von ca. 8 ct / kWh (netto), bei Pelletkesseln liegen die Werte bei ca. 11 bis 12 ct / kWh (netto). Dazwischen liegen Öl-Brennwertlösungen mit und ohne solarer Trinkwassererwärmung sowie ein Gas-Brennwertkessel ebenfalls mit solarer Trinkwassererwärmung.

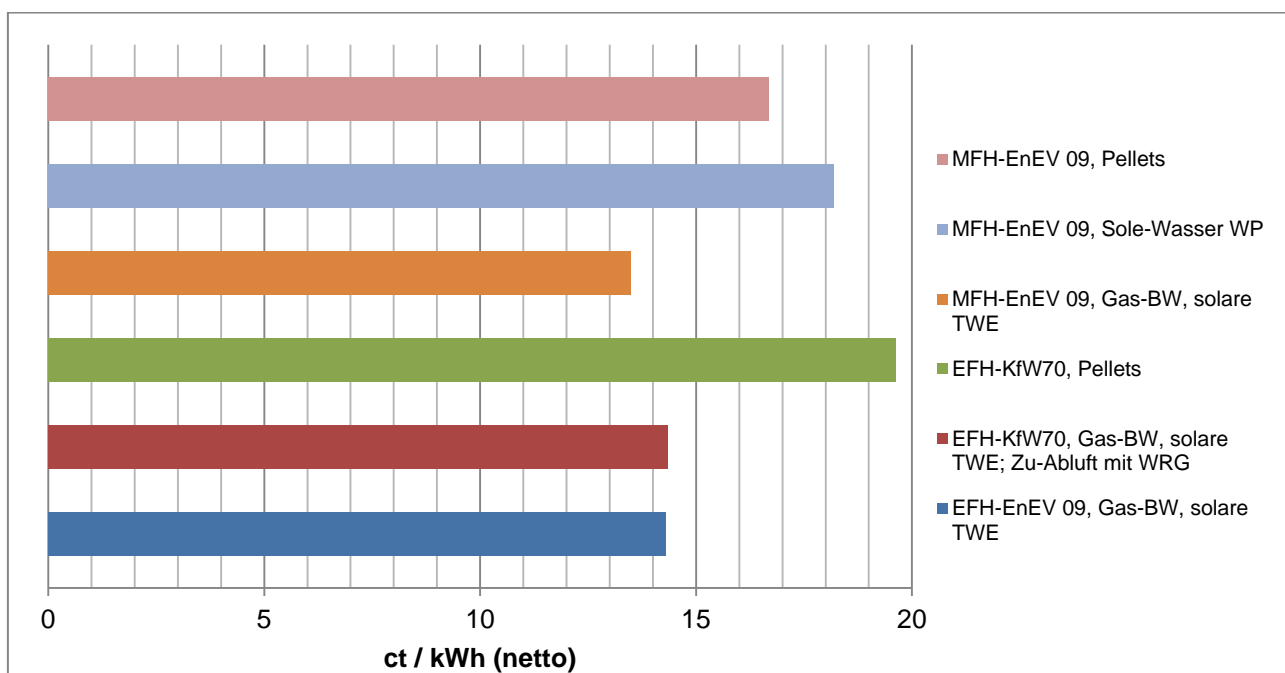


Abbildung 14: anlegbare Fernwärme-Preise „Einfamilienhäuser (EFH) und Mehrfamilienhäuser (MFH) Neubau“

eigene Berechnungen auf Grundlage von BDEW 2012

Im Neubau liegen die anlegbaren Wärmepreise generell höher. Das liegt bei den gebäudebezogenen Wärmeversorgungs-lösungen daran, dass die Fixkosten (insbesondere kapitalgebundene Kosten) aufgrund der geringeren Wärmeverbräuche sowie der Anforderungen des EEWärmeG einen höheren Anteil haben als bei Bestandsgebäuden.

Für die „Standardlösung“ Gas-Brennwertkessel + solare Trinkwassererwärmung liegen die anlegbaren Fernwärmepreise bei ca. 14 ct / kWh (netto). Pelletlösungen erreichen ca. 17 ct / kWh (MFH) bis 20 ct / kWh (EFH). Wärmepumpenlösungen liegen (für MFH) bei ca. 18 ct / kWh.

Zu beachten ist, dass die Bandbreiten der anlegbaren Wärmepreise aber auch eine ganze Bandbreite des Primärenergieverbrauchs und der CO₂-Emissionen repräsentiert. Das ist beim Vergleich der Systeme mit Wärmenetzen zu beachten.

3.4 Energetische Bewertung / CO₂-Emissionen und Luftschadstoffe

Auswirkungen von Nahwärmeverhaben auf die Umwelt sind gerade im Hinblick auf die Erreichung der Klimaschutzziele nicht zu vernachlässigen. Dabei spielen der Ressourcenverbrauch und die damit zusammenhängenden Emissionen eine wichtige Rolle. Als energetisches Bewertungskriterium dient die Bestimmung des Primärenergiefaktors und des Primärenergiebedarfs. Darüber hinaus wird eine Abschätzung der CO₂-Emissionen sowie eine Abschätzung der lokalen Emission von Luftschadstoffen durchgeführt.

Primärenergieverbrauch

Der Primärenergieeinsatz ist eine zentrale Größe der EnEV und der übergeordneten Zielsetzungen der Bundesregierung zum Klimaschutz im Gebäudesektor. Er berechnet sich aus dem benötigten Endenergieeinsatz zur Erzeugung der für die Gebäude bereitzustellenden Wärmemenge. Im Primärenergieverbrauch wird sowohl der Hilfsenergieeinsatz (z.B. für Pumpen) als auch Netzverluste berücksichtigt. Er deckt damit sämtliche Aufwendungen und Verluste, wie Gewinnung, Aufbereitung, [...], bis zur Übergabe der Wärme an die Gebäudegrenze ab. Berechnungsgrundlage sind die Primärenergiefaktoren der verschiedenen eingesetzten Energieträger¹⁰. Damit sind auch die Vorketten der Bereitstellung dieser Energieträger eingerechnet. Bei KWK-Lösungen wird die Primärenergieeinsparung durch den erzeugten Strom gutgeschrieben.¹¹

Als Vergleichswert für den Primärenergieverbrauch wird im Rahmen dieser Studie der „aktuelle“ für die Wärmebereitstellung im Kreis Groß-Gerau durchschnittliche Primärenergiefaktor für die Wärmeversorgung je Einzelgebäude zugrunde gelegt. Dieser Wert wurde aus den Angaben des „Klimaschutzteilkonzeptes Wärme“ (TSB 2012) errechnet.

CO₂-Emissionen und Luftschadstoffe

Um weiter gehende Aussagen zur Umweltwirkung der betrachteten Versorgungsvarianten treffen zu können, werden die bei der Wärmebereitstellung entstehenden Emissionen betrachtet. Unterschieden wird zwischen lokal und global auftretenden Emissionen.

Kohlenstoffdioxidemissionen (CO₂, äquivalente) werden global betrachtet. Sie werden auf Grundlage von energieträgerspezifischen Emissionsfaktoren der GEMIS-Datenbank Version 4.9 ermittelt. Die Betrachtung der CO₂-Emissionen bezieht ebenfalls die Vorketten mit ein. Das bedeutet, dass die Herstellung/ Bereitstellung/ Aufbereitung/ Verteilung des Energieträgers mitbilanziert werden und in die Emissionsbewertung eingehen. Wie bei der

¹⁰ gem. DIN V 18599-1

¹¹ beim Strom wurde vereinfachend sowohl beim Verbrauch, als auch bei Einspeisung von einem PEF von 2,4 ausgegangen

Betrachtung des Primärenergieverbrauchs wird hier ebenfalls als Vergleichswert die „aktuellen“ CO₂-Emissionen einer Wärmeversorgung je Einzelgebäude betrachtet (s.o.).

Als weitere Informationen werden die lokal emittierten Luftschadstoff-Emissionen anhand der Parameter Schwefeldioxid (SO₂), Staub (PM) und TOPP-Äquivalent¹² abgeschätzt. Die Emissionsfaktoren wurden ebenfalls aus GEMIS übernommen. Im Gegensatz zur globalen Betrachtung von Kohlenstoffdioxid wird hinsichtlich der Luftschadstoffe lediglich der lokal stattfindende Umwandlungsprozess berücksichtigt. Die Berechnungsergebnisse sind in den jeweiligen Steckbriefen im Anhang dargestellt.

Tabelle 5 zeigt die verwendeten Datenquellen für die Emissionsfaktoren.

Tabelle 5: Emissionsfaktoren, verwendete Prozesse

Energieträger	Prozessbezeichnung	Zeitbezug	Quelle
Strom	EI-KW-Park-DE-2013	2013	GEMIS 4.9
Erdgas	Vorkette: Pipeline\Gas-DE-2010-mix-lokal Direkte Emissionen: Gas-HW-klein-DE-2010 (Endenergie)	2010	GEMIS 4.9
Holz hackschnitzel	Vorkette: Umschlag-DE\Holz-HS-Wald-2010 Direkte Emissionen: Holz-HS-Waldholz-Heizwerk-1 MW-2010 (Endenergie)	2010	GEMIS 4.9
Holzpellet	Vorkette: Umschlag-DE\Holz-Pellet-Holzwirtschaft-2010 Direkte Emissionen: Holz-Pellet-Holz-wirtsch.-HW-DE-2010 (IST)	2010	GEMIS 4.9

¹² Das TOPP-Äquivalent (engl. tropospheric ozone precursor potential equivalents) ist ein Maß für das bodennahe Ozonbildungspotenzial und fasst die folgenden Emissionen zusammen: CO, NMVOC, NO_x, CH₄.

4 Fallbeispiel Ginsheim-Gustavsburg: Zeilenbebauung mit kleinen und großen Mehrfamilienhäusern

4.1 Umfeldanalyse, Beschreibung und Abgrenzung des Gebiets

Die Analysen im vorliegenden Konzept konnten auf den Ergebnissen des Klimaschutzteilkonzepts „Integrierte Wärmenutzung für den Kreis Groß-Gerau“ (TSB 2012) aufbauen. In diesem Konzept wurden u.a. Wärmekarten für die Kommunen des Kreises erstellt. Abbildung 15 zeigt einen Ausschnitt der Wärmekarte für die Gemeinde Ginsheim-Gustavsburg. Die flächenbezogenen Wärmedichten liegen in Gustavsburg eher im unteren Bereich.



Abbildung 15: Ausschnitt der Wärmekarte Gustavsburg, Gemeinde Ginsheim-Gustavsburg

Quelle: TSB 2012 (angepasst)

Dennoch sind im Bereich der Mehrgeschossbebauung und (öffentlichen) Einrichtungen potenziell interessante Strukturen für Wärmenetze zu vermuten. Der Fokus liegt daher in der nachfolgenden Betrachtung weniger auf einem flächendeckenden Netz als vielmehr auf kleineren Nahwärmeinseln mit einzelnen großen Verbrauchern.

Im Rahmen des Projekts erfolgte gemeinsam mit den Projektbeteiligten eine Vorauswahl eines potenziell geeigneten Gebiets nördlich der Darmstädter Landstraße (siehe schwarze Markierung in Abbildung 16). Dieses Gebiet ist durch die vorhandenen (öffentlichen) Einrichtungen und Mehrfamilienhausbebauung interessant, da hier hohe Energieverbräuche auf verhältnismäßig geringen Streckenlängen (im Sinne einer Wärmenetzlösung) zu erwarten sind. Im Gebiet liegen ein Seniorenheim (1), eine Kindertagesstätte (2) und die Gustav-Brunner-Schule (3). Diese Einrichtungen könnten als Kristallisationskeim für ein Wärmenetz dienen.

Die Eigentümerstrukturen der Mehrfamilienhausbebauung sind im Hinblick auf die Umsetzung eines Wärmenetzes interessant. Ein Großteil der Wohnbebauung ist im Besitz der Kommunalen Wohnungsgesellschaft Ginsheim-Gustavsburg (KWG) und der Gemeinnützigen Baugenossenschaft Mainspitze eG (GBM). Dadurch ist die Zahl der Akteure im Untersuchungsgebiet begrenzt, was sich für eine Realisierung einer Netzlösung positiv auswirken kann.

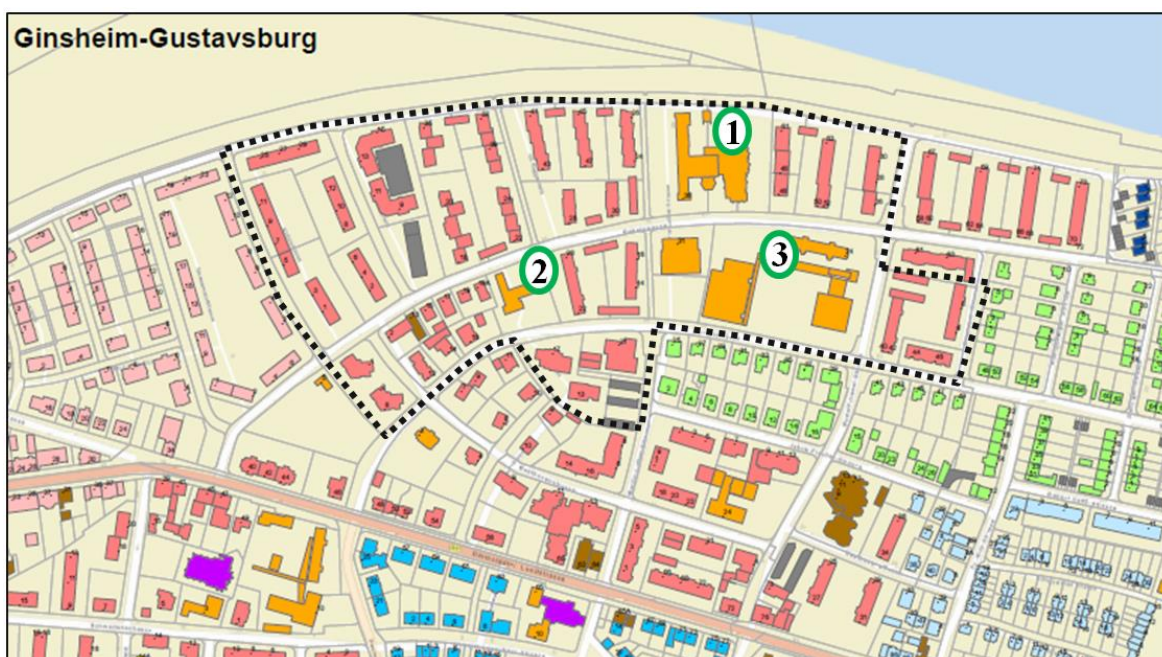


Abbildung 16: Untersuchungsraum in Ginsheim-Gustavsburg, Bestandsgebiet



Abbildung 17: Fotodokumentation Ginsheim-Gustavsburg, Bestandsgebiet

Abbildung 17 zeigt Ausschnitte der Fotodokumentation zur Gebäudesubstanz in Ginsheim-Gustavsburg. Besonders im nördlichen Bereich befindet sich eine ausgeprägte Zeilenbebauung mit kleinen und großen Mehrfamilienhäusern. Die Bebauungsstruktur im Zentrum des Gebiets ist durch kleine Mehrfamilienhäuser und Einfamilienhäuser gekennzeichnet.

Sowohl von den Wohnungsgesellschaften als auch von den (öffentlichen) Einrichtungen wurden umfangreiche Daten zu den Gebäuden und den Energieverbräuchen bereitgestellt, welche für die Analysen genutzt werden konnten.

Auf Grundlage der Wärmeverbräuche wurden Leistungsliniendichten für das Untersuchungsgebiet und angrenzende Strukturen gebildet. Abbildung 18 zeigt das Ergebnis für einen theoretischen Anschlussgrad von 100 %. Insbesondere im Bereich der größeren Mehrfamilienhäuser und der (öffentlichen) Einrichtungen sind hohe Wärmeleistungsliniendichten zu verzeichnen.

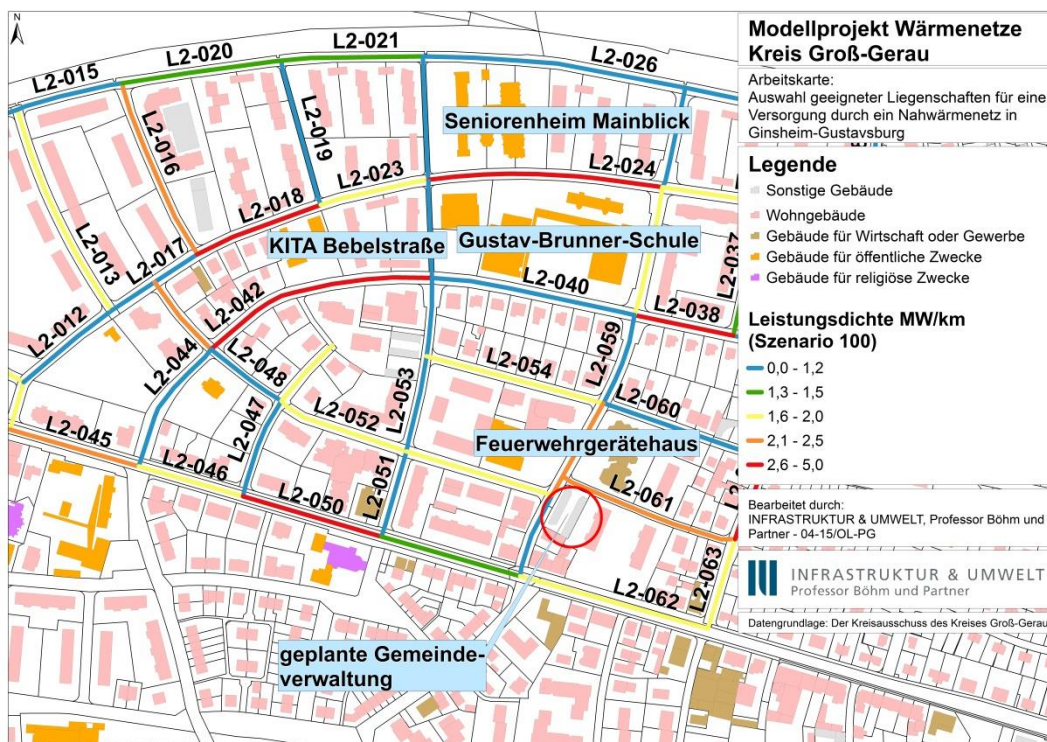


Abbildung 18: Leistungsliniendichten in Gustavsburg, Anschlussgrad 100%

Für eine erfolgsversprechende Umsetzung eines Wärmenetzes sind hohe Anschlussgrade erforderlich. Ob diese erreicht werden können, hängt wesentlich von der „Veränderungsbereitschaft“ der Akteure ab. Da für das Gebiet in Gustavsburg umfangreiche Daten der Wohnungsgesellschaften zum Gebäudebestand vorliegen, können hier detaillierte Untersuchungen erfolgen. Entscheidend für eine hohe Veränderungsbereitschaft und damit einen Anschluss an eine Netzlösung sind unter anderem folgende Kriterien:

- **Alter der Heizungsanlage:** Ist die Heizungsanlage im Gebäude älter als 15 Jahre alt, dann wird von einer hohen Veränderungsbereitschaft ausgegangen, da die Heizungsanlage dann sowieso demnächst erneuert werden sollte.
- **Art der Gebäudeheizung:** Bei Zentralheizungen ist eine Umstellung auf eine Netzlösung problemlos möglich. Auch bei Etagenheizungen ist dies möglich, wenn der bisherige Schornstein für die Verlegung von Leitungen im Gebäude genutzt werden kann. Es sind dennoch Eingriffe in die Wohnungen erforderlich und die Eigentümerstrukturen bezogen auf die Heizungsanlage verändern sich, so dass eine Umsetzung in der Praxis etwas schwieriger sein kann.
- **Energieträger:** Wenn bisher Heizöl als Energieträger eingesetzt wird, dann ergibt sich durch den Anschluss an eine Netzlösung der Vorteil, dass der Lagerraum für Brennstoffe entfällt und somit ein Raumgewinn möglich ist. Dies lässt eine erhöhte Veränderungsbereitschaft erwarten.

- **Alter der Gebäudehülle:** Wenn die Gebäudehülle älter als 35 Jahre ist und bisher keine größeren Sanierungstätigkeiten stattgefunden haben, lässt das auf eine höhere Veränderungsbereitschaft schließen, da dann im Zuge von sowieso anstehenden Sanierungsmaßnahmen auch eine Umstellung des Heizsystems erfolgen kann.

Anhand dieser Kriterien wurden die Gebäude im Untersuchungsraum analysiert und darauf aufbauend Netzvarianten erstellt.

4.2 Netzvarianten

Aus den Ergebnissen der Liniendichten, der Gasversorgungsgrade und den Erkenntnissen der Gebäudepotenziale werden nachfolgend vier Netzvarianten entwickelt. Angefangen bei zwei kleineren Lösungen, einer mittleren Lösung, bis hin zu einer Großvariante. Neben dem Trassenverlauf werden die angeschlossenen Gebäude und der Standort der Heizzentrale berücksichtigt.

4.2.1 Variante Gustavsburg A

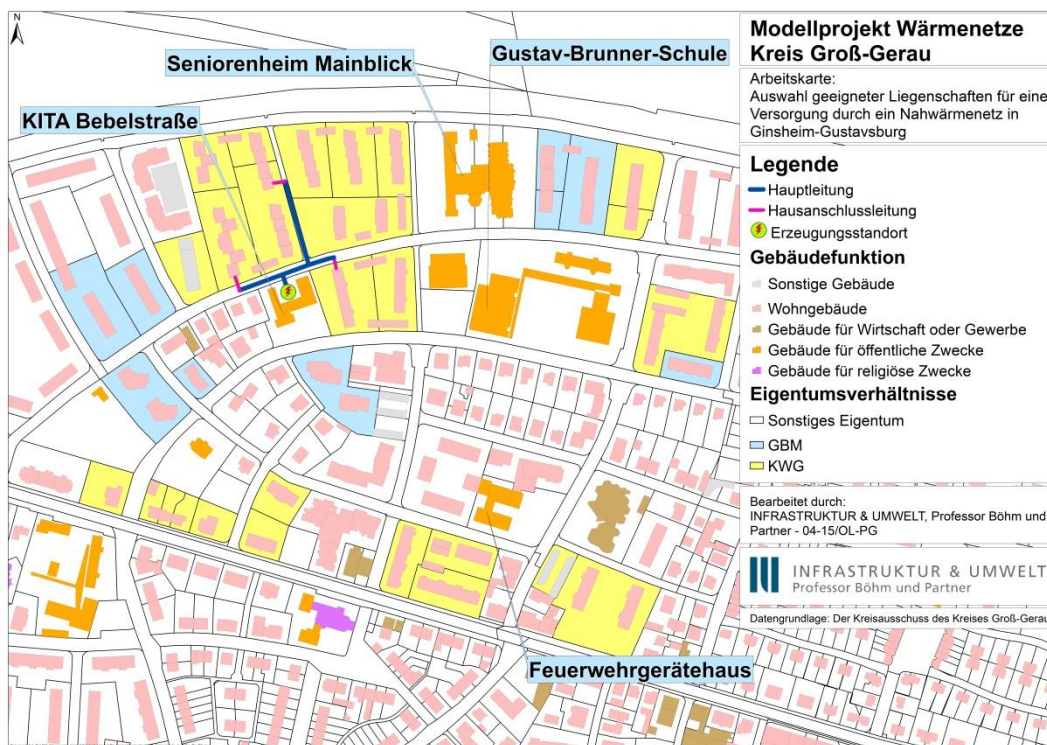


Abbildung 19: Netzvariante Gustavsburg A, Kindertagesstätte und Mehrfamilienhäuser

In der Abbildung 19 ist der Netzverlauf von Variante A zu erkennen. Dabei handelt es sich um eine Kleinvariante, bei der die Heizzentrale bei der Kindertagesstätte in der Bebelstraße 21 eingerichtet wird.

Für die drei Mehrfamilienhäuser der Wohnungsgesellschaften wird aufgrund der zuvor dargestellten Analyse zur Veränderungsbereitschaft eine hohe Anschlussbereitschaft angenommen. Die Netzlänge dieser Variante beträgt ca. 160 m.

Tabelle 6: Kenndaten Variante Gustavsburg A

Netzlänge	160 m
Angeschlossene (öffentliche) Einrichtungen	Kindertagesstätte
Angeschlossene sonstige (Wohn-)Gebäude	3

4.2.2 Variante Gustavsburg B

Durch die Erweiterung von Variante 1 um das Seniorenheim entsteht eine interessante Nutzmischung aus öffentlichen Einrichtungen und Mehrfamilienhäusern. Zudem hat das Seniorenheim einen vergleichsweise hohen Wärme- und Stromverbrauch. Daraus lassen sich positive Effekte auf den Betrieb und die Wirtschaftlichkeit dieser Variante erwarten. Dementsprechend wird angenommen, dass die Heizzentrale im Seniorenheim bzw. auf dem Gelände des Seniorenheims installiert werden könnte. Das Netz hat in der in Abbildung 20 dargestellten Variante eine Länge von etwa 275 m.

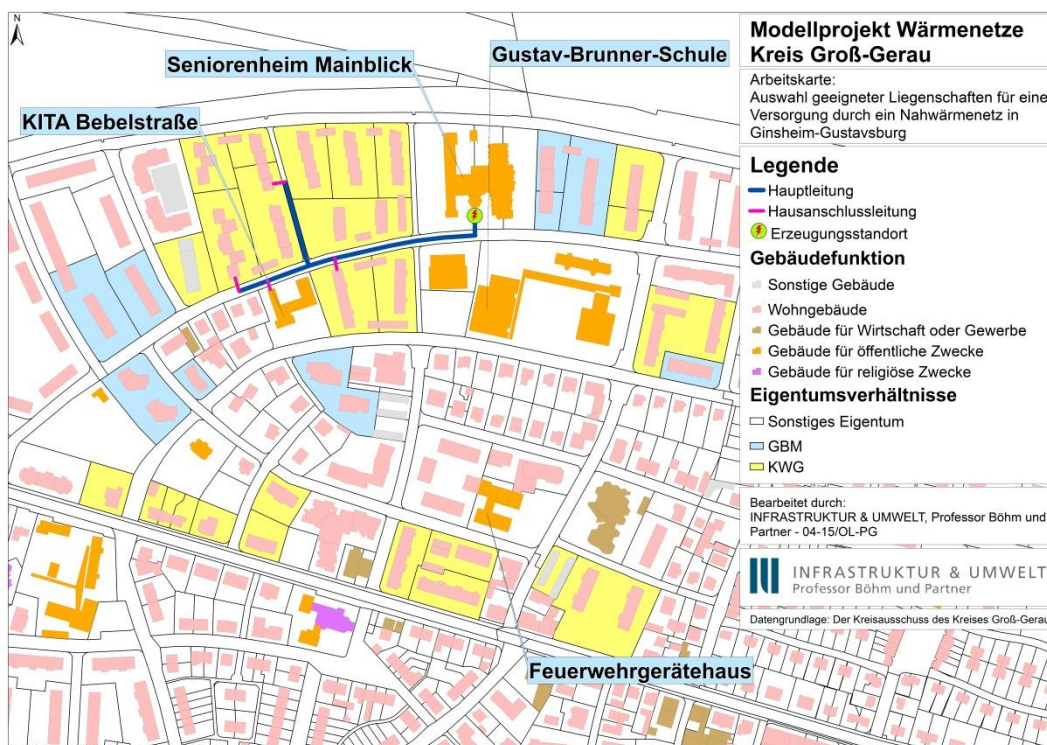


Abbildung 20: Netzvariante Gustavsburg B, Kindertagesstätte, Mehrfamilienhäuser und Seniorenheim

Tabelle 7: Kenndaten Variante Gustavsburg B

Netzlänge	275 m
Angeschlossene (öffentliche) Einrichtungen	Kindertagesstätte, Seniorenheim
Angeschlossene sonstige (Wohn-)Gebäude	3

4.2.3 Variante Gustavsburg C

Bei Variante C handelt es sich um eine größere Netzvariante, bei der alle potenziell geeigneten Gebäude der Wohnungsgesellschaften im Untersuchungsraum und die (öffentlichen) Einrichtungen Kindertagesstätte und Seniorenheim über ein Wärmenetz versorgt werden (siehe Abbildung 21). Diese Variante wurde gewählt, da die Anschlussbereitschaft im Bereich der Mehrfamilienhäuser der Wohnungsgesellschaften vergleichsweise hoch erwartet wird. Die Netzlänge der dargestellten Variante C beträgt ca. 780 m.

Die Gustav-Brunner-Schule bleibt zunächst unberücksichtigt, da sie erst kürzlich energetisch saniert wurde (incl. Erneuerung der Heizungsanlage) und angenommen wird, dass in naher Zukunft keine Anschlussbereitschaft besteht. Ein Anschluss zu einem späteren Zeitpunkt wäre aber möglich.

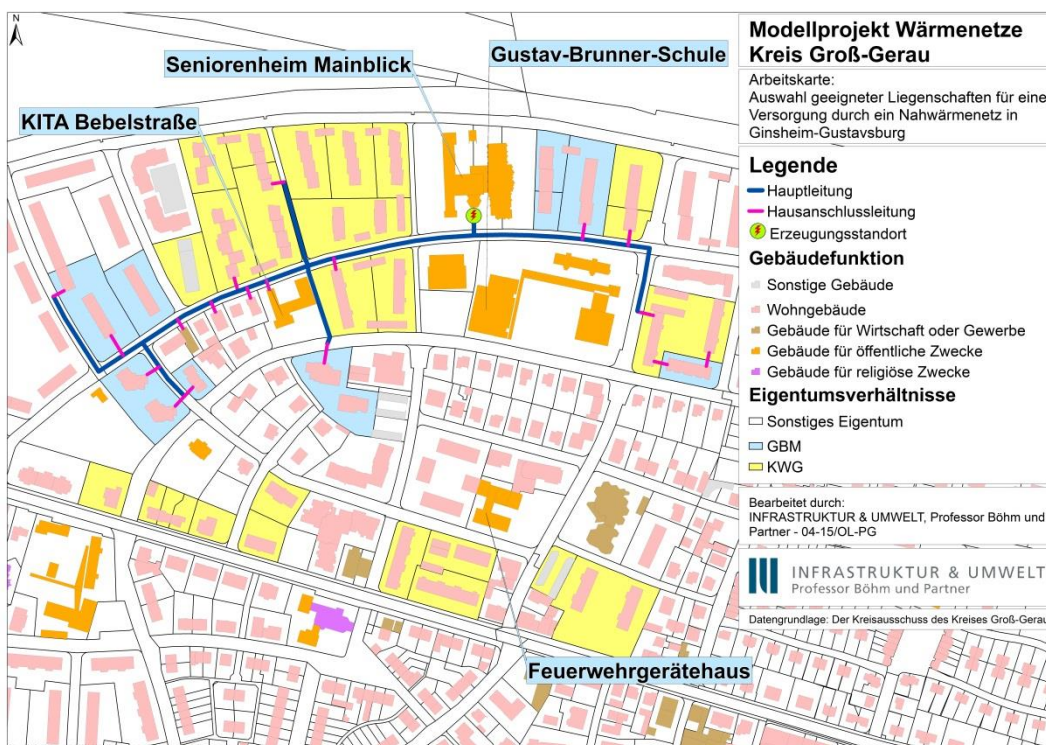


Abbildung 21: Netzvariante Gustavsburg C, Kindertagesstätte, Mehrfamilienhäuser und Seniorenheim

Tabelle 8: Kenndaten Variante Gustavsburg C

Netzlänge	780 m
Angeschlossene (öffentliche) Einrichtungen	Kindertagesstätte, Seniorenheim
Angeschlossene sonstige (Wohn-)Gebäude	17

4.2.4 Variante Gustavsburg D

Im Rahmen von Variante D wird ein über das vorab ausgewählte Untersuchungsgebiet hinausgehendes Wärmenetz betrachtet, da sich dort ebenfalls interessante Strukturen für Wärmenetze befinden. Dazu gehören beispielsweise das Feuerwehrgerätehaus, ein Bürogebäude, große Wohngebäude und eine geplante Gemeindeverwaltung. Da außerhalb des Untersuchungsgebietes keine detaillierten Informationen auf Gebäudeebene vorliegen, wird angenommen, dass die Anschlussbereitschaft im Bereich der Wohngebäude bei ca. 50 % liegen würde. Daher wurde beispielhaft jedes zweite Gebäude an das Wärmenetz angeschlossen. Die Netzlänge der in Abbildung 22 dargestellten Variante beträgt ca. 1.800 m.

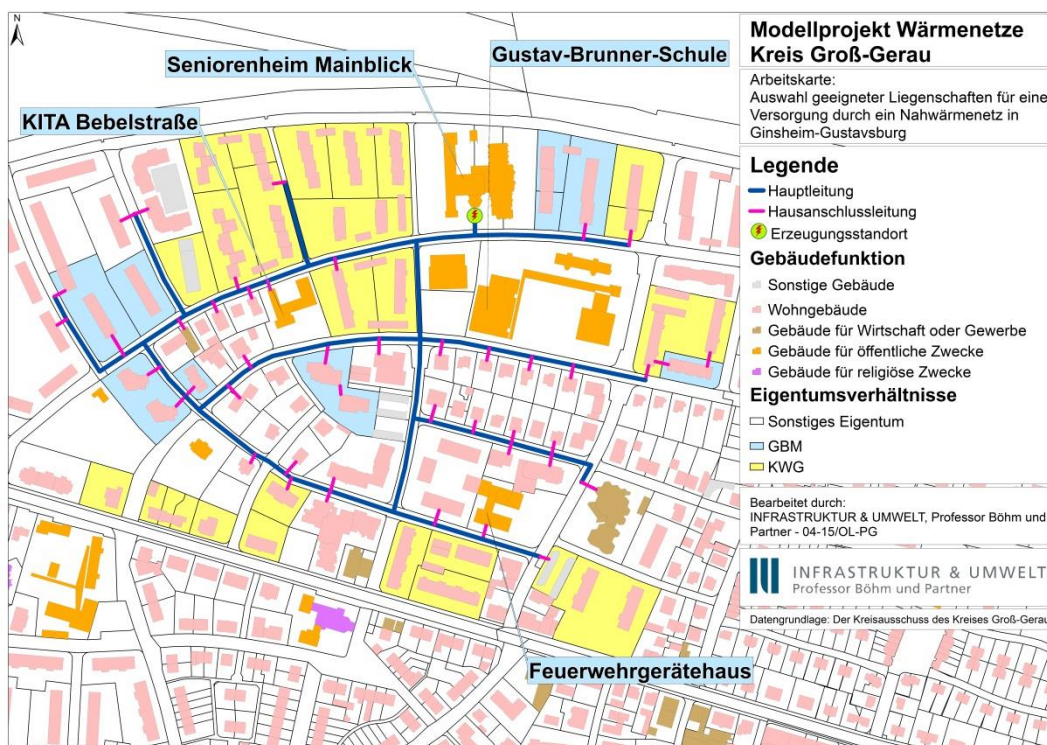


Abbildung 22: Netzvariante Gustavsburg D, Kindertagesstätte, Mehrfamilienhäuser, Einfamilienhäuser, Seniorenheim und weitere Gebäude

Tabelle 9: Kenndaten Variante Gustavsburg D

Netzlänge	1.800 m
Angeschlossene (öffentliche) Einrichtungen	Kindertagesstätte, Seniorenheim, Feuerwehrgerätehaus, ggf. neue Gemeindeverwaltung
Angeschlossene sonstige (Wohn-)Gebäude	41

4.3 Erzeugungskonzepte

In Tabelle 10 sind die Energieverbräuche der Gebäude, die bei den vier Netzvarianten für Ginsheim-Gustavsburg an das Wärmenetz angeschlossen sind, dargestellt. Hierbei wurde eine Reduktion des aktuellen Wärmeverbrauchs um durchschnittlich 10 % bis 30 % (abhängig des Gebäudetyps) angenommen, um zukünftige energetische Sanierungsmaßnahmen zu berücksichtigen. Bei den Gebäuden der Wohnungsgesellschaften wurde berücksichtigt, dass ein Großteil der Gebäude bereits energetisch saniert ist. Zusätzlich zeigt die Tabelle den Wärmeverbrauch je Meter Netzlänge.

Tabelle 10: Übersicht der Energieverbräuche in den Varianten Gustavsburg

Netzvariante	Wärmeverbrauch in den Gebäuden [MWh/a]	Stromverbrauch in den Gebäuden [MWh/a]	Wärmeverbrauch je m Netzlänge [MWh/(m*a)]
Gustavsburg A	529	106	3,3
Gustavsburg B¹³	■	■	6,4
Gustavsburg C	2.723	763	3,5
Gustavsburg D	4.115	1.343	2,3

Die folgende Tabelle 11 zeigt die untersuchten Erzeugungskonzepte für die vier Netzvarianten. Bei den Konzepten mit Stromerzeugung werden Alternativen mit und ohne Stromeigennutzung berechnet. Die Stromeigennutzung erfolgt dann jeweils in dem Gebäude, in dem (bzw. auf dessen Grundstück) sich die Heizzentrale befindet.

Bei den Varianten B, C und D wurde ein Redundanz-Kessel berücksichtigt, der eine Ausfallsicherheit gewährleistet. Dabei wurde angenommen, dass der bestehende Kessel im Seniorenheim als Redundanz-Kessel weiter verwendet werden kann.

Tabelle 11: Übersicht über die Erzeugungskonzepte für Gustavsburg

Grundlasterzeuger	Untersucht in Netzvarianten	Spitzenlast- erzeuger	Standort der Heizzentrale
Erdgas BHKW	A, B, C, D	Erdgas-Kessel	Kindertagesstätte (Var. A) Seniorenheim (Var. B) Separates Gebäude (Var. C, D)
Holzhackschnitzel- Heizwerk	A, B, C, D	Erdgas-Kessel	Separates Gebäude auf Gelände der Kindertagesstätte (Var. A) Separates Gebäude auf Gelände des Seniorenheims (Var. B, C, D)

¹³ Aus datenschutzrechtlichen Gründen können Wärme- und Stromverbrauch für diese Variante nicht dargestellt werden.

4.4 Bewertung der Varianten

4.4.1 Wirtschaftlichkeit

Die Abbildung 23 zeigt die Investitionskostenübersicht der betrachteten Varianten in Gustavsburg. Mit zunehmender Netzlänge nehmen die Netzinvestitionen stark zu. Bei den Erzeugungsanlagen kommen hingegen Skaleneffekte zum Tragen, so dass die Mehrinvestitionen für die Erzeugungsanlagen bei der großen Netzvariante im Verhältnis zum Netz geringer ausfallen. Sind bei den Varianten A, B und C noch die Erzeugungsanlagen der größte Kostenblock bei der Investition, so ist dies bei Variante D das Netz mit den dazugehörigen Übergabestationen.

Die Biomasse-Varianten liegen bezogen auf die Investitionskosten der Erzeugungsanlagen und Peripherie in einer ähnlichen Größenordnung wie die Erdgas-BHKW-Lösungen.

An dieser Stelle unberücksichtigt sind etwaige Investitionszuschüsse durch Förderprogramme, diese fließen erst bei der Berechnung der Wärmepreise ein.

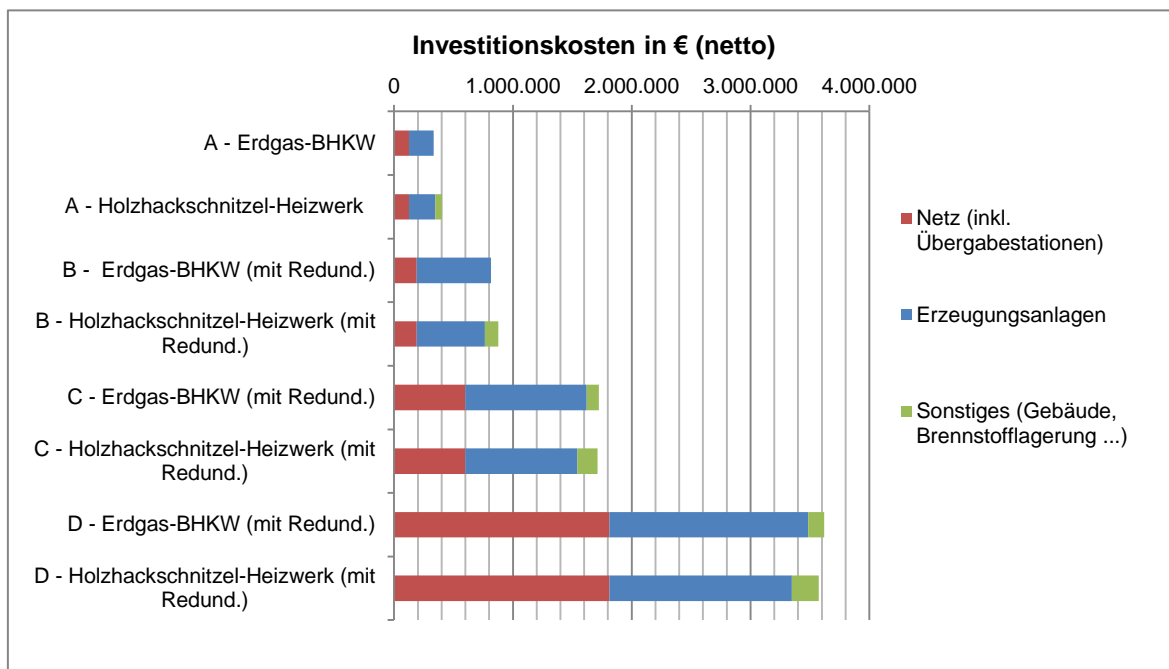


Abbildung 23: Investitionskosten der Varianten in Gustavsburg

Die Investitionskostenanteile sind in Abbildung 24 dargestellt. Hier wird noch einmal deutlich, dass die Netzkosten in der größten Netzvariante den mit Abstand höchsten Anteil an den Gesamtkosten haben. Aufgrund der hohen Energieverbräuche auf relativ geringer Fläche / Wegstrecke sind die Netzkosten bei Variante B anteilig nur bei etwa 25 % der Gesamtinvestition.

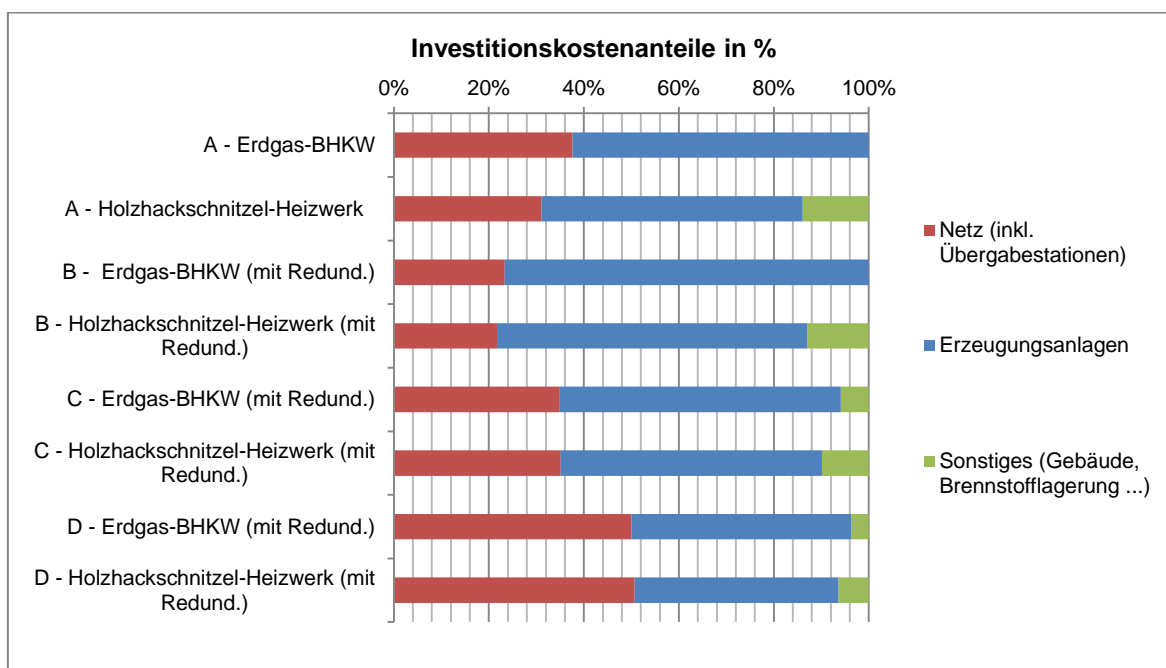


Abbildung 24: Investitionskostenanteile der Varianten in Gustavsburg

In der Abbildung 25 sind die aus der Wirtschaftlichkeitsrechnung resultierenden Wärmepreise der verschiedenen Varianten (inkl. einer Marge für Wagnis und Gewinn von 1,2 ct/kWh) dargestellt. Folgende Erkenntnisse lassen sich daraus ableiten:

- Bei Variante A sind die Wärmepreise bei allen Erzeugungskonzepten vergleichbar. Aufgrund des im Verhältnis geringen Stromverbrauchs der Kindertagesstätte kommt der Effekt der Stromeigennutzung kaum zum Tragen.
- Variante B schneidet insbesondere mit der BHKW-Lösung und bei Stromeigennutzung im Seniorenheim sehr günstig ab. Die Preise liegen deutlich unter Variante A. Dies liegt vor allem am hohen Wärme- und Stromverbrauch des Seniorenheims, was zu einer hohen Auslastung der Erzeugungseinheiten und zu hohen Stromeinsparungen führt.
- Die größeren Netzvarianten werden wieder teurer, weil die Netzlängen überproportional zur abgesetzten Wärmemenge steigen. Das führt dazu, dass der Wärmeverbrauch je m Netzlänge sinkt (siehe Tabelle 10) und sich die hohen Netzkostenanteile negativ auf die Wärmegestehungskosten auswirken.
- Biomasse-Lösungen spielen den Vorteil der verhältnismäßig geringen Brennstoffkosten vor allem bei den großen Netzlösungen aus. Bei Variante C und D sind die Biomasseanlagen vergleichbar bzw. sogar leicht günstiger als die BHKW-Lösungen mit Stromeigennutzung.
- Der Vergleich zu den anlegbaren Fernwärmekosten (Erläuterungen zur Methodik siehe Kap. 3.3.5) zeigt, dass Varianten B und C in konkurrenzfähigen Größenordnungen liegen. Insbesondere die Erdgas-BHKW-Variante B mit Stromeigennutzung liegt in einem Bereich, der auch im Vergleich zur Einzelversorgung mit Erdgas-Kesseln interessant ist.

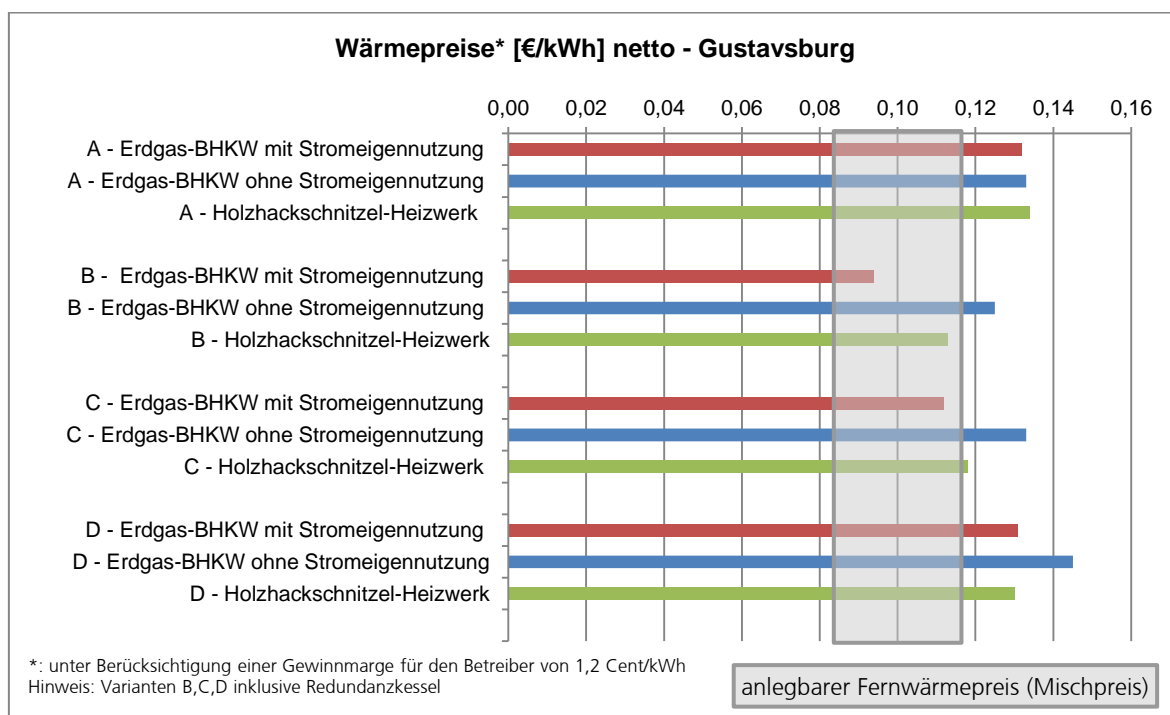


Abbildung 25: Wärmepreise der Varianten in Gustavsburg

Sensitivitätsanalyse

Im Rahmen einer Sensitivitätsanalyse wurde betrachtet, wie sich eine Reduktion des Wärmeverbrauchs auf die Wirtschaftlichkeit des Wärmenetzes auswirken würde. Dies wurde beispielhaft für die Variante C mit Erdgas-BHKW und Stromeigennutzung gerechnet. In der zuvor betrachteten Basisvariante liegt der Wärmepreis bei 11,2 Cent/kWh (netto), wobei eine Reduktion des Energieverbrauchs durch energetische Sanierung in einem Umfang von 10 bis 20 % unterstellt ist (abhängig von Gebäudetyp).

Bei einer Anlagendimensionierung wie in der Basisvariante und einer weiteren Reduktion des Wärmeverbrauchs um zusätzlich 30 % – beispielsweise durch verstärkte energetische Sanierung – würden sich die Wärmepreise um ca. 1 Cent/kWh auf 12,1 Cent/kWh erhöhen.

Bei einer Reduktion des Wärmeverbrauchs um zusätzlich 50 % bezogen auf die Basisvariante würde sich der Wärmepreis auf 13,5 Cent/kWh erhöhen (ebenfalls bei gleicher Anlagenauslegung wie in der Basisvariante (Überdimensionierung)).

Die Auswirkungen des reduzierten Wärmeverbrauchs sind in der betrachteten Variante merkbar, aber dennoch vergleichsweise gering. Dies hängt vor allem damit zusammen, dass der Wärmepreis stark von der Stromeigennutzung abhängt. Eine Reduktion des

Wärmeverbrauchs macht sich daher nicht so stark bemerkbar, wie vielleicht erwartet. Bei anderen Erzeugungskonzepten (z.B. Biomasse) sind die Auswirkungen eines verringerten Wärmeverbrauchs auf den Wärmepreis deutlich stärker.

4.4.2 Energetische Bewertung und Klimawirkungen

In Abbildung 26 und Abbildung 27 sind der Primärenergieverbrauch und die CO₂-Emissionen (Äquivalente) der betrachteten Varianten in Gustavsburg im Vergleich zur Einzelversorgung der jeweiligen Gebäude dargestellt. Zur Berechnung der Einzelversorgung wurde der durchschnittliche Wärme-Energiemix der Haushalte im Kreis Groß-Gerau aus dem „Klimaschutzteilkonzept Integrierte Wärmenutzung Kreis Groß-Gerau“ angesetzt (TSB 2012).

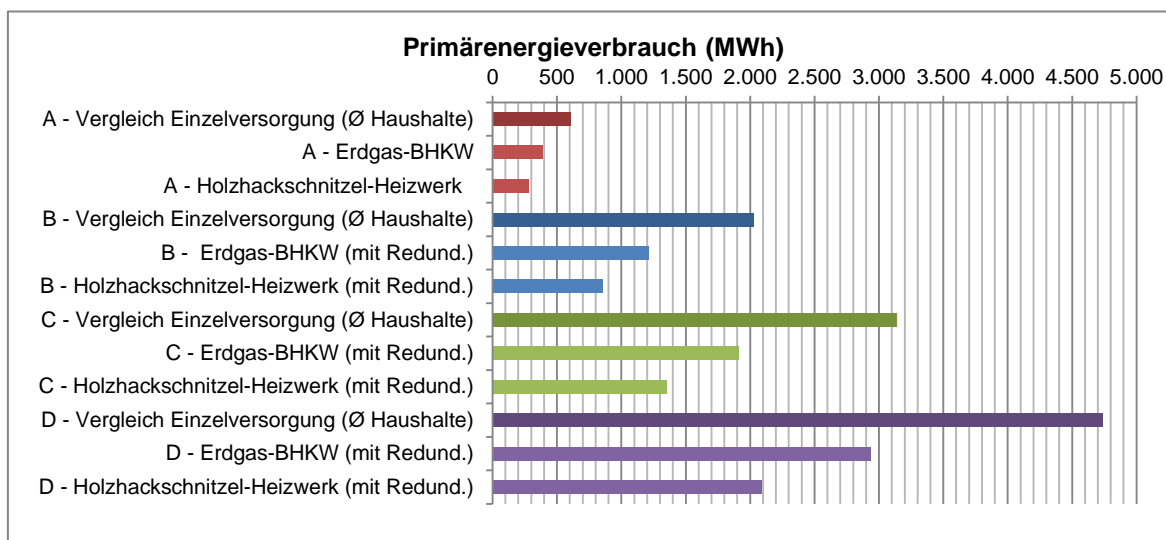


Abbildung 26: Primärenergieverbrauch der Varianten in Gustavsburg

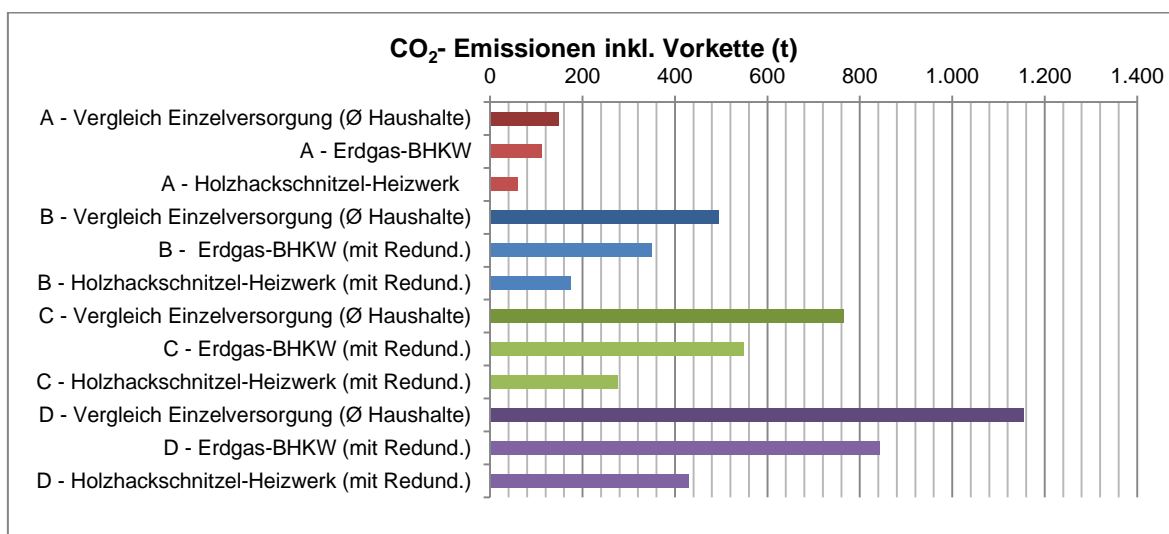


Abbildung 27: CO₂-Emissionen der Varianten in Gustavsburg

Folgende Punkte lassen sich für die Varianten festhalten:

- Sowohl bezogen auf den Primärenergieverbrauch als auch bezogen auf die CO₂-Emissionen sind alle Netzvarianten im Vergleich zur Einzelversorgung deutlich im Vorteil.
- Die Biomasse-Lösungen schneiden aufgrund ihrer geringen Primärenergiefaktoren und der geringen spezifischen CO₂-Emissionen in beiden Betrachtungen besser ab, als die Konzepte mit Erdgas-BHKW.

4.5 Schlussfolgerungen und Übertragbarkeit der Ergebnisse aus Gustavsburg

Aus den Analysen zu einem möglichen Wärmenetz im Gebäudebestand in Gustavsburg können folgende Schlüsse gezogen werden:

- Das Fallbeispiel Gustavsburg zeigt, dass es auch in Bestandsgebieten bei einer Nutzungsmischung von Wohnen und öffentlichen Einrichtungen (bzw. Einrichtungen der sozialen Infrastruktur) möglich ist, Wärmenetze mit konkurrenzfähigen Wärmepreisen aufzubauen.
- Entscheidende Faktoren für die Wirtschaftlichkeit der betrachteten Varianten sind
 - der Anschluss des Seniorenheims als Wärme- und Strom-Großverbraucher,
 - der Anschluss der zur Sanierung anstehenden Mehrfamilienhäuser der Wohnbau-gesellschaften,
 - die Möglichkeit und der Umfang der Stromeigennutzung,
 - der richtige Netzumgriff (Optimierung von Netzlänge und Wärmeabsatz).
- Insofern sind die mittleren Varianten, die sich auf das Seniorenheim und die Mehrfamilienhäuser in der August-Bebel-Straße konzentrieren, insbesondere dann interessant,

wenn sie als BHKW-Lösung mit der Möglichkeit der Stromeigennutzung im Seniorenheim betrieben werden können.

- Biomasse-Lösungen spielen ihre Vorteile der geringen Brennstoffkosten insbesondere bei größeren Netzvarianten aus. Bei den mittleren Varianten B und C ist auch eine reine Heizwerkslösung auf Basis von Holzhackschnitzeln noch in der Lage konkurrenzfähige Wärmepreise zu generieren.
- Die Ausweitung des Netzes hin zu einer stärkeren Versorgung von kleineren Wohngebäuden im Gebäudebestand stellt sich aus wirtschaftlicher Sicht schwierig dar.
- Im Vergleich zum aktuellen Durchschnitt des Wärmeverbrauchs der Haushalte im Kreis Groß-Gerau sind alle betrachteten netzgebundenen Versorgungslösungen sowohl hinsichtlich Primärenergieverbrauch als auch in Bezug auf die CO₂-Emissionen von Vorteil. Naturgemäß haben hier die Biomasselösungen einen Vorteil und die Wirkung wird umso größer, je größer die Nahwärmelösung ist.

Aus den beispielhaften Betrachtungen für Gustavsburg kann zwar keine Allgemeingültigkeit dieser Schlussfolgerungen abgeleitet werden, es ist aber davon auszugehen, dass sie auf viele Situationen in anderen Kommunen übertragbar sind. Insbesondere lassen sich die Ergebnisse aus Gustavsburg auf ähnliche Gebäude-Konstellationen in anderen Kommunen übertragen.

Besonders positiv wirkt sich in Gustavsburg die räumliche Nähe von Mehrfamilienhausbebauung und dem Seniorenheim als Großverbraucher aus. Solche Konstellationen gilt es für die Umsetzung von Wärmenetzen mit effizienten Erzeugungstechniken zu nutzen. Damit können bei wirtschaftlich konkurrenzfähigen Preisen enorme Primärenergie- und CO₂-Einsparungen realisiert werden.

Bezüglich der Umsetzung sind auch die Eigentumsverhältnisse in Gustavsburg positiv hervorzuheben, da ein Großteil der Wohnbebauung in der Hand von Wohnungsgesellschaften ist, welche sich für eine energie- und klimaeffiziente Versorgung ihrer Immobilien und niedrige Kosten ihrer Mieter einsetzen. Damit ist die Zahl der Akteure überschaubar und es gibt ein klares Interesse an den erzielbaren Vorteilen einer Wärmenetzlösung. Auch in anderen Kommunen sollten Wärmenetzlösungen daher intensiv mit der vor Ort tätigen Wohnungswirtschaft diskutiert werden.

5 Fallbeispiel Büttelborn: Dorfkern

5.1 Umfeldanalyse, Beschreibung und Abgrenzung des Gebiets

Analog zur Betrachtung in Ginsheim-Gustavsburg (Kapitel 4) wurde auch in Büttelborn auf den Ergebnissen des Klimaschutzteilkonzepts „Integrierte Wärmenutzung für den Kreis Groß-Gerau“ (TSB 2012) aufgebaut. Abbildung 28 zeigt einen Ausschnitt der Wärmekarte für die Gemeinde Büttelborn. Die flächenbezogenen Wärmedichten liegen in der Gemeinde überwiegend im mittleren Bereich.

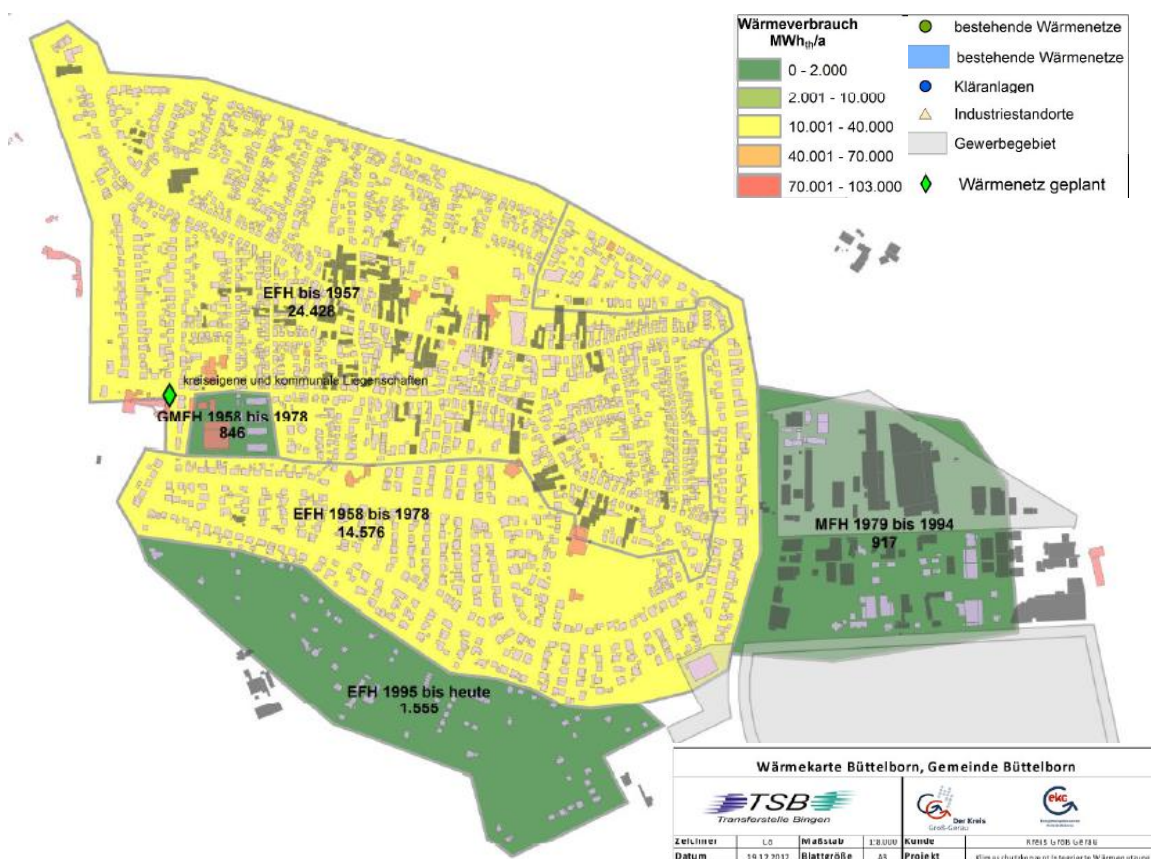


Abbildung 28: Ausschnitt der Wärmekarte Büttelborn, Gemeinde Büttelborn
Quelle: TSB 2012 (angepasst)



Abbildung 29: Fotodokumentation Büttelborn

Obwohl der Fokus der Betrachtung vereinbarungsgemäß auf der (Wohn-)Bebauung im Umfeld des Rathauses liegen sollte, wurde am Beispiel Büttelborns eine flächendeckende Analyse durchgeführt, nicht zuletzt um die prinzipielle Vorgehensweise der Umfeldanalyse anschaulich zu machen.

Neben dem Wärmeverbrauch sind die vorhandenen Versorgungsstrukturen relevant für die Umsetzbarkeit von Wärmenetzlösungen. In Abbildung 30 sind die Gasversorgungsgrade in Büttelborn abgebildet. Blaue und grüne Linien zeigen geringe Gasversorgungsgrade an, rote und orangene Linien hingegen deuten auf eine hohe Gasversorgung hin.

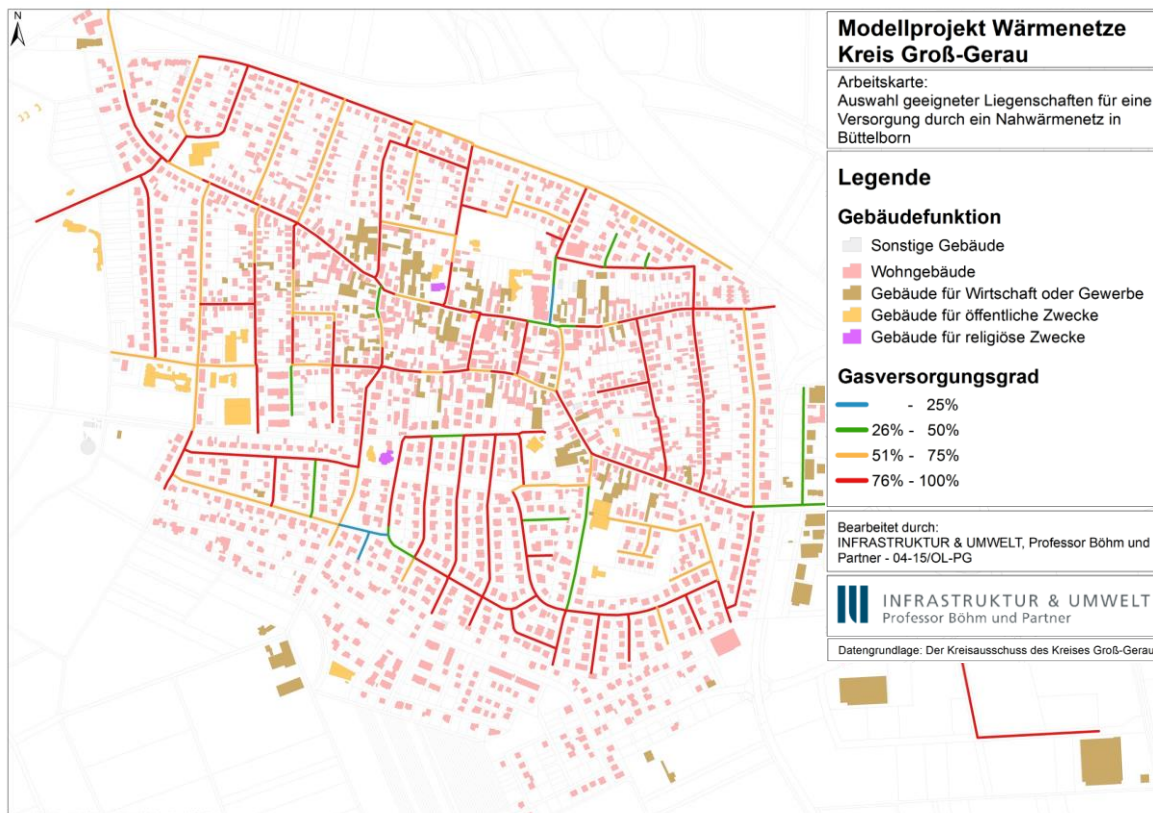


Abbildung 30: Gasversorgungsgrad Büttelborn

Die Abbildung verdeutlicht, dass Büttelborn insgesamt über einen sehr hohen Gasversorgungsgrad verfügt (im Durchschnitt 78 %). Vor diesem Hintergrund sind hohe Anschlussgrade an ein Wärmenetz - insbesondere im Bereich der Ein- und Zweifamilienhäuser – schwer zu erreichen.

In Abbildung 31 sind die aktuellen Leistungsliniendichten (MW/km) für die einzelnen Straßenzüge dargestellt.

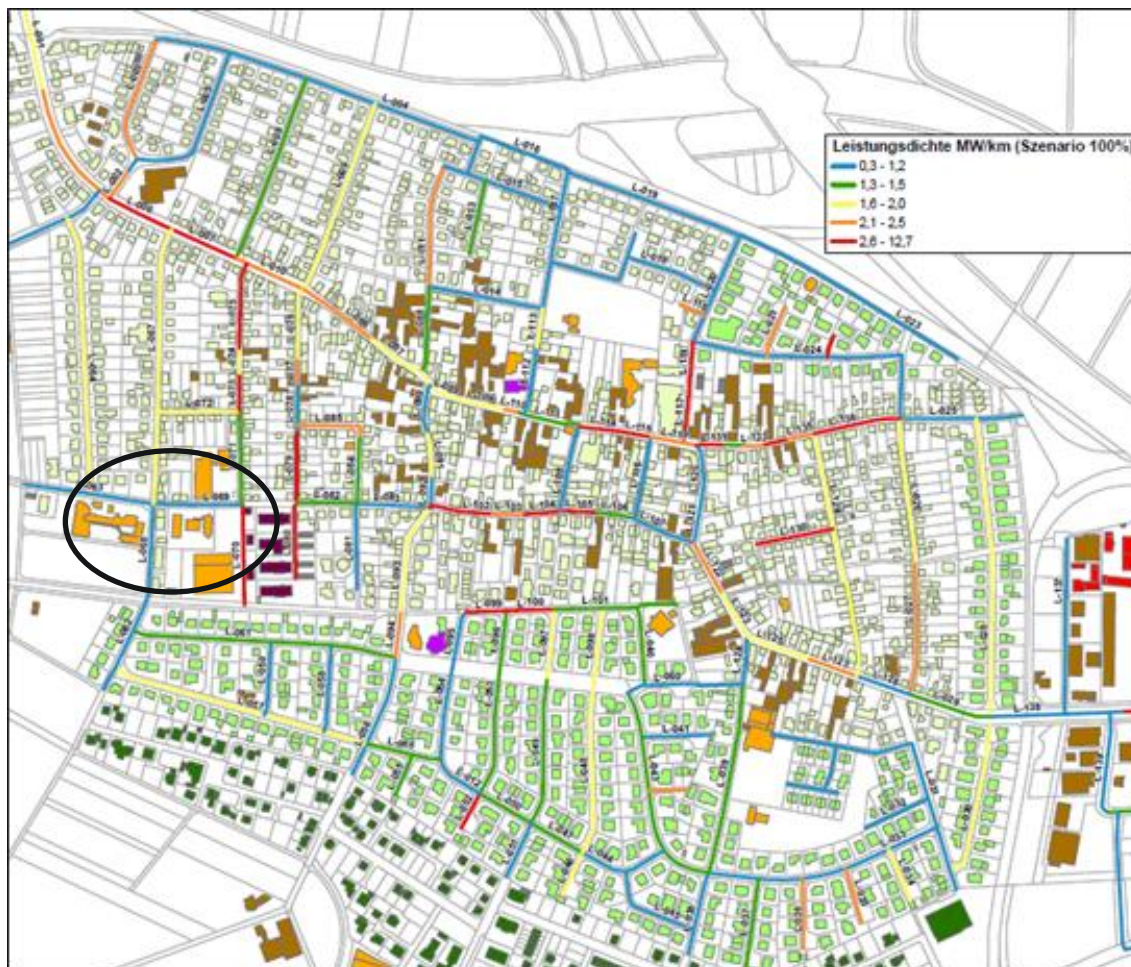


Abbildung 31: Leistungsliniendichten in Büttelborn, Anschlussgrad 100 %

Abschnitte, die orange und rot gefärbt sind, zeigen Leistungsdichten, die deutlich über dem zuvor genannten Richtwert von 1,5 MW/km liegen. Die Abbildung zeigt, dass bei einem angenommenen Anschlussgrad von 100 % einige Straßenzüge interessant für eine Netzlösung sein könnten. Dabei zeichnet sich auch im Südwesten der Bereich der Pestalozzischule / Kreissporthalle / Kindergarten ab, in dem bereits seit 2013 ein Wärmenetz betrieben wird (schwarze Markierung).

Grundsätzlich kann festgehalten werden, dass Büttelborn aufgrund der flächendeckenden Gasversorgung, der hohen Gasversorgungsgrade sowie der überwiegend geringen Liniendichten kein großflächiges Potenzial für den wirtschaftlichen Aufbau von Nahwärmenetzen hat. Das ist nicht überraschend und entspricht den Erwartungen und Erfahrungen aus anderen Kommunen.

Im Folgenden wird daher schwerpunktmäßig untersucht, ob eine zweite Nahwärmelösung im Umfeld der Gemeindeverwaltung als Kristallisationskeim möglich ist. Dies wird anhand von drei Netzvarianten beispielhaft betrachtet. In einer dritten Variante wird – trotz o.g. Befundes – im Sinne einer exemplarischen Betrachtung auch ein Netz im weiteren Umfeld der Gemeindeverwaltung untersucht.

5.2 Netzvarianten

5.2.1 Variante Büttelborn 1

Abbildung 32 zeigt eine Nahwärmeinsel, bei der sich die Heizzentrale in der Gemeindeverwaltung befindet. Über eine kurze Leitung (ca. 15 m) könnte das Mehrfamilienhaus östlich der Gemeindeverwaltung mitversorgt werden. Aufgrund der Kombination aus verschiedenen Nutzungsprofilen (Verwaltungsgebäude und Wohngebäude) werden vorteilhafte Lastganglinien erwartet.

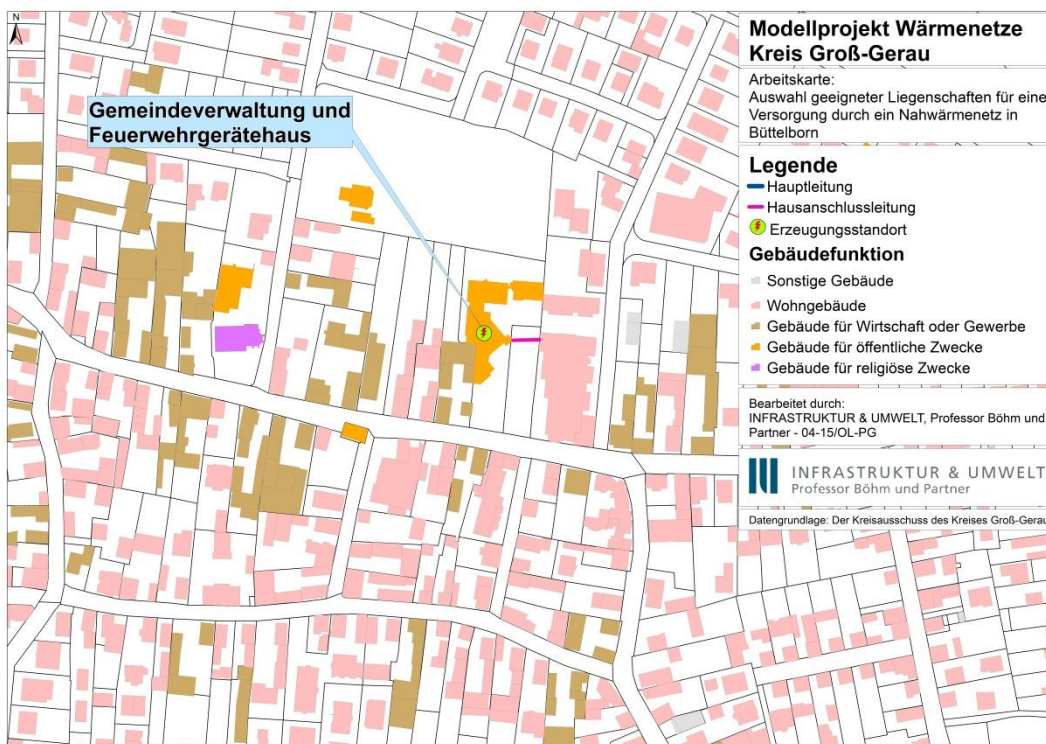


Abbildung 32: Netzvariante Büttelborn 1: Gemeindeverwaltung und Mehrfamilienhaus

Tabelle 12: Kenndaten Variante Büttelborn 1

Netzlänge	15 m
Angeschlossene (öffentliche) Einrichtungen	Gemeindeverwaltung
Angeschlossene sonstige (Wohn-)Gebäude	1

5.2.2 Variante Büttelborn 2

Variante Büttelborn 2 in Abbildung 33 baut auf Variante 1 auf und erweitert diese. Dabei werden geeignete Liniendichten aus Abbildung 31 als Kriterium herangezogen. Es wird angenommen, dass die Anschlussbereitschaft an ein Wärmenetz nicht bei allen Beteiligten vorhanden ist. Deshalb wird in Variante 2 beispielhaft angenommen, dass jedes zweite Gebäude ans Wärmenetz angeschlossen wird (siehe Abbildung 33).

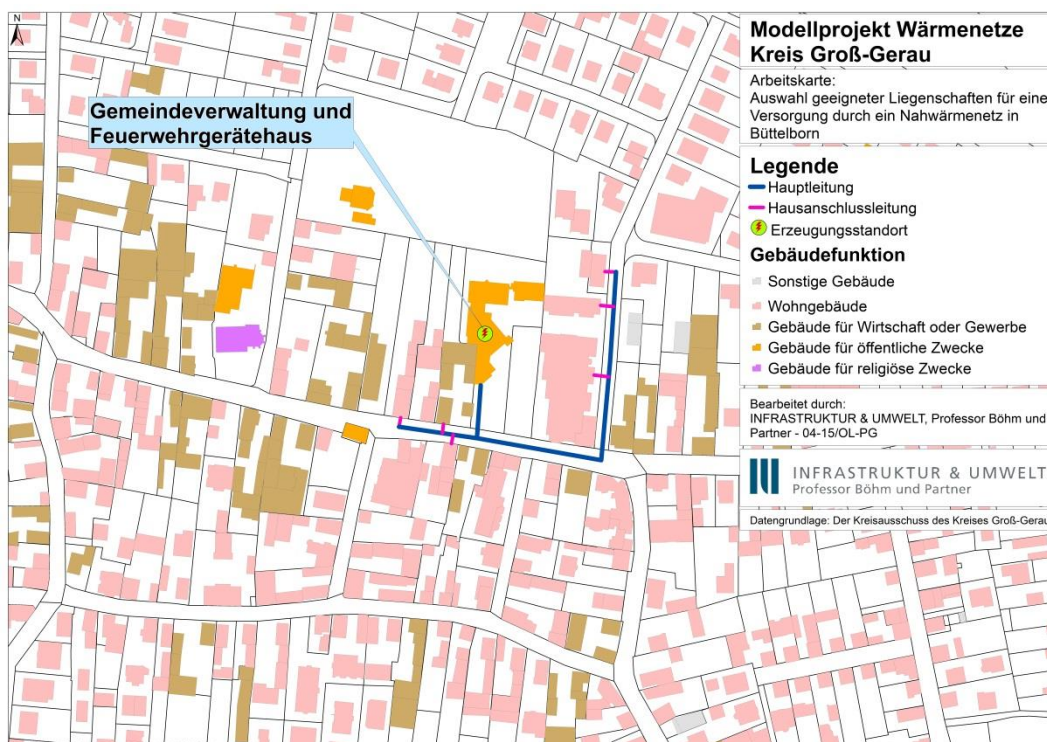


Abbildung 33: Netzvariante Büttelborn 2: Gemeindeverwaltung, Mehrfamilienhaus und einige angrenzende Einfamilienhäuser teils mit gewerblicher Nutzung

Tabelle 13: Kenndaten Variante Büttelborn 2

Netzlänge	250 m
Angeschlossene (öffentliche) Einrichtungen	Gemeindeverwaltung
Angeschlossene sonstige (Wohn-)Gebäude	6

5.2.3 Variante Büttelborn 3

Mit Variante 3 in Abbildung 34 wird eine größere Netzlösung untersucht. Wie Variante 2 orientiert sich diese ebenfalls an den Liniendichten aus Abbildung 31. Dabei wird versucht, alle potenziell geeigneten Liniendichten in räumlicher Nähe der Gemeindeverwaltung über ein Wärmenetz zu erschließen. Analog zu Variante 2 wird auch hierbei davon ausgegangen, dass die Anschlussbereitschaft bei ungefähr 50 % liegt, weshalb beispielhaft angenommen wurde, dass jedes zweite Gebäude ans Wärmenetz angeschlossen wird.

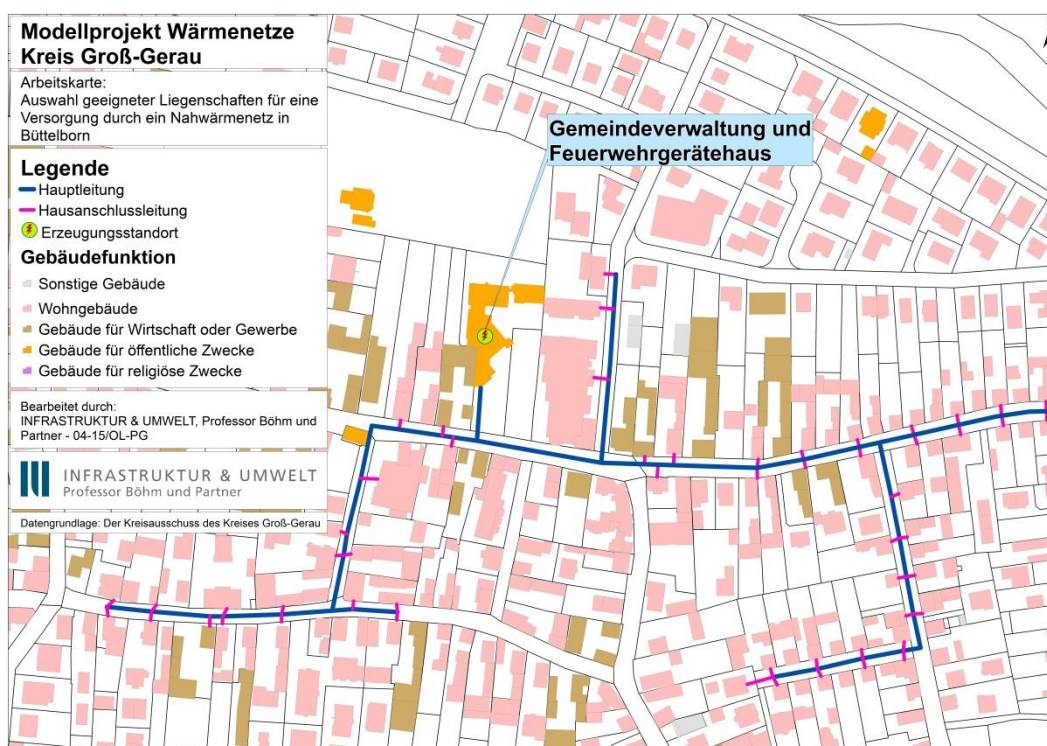


Abbildung 34: Netzvariante Büttelborn 3: Großvariante

Tabelle 14: Kenndaten Variante Büttelborn 3

Netzlänge	980 m
Angeschlossene (öffentliche) Einrichtungen	Gemeindeverwaltung
Angeschlossene sonstige (Wohn-)Gebäude	55

5.3 Erzeugungskonzepte

Tabelle 15 zeigt die Energieverbräuche der Gebäude, die bei den drei Netzvarianten für Büttelborn an das Wärmenetz angeschlossen sind. Hierbei wurde eine Reduktion des aktuellen Wärmeverbrauchs um durchschnittlich 10 % bis 20 % (abhängig des Gebäudetyps) angenommen, um zukünftige energetische Sanierungsmaßnahmen zu berücksichtigen. Zusätzlich zeigt die Tabelle den Wärmeverbrauch je Meter Netzlänge. Hierbei wird deutlich, dass die größeren Netzvarianten eine deutlich geringere Wärmeabnahme je Meter Netzlänge haben.

Tabelle 15: Übersicht der Energieverbräuche in den Varianten Büttelborn

Netzvariante	Wärmeverbrauch in den Gebäuden [MWh/a]	Stromverbrauch in den Gebäuden [MWh/a]	Wärmeverbrauch je m Netzlänge [MWh/(m*a)]
Büttelborn 1	240	183	16,0
Büttelborn 2	779	228	3,1
Büttelborn 3	2.368	467	2,4

Die folgende Tabelle 16 zeigt die untersuchten Erzeugungskonzepte für die drei Netzvarianten. Bei den Konzepten mit Stromerzeugung werden Alternativen mit und ohne Stromeigennutzung berechnet. Die Stromeigennutzung erfolgt dann jeweils in dem Gebäude, in dem (bzw. auf dessen Grundstück) sich die Heizzentrale befindet.

Bei der großen Netzvariante 3 wurde ein Redundanz-Kessel berücksichtigt, der eine Ausfallsicherheit gewährleistet. Er entspricht in der Leistung dem Spitzenlastkessel.

Tabelle 16: Übersicht über die Erzeugungskonzepte für Büttelborn

Grundlasterzeuger	Untersucht in Netzvarianten	Spitzenlast-erzeuger	Standort der Heizzentrale
Erdgas BHKW	1, 2, 3	Erdgas-Kessel	Gemeindeverwaltung (Var. 1) Separates Gebäude (Var. 2, 3)
Brennstoffzelle	1, 2	Erdgas-Kessel	Gemeindeverwaltung (Var. 1) Separates Gebäude (Var. 2)
Holzpellet-Heizwerk	1, 2	Erdgas-Kessel	Separates Gebäude auf Gelände der Gemeindeverwaltung
Holzhackschnitzel-Heizwerk	2, 3	Erdgas-Kessel	Separates Gebäude auf Gelände der Gemeindeverwaltung

5.4 Bewertung der Varianten

5.4.1 Wirtschaftlichkeit

Die Abbildung 35 zeigt die Investitionskostenübersicht der betrachteten Varianten in Büttelborn. Auf eine zusätzliche Darstellung der Investitionskostenanteile wie in Abschnitt 4.4.1 wird an dieser Stelle verzichtet, da sich die Erkenntnisse auch aus Abbildung 35 ableiten lassen.

Es wird deutlich, dass mit zunehmender Netzlänge die Netzinvestitionen stark zunehmen. Bei den Erzeugungsanlagen kommen hingegen Skaleneffekte zum Tragen, so dass die Mehrinvestitionen für die Erzeugungsanlagen bei der großen Netzvariante im Verhältnis zum Netz geringer ausfallen. Sind bei den Varianten 1 und 2 noch die Erzeugungsanlagen der größte Kostenblock bei der Investition, so ist dies bei Variante 3 trotz des zusätzlichen Redundanzkessel das Netz mit den dazugehörigen Übergabestationen.

Die Biomasse-Varianten sind bezogen auf die Investitionskosten der Erzeugungsanlage und Peripherie vergleichbar mit den Erdgas-BHKW-Lösungen. Die Brennstoffzelle hingegen weist deutlich höhere Investitionskosten auf.

An dieser Stelle unberücksichtigt sind etwaige Investitionszuschüsse durch Förderprogramme, diese fließen erst bei der Berechnung der Wärmepreise ein.

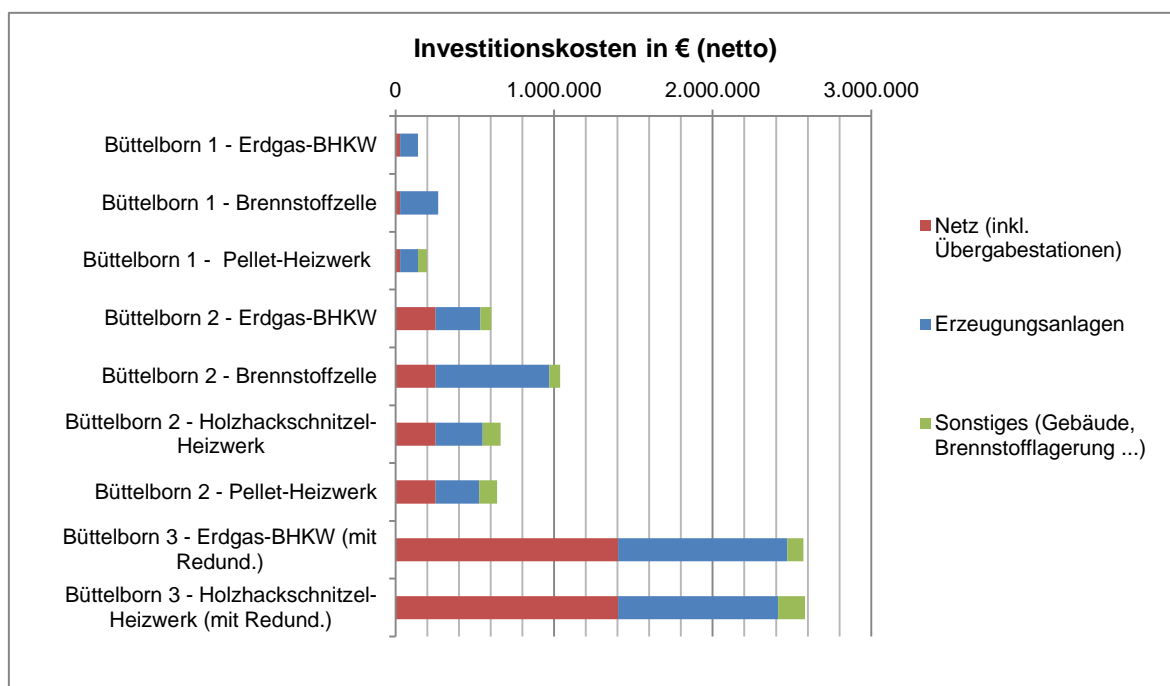


Abbildung 35: Investitionskostenübersicht der Varianten in Büttelborn

In der folgenden Abbildung 36 sind die aus der Wirtschaftlichkeitsrechnung resultierenden Wärmepreise der verschiedenen Varianten (inkl. einer Marge für Wagnis und Gewinn von 1,2 ct/kWh) dargestellt.

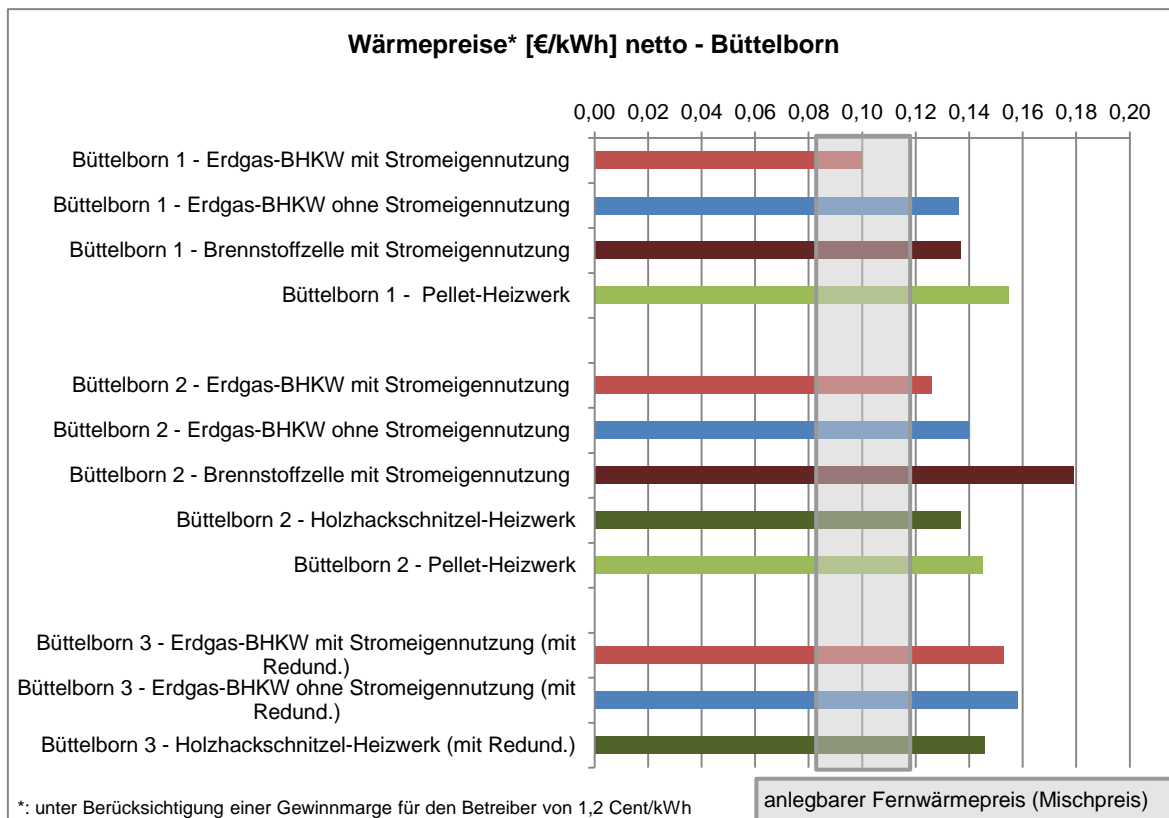


Abbildung 36: Wärmepreise der Varianten in Büttelborn

Folgende Erkenntnisse lassen sich daraus ableiten:

- Die Stromeigennutzung hat vor allem bei der kleinen Variante 1 einen zentralen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit des Versorgungssystems. Wenn es gelingt eine entsprechende Stromeigennutzung zu realisieren, dann liegen die Wärmepreise bei der BHKW-Lösung mehr als 3 Cent unter den Preisen ohne Stromeigennutzung. Mit zunehmender Netzgröße wird dieser Effekt geringer, da der Eigenverbrauch auf die Gemeindeverwaltung beschränkt ist.
- Die Brennstoffzelle als innovative Technik mit hohem Stromerzeugungspotenzial ist im konkreten Fall aufgrund der hohen Investitionen nicht konkurrenzfähig zum herkömmlichen Erdgas-BHKW.

Gegebenenfalls könnte sich dies ändern, wenn für eine Brennstoffzellenlösung über die Standardprogramme hinaus zusätzliche Fördermittel gewonnen werden können. Zudem werden für die Brennstoffzellentechnologie mit zunehmender Marktdurchdringung auch Kostensenkungspotenziale erwartet, so dass sich das Ergebnis in einigen Jahren möglicherweise anders darstellen wird.

- Biomasse-Lösungen spielen den Vorteil der verhältnismäßig geringen Brennstoffkosten vor allem bei den großen Netzlösungen aus.
- Die errechneten Wärmepreise liegen nur bei der kleinen Variante 1 bei der Erdgas-BHKW-Lösung mit Stromeigennutzung in Größenordnungen, die im Vergleich zur Einzelversorgung (anlegbare Fernwärmekosten) wirtschaftlich attraktiv erscheinen (Methodik siehe Kap. 3.3.5).
- Aufgrund der relativ geringen Wärmedichten ist eine große Netzlösung für Büttelborn im Vergleich zur Einzelversorgung wirtschaftlich unattraktiv.

Sensitivitätsanalyse

Im Rahmen einer Sensitivitätsanalyse wurde untersucht, wie sich eine Veränderung des Anschlussgrades im Bereich der Wohngebäude auf die Wirtschaftlichkeit des Wärmenetzes auswirken würde. Dies soll anhand der großen Netzvariante 3 analysiert werden. In der zuvor betrachteten Basisvariante wird von einem Anschlussgrad von etwa 50 % ausgegangen. Der Wärmepreis liegt bei 14,6 Cent/kWh (netto).

Könnte der Anschlussgrad bei den Einfamilienhäusern von 50 % auf 75 % gesteigert werden, dann würde sich der Wärmepreis auf 13,1 Cent/kWh deutlich reduzieren. Hierbei ist eine an den erhöhten Verbrauch angepasste Anlagenauslegung berücksichtigt.

Würde der Anschlussgrad bei den Einfamilienhäusern hingegen nur 25 % betragen, dann läge der Wärmepreis bei einer angepassten Anlagenauslegung bei 18,4 Cent/kWh. Wenn keine angepasste Anlagenauslegung erfolgt, sondern die Anlagen auf 50 % Anschlussgrad ausgelegt sind, dann läge der Wärmepreis sogar bei 20,2 Cent/kWh.

Unabhängig davon, dass die Wärmepreise bei der großen Variante insgesamt relativ hoch sind, wird aus diesen Ergebnissen ersichtlich, wie entscheidend bei größeren Netzvarianten die erreichbaren Anschlussgrade und damit die resultierenden Wärmeverbräuche sind. Solche größeren Wärmenetze im Gebäudebestand bergen daher auch ein erhebliches wirtschaftliches Risiko.

5.4.2 Energetische Bewertung und Klimawirkungen

Abbildung 37 und Abbildung 38 zeigen den Primärenergieverbrauch sowie die CO₂-Emissionen (Äquivalente) der betrachteten Varianten in Büttelborn im Vergleich zur Einzelversorgung der jeweiligen Gebäude. Für die Einzelversorgung wurde der durchschnittliche Wärme-Energiemix der Haushalte im Kreis Groß-Gerau aus dem „Klimaschutzteil-konzept Integrierte Wärmenutzung Kreis Groß-Gerau“ angesetzt (TSB 2012).

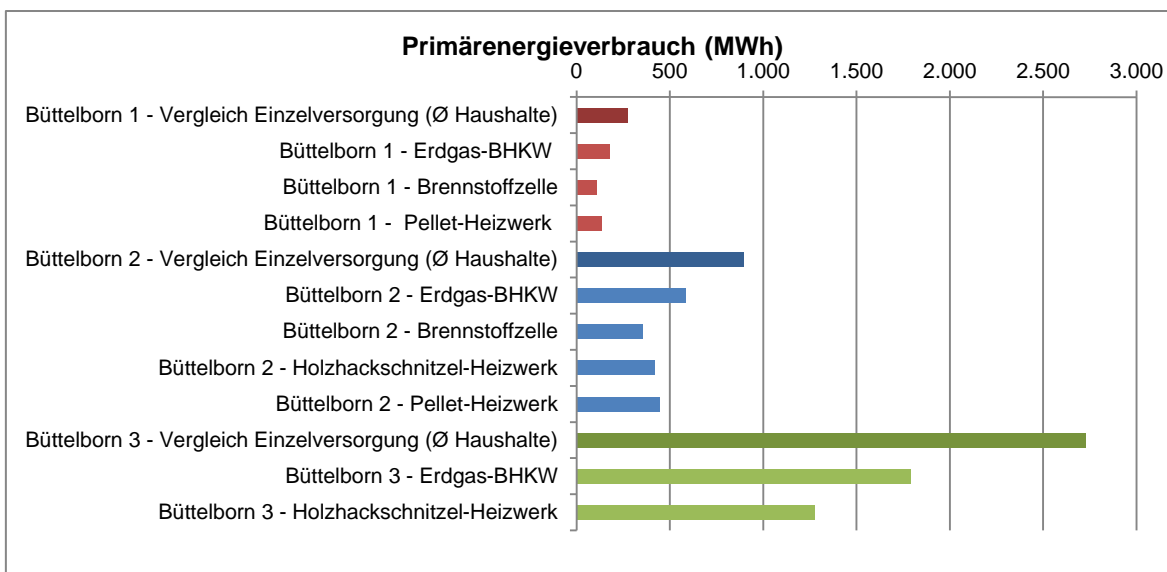


Abbildung 37: Primärenergieverbrauch der Varianten in Büttelborn

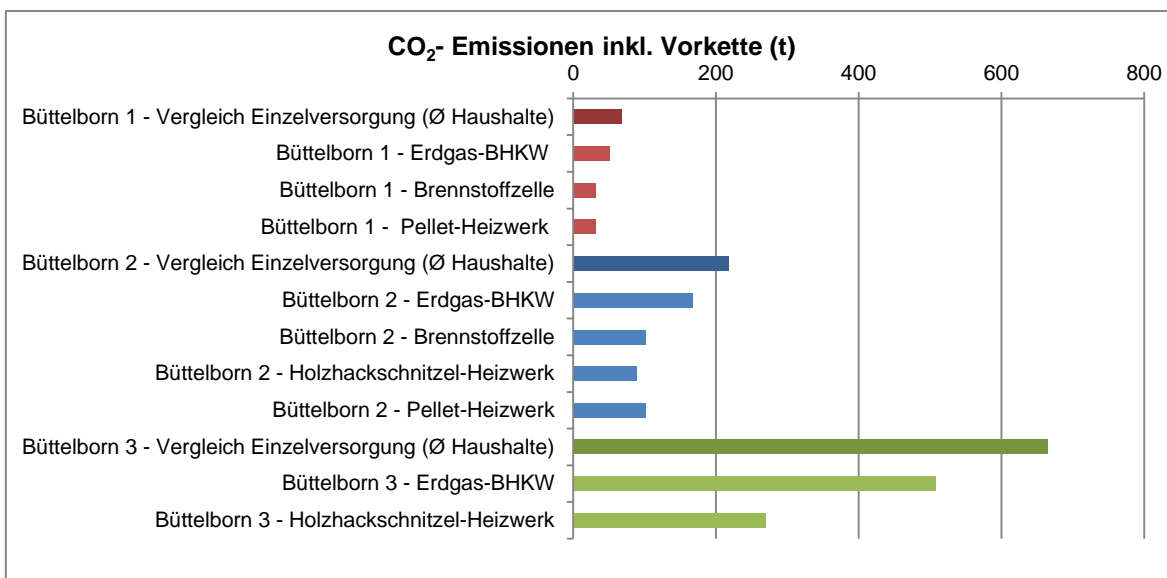


Abbildung 38: CO₂-Emissionen der Varianten in Büttelborn

Die Ergebnisse beziehen sich jeweils auf die Betrachtung des gesamten Netzes mit den zuvor genannten Durchschnittswerten als Vergleich für die bisherige Einzelversorgung. Folgende Ergebnisse lassen sich für die Varianten festhalten:

- Sowohl bezogen auf den Primärenergieverbrauch als auch bezogen auf die CO₂-Emissionen sind alle Netzvarianten im Vergleich zur Einzelversorgung deutlich im Vorteil.
- Die Biomasse-Lösungen schneiden aufgrund ihrer geringen Primärenergiefaktoren und der geringen spezifischen CO₂-Emissionen in beiden Betrachtungen besser ab, als die Konzepte mit Erdgas-BHKW.
- Wegen der deutlich höheren Stromerzeugung und damit verbundenen höheren Stromgutschriften in Bezug auf Primärenergieverbrauch und CO₂-Emissionen ist die Brennstoffzelle im Vergleich zum herkömmlichen BHKW im Vorteil und spielt in einer ähnlichen Liga wie die Biomasselösungen.

5.5 Schlussfolgerung und Übertragbarkeit der Ergebnisse aus Büttelborn

Die Ergebnisse der Analysen in Büttelborn ermöglichen folgende Schlussfolgerungen:

- In Bestandsgebieten mit überwiegend Wohnbebauung in Form von Einfamilienhäusern lassen sich flächendeckende Wärmenetze kaum realisieren. Die Netzinfrastruktur ist im Vergleich zur abgesetzten Wärme zu teuer, so dass sich die Investitionen nicht ausreichend refinanzieren bzw. die resultierenden Wärmepreise nicht konkurrenzfähig sind. Selbst wenn der Anschlussgrad bei den Einfamilienhäusern bei sehr optimistischen 75 % liegen würde, wären die Wärmepreise vergleichsweise hoch.
- Erschwert wird die Situation für Netzlösungen zusätzlich durch den hohen Gasversorgungsgrad in Büttelborn, der es auf Einzelgebäudeebene ermöglicht, mit Erdgasbrennwertkesseln eine sehr effiziente und kostengünstige Wärmeerzeugung zu realisieren. Netzlösungen können hier kaum konkurrieren.
- Kleinere Inselösungen mit wenigen Gebäuden, die einen vergleichsweise hohen Wärme- und Stromverbrauch haben, bieten dennoch attraktive Lösungsansätze, sowohl in wirtschaftlicher als auch in ökologischer Sicht.

Die Ergebnisse der Betrachtung zeigen beispielhaft auf, wie sich Wärmenetze in eher ländlich geprägten Kommunen im Gebäudebestand wirtschaftlich und ökologisch darstellen. Die Ergebnisse sind auf Kommunen ähnlicher Strukturen übertragbar. Nur wenn es gelingt, von Anfang an sehr hohe Anschlussgrade zu realisieren, haben Wärmenetze hier überhaupt eine Chance auf konkurrenzfähige Wärmepreise. Dies scheint in überwiegend erdgasversorgten Kommunen nicht realistisch.

Anders kann das Bild in Kommunen oder Ortsteilen aussehen, die über kein Erdgasnetz verfügen. Hier ist die Alternative oft eine Heizung auf Heizöl- oder Pelletbasis, welche nicht nur höhere Kosten als Erdgasheizungen verursacht, sondern auch einen deutlich höheren Platzbedarf hat. Durch einen Anschluss an ein Wärmenetz wird der Platz für die Brennstofflagerung frei und Gebäudeeigentümer können damit zusätzlich profitieren. Darüber hinaus führen in diesen Fällen Wärmenetze i.d.R. zu einer deutlichen Senkung des Primärenergieverbrauchs, der CO₂-Emissionen sowie der Luftschadstoffemissionen vor Ort.

Aber auch in nicht-erdgasversorgten Gebieten sind Netzlösungen nur für Wohngebäude mit überwiegend Einfamilienhausbebauung wirtschaftlich schwierig darstellbar. Sind einzelne Großverbraucher in der Nähe, die an eine Netzlösung angeschlossen und entsprechend ins Erzeugungskonzept eingebunden werden können, dann profitieren die Netzlösungen stark davon. Darüber hinaus sind Konstellationen denkbar, die zu einer deutlichen Absenkung der Netzkosten führen: kann der Aufbau eines Wärmenetzes zum Beispiel mit einer umfassenden Sanierung des Straßenraums verbunden werden, können die Netzbaukosten um bis zu einem Drittel gesenkt werden. Dadurch stellt sich die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes deutlich anders dar, als wenn davon ausgegangen werden muss, dass das Netz eigenständig aufgebaut werden muss.

6 Fallbeispiel Ginsheim-Gustavsburg: Wärmenetze in Neubaugebieten

In Neubaugebieten gibt es besondere Herausforderungen aber auch besondere Chancen für die Umsetzung von Wärmenetzen:

- Der Wärmeverbrauch von Neubauten liegt in der Regel deutlich unter dem von Bestandsgebäuden. Die Investition in die Netzinfrastruktur steht daher einem relativ geringen Wärmeabsatz gegenüber, was die Wärmepreise aufgrund des vergleichsweise hohen Fixkostenanteils in die Höhe treibt.
- Die Tatsache, dass die Gebäude einen hohen energetischen Standard haben ist aber insofern positiv zu bewerten, als bei angeschlossenen Gebäuden in absehbarer Zeit mit konstanten Wärmeverbräuchen zu rechnen ist, da energetische Sanierungsmaßnahmen erst in vielen Jahren anstehen.
- Die spezifischen Kosten für den Netzneubau sind deutlich geringer als in Bestandsgebieten, da die Leitungsverlegung im unbefestigten Gelände erfolgt und sonstige Synergien mit den anderen erforderlichen Erschließungsmaßnahmen generiert werden können,
- Oftmals werden Neubaugebiete aus wirtschaftlichen Gründen nicht mehr ans Erdgasnetz angeschlossen; das kann einerseits den Einsatz von Kraft-Wärme-Kopplung für Netzlösungen einschränken führt aber auch dazu, dass der Spielraum für Wärmenetzen erweitert wird (keine Konkurrenzsituation zu Investition in Gasnetze, eingeschränktes Lösungsspektrum für Wärmeversorgung auf Ebene der Einzelgebäude).
- Je nach Baufortschritt bzw. zeitlicher Erschließung des Gebiets kann es mehrere Jahre dauern, bis alle Gebäude fertiggestellt sind; die Netzinfrastruktur muss aber in der Regel von Anfang an für den endgültigen Ausbau ausgelegt sein, so dass das Netz in der Zwischenzeit überdimensioniert sein kann. Im Idealfall erfolgt die Bebauung des Gebietes aber auch in sehr kurzer Zeit, was den Effekt der Netzauslastung positiv beeinflusst.
- Wärmeverteilungssysteme und Heizflächen in Neubauvorhaben sind in aller Regel auf Niedrigtemperatursysteme ausgelegt bzw. für diese geeignet. Das bietet größere Freiräume für innovative Erzeugungskonzepte als im Gebäudebestand.
- Nahwärmelösungen mit niedrigem Primärenergiefaktor erleichtern die Einhaltung der gesetzlichen Anforderungen (EnEV / EEWärmeG) sowie der Fördervoraussetzungen für die KfW-Effizienzhausstandards und tragen somit zur Senkung der Baukosten bei; damit können energie- und klimaeffiziente Nahwärmelösungen einen geldwerten Vorteil generieren. Nicht zuletzt vor diesem Hintergrund können Wärmenetze für Bau- bzw. Entwicklungsträger attraktiv sein, so dass – auch ohne satzungsrechtlichen Anschluss- und Benutzungszwang – eine hohe Anschlussdichte erreicht werden kann. Das wirkt sich positiv auf die wirtschaftliche Konkurrenzfähigkeit von Wärmenetzen aus und schafft so eine win-win-Situation.

Im Rahmen des Projekts wird anhand eines geplanten Neubaugebiets untersucht, inwiefern Wärmenetzlösungen mit innovativen Versorgungskonzepten technisch, ökonomisch

und ökologisch im Neubaubereich trotz der vergleichsweise geringen Wärmeverbräuche umsetzbar sind.

6.1 Beschreibung und Abgrenzung des Gebiets

Im Gegensatz zu den zuvor betrachteten Bestandsgebieten handelt es sich in diesem Beispiel um ein Neubaugebiet in Ginsheim-Gustavsburg, das sich momentan in der Vorplanung befindet. Das Gebiet liegt in Ginsheim östlich des Sportplatzes des VfB Ginsheim 1916 e.V. Nach verfügbarem Planungsstand sollen 26 Einfamilienhäuser (Reihen- und Doppelhäuser) sowie 6 Mehrfamilienhäuser mit 5 bis 14 Wohneinheiten gebaut werden.

Insgesamt ergeben sich damit 91 Wohneinheiten. Abbildung 39 zeigt eine schematische Darstellung des Gebiets aus einem Energiekonzept des Ingenieurbüros Diehl (Diehl 2014). Aus diesem Konzept konnten auch Informationen zu den Energieverbräuchen der Gebäude abgeleitet werden. Für die Berechnungen wurde der EnEV 2014 Standard zugrunde gelegt. Zudem muss das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) erfüllt werden.



Abbildung 39: Schematische Darstellung des Neubaugebiets in Ginsheim

Quelle: Ingenieurbüro Diehl (Diehl 2014)

6.2 Netzvarianten

Im Neubaugebiet in Ginsheim werden beispielhaft zwei Netzvarianten untersucht:

- Netzvariante 1 umfasst die Mehrfamilienhäuser
- Netzvariante 2 umfasst alle Gebäude im Gebiet

Im Gegensatz zu den Betrachtungen im Gebäudebestand wird für das Neubaugebiet davon ausgegangen, dass der Anschlussgrad in beiden Varianten bei 100 % liegt, dass also jeweils alle Gebäude auch tatsächlich ans Netz angeschlossen werden. In der folgenden Tabelle sind die Kenndaten der beiden Netzvarianten zusammengefasst.

Tabelle 17: Kenndaten der Netzvarianten im Neubaugebiet

Kenndaten Variante Neubaugebiet 1	
Netzlänge	220 m
Angeschlossene (öffentliche) Einrichtungen	-
Angeschlossene Wohngebäude	6
Kenndaten Variante Neubaugebiet 2	
Netzlänge	370 m
Angeschlossene (öffentliche) Einrichtungen	-
Angeschlossene Wohngebäude	32

6.3 Erzeugungskonzepte

In Tabelle 18 sind die Energieverbräuche der Gebäude in den beiden Netzvarianten dargestellt. Beim Wärmeverbrauch handelt es sich dabei um die vom Netz an die Gebäude zu liefernden Wärmemengen. Zusätzlich zeigt die Tabelle den Wärmeverbrauch je Meter Netzlänge. Hierbei wird deutlich, dass die Wärmeabnahme je Meter Netzlänge trotz Anschluss aller Gebäude im Gebiet deutlich geringer ist als in den zuvor betrachteten Bestandsgebieten. Dies liegt vor allem am niedrigen spezifischen Energieverbrauch der Neubauten, da diese mindestens dem aktuellen EnEV 2014 Standard entsprechen sollen.

Tabelle 18: Übersicht der Energieverbräuche in den Varianten Neubaugebiet

Netzvariante	Wärmeverbrauch in den Gebäuden [MWh/a]	Stromverbrauch in den Gebäuden [MWh/a]	Wärmeverbrauch je m Netzlänge [MWh/(m*a)]
Neubaugebiet 1	314	260	1,4
Neubaugebiet 2	508	364	1,4

Die folgende Tabelle 19 zeigt die untersuchten Erzeugungskonzepte für die beiden Netzvarianten. Bei den Konzepten mit Stromerzeugung werden Alternativen mit und ohne Stromeigennutzung berechnet. Es wird angenommen, dass die Heizzentrale im Bereich der Mehrfamilienhäuser steht und dass organisatorisch ein Eigenstromnutzungsmodell für die Mehrfamilienhäuser realisiert werden kann. Ob dies in der Praxis tatsächlich möglich ist, kann im Rahmen des Modellprojekts nicht beantwortet werden.

Tabelle 19: Übersicht über die Erzeugungskonzepte für das Neubaugebiet

Grundlasterzeuger	Untersucht in Netzvarianten	Spitzenlast-erzeuger	Standort der Heizzentrale
Erdgas BHKW	1, 2	Erdgas-Kessel	Mehrfamilienhaus bzw. ggf. separates Gebäude
Brennstoffzelle	1, 2	Erdgas-Kessel	Mehrfamilienhaus bzw. ggf. separates Gebäude
Holzpellet-Heizwerk	1, 2	Erdgas-Kessel	Separates Gebäude
Mitteltiefe Geothermie	1, 2	Erdgas-Kessel	Separates Gebäude

Da im Neubaugebiet größere Spielräume bezüglich der Versorgungsstrukturen vorhanden sind und die Vorlauftemperatur im Netz aufgrund der hohen energetischen Standards der Gebäude nicht so hoch sein muss wie im Bestand, wird im Rahmen des Neubaugebiets auch eine mitteltiefe Geothermieanlage untersucht. Hierzu werden je nach Variante ein bis zwei ca. 800 m tiefe Bohrungen sowie eine zentrale Wärmepumpenanlage benötigt. Nach Angaben des Hessischen Landesamts für Umwelt und Geologie (HLUG) ist davon auszugehen, dass in diesen Tiefen in diesem Gebiet Temperaturen von über 40 °C vorherrschen. Damit kann ein sehr effizienter Betrieb der Wärmepumpe ermöglicht werden, es wurde von einer Jahresarbeitszahl von 6 ausgegangen.

6.4 Bewertung der Varianten

6.4.1 Wirtschaftlichkeit

In der Abbildung 40 sind die Investitionskosten der verschiedenen Varianten im Neubaugebiet dargestellt. Bei der kleineren Netzvariante 1 sind die Kostenanteile der Erzeugungsanlagen und der dazugehörigen Peripherie höher als die Netzkosten. Dies trifft vor allem auf die Brennstoffzellenlösung und die mitteltiefe Geothermie zu, da hier hohe Kosten für die Erzeugungsanlage bzw. für die mitteltiefe Bohrung anfallen.

Die Netzkosten sind im Neubaugebiet hingegen mit vergleichsweise geringen spezifischen Kosten von 460 €/m (netto) angesetzt, da davon ausgegangen wird, dass das Netz im Zuge der sowieso stattfindenden Erschließung verhältnismäßig günstig installiert werden könnte.

Bei der Netzvariante 2 sind die Kosten des Netzes bei den herkömmlichen Erzeugungstechniken (Erdgas-BHKW und Holzpellet) etwa gleichauf mit den Kosten der Anlagen und der dazugehörigen Peripherie. Deutlich höher liegen die Investitionskosten auch hier bei den innovativen Techniken. Im Vergleich der beiden Geothermielösungen mit einer bzw. zwei Sonden werden die hohen Investitionen für die Bohrungen ersichtlich. Die Variante mit einer Sonde ist im Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit optimiert, die Variante mit zwei Sonden aus energetischer Sicht. Hier deckt die Geothermieanlage einen deutlich höheren Anteil des Wärmeverbrauchs ab.

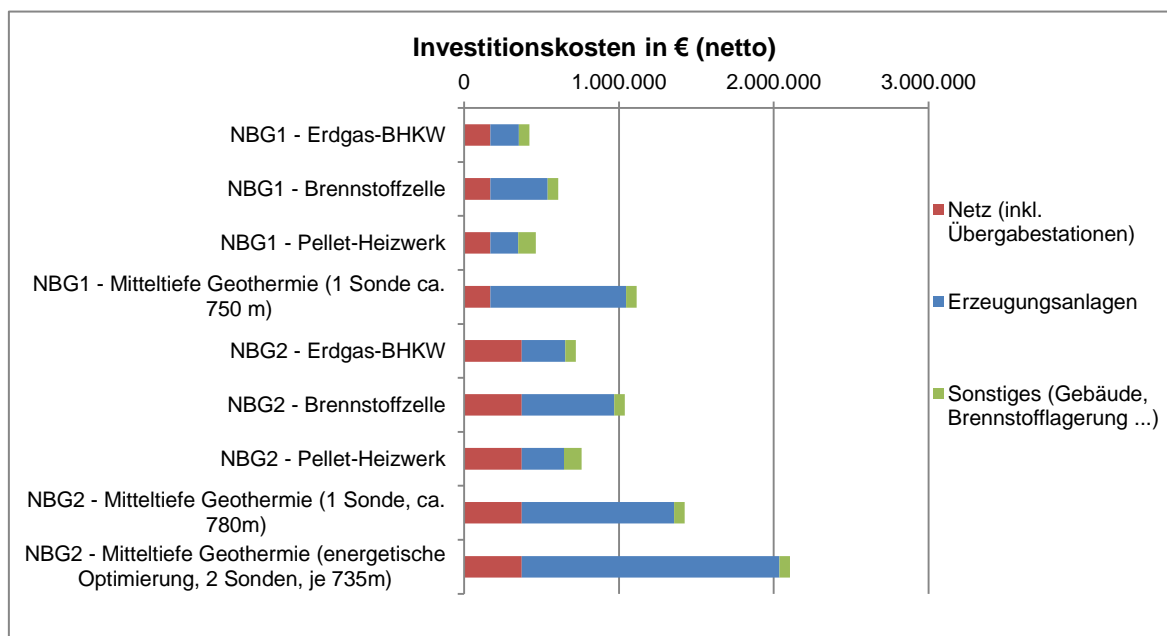


Abbildung 40: Investitionskosten der Varianten im Neubaugebiet

An dieser Stelle unberücksichtigt sind auch wie zuvor etwaige Investitionszuschüsse durch Förderprogramme, diese fließen erst bei der Berechnung der Wärmepreise ein.

Die berechneten Wärmepreise (incl. einer Marge für Wagnis und Gewinn von 1,2 ct/kWh) sind in Abbildung 41 dargestellt.

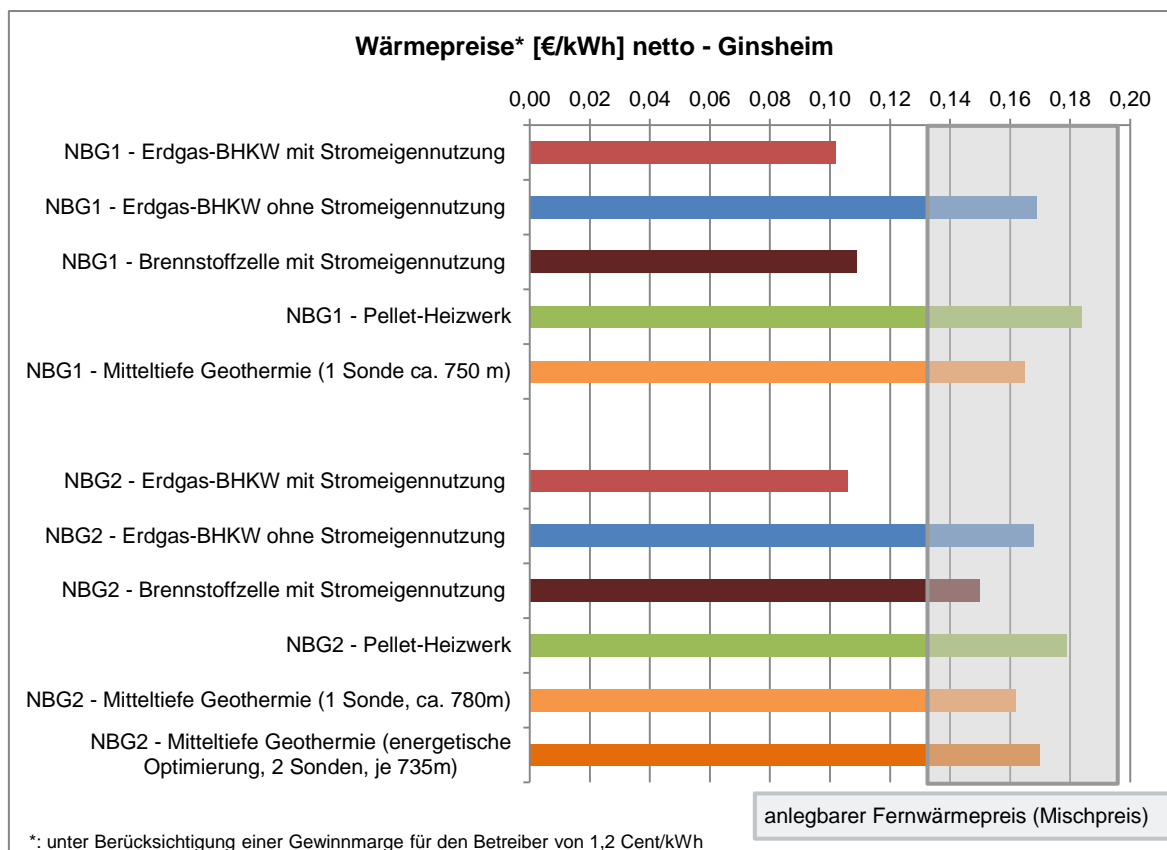


Abbildung 41: Wärmepreise der Varianten im Neubaugebiet

Es lassen sich folgende Ergebnisse festhalten:

- Bezogen auf die anlegbaren Fernwärmekosten (Methodik siehe Kap. 3.3.5) liegen alle Varianten in Kostengrößenordnungen, die konkurrenzfähig zu einer Versorgung auf Einzelobjektebene sind.
- Die Möglichkeit der Stromeigennutzung spielt in beiden Netzvarianten bei der Realisierung einer KWK-Lösung eine zentrale Rolle. Kann ein Modell für eine Eigennutzung bei den Mehrfamilienhäusern realisiert werden, dann liegen die Wärmepreise ca. 30 bis 40 % unter den Preisen einer KWK-Lösung ohne Stromeigennutzung.
- Zumindest in der kleinen Variante 1 ist dabei auch die Brennstoffzellen-Lösung mit Stromeigennutzung wirtschaftlich interessant. Die höheren Investitionskosten gegenüber einem Erdgas-BHKW werden durch die höhere Stromerzeugung ausgeglichen. In der großen Variante ist dies allerdings nicht der Fall, da die Stromeigennutzung nicht

im gleichen Verhältnis gesteigert werden kann, wie die Investitionskosten für die Anlage steigen.

- Die Holzpellet-Lösung ist in beiden Varianten die teuerste Erzeugungslösung. Die relativ hohen Investitionen in die Anlagentechnik können sich aufgrund des insgesamt geringen Wärmeverbrauchs schlecht durch die günstigen Brennstoffkosten refinanzieren.
- Die mitteltiefe Geothermie liegt bezüglich der Wärmepreise etwa gleichauf mit einem BHKW ohne Stromeigennutzung. Die hohen Investitionen für die Bohrung werden durch die aktuell bereitgestellten Fördermittel des Bundes stark reduziert, so dass die Wärmepreise durchaus in einer konkurrenzfähigen Größenordnung liegen.
- Eine energetische Optimierung der Geothermiejösung (höherer Geothermieanteil durch zwei Bohrungen) schlägt nur verhältnismäßig gering zu Buche und ist mit knapp 1 ct/kWh höheren Preisen verbunden.

Sensitivitätsanalyse

Für das Neubaugebiet wurden im Rahmen einer Sensitivitätsanalyse zwei Aspekte untersucht:

- Wird ein höherer energetischer Gebäudestandard zugrunde gelegt (KfW 70 Standard: 15 % geringerer Wärmeverbrauch im Vergleich zum EnEV 2014 Standard), dann steigen die Wärmepreise um 1 bis 1,5 Cent/kWh. Dies wurde exemplarisch für die Variante 1 mit Erdgas-BHKW und Holzpellet-Heizwerk berechnet.
- Bei der Erdgas-BHKW-Variante liegt der Primärenergiefaktor knapp über 0,6. Soll der Primärenergiefaktor kleiner als 0,6 sein, damit der KfW Effizienzhausstandard einfacher erreicht werden kann, dann muss die Leistung des BHKW erhöht werden. Dies würde für die Variante 1 zu maximal 0,5 Cent/kWh höheren Wärmepreisen führen. Jedoch nur, wenn keine Stromeigennutzung realisiert werden kann. Bei Stromeigennutzung sind keine Mehrkosten zu erwarten.

6.4.2 Energetische Bewertung und Klimawirkungen

Abbildung 42 und Abbildung 43 zeigen den Primärenergieverbrauch sowie die CO₂-Emissionen (Äquivalente) der betrachteten Varianten im Neubaugebiet im Vergleich zur Einzelversorgung der jeweiligen Gebäude. Für die Einzelversorgung wurde abweichend von den Analysen im Gebäudebestand von einer Erdgas-Brennwert-Lösung mit solarthermischer Unterstützung ausgegangen (Deckungsgrad Solarthermie 15 %), da zur Erfüllung des EEWärmeG im Neubau der Einsatz von erneuerbaren Energien erforderlich ist.

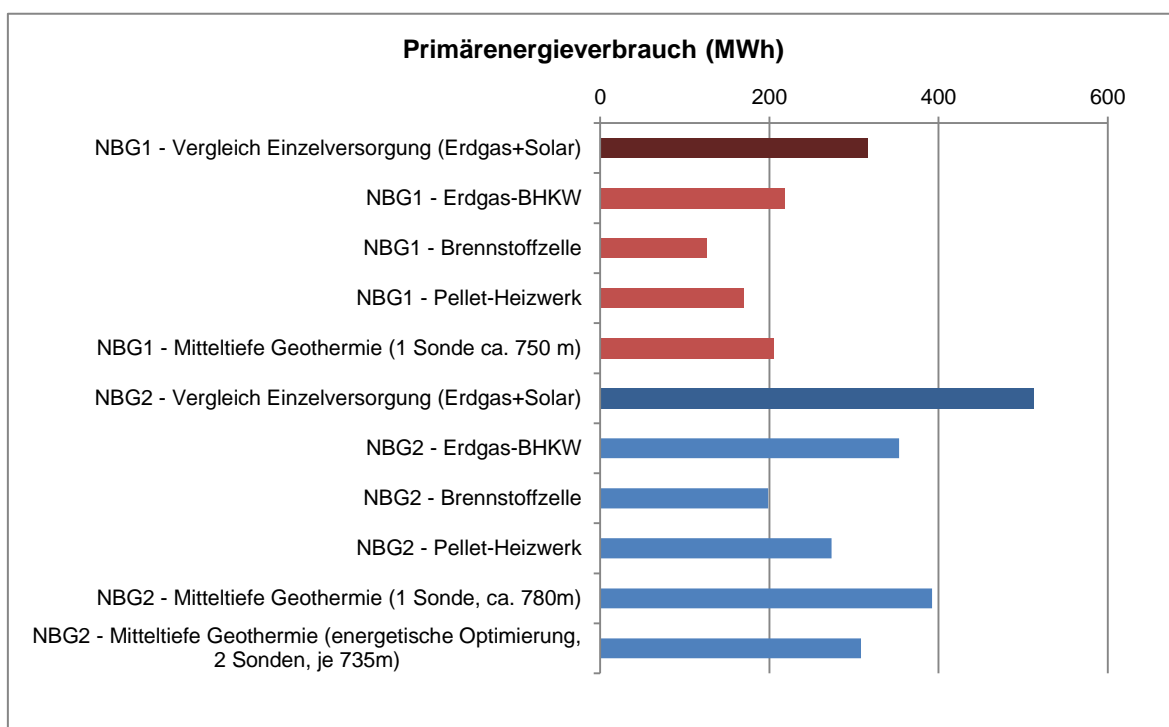


Abbildung 42: Primärenergieverbrauch der Varianten im Neubaugebiet

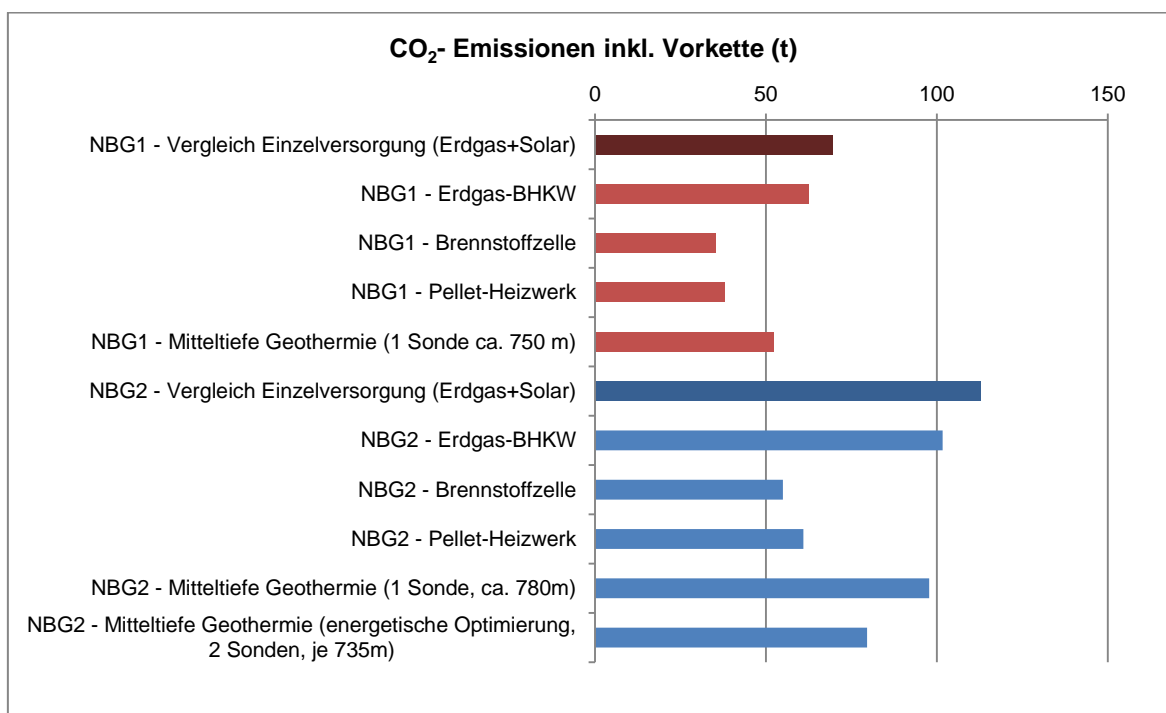


Abbildung 43: CO₂-Emissionen der Varianten im Neubaugebiet

Folgende Erkenntnisse lassen sich ableiten:

- Sowohl bezogen auf den Primärenergieverbrauch als auch bezogen auf die CO₂-Emissionen sind alle Netzvarianten im Vergleich zur Einzelversorgung im Vorteil. Allerdings ist v.a. bezogen auf die CO₂-Emissionen der Vorteil der Netzlösungen im Vergleich zur Einzelversorgung geringer als in den zuvor betrachteten Bestandsgebäuden.
- Die Biomasse-Lösungen schneiden aufgrund ihrer geringen Primärenergiefaktoren und der geringen spezifischen CO₂-Emissionen in beiden Betrachtungen besser ab, als die Konzepte mit Erdgas-BHKW.
- Die Brennstoffzellenlösung kann aufgrund der hohen Stromgutschriften sowohl primär-energetisch als auch in Bezug auf die Emissionen sehr geringe Werte erreichen.
- Die mitteltiefe Geothermie liegt sowohl bezüglich des Primärenergieverbrauchs als auch bezüglich der CO₂-Emissionen im Mittelfeld der betrachteten Varianten. Die energetische Optimierung mit zwei Erdwärmesonden in der großen Netzvariante bringt einen deutlichen Vorteil gegenüber der wirtschaftlichen Optimierung mit nur einer Sonde. Die Werte liegen dennoch über denen von Brennstoffzelle und Biomassefeuerung.

6.5 **Schlussfolgerungen und Übertragbarkeit der Ergebnisse aus dem Neubaugebiet**

Die Ergebnisse der Berechnungen zum Neubaugebiet lassen folgende Schlussfolgerungen zu:

- Auch in Neubaugebieten können mit Wärmenetzen wirtschaftlich und ökologisch attraktive Versorgungslösungen realisiert werden. In der aktuellen Diskussion taucht immer wieder die Behauptung auf, Wärmenetze in Neubaugebieten seien nicht wirtschaftlich umsetzbar. Dies konnte zumindest für die vorliegenden Beispielberechnungen in vielen Erzeugungskonzepten entkräftet werden.
- Wichtiger Aspekt ist dabei, dass für Neubauten generell höhere spezifische Wärmepreise je Kilowattstunde zu kalkulieren sind, auch bei der Einzelversorgung von Gebäuden. Die spezifischen Kosten je Kilowattstunde liegen deutlich über denen im Gebäudebestand, da der Fixkostenanteil sich nicht proportional zum Wärmeverbrauch reduzieren lässt. Dies ist bei den Berechnungen und der Diskussion zur Wirtschaftlichkeit zu beachten.
- Eine Stromeigennutzung wirkt sich auch bei KWK-Lösungen im Neubau sehr positiv auf die Wirtschaftlichkeit aus. In der Umsetzung sind solche Modelle je nach Eigentümerstruktur zwar komplex, es gibt jedoch Lösungsmöglichkeiten, die bereits erfolgreich und rechtssicher praktiziert werden.
- Im Hinblick auf die primärenergetische und ökologische Bewertung bieten die betrachteten Erzeugungskonzepte Vorteile gegenüber der Einzelversorgung auf Basis von Erdgas und Solarthermie. Die Vorteile sind allerdings geringer als im Gebäudebestand. Bei anderer Ausgestaltung der Einzelversorgung können die Ergebnisse variieren.

Aufgrund der exemplarischen Betrachtung lassen sich die Ergebnisse auf vergleichbare Neubaugebiete in anderen Kommunen übertragen. Für eine wirtschaftliche Lösung im Neubaubereich müssen die Anschlussgrade hoch sein, in den Beispielrechnungen wurde eine Vollversorgung des Gebiets angenommen. Hierfür gilt es bei der Umsetzung entsprechende organisatorische / rechtliche Voraussetzungen zu schaffen.

Die Berechnungen zeigen, dass im Neubaugebiet auch innovative Erzeugungskonzepte wie Brennstoffzellen und mitteltiefe Geothermie wirtschaftlich und ökologisch attraktiv sein können. Eventuelle zusätzliche Förderungen im Rahmen von Pilotprojekten wurden dabei noch nicht berücksichtigt und würden die wirtschaftliche Attraktivität noch steigern.

Durch die frühzeitige Einbindung energetischer Aspekte in die Planung von Neubaugebieten können Synergien geschaffen werden, die sich positiv auf die Wirtschaftlichkeit und die Umsetzbarkeit auswirken (z.B. Leitungsverlegung im Zuge der sowieso erforderlichen Erschließung).

7 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen aus den Fallbeispielen

Wärmenetze sind alles andere als ein „Selbstläufer“. Das liegt sowohl an den technischen Herausforderungen als auch an Fragen der Wirtschaftlichkeit, die durch vielfältige organisatorische und förderliche Aspekte sehr komplex sind. Hier sind in aller Regel kleinere und mittlere Kommunen überfordert und benötigen Unterstützung.

Dem Kreis Groß-Gerau liegt mit dem Klimaschutzteilkonzept „Integrierte Wärmenutzung“ eine Grundsatzstudie vor, die auch das Thema Wärmenetze behandelt. Dort wird über die „Wärmekarten“ eine kreisweite Übersicht über die Verteilung der Wärmebedarfe innerhalb der Kommunen (differenziert nach „Siedlungszellen“) und damit ein erster Hinweis auf Bedarfsschwerpunkte gegeben.

Der Kreis Groß-Gerau will das Thema „innovative, netzgebundene Wärmeversorgung in kleinen und mittleren Kommunen“ vorantreiben und unterstützend für die Kommunen tätig werden. Dabei geht es insbesondere darum,

- die Möglichkeiten und Perspektiven von Wärmenetzen exemplarisch aufzuzeigen und
- anhand dieser exemplarischen Betrachtung die kreisangehörigen Kommunen in die Lage zu versetzen, eigene, weiter gehende Schritte zu unternehmen.

Im Rahmen dieses Modellprojektes wurde daher am Beispiel der Kommunen Büttelborn, Gernsheim und Ginsheim-Gustavsburg exemplarisch untersucht, ob und wo sinnvolle Ansätze für den Aufbau von Wärmenetzen im Bestand und in Neubaugebieten vorhanden sind. Für drei ausgewählte Fallbeispiele wurden technische Grobkonzepte für unterschiedliche Netzumgriffe und Erzeugungskonzepte erarbeitet und die Varianten hinsichtlich ihrer wirtschaftlichen Attraktivität sowie ihrer Klimawirkungen bewertet. Dabei wurden neben klassischen BHKW-Lösungen auf Erdgasbasis und Biomasse-Heizwerken auch innovative Erzeugungskonzepte (Brennstoffzelle, mitteltiefe Geothermie) untersucht.

Aus der Untersuchung der Fallbeispiele können folgende Schlussfolgerungen gezogen werden:

- Im Vergleich zur aktuellen Deckung des Wärmebedarfs im Kreis Groß-Gerau bieten die untersuchten Erzeugungsvarianten durchweg Vorteile bei Primärenergieverbrauch und bei den CO₂-Emissionen: Wärmenetze auf Basis von Kraft-Wärmekopplung oder erneuerbaren Energien können daher einen wichtigen Beitrag zur Erreichung der Klimaschutzziele beitragen.
- In Bestandsgebieten mit überwiegend Wohnbebauung in Form von Einfamilienhäusern lassen sich Wärmenetze kaum realisieren. Die Netzinfrastruktur ist im Vergleich zur abgesetzten Wärmemenge zu teuer, so dass sich die Investitionen nicht ausreichend refinanzieren bzw. die resultierenden Wärmepreise nicht konkurrenzfähig sind. Selbst

wenn der Anschlussgrad bei den Einfamilienhäusern bei sehr optimistischen 75 % liegen würde, wären die Wärmepreise vergleichsweise hoch.

- Sind einzelne Großverbraucher in der Nähe, die an eine Netzlösung angeschlossen und entsprechend ins Erzeugungskonzept eingebunden werden können, dann profitieren die Netzlösungen stark davon.
- Darüber hinaus sind Konstellationen denkbar, die zu einer deutlichen Absenkung der Netzkosten führen: kann der Aufbau eines Wärmenetzes zum Beispiel mit einer umfassenden Sanierung des Straßenraums verbunden werden, können die Netzkosten um bis zu einem Drittel gesenkt werden. Dadurch stellt sich die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes deutlich anders dar, als wenn davon ausgegangen werden muss, dass das Netz eigenständig aufgebaut werden muss.
- Kleinere Insellösungen mit wenigen Gebäuden, die einen vergleichsweise hohen Wärme- und Stromverbrauch haben, bieten dennoch auch in diesen Gemeinden attraktive Lösungsansätze, sowohl in wirtschaftlicher als auch in ökologischer Sicht.
- Anders kann das Bild in Kommunen oder Ortsteilen aussehen, die über kein Erdgasnetz verfügen. Hier ist die Alternative oft eine Heizung auf Heizöl- oder Pelletbasis, welche nicht nur höhere Kosten als Erdgasheizungen verursacht, sondern auch einen deutlich höheren Platzbedarf hat. Durch einen Anschluss an ein Wärmenetz wird der Platz für die Brennstofflagerung frei und Gebäudeeigentümer können damit zusätzlich profitieren. Darüber hinaus führen in diesen Fällen Wärmenetze i.d.R. zu einer deutlichen Senkung des Primärenergieverbrauchs, der CO₂-Emissionen sowie der Luftschadstoffemissionen vor Ort.
- Darüber hinaus konnte am Beispiel von Gustavsburg aufgezeigt werden, dass es auch in Bestandsgebieten bei einer Nutzungsmischung von Wohnen (dichtere Bebauung bzw. Mehrfamilienhäuser und öffentliche Einrichtungen bzw. Einrichtungen der sozialen Infrastruktur) möglich ist, Wärmenetze mit konkurrenzfähigen Wärmepreisen aufzubauen.

Entscheidende Faktoren für die Wirtschaftlichkeit im konkreten Fall sind

- der Anschluss eines Seniorenheims als Wärme- und Strom-Großverbraucher,
 - der Anschluss der zur Sanierung anstehenden Mehrfamilienhäuser der Wohnungsgesellschaften,
 - die Möglichkeit und der Umfang der Stromeigennutzung,
 - der richtige Netzumgriff (Optimierung von Netzlänge und Wärmeabsatz).
- Am Beispiel eines geplanten Neubaugebietes in Ginsheim konnte darüber hinaus gezeigt werden, dass – zumindest bei verdichteter Bauweise – auch in Neubaugebieten Wärmenetze nicht nur aus energetischer Sicht eine sinnvolle Option darstellen.
 - Bei der wirtschaftlichen Bewertung von Wärmenetzen ist zu beachten, dass Wärmenetze, die einen günstigen Primärenergiefaktor (<0,6) haben, dazu beitragen, dass beim Neubau (oder der grundlegenden Sanierung) gebäudeseitig Baukosten gespart

werden können. Sie sind daher für Bauwillige bzw. Bau- und Entwicklungsträger wirtschaftlich interessant.

- In Neubaugebieten steht sogar eine erweiterte Palette an Erzeugungsvarianten zur Verfügung, die konkurrenzfähige Wärmepreise ermöglichen. Aufgrund der spezifischen technischen Voraussetzungen (Möglichkeit von Niedertemperatursystemen) kann in Neubaugebieten auch die mitteltiefe Geothermie eine attraktive Erzeugungsoption sein. Die geologischen Voraussetzungen sind dafür im Kreis Groß-Gerau günstig.
- Generell ist aus den Untersuchungen deutlich geworden, dass für die Wirtschaftlichkeit von KWK-Lösungen unter den aktuellen Rahmenbedingungen die Möglichkeit und der Umfang der Stromeigennutzung eine ausschlaggebende Rolle spielen.
- Dabei sind bereits derzeit bei günstigen Konstellationen Lösungen auf Basis von Brennstoffzellen durchaus wirtschaftlich konkurrenzfähig. Hier ist zu erwarten, dass sich dies in Zukunft noch deutlich günstiger gestalten wird, da die technologische Entwicklung im Bereich der Brennstoffzellen noch lange nicht abgeschlossen ist.
- Brennstoffzellen erreichen darüber hinaus durch den hohen Stromkennwert sehr günstige Primärenergiefaktoren und geringe spezifische CO₂-Emissionen. Sie sind in dieser Hinsicht durchaus mit Biomasselösungen vergleichbar.

Insgesamt lohnt es sich also für die Kommunen, gezielt nach Möglichkeiten zu suchen sowohl im Bestand als auch in Neubaugebieten Wärmenetze zu etablieren. Als Anhang 3: zu diesem Gutachten werden entsprechende Hinweise für Kommunen gegeben.

LITERATURVERZEICHNIS

AGFW (2014), Energetische Bewertung von Fernwärme, Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e.V. (Hrsg.), Frankfurt am Main

ASUE (2014/2015), BHKW- Kenndaten 2014/2015, Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V. (Hrsg.), Berlin

Bafa.de, KWK-Zuschlag, Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (Hrsg.), http://www.bafa.de/bafa/de/energie/kraft_waerme_kopplung/stromverguetung/kwk-anlagen_ueber_2mw/kwk-zuschlag/index.html , aufgerufen im März 2015

Bardt, H., Chrischilles, E., Growitsch, C. (2014), Eigenerzeugung und Selbstverbrauch von Strom, Gutachten, Institut der deutschen Wirtschaft & Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln (Hrsg.), Köln

BDEW (2010), BDEW-Heizkostenvergleich Altbau 2010, BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V. (Hrsg.), Berlin

BDEW (2012), BDEW-Heizkostenvergleich Neubau 2012, BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V. (Hrsg.), Berlin

Böhnisch, H. (2004), Grüne Nahwärme im Gebäudebestand. Derzeitige Situation und Perspektiven, Vortrag bei der Tagung „Nahwärme 2004“ (15.09.2004), Osnabrück

Böhnisch, H., et al. (2006), Nahwärmeversorgung und Erneuerbare Energien im Gebäudebestand – Initiierung von Pilotprojekten in Baden-Württemberg, Hemmnisanalyse und Untersuchung der Einsatzbereiche, Endbericht, Zentrum für Sonnenenergie und Wasserstoff-Forschung (Hrsg.), Stuttgart

Braunwarth, H. (2008), Blockheizkraftwerke- zukunftsweisende Technik für die Wohnungswirtschaft, Bosch Thermotechnik GmbH – Buderus Deutschland (Hrsg.), Gießen

Bruns, E., et al. (2012a), Netze als Rückgrat der Energiewende - Hemmnisse für die Integration erneuerbarer Energien in Strom-, Gas- und Wärmenetze, TU Berlin (Hrsg.), Berlin

Buderus (2013), Energieeffizienz mal zwei: ein Modul für Wärme und Strom, Bosch Thermotechnik GmbH - Buderus Deutschland (Hrsg.), Wetzlar

Carmen e.V. (o.J.), Nahwärmenetze und Bioenergieanlagen- Ein Beitrag zur effizienten Wärmenutzung und zum Klimaschutz, Merkblatt, C.A.R.M.E.N. e.V. (Hrsg.)

Clausen, J. (2013), Wärmenetze und Langzeitwärmespeicher als Schlüsseltechnologien der nachhaltigen Wärmeversorgung – Entwicklungen und Handlungsoptionen, Borderstep Institut für Innovation und Nachhaltigkeit gemeinnützige GmbH (Hrsg.), Berlin

Deffner, I. (2010), Erfolgsfaktoren bei der Umsetzung von Bioenergie-Nahwärmenetzen, Bachelorarbeit, Bayreuth

Diehl, W. (2014), Energiekonzept für das Baugebiet Sportplatz A in Ginsheim-Gustavsburg, Ingenieurbüro Diehl (Hrsg.), Gernsheim

Effizienzhaus-online.de (2015), Gebäudestandards: Energetische Bewertung und Einstufung von Gebäuden, Bosch Thermotechnik GmbH (Hrsg.), https://www.effizienzhaus-online.de/de/endkunde/ratgeber_sanierung/sanierungsplanung/gesetze_und_verordnungen_2/gebaeudestandards_2/gebaeudestandards, aufgerufen im Juni 2015

Energiesteuergesetz (2015), § 53a Vollständige Steuerentlastung für die gekoppelte Erzeugung von Kraft und Wärme, <http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/energiestg/gesamt.pdf>, aufgerufen im Februar 2015

Eltrop, L., et al. (2007), Leitfaden Bioenergie- Planung, Betrieb und Wirtschaftlichkeit von Bioenergieanlagen, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (Hrsg.), Gülzow

Erhorn-Kluttig, H., et al. (2011), Energetische Quartiersplanung, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart

Esch, T., et al. (2011), Potenzialanalyse zum Aufbau von Wärmenetzen unter Auswertung siedlungsstruktureller Merkmale, Projektbericht, Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (Hrsg.), Berlin

Evr (2015), Wärmegestehungskosten unterschiedlicher Heizungssysteme, Instiut für Energietechnik- Energieverfahrenstechnik und Umwandlungstechniken regenerativer Energien (Evr), TU Berlin (Hrsg.), Berlin

Fischedick, M., et al. (2007), Potenziale von Nah- und Fernwärmenetzen für den Klimaschutz bis zum Jahr 2020, Forschungsbericht, Umweltbundesamt (Hrsg.), Dessau-Roßlau

Fraunhofer (o.J.), Leitfaden Nahwärme, Fraunhofer Umsicht (Hrsg.)

Friedl, G. (2013), KfW- und BAFA-Förderung einfach erklärt! , ALB Bayern e.V. (Hrsg.), Freising

Fritsche, J., Rumohr, S. (2015), Email vom 21.04.2015, Informationen zu geothermischen Potenzialen im Kreis Groß-Gerau, HLUG, Wiesbaden

Gobmaier, T., et al. (2007), Strukturoptimierung in Ballungsgebieten, Endbericht, Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V. (Hrsg.), München

Gütling, K. (2015), 2. Projektbegleitender Arbeitskreis Wärmenetz Modellprojekt Kreis Groß-Gerau, Referent für Erneuerbare Energien und Energietechnologien im Hessischen Umweltministerium (HMUELV) und seit 2014 im Hessischen Wirtschaftsministerium (HMWEVL), Groß-Gerau

Hausladen, G. (2011), EnEFF: Wärme- Pilotprojekt Ismaning. Energieleitplanung, Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (Hrsg.), Berlin

HMULV (2006), Nahwärme- Ratgeber zur Planung und Errichtung von Nahwärmenetzen, Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz (Hrsg.), Wiesbaden

HSE (2015), Preisblatt zur Fernwärme in den Fernwärmesatzungsgebieten der Wissenschaftsstadt Darmstadt, HSE AG (Hrsg.), Darmstadt

IBS (2013), 3 erneuerbare Wärmeprojekte, Präsentation, Ingenieurbüro Schuler Energie- und Gebäudetechnik (Hrsg.), Bietigheim-Bissingen

IU / GEF (2015), Wärmeversorgungskonzept für die Konversionsfläche „Lincoln-Siedlung“, INFRASTRUKTUR & UMWELT, Professor Böhm und Partner sowie GEF Ingenieur AG im Auftrag der BVD New Living, Darmstadt (unveröffentlicht)

IWU (2005), Deutsche Gebäudetypologie, Dokumentation, Institut Wohnen und Umwelt GmbH (Hrsg.), Darmstadt

- KfW** (2014a), Anlage zu den Merkblättern- Energieeffizient Sanieren: Kredit (151/152), Investitionszuschuss (430), Kreditanstalt für Wiederaufbau (Hrsg.), Frankfurt am Main
- KfW** (2014b), KfW- Programm 201: „IKK- Energetische Stadtsanierung- Quartiersversorgung“, Kreditanstalt für Wiederaufbau (Hrsg.), Frankfurt am Main
- KfW** (2015), KfW- Programm 271: Erneuerbare Energien „Premium“, Kreditanstalt für Wiederaufbau (Hrsg.), Frankfurt am Main
- Klaus, T., et al.** (2010), Energieziel 2050: 100% Strom aus erneuerbaren Energien, Umweltbundesamt (Hrsg.), Dessau-Roßlau
- Klima-sucht-schutz.de**, Energieverbrauch eines durchschnittlichen Haushalts, Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (Hrsg.), http://www.klima-sucht-schutz.de/fileadmin/co2/dossier/_uebersichtsseiten/durchschnittlicher-energieverbrauch-co2online-infografik-633px.jpg , aufgerufen im Dezember 2014)
- Kohler, S.** (2012), Jahrhundertaufgabe Energiewende: Wo stehen wir? – Einsatz von Wärmedämmung im Sanierungs- und Neubaubereich, dena (Hrsg.)
- Koziol, M., et al.** (2011), Handlungsleitfaden zur Energetischen Stadterneuerung, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Hrsg.), Berlin
- Krimmling, J.** (2011), Energieeffiziente Nahwärmesysteme Grundwissen, Auslegung, Technik für Energieberater und Planer, Fraunhofer IRB Verlag
- MUNV** (2011), Wirtschaftliche Chancen für Stadtwerke durch Nahwärme, Studie und Endbericht zur Initiative Nahwärme Baden-Württemberg, Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr (Hrsg.), Stuttgart
- Nast, M.** (2004), Chancen und Perspektiven der Nahwärme im zukünftigen Energiemarkt, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (Hrsg.), Stuttgart
- Ohmer**, (2015), Informationsgespräch zu Brennstoffzellen, FuelCell Energy Solutions (FCES), Telefonat am 02.06.2015
- Pehnt, M., et al.** (2009), Energiebalance- Optimale Systemlösungen für erneuerbare Energien und Energieeffizienz, Endbericht, ifeu-Institut für Energie- und Umweltforschung (Hrsg.), Heidelberg

Pehnt, M., et al. (2011), Energieeffizienz: Potenziale, volkswirtschaftliche Effekte und innovative Handlungs- und Förderfelder für die Nationale Klimaschutzinitiative, Endbericht, ifeu- Institut für Energie- und Umweltforschung (Hrsg.), Heidelberg

Reis, A. (2007), Machbarkeitsstudie für ein Nahwärmenetz auf Basis von erneuerbaren Energien, Institut für angewandtes Stoffstrommanagement (Hrsg.), Birkenfeld

Roncza, M. (2014), Handlungsleitfaden für kleine und mittlere Kommunen zum Aufbau von Wärmenetzen, Masterthesis, Darmstadt

StMUG (2011), Leitfaden Energienutzungsplan, Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit (Hrsg.), München

Stromsteuergesetz, § 9 Steuerbefreiungen, Steuerermäßigungen, http://www.gesetze-im-internet.de/stromstg/_9.html, aufgerufen im Februar 2015

TSB (2012), Klimaschutzteilkonzept- Integrierte Wärmenutzung Kreis Groß-Gerau, Studie der Transferstelle Bingen im Auftrag des Kreises Groß-Gerau), Bingen/ Groß-Gerau

VDI 2067 (2012), Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen, Richtlinie, Verein Deutscher Ingenieure (Hrsg.), Düsseldorf

VDI 2073 (2014), Hydraulik in Anlagen der Technischen Gebäudeausrüstung, Richtlinie, Verein Deutscher Ingenieure (Hrsg.), Düsseldorf

VDI 6025 (2012), Betriebswirtschaftliche Berechnungen für Investitionsgüter und Anlagen, Richtlinie, Verein Deutscher Ingenieure (Hrsg.), Düsseldorf

Viessmann (2008), Planungshandbuch Solarthermie, Viessmann Deutschland GmbH (Hrsg.), Allendorf

Viessmann (2011), Planungshandbuch Wärmepumpen, Viessmann Deutschland GmbH (Hrsg.), Allendorf

Völkl, F. (2013), VBEW-Seminar BHKW am 29.01.2013- Rahmenbedingungen, Grundlagen, Planung, Bayernwerk Natur GmbH (Hrsg.), München

Wolff, D., Jagnow, K. (2011), Überlegungen zu Einsatzgrenzen und zur Gestaltung einer zukünftigen Fern- und Nahwärmeversorgung- Untersuchung von Nah- und Fernwärmenetzen

ANHANG 1 – KENNDATEN DER VARIANTEN

Kenndaten der Varianten in Gustavsburg	Einheit	A - Erdgas-BHKW mit Stromeigennutzung	A - Erdgas-BHKW ohne Stromeigennutzung	A - Holzhackschnitzel- Heizwerk
Energiebereitstellung Heizzentrale inkl. Leitungsverlust (Heizen und Warmwasser)	kWh/a	581.852	581.852	581.852
Wärmeverbrauch in Gebäuden (Heizen und Warmwasser)	kWh/a	528.956	528.956	528.956
Stromverbrauch Gebäude	kWh/a	106.139	106.139	106.139
Leistung Grundlast (thermisch)	kWth	56	56	101
Leistung Grundlast (elektrisch)	kWel	28	28	0
Vollbenutzungsstunden Grundlast	h	5.609	5.609	4.445
Leistung Spitzenlast (thermisch)	kWth	253	253	186
Vollbenutzungsstunden Spitzenlast	h	1.052	1.052	710
Vollbenutzungsstunden Durchschnitt Grund-/Spitzenlast	h	1.881	1.881	2.028
Netzlänge	m	162	162	162
Wärmeverbrauch je m Netzlänge	MWh/m	3,3	3,3	3,3
Investitionskosten (alle netto)	€	332.000	332.000	403.000
Erzeugungsanlagen	€	207.000	207.000	221.000
Netz (inkl. Übergabestationen)	€	125.000	125.000	125.000
Sonstiges (Gebäude, Grundstück etc.)	€	0	0	56.000
Jährliche Kosten / Erlöse (im 1. Jahr)		55.000	56.000	57.000
Brennstoffkosten (inkl. Hilfs- / Pumpenstrom)	€/a	52.000	52.000	33.000
Betriebskosten	€/a	13.000	13.000	18.000
Gewinnmarge	€/a	6.000	6.000	6.000
Stromerlöse nach KWKG	€/a	-15.000	-15.000	0
Stromeinsparungen	€/a	-1.000	0	0
Fördermöglichkeiten (im 1. Jahr)		-3.000	-3.000	4.000
jährliche Einsparungen (Steuer)	€/a	-3.000	-3.000	0
einmalige Förderung	€	0	0	4.000
Wärmepreis (netto)	€/kWh	0,132	0,133	0,134
Primärenergiefaktor	-	0,677	0,677	0,487
CO2- Emissionen inkl. Vorkette	kg/a	111.911	111.911	59.505
SO2 Emissionen	kg/a	118	118	83
TOPP Emissionen	kg/a	96	96	179
Staub Emissionen	kg/a	1	1	14
Primärenergieverbrauch	kWh/a	393.837	393.837	283.118
Vergleich: Primärenergieverbrauch Einzelversorgung (Ø Haushalte Kreis GG)	kWh/a	609.324	609.324	609.324
Vergleich: CO2-Emissionen Einzelversorgung (Ø Haushalte Kreis GG)	kg/a	148.450	148.450	148.450

Kenndaten der Varianten in Gustavsburg	Einheit	B - Erdgas-BHKW mit Stromeigennutzung (mit Redundanz)	B - Erdgas-BHKW ohne Stromeigennutzung (mit Redundanz)	B - Holzhackschnitzel- Heizwerk (mit Redundanz)
Energiebereitstellung Heizzentrale inkl. Leitungsverlust (Heizen und Warmwasser)	kWh/a	1.934.533	1.934.533	1.934.533
Wärmeverbrauch in Gebäuden (Heizen und Warmwasser)	kWh/a	█	█	█
Stromverbrauch Gebäude	kWh/a	█	█	█
Leistung Grundlast (thermisch)	kWth	190	190	342
Leistung Grundlast (elektrisch)	kWel	95	95	0
Vollbenutzungsstunden Grundlast	h	6.326	6.326	4.696
Leistung Spitzenlast (thermisch)	kWth	856	856	627
Vollbenutzungsstunden Spitzenlast	h	855	855	522
Vollbenutzungsstunden Durchschnitt Grund-/Spitzenlast	h	1.850	1.850	1.995
Netzlänge	m	275	275	275
Wärmeverbrauch je m Netzlänge	MWh/m	6,4	6,4	6,4
Investitionskosten (alle netto)	€	815.000	815.000	876.000
Erzeugungsanlagen	€	625.000	625.000	573.000
Netz (inkl. Übergabestationen)	€	190.000	190.000	190.000
Sonstiges (Gebäude, Grundstück etc.)	€	0	0	113.000
Jährliche Kosten / Erlöse (im 1. Jahr)		138.000	183.000	167.000
Brennstoffkosten (inkl. Hilfs- / Pumpenstrom)	€/a	180.000	180.000	107.000
Betriebskosten	€/a	34.000	34.000	39.000
Gewinnmarge	€/a	21.000	21.000	21.000
Stromerlöse nach KWKG	€/a	-42.000	-52.000	0
Stromeinsparungen	€/a	-55.000	0	0
Fördermöglichkeiten (im 1. Jahr)		-45.000	-39.000	4.000
jährliche Einsparungen (Steuer)	€/a	-17.000	-11.000	0
einmalige Förderung	€	-28.000	-28.000	4.000
Wärmepreis (netto)	€/kWh	0,094	0,125	0,113
Primärenergiefaktor	-	0,625	0,625	0,444
CO2- Emissionen inkl. Vorkette	kg/a	348.691	348.691	173.539
SO2 Emissionen	kg/a	405	405	273
TOPP Emissionen	kg/a	330	330	621
Staub Emissionen	kg/a	3	3	49
Primärenergieverbrauch	kWh/a	1.209.728	1.209.728	858.080
Vergleich: Primärenergieverbrauch Einzelversorgung (Ø Haushalte Kreis GG)	kWh/a	2.025.873	2.025.873	2.025.873
Vergleich: CO2-Emissionen Einzelversorgung (Ø Haushalte Kreis GG)	kg/a	493.563	493.563	493.563

Wärme- und Stromverbräuche aus datenschutzrechtlichen Gründen aeschwärzt

Kenndaten der Varianten in Gustavsburg	Einheit	C - Erdgas-BHKW mit Stromeigennutzung (mit Redundanz)	C - Erdgas-BHKW ohne Stromeigennutzung (mit Redundanz)	C - Holzhackschnitzel- Heizwerk (mit Redundanz)
Energiebereitstellung Heizzentrale inkl. Leitungsverlust (Heizen und Warmwasser)	kWh/a	2.995.498	2.995.498	2.995.498
Wärmeverbrauch in Gebäuden (Heizen und Warmwasser)	kWh/a	2.723.180	2.723.180	2.723.180
Stromverbrauch Gebäude	kWh/a	762.955	762.955	762.955
Leistung Grundlast (thermisch)	kWth	296	296	532
Leistung Grundlast (elektrisch)	kWel	148	148	0
Vollbenutzungsstunden Grundlast	h	6.074	6.074	4.621
Leistung Spitzenlast (thermisch)	kWth	1.330	1.330	975
Vollbenutzungsstunden Spitzenlast	h	902	902	550
Vollbenutzungsstunden Durchschnitt Grund-/Spitzenlast	h	1.843	1.843	1.987
Netzlänge	m	778	778	778
Wärmeverbrauch je m Netzlänge	MWh/m	3,5	3,5	3,5
Investitionskosten (alle netto)	€	1.722.000	1.722.000	1.711.000
Erzeugungsanlagen	€	1.020.000	1.020.000	942.000
Netz (inkl. Übergabestationen)	€	601.000	601.000	601.000
Sonstiges (Gebäude, Grundstück etc.)	€	101.000	101.000	169.000
Jährliche Kosten / Erlöse (im 1. Jahr)		249.000	296.000	265.000
Brennstoffkosten (inkl. Hilfs- / Pumpenstrom)	€/a	276.000	276.000	166.000
Betriebskosten	€/a	63.000	63.000	66.000
Gewinnmarge	€/a	33.000	33.000	33.000
Stromerlöse nach KWKG	€/a	-65.000	-76.000	0
Stromeinsparungen	€/a	-58.000	0	0
Fördermöglichkeiten (im 1. Jahr)		-22.000	-16.000	4.000
jährliche Einsparungen (Steuer)	€/a	-22.000	-16.000	0
einmalige Förderung	€	0	0	4.000
Wärmepreis (netto)	€/kWh	0,112	0,133	0,118
Primärenergiefaktor	-	0,638	0,638	0,451
CO2- Emissionen inkl. Vorkette	kg/a	549.189	549.189	275.264
SO2 Emissionen	kg/a	622	622	424
TOPP Emissionen	kg/a	507	507	955
Staub Emissionen	kg/a	4	4	75
Primärenergieverbrauch	kWh/a	1.911.896	1.911.896	1.350.981
Vergleich: Primärenergieverbrauch Einzelversorgung (Ø Haushalte Kreis GG)	kWh/a	3.136.931	3.136.931	3.136.931
Vergleich: CO2-Emissionen Einzelversorgung (Ø Haushalte Kreis GG)	kg/a	764.250	764.250	764.250

Kenndaten der Varianten in Gustavsburg	Einheit	D - Erdgas-BHKW mit Stromeigennutzung (mit Redundanz)	D - Erdgas-BHKW ohne Stromeigennutzung (mit Redundanz)	D - Holzhackschnitzel- Heizwerk (mit Redundanz)
Energiebereitstellung Heizzentrale inkl. Leitungsverlust (Heizen und Warmwasser)	kWh/a	4.526.267	4.526.267	4.526.267
Wärmeverbrauch in Gebäuden (Heizen und Warmwasser)	kWh/a	4.114.788	4.114.788	4.114.788
Stromverbrauch Gebäude	kWh/a	1.343.263	1.343.263	1.343.263
Leistung Grundlast (thermisch)	kWth	443	443	798
Leistung Grundlast (elektrisch)	kWel	222	222	0
Vollbenutzungsstunden Grundlast	h	5.932	5.932	4.581
Leistung Spitzenlast (thermisch)	kWth	1.994	1.994	1.463
Vollbenutzungsstunden Spitzenlast	h	951	951	596
Vollbenutzungsstunden Durchschnitt Grund-/Spitzenlast	h	1.857	1.857	2.003
Netzlänge	m	1793	1793	1793
Wärmeverbrauch je m Netzlänge	MWh/m	2,3	2,3	2,3
Investitionskosten (alle netto)	€	3.619.000	3.619.000	3.573.000
Erzeugungsanlagen	€	1.672.000	1.672.000	1.535.000
Netz (inkl. Übergabestationen)	€	1.812.000	1.812.000	1.812.000
Sonstiges (Gebäude, Grundstück etc.)	€	136.000	136.000	227.000
Jährliche Kosten / Erlöse (im 1. Jahr)		423.000	471.000	419.000
Brennstoffkosten (inkl. Hilfs- / Pumpenstrom)	€/a	414.000	414.000	251.000
Betriebskosten	€/a	117.000	117.000	119.000
Gewinnmarge	€/a	49.000	49.000	49.000
Stromerlöse nach KWKG	€/a	-97.000	-109.000	0
Stromeinsparungen	€/a	-60.000	0	0
Fördermöglichkeiten (im 1. Jahr)		-30.000	-24.000	4.000
jährliche Einsparungen (Steuer)	€/a	-30.000	-24.000	0
einmalige Förderung	€	0	0	4.000
Wärmepreis (netto)	€/kWh	0,131	0,145	0,130
Primärenergiefaktor	-	0,650	0,650	0,461
CO2- Emissionen inkl. Vorkette	kg/a	842.090	842.090	429.313
SO2 Emissionen	kg/a	932	932	641
TOPP Emissionen	kg/a	759	759	1.429
Staub Emissionen	kg/a	6	6	111
Primärenergieverbrauch	kWh/a	2.940.833	2.940.833	2.087.054
Vergleich: Primärenergieverbrauch Einzelversorgung (Ø Haushalte Kreis GG)	kWh/a	4.739.976	4.739.976	4.739.976
Vergleich: CO2-Emissionen Einzelversorgung (Ø Haushalte Kreis GG)	kg/a	1.154.800	1.154.800	1.154.800

Kenndaten der Varianten in Büttelborn	Einheit	Büttelborn 1 - Erdgas-BHKW mit Stromeigennutzung	Büttelborn 1 - Erdgas-BHKW ohne Stromeigennutzung
Energiebereitstellung Heizzentrale inkl. Leitungsverlust (Heizen und Warmwasser)	kWh/a	263.787	263.787
Wärmeverbrauch in Gebäuden (Heizen und Warmwasser)	kWh/a	239.807	239.807
Stromverbrauch Gebäude	kWh/a	183.431	183.431
Leistung Grundlast (thermisch)	kWth	26	26
Leistung Grundlast (elektrisch)	kWel	13	13
Vollbenutzungsstunden Grundlast	h	5.372	5.372
Leistung Spitzenlast (thermisch)	kWth	117	117
Vollbenutzungsstunden Spitzenlast	h	1.058	1.058
Vollbenutzungsstunden Durchschnitt Grund-/Spitzenlast	h	1.842	1.842
Netzlänge	m	15	15
Wärmeverbrauch je m Netzlänge	MWh/m	16,0	16,0
Investitionskosten (alle netto)	€	143.000	143.000
Erzeugungsanlagen	€	114.000	114.000
Netz (inkl. Übergabestationen)	€	29.000	29.000
Sonstiges (Gebäude, Grundstück etc.)	€	0	0
Jährliche Kosten / Erlöse (im 1. Jahr)		19.000	26.000
Brennstoffkosten (inkl. Hilfs- / Pumpenstrom)	€/a	24.000	24.000
Betriebskosten	€/a	6.000	6.000
Gewinnmarge	€/a	3.000	3.000
Stromerlöse nach KWKG	€/a	-5.000	-7.000
Stromeinsparungen	€/a	-9.000	0
Fördermöglichkeiten (im 1. Jahr)		-2.000	-1.000
jährliche Einsparungen (Steuer)	€/a	-2.000	-1.000
einmalige Förderung	€	0	0
Wärmepreis (netto)	€/kWh	0,100	0,136
Primärenergiefaktor	-	0,684	0,684
CO2- Emissionen inkl. Vorkette	kg/a	51.133	51.133
SO2 Emissionen	kg/a	53	53
TOPP Emissionen	kg/a	43	43
Staub Emissionen	kg/a	0	0
Primärenergieverbrauch	kWh/a	180.336	180.336
Vergleich: Primärenergieverbrauch Einzelversorgung (Ø Haushalte Kreis GG)	kWh/a	276.242	276.242
Vergleich: CO2-Emissionen Einzelversorgung (Ø Haushalte Kreis GG)	kg/a	67.301	67.301

Kenndaten der Varianten in Büttelborn	Einheit	Büttelborn 1 - Brennstoffzelle mit Stromeigennutzung	Büttelborn 1 - Pellet-Heizwerk
Energiebereitstellung Heizzentrale inkl. Leitungsverlust (Heizen und Warmwasser)	kWh/a	263.787	263.787
Wärmeverbrauch in Gebäuden (Heizen und Warmwasser)	kWh/a	239.807	239.807
Stromverbrauch Gebäude	kWh/a	183.431	183.431
Leistung Grundlast (thermisch)	kWth	26	47
Leistung Grundlast (elektrisch)	kWel	26	0
Vollbenutzungsstunden Grundlast	h	5.199	4.329
Leistung Spitzenlast (thermisch)	kWth	117	86
Vollbenutzungsstunden Spitzenlast	h	1.096	709
Vollbenutzungsstunden Durchschnitt Grund-/Spitzenlast	h	1.842	1.987
Netzlänge	m	15	15
Wärmeverbrauch je m Netzlänge	MWh/m	16,0	16,0
Investitionskosten (alle netto)	€	268.000	199.000
Erzeugungsanlagen	€	240.000	114.000
Netz (inkl. Übergabestationen)	€	29.000	29.000
Sonstiges (Gebäude, Grundstück etc.)	€	0	56.000
Jährliche Kosten / Erlöse (im 1. Jahr)		20.000	31.000
Brennstoffkosten (inkl. Hilfs- / Pumpenstrom)	€/a	29.000	18.000
Betriebskosten	€/a	9.000	10.000
Gewinnmarge	€/a	3.000	3.000
Stromerlöse nach KWKG	€/a	-11.000	0
Stromeinsparungen	€/a	-10.000	0
Fördermöglichkeiten (im 1. Jahr)		-3.000	4.000
jährliche Einsparungen (Steuer)	€/a	-3.000	0
einmalige Förderung	€	0	4.000
Wärmepreis (netto)	€/kWh	0,137	0,155
Primärenergiefaktor	-	0,412	0,523
CO2- Emissionen inkl. Vorkette	kg/a	31.107	31.239
SO2 Emissionen	kg/a	64	39
TOPP Emissionen	kg/a	52	87
Staub Emissionen	kg/a	0	14
Primärenergieverbrauch	kWh/a	108.608	137.968
Vergleich: Primärenergieverbrauch Einzelversorgung (Ø Haushalte Kreis GG)	kWh/a	276.242	276.242
Vergleich: CO2-Emissionen Einzelversorgung (Ø Haushalte Kreis GG)	kg/a	67.301	67.301

Kenndaten der Varianten in Büttelborn	Einheit	Büttelborn 2 - Erdgas-BHKW mit Stromeigennutzung	Büttelborn 2 - Erdgas-BHKW ohne Stromeigennutzung	Büttelborn 2 - Brennstoffzelle mit Stromeigennutzung
Energiebereitstellung Heizzentrale inkl. Leitungsverlust (Heizen und Warmwasser)	kWh/a	856.434	856.434	856.434
Wärmeverbrauch in Gebäuden (Heizen und Warmwasser)	kWh/a	778.576	778.576	778.576
Stromverbrauch Gebäude	kWh/a	228.431	228.431	228.431
Leistung Grundlast (thermisch)	kWth	80	80	80
Leistung Grundlast (elektrisch)	kWel	40	40	80
Vollbenutzungsstunden Grundlast	h	5.621	5.621	5.441
Leistung Spitzenlast (thermisch)	kWth	361	361	361
Vollbenutzungsstunden Spitzenlast	h	1.122	1.122	1.162
Vollbenutzungsstunden Durchschnitt Grund-/Spitzenlast	h	1.940	1.940	1.940
Netzlänge	m	248	248	248
Wärmeverbrauch je m Netzlänge	MWh/m	3,1	3,1	3,1
Investitionskosten (alle netto)	€	604.000	604.000	1.038.000
Erzeugungsanlagen	€	283.000	283.000	717.000
Netz (inkl. Übergabestationen)	€	253.000	253.000	253.000
Sonstiges (Gebäude, Grundstück etc.)	€	68.000	68.000	68.000
Jährliche Kosten / Erlöse (im 1. Jahr)		80.000	88.000	87.000
Brennstoffkosten (inkl. Hilfs- / Pumpenstrom)	€/a	77.000	77.000	93.000
Betriebskosten	€/a	23.000	23.000	32.000
Gewinnmarge	€/a	9.000	9.000	9.000
Stromerlöse nach KWKG	€/a	-19.000	-21.000	-36.000
Stromeinsparungen	€/a	-10.000	0	-11.000
Fördermöglichkeiten (im 1. Jahr)		-5.000	-4.000	-6.000
jährliche Einsparungen (Steuer)	€/a	-5.000	-4.000	-6.000
einmalige Förderung	€	0	0	0
Wärmepreis (netto)	€/kWh	0,126	0,140	0,179
Primärenergiefaktor	-	0,687	0,687	0,416
CO2- Emissionen inkl. Vorkette	kg/a	166.577	166.577	102.075
SO2 Emissionen	kg/a	172	172	206
TOPP Emissionen	kg/a	140	140	168
Staub Emissionen	kg/a	1	1	1
Primärenergieverbrauch	kWh/a	587.980	587.980	355.853
Vergleich: Primärenergieverbrauch Einzelversorgung (Ø Haushalte Kreis GG)	kWh/a	896.871	896.871	896.871
Vergleich: CO2-Emissionen Einzelversorgung (Ø Haushalte Kreis GG)	kg/a	218.504	218.504	218.504

Kenndaten der Varianten in Büttelborn	Einheit	Büttelborn 2 - Holzhackschnitzel-	Büttelborn 2 - Pellet-Heizwerk
		Heizwerk	
Energiebereitstellung Heizzentrale inkl. Leitungsverlust (Heizen und Warmwasser)	kWh/a	856.434	856.434
Wärmeverbrauch in Gebäuden (Heizen und Warmwasser)	kWh/a	778.576	778.576
Stromverbrauch Gebäude	kWh/a	228.431	228.431
Leistung Grundlast (thermisch)	kWth	144	144
Leistung Grundlast (elektrisch)	kWel	0	0
Vollbenutzungsstunden Grundlast	h	4.552	4.552
Leistung Spitzenlast (thermisch)	kWth	265	265
Vollbenutzungsstunden Spitzenlast	h	750	750
Vollbenutzungsstunden Durchschnitt Grund-/Spitzenlast	h	2.092	2.092
Netzlänge	m	248	248
Wärmeverbrauch je m Netzlänge	MWh/m	3,1	3,1
Investitionskosten (alle netto)	€	663.000	640.000
Erzeugungsanlagen	€	297.000	274.000
Netz (inkl. Übergabestationen)	€	253.000	253.000
Sonstiges (Gebäude, Grundstück etc.)	€	113.000	113.000
Jährliche Kosten / Erlöse (im 1. Jahr)		84.000	91.000
Brennstoffkosten (inkl. Hilfs- / Pumpenstrom)	€/a	48.000	57.000
Betriebskosten	€/a	27.000	25.000
Gewinnmarge	€/a	9.000	9.000
Stromerlöse nach KWKG	€/a	0	0
Stromeinsparungen	€/a	0	0
Fördermöglichkeiten (im 1. Jahr)		4.000	12.000
jährliche Einsparungen (Steuer)	€/a	0	0
einmalige Förderung	€	4.000	12.000
Wärmepreis (netto)	€/kWh	0,137	0,145
Primärenergiefaktor	-	0,491	0,524
CO2- Emissionen inkl. Vorkette	kg/a	88.640	101.618
SO2 Emissionen	kg/a	122	127
TOPP Emissionen	kg/a	262	282
Staub Emissionen	kg/a	20	46
Primärenergieverbrauch	kWh/a	420.371	448.645
Vergleich: Primärenergieverbrauch Einzelversorgung (Ø Haushalte Kreis GG)	kWh/a	896.871	896.871
Vergleich: CO2-Emissionen Einzelversorgung (Ø Haushalte Kreis GG)	kg/a	218.504	218.504

Kenndaten der Varianten in Büttelborn	Einheit	Büttelborn 3 - Erdgas-BHKW mit Stromeigennutzung (mit Redundanz)	Büttelborn 3 - Erdgas-BHKW ohne Stromeigennutzung (mit Redundanz)	Büttelborn 3 - Holzhackschnitzel-Heizwerk (mit Redundanz)
Energiebereitstellung Heizzentrale inkl. Leitungsverlust (Heizen und Warmwasser)	kWh/a	2.604.707	2.604.707	2.604.707
Wärmeverbrauch in Gebäuden (Heizen und Warmwasser)	kWh/a	2.367.915	2.367.915	2.367.915
Stromverbrauch Gebäude	kWh/a	466.931	466.931	466.931
Leistung Grundlast (thermisch)	kWth	241	241	433
Leistung Grundlast (elektrisch)	kWel	120	120	0
Vollbenutzungsstunden Grundlast	h	5.686	5.686	4.621
Leistung Spitzenlast (thermisch)	kWth	1.082	1.082	794
Vollbenutzungsstunden Spitzenlast	h	1.143	1.143	761
Vollbenutzungsstunden Durchschnitt Grund-/Spitzenlast	h	1.969	1.969	2.123
Netzlänge	m	978	978	978
Wärmeverbrauch je m Netzlänge	MWh/m	2,4	2,4	2,4
Investitionskosten (alle netto)	€	2.572.000	2.572.000	2.582.000
Erzeugungsanlagen	€	1.067.000	1.067.000	1.009.000
Netz (inkl. Übergabestationen)	€	1.404.000	1.404.000	1.404.000
Sonstiges (Gebäude, Grundstück etc.)	€	101.000	101.000	169.000
Jährliche Kosten / Erlöse (im 1. Jahr)		280.000	289.000	264.000
Brennstoffkosten (inkl. Hilfs- / Pumpenstrom)	€/a	233.000	233.000	146.000
Betriebskosten	€/a	86.000	86.000	90.000
Gewinnmarge	€/a	28.000	28.000	28.000
Stromerlöse nach KWKG	€/a	-56.000	-58.000	0
Stromeinsparungen	€/a	-11.000	0	0
Fördermöglichkeiten (im 1. Jahr)		-14.000	-13.000	4.000
jährliche Einsparungen (Steuer)	€/a	-14.000	-13.000	0
einmalige Förderung	€	0	0	4.000
Wärmepreis (netto)	€/kWh	0,153	0,158	0,146
Primärenergiefaktor	-	0,687	0,687	0,491
CO2- Emissionen inkl. Vorkette	kg/a	507.046	507.046	269.479
SO2 Emissionen	kg/a	523	523	371
TOPP Emissionen	kg/a	426	426	798
Staub Emissionen	kg/a	4	4	61
Primärenergieverbrauch	kWh/a	1.790.267	1.790.267	1.278.128
Vergleich: Primärenergieverbrauch Einzelversorgung (Ø Haushalte Kreis GG)	kWh/a	2.727.689	2.727.689	2.727.689
Vergleich: CO2-Emissionen Einzelversorgung (Ø Haushalte Kreis GG)	kg/a	664.547	664.547	664.547

Kenndaten der Varianten in Ginsheim	Einheit	NBG1 - Erdgas-BHKW mit Stromeigennutzung	NBG1 - Erdgas-BHKW ohne Stromeigennutzung	NBG1 - Brennstoffzelle mit Stromeigennutzung
Energiebereitstellung Heizzentrale inkl. Leitungsverlust (Heizen und Warmwasser)	kWh/a	344.936	344.936	344.936
Wärmeverbrauch in Gebäuden (Heizen und Warmwasser)	kWh/a	313.579	313.579	313.579
Stromverbrauch Gebäude	kWh/a	260.000	260.000	260.000
Leistung Grundlast (thermisch)	kWth	37	37	37
Leistung Grundlast (elektrisch)	kWel	19	19	37
Vollbenutzungsstunden Grundlast	h	5.564	5.564	5.280
Leistung Spitzenlast (thermisch)	kWth	168	168	168
Vollbenutzungsstunden Spitzenlast	h	821	821	884
Vollbenutzungsstunden Durchschnitt Grund-/Spitzenlast	h	1.683	1.683	1.683
Netzlänge	m	220	220	220
Wärmeverbrauch je m Netzlänge	MWh/m	1,4	1,4	1,4
Investitionskosten (alle netto)	€	422.000	422.000	607.000
Erzeugungsanlagen	€	185.000	185.000	370.000
Netz (inkl. Übergabestationen)	€	169.000	169.000	169.000
Sonstiges (Gebäude, Grundstück etc.)	€	68.000	68.000	68.000
Jährliche Kosten / Erlöse (im 1. Jahr)		24.000	41.000	16.000
Brennstoffkosten (inkl. Hilfs- / Pumpenstrom)	€/a	32.000	32.000	39.000
Betriebskosten	€/a	15.000	15.000	19.000
Gewinnmarge	€/a	4.000	4.000	4.000
Stromerlöse nach KWKG	€/a	-6.000	-10.000	-12.000
Stromeinsparungen	€/a	-21.000	0	-34.000
Fördermöglichkeiten (im 1. Jahr)		-50.000	-48.000	-30.000
jährliche Einsparungen (Steuer)	€/a	-4.000	-2.000	-6.000
einmalige Förderung	€	-46.000	-46.000	-24.000
Wärmepreis (netto)	€/kWh	0,102	0,169	0,109
Primärenergiefaktor	-	0,630	0,630	0,365
CO2- Emissionen inkl. Vorkette	kg/a	62.518	62.518	35.103
SO2 Emissionen	kg/a	72	72	86
TOPP Emissionen	kg/a	59	59	70
Staub Emissionen	kg/a	0	0	1
Primärenergieverbrauch	kWh/a	217.333	217.333	125.804
Vergleich: Primärenergieverbrauch Einzelversorgung (Erdgas + Solarthermie)	kWh/a	315.774	315.774	315.774
Vergleich: CO2-Emissionen Einzelversorgung (Erdgas + Solarthermie)	kg/a	69.596	69.596	69.596

Kenndaten der Varianten in Ginsheim	Einheit	NBG1 - Pellet-Heizwerk	NBG1 - Mitteltiefe Geothermie (1 Sonde ca. 750 m)
Energiebereitstellung Heizzentrale inkl. Leitungsverlust (Heizen und Warmwasser)	kWh/a	344.936	344.936
Wärmeverbrauch in Gebäuden (Heizen und Warmwasser)	kWh/a	313.579	313.579
Stromverbrauch Gebäude	kWh/a	260.000	260.000
Leistung Grundlast (thermisch)	kWth	67	67
Leistung Grundlast (elektrisch)	kWel	0	0
Vollbenutzungsstunden Grundlast	h	4.175	4.427
Leistung Spitzenlast (thermisch)	kWth	123	123
Vollbenutzungsstunden Spitzenlast	h	529	391
Vollbenutzungsstunden Durchschnitt Grund-/Spitzenlast	h	1.816	1.816
Netzlänge	m	220	220
Wärmeverbrauch je m Netzlänge	MWh/m	1,4	1,4
Investitionskosten (alle netto)	€	463.000	1.114.000
Erzeugungsanlagen	€	181.000	877.000
Netz (inkl. Übergabestationen)	€	169.000	169.000
Sonstiges (Gebäude, Grundstück etc.)	€	113.000	68.000
Jährliche Kosten / Erlöse (im 1. Jahr)		45.000	37.000
Brennstoffkosten (inkl. Hilfs- / Pumpenstrom)	€/a	23.000	17.000
Betriebskosten	€/a	18.000	16.000
Gewinnmarge	€/a	4.000	4.000
Stromerlöse nach KWKG	€/a	0	0
Stromeinsparungen	€/a	0	0
Fördermöglichkeiten (im 1. Jahr)		-24.000	-317.000
jährliche Einsparungen (Steuer)	€/a	0	0
einmalige Förderung	€	-24.000	-317.000
Wärmepreis (netto)	€/kWh	0,184	0,165
Primärenergiefaktor	-	0,493	0,593
CO2- Emissionen inkl. Vorkette	kg/a	37.918	52.216
SO2 Emissionen	kg/a	51	7
TOPP Emissionen	kg/a	118	6
Staub Emissionen	kg/a	20	0
Primärenergieverbrauch	kWh/a	169.884	204.577
Vergleich: Primärenergieverbrauch Einzelversorgung (Erdgas + Solarthermie)	kWh/a	315.774	315.774
Vergleich: CO2-Emissionen Einzelversorgung (Erdgas + Solarthermie)	kg/a	69.596	69.596

Kenndaten der Varianten in Ginsheim	Einheit	NBG2 - Erdgas-BHKW mit Stromeigennutzung	NBG2 - Erdgas-BHKW ohne Stromeigennutzung	NBG2 - Brennstoffzelle mit Stromeigennutzung
Energiebereitstellung Heizzentrale inkl. Leitungsverlust (Heizen und Warmwasser)	kWh/a	559.275	559.275	559.275
Wärmeverbrauch in Gebäuden (Heizen und Warmwasser)	kWh/a	508.432	508.432	508.432
Stromverbrauch Gebäude	kWh/a	364.000	364.000	364.000
Leistung Grundlast (thermisch)	kWth	60	60	60
Leistung Grundlast (elektrisch)	kWel	30	30	60
Vollbenutzungsstunden Grundlast	h	5.690	5.690	5.383
Leistung Spitzenlast (thermisch)	kWth	271	271	271
Vollbenutzungsstunden Spitzenlast	h	802	802	870
Vollbenutzungsstunden Durchschnitt Grund-/Spitzenlast	h	1.691	1.691	1.691
Netzlänge	m	370	370	370
Wärmeverbrauch je m Netzlänge	MWh/m	1,4	1,4	1,4
Investitionskosten (alle netto)	€	720.000	720.000	1.038.000
Erzeugungsanlagen	€	281.000	281.000	598.000
Netz (inkl. Übergabestationen)	€	372.000	372.000	372.000
Sonstiges (Gebäude, Grundstück etc.)	€	68.000	68.000	68.000
Jährliche Kosten / Erlöse (im 1. Jahr)		42.000	68.000	39.000
Brennstoffkosten (inkl. Hilfs- / Pumpenstrom)	€/a	52.000	52.000	63.000
Betriebskosten	€/a	26.000	26.000	33.000
Gewinnmarge	€/a	6.000	6.000	6.000
Stromerlöse nach KWKG	€/a	-10.000	-16.000	-22.000
Stromeinsparungen	€/a	-32.000	0	-41.000
Fördermöglichkeiten (im 1. Jahr)		-123.000	-120.000	-88.000
jährliche Einsparungen (Steuer)	€/a	-6.000	-3.000	-8.000
einmalige Förderung	€	-117.000	-117.000	-80.000
Wärmepreis (netto)	€/kWh	0,106	0,168	0,150
Primärenergiefaktor	-	0,632	0,632	0,355
CO2- Emissionen inkl. Vorkette	kg/a	101.712	101.712	54.996
SO2 Emissionen	kg/a	117	117	141
TOPP Emissionen	kg/a	95	95	115
Staub Emissionen	kg/a	1	1	1
Primärenergieverbrauch	kWh/a	353.462	353.462	198.691
Vergleich: Primärenergieverbrauch Einzelversorgung (Erdgas + Solarthermie)	kWh/a	511.991	511.991	511.991
Vergleich: CO2-Emissionen Einzelversorgung (Erdgas + Solarthermie)	kg/a	112.842	112.842	112.842

Kenndaten der Varianten in Ginsheim	Einheit	NBG2 - Pellet- Heizwerk	NBG2 - Mitteltiefe Geothermie (1 Sonde, ca. 780m)	NBG2 - Mitteltiefe Geothermie (energetische Optimierung, 2 Sonden, je 735m)
Energiebereitstellung Heizzentrale inkl. Leitungsverlust (Heizen und Warmwasser)	kWh/a	559.275	559.275	559.275
Wärmeverbrauch in Gebäuden (Heizen und Warmwasser)	kWh/a	508.432	508.432	508.432
Stromverbrauch Gebäude	kWh/a	364.000	364.000	364.000
Leistung Grundlast (thermisch)	kWth	108	70	132
Leistung Grundlast (elektrisch)	kWel	0	0	0
Vollbenutzungsstunden Grundlast	h	4.218	5.560	3.909
Leistung Spitzenlast (thermisch)	kWth	198	256	162
Vollbenutzungsstunden Spitzenlast	h	517	669	259
Vollbenutzungsstunden Durchschnitt Grund-/Spitzenlast	h	1.823	1.716	1.898
Netzlänge	m	370	370	370
Wärmeverbrauch je m Netzlänge	MWh/m	1,4	1,4	1,4
Investitionskosten (alle netto)	€	757.000	1.424.000	2.104.000
Erzeugungsanlagen	€	273.000	984.000	1.665.000
Netz (inkl. Übergabestationen)	€	372.000	372.000	372.000
Sonstiges (Gebäude, Grundstück etc.)	€	113.000	68.000	68.000
Jährliche Kosten / Erlöse (im 1. Jahr)		71.000	61.000	61.000
Brennstoffkosten (inkl. Hilfs- / Pumpenstrom)	€/a	37.000	29.000	26.000
Betriebskosten	€/a	28.000	26.000	29.000
Gewinnmarge	€/a	6.000	6.000	6.000
Stromerlöse nach KWKG	€/a	0	0	0
Stromeinsparungen	€/a	0	0	0
Fördermöglichkeiten (im 1. Jahr)		-83.000	-384.000	-661.000
jährliche Einsparungen (Steuer)	€/a	0	0	0
einmalige Förderung	€	-83.000	-384.000	-661.000
Wärmepreis (netto)	€/kWh	0,179	0,162	0,170
Primärenergiefaktor	-	0,489	0,701	0,551
CO2- Emissionen inkl. Vorkette	kg/a	60.946	97.781	79.621
SO2 Emissionen	kg/a	82	26	6
TOPP Emissionen	kg/a	191	21	5
Staub Emissionen	kg/a	32	0	0
Primärenergieverbrauch	kWh/a	273.538	392.215	308.274
Vergleich: Primärenergieverbrauch Einzelversorgung (Erdgas + Solarthermie)	kWh/a	511.991	511.991	511.991
Vergleich: CO2-Emissionen Einzelversorgung (Erdgas + Solarthermie)	kg/a	112.842	112.842	112.842

ANHANG 2 – PRESSEMITTEILUNG NAHWÄRMENETZ IN BÜTTELBORN

Montag, 23.09.2013

Innovatives Nahwärmenetz in Büttelborn in Betrieb genommen

Projekt mit Vorbildcharakter: Kommunenübergreifende Zusammenarbeit für Energieeffizienz.



Die EnergieTechnik Rhein-Main GmbH (ETech), eine Tochtergesellschaft der Überlandwerk Groß-Gerau GmbH und des Zweckverbands Riedwerke, hat in Büttelborn ein effizientes Nahwärmenetz errichtet und versorgt vor Ort die Pestalozzischule, die Kreissporthalle, die Kindertagesstätte Regenbogen, den Gebäudekomplex „Wohnen im Alter“ und ein Wohnhaus der Baugenossenschaft Ried über ein modernes Blockheizkraftwerk (BHKW) mit Strom und Wärme.

Im Rahmen eines Pressetermins mit Büttelborns Bürgermeister Andreas Rotzinger und den Mitgliedern des Aufsichtsrats der ETech nahmen die beiden ETech Geschäftsführer Daniela Müller und Wolfgang Matthes die Anlage offiziell in Betrieb. Insgesamt 500.000 Euro hat die ETech als Betreiberin der Anlage in dieses Wärmeversorgungs-konzept investiert. Gut investiert, wie die anwesenden Mitglieder des Aufsichtsrates betonten, denn hier wurde interkommunale Zusammenarbeit im Bereich Energieeffizienz erfolgreich umgesetzt. Kreis, Kommune, ÜWG und Baugenossenschaft Ried haben gemeinsam zur Verwirklichung der nachhaltigen Energieversorgung beigetragen. Möglich wurde das innovative Projekt durch die Sanierung der Pestalozzischule mit Neubau der Sporthalle. Das Projekt hat Vorbildcharakter: Gegenüber der getrennten Erzeugung von Wärme und Strom wird durch die zentrale Wärmeversorgung eine Energie- und Schadstoffeinsparung von rund 40 Prozent erreicht.

Die angeschlossenen Kunden werden über ein rund 300 Meter langes Wärmenetz mit Heizenergie und Strom versorgt. Der Strom und die Wärme werden mittels Kraft-Wärme-Kopplung in einem wärmegeführten Blockheizkraftwerk mit Spitzenlastkessel auf Gasbasis erzeugt. Mit der Wahl der Kraft-Wärme-Kopplung wurde die energieeffizienteste Lösung umgesetzt. Der Primärenergieeinsatz wurde um rund 40 % reduziert und pro Jahr werden so etwa 113 Tonnen CO₂ eingespart.

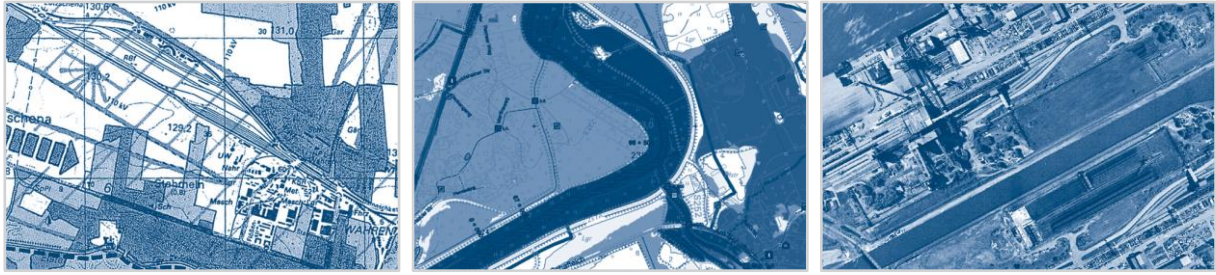
Technische Parameter des BHKW:

Elektrische Leistung: 50 kW; Thermische Leistung: 100 kW;
Kraftstoff: Erdgas

Quelle: Pressemitteilung auf der Internetseite der ÜWG

<http://www.uewg.de/presse/aktuelles/aktuelle-meldungen/presse-news-details/artikel/innovatives-nahwaermenetz-in-buettelborn-in-betrieb-genommen.html> (aufgerufen am 06.08.2015)

ANHANG 3 – HINWEISE FÜR DIE KOMMUNEN



Modellprojekt im Kreis Groß-Gerau

Möglichkeiten einer innovativen,
netzgebundenen Wärmeversorgung
in kleinen und mittleren Kommunen

- Anhang 3: Hinweise für die Kommunen -

Auftraggeber:

Kreis Groß-Gerau
Fachbereich Wirtschaft & Energie

gefördert durch das
Hessische Ministerium für Wirtschaft, Energie,
Verkehr und Landesentwicklung

Darmstadt, den 13. August 2015



INFRASTRUKTUR & UMWELT
Professor Böhm und Partner

INHALTSVERZEICHNIS

1	Einleitung	1
2	Welche Siedlungsgebiete sind für Nahwärme geeignet?	2
2.1	Wärmeverbrauchsichte und Wärmeleistungsliniendichte	2
2.2	Struktur der bestehenden Wärmeversorgung	4
2.3	Nutzungsstruktur der Gebäude	4
2.4	Vorhandene Potenziale von erneuerbaren Energien oder Abwärme.....	4
3	Quick Check	5
4	Tipps zur Umsetzung	7
4.1	Günstige Anlässe und fördernde Faktoren nutzen, Hemmnisse beachten	7
4.1.1	Günstige Anlässe	7
4.1.2	Erfolgsfaktoren	8
4.1.3	Hemmnisse und mögliche Lösungsansätze	9
4.2	Wichtige Akteure.....	11
4.3	Kommunikation und Überzeugungsarbeit	12
4.4	Planungs- und Umsetzungsinstrumente	14
4.5	Betreibermodelle.....	16
	LITERATURVERZEICHNIS	18

1 Einleitung

In diesem kurzen Informationsdokument geht es um die Möglichkeiten zur Umsetzung von Wärmenetzpotenzialen in Kommunen. Zielgruppe sind kleine und mittlere Kommunen, die sich für das Thema Nahwärme und die Möglichkeiten zur Umsetzung in ihrer Gemeinde interessieren.

Es wird die Frage beantwortet, welche Siedlungsgebiete für eine Nahwärmeversorgung prinzipiell geeignet sind und es wird ein Quick Check (Kap. 3) angeboten, mit dessen Hilfe unkompliziert ermittelt werden kann, ob sich eine Gemeinde bzw. ein Gebiet für eine Nahwärmeversorgung grundsätzlich eignet oder nicht.

In Kapitel 4 finden sich konkrete Tipps zur Umsetzung von Nahwärmenetzvorhaben. Zunächst wird hierbei ausführlich auf die Erfolgs- und Hemmnisfaktoren eingegangen. Im Anschluss werden die wichtigen Akteure sowie das Thema Bürgerbeteiligung und Kommunikation behandelt.

Zum Thema Nahwärme gibt es bereits eine Vielzahl von Publikationen. Dieses Dokument beinhaltet vor allem Informationen und Tipps zur Herangehensweise für Vertreter bzw. Mitarbeiter von Kommunen und ist ergänzend zu den bestehenden Informationen zu sehen. Genannt werden sollen hier insbesondere:

- Der Handlungsleitfaden Nahwärme des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz aus dem Jahr 2006
- Der Leitfaden Energienutzungsplan des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Verbraucherschutz aus dem Jahr 2011
- Der Praxisleitfaden zum Aufbau von Wärmenetzen der Stadt Frankfurt am Main und des Regionalverbands Frankfurt RheinMain aus dem Jahr 2014

2 Welche Siedlungsgebiete sind für Nahwärme geeignet?

Ob eine Gemeinde oder ein Gemeindeteil nahwärmetauglich ist oder nicht, hängt von einer Vielzahl an Einflussfaktoren ab. Dabei sind die vor Ort vorliegenden Randbedingungen entscheidend. Folglich existiert kein allgemeingültiges Patentrezept zur Identifikation von nahwärmegeeigneten Gebieten. Trotzdem können einige Faktoren benannt werden, die sich begünstigend auf den Betrieb eines Nahwärmenetzes auswirken. Für sich genommen sind sie zwar noch kein Garant für den Erfolg eines Wärmenetzvorhabens, können jedoch einen Hinweis darauf geben, ob die siedlungsstrukturellen und technischen Randbedingungen für eine Nahwärmeversorgung gegeben sind oder nicht. Zu diesen Faktoren zählen:

- die Wärmeverbrauchsichte bzw. Wärmeleistungsliniendichte
- die Struktur der bestehenden Wärmeversorgung
- die vorliegende Nutzungsstruktur der Gebäude
- evtl. vorhandene Potenziale von erneuerbaren Energien oder Abwärme

Nachfolgend werden die Faktoren im Einzelnen beschrieben.

2.1 Wärmeverbrauchsichte und Wärmeleistungsliniendichte

Die Wärmeverbrauchsichte beschreibt den Wärmebedarf pro Flächeneinheit. Beeinflusst wird sie durch die Art der Bebauung (z.B. Einfamilienhäuser oder Mehrfamilienhäuser), der Dichte der Bebauung und dem spezifischen Wärmebedarf der Gebäude. Verfügt ein Gebiet über eine hohe Wärmeverbrauchsichte, kann also eine große Menge an Wärme pro Flächeneinheit abgesetzt werden, dann fallen die hohen Investitionskosten für die Verteilnetze weniger ins Gewicht. Als Orientierung kann ein Wert von 250-300 MWh/ha angegeben werden, ab dem eine Nahwärmenutzung wirtschaftlich tragfähig umgesetzt werden kann (vgl. HMUELV 2006, 14).

Das Klimaschutzteilkonzept „Integrierte Wärmenutzung“ für den Landkreis Groß-Gerau enthält Wärmeverbrauchskarten für alle Kommunen des Kreises (vgl. TSB 2012). Die Karten können in Verbindung mit weiteren Informationen zu den Gebäuden (siehe folgende Abschnitte) als Grundlage für die Vorauswahl von Gebiete, die einer detaillierteren Betrachtung unterzogen werden sollten, dienen.

Die Wärmeleistungsliniendichte gibt die mögliche Anschlussleistung pro Trassenlänge an. Als Anschlussleistung wird die Heizlast (inkl. Warmwasser) der angeschlossenen Verbraucher verwendet. Diese kann aus den ermittelten Wärmebedarfen in kWh durch eine geeignete Annahme der Vollbenutzungsstunden, eines Gleichzeitigkeitsfaktors sowie ei-

nes Anschlussgrades errechnet werden. Die Wärmeleistungsliniendichte wird immer für Teilbereiche des Quartiers, also z.B. für Straßenzüge, bestimmt. So kann ermittelt werden, welche Bereiche/Straßenzüge einer Gemeinde eine hohe Anschlussleistung aufweisen und für eine Nahwärmeversorgung geeignet sind. Als Richtwert für eine wirtschaftliche Wärmenetzlösung gelten Wärmeleistungsliniendichten von ca. 1,5 - 2 MW/km (vgl. Wolff et al., 2011 und Eltrop et al., 2007).

Für die Berechnung von Wärmeverbrauchsichte und Wärmeleistungsliniendichte muss der Wärmebedarf des gesamten Gebietes ermittelt werden. Informationen dazu sind beispielsweise dem Leitfaden Nahwärme des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz zu entnehmen (vgl. HMUELV 2006).

Bei der Berechnung der Wärmeverbrauchs- und Wärmeleistungsliniendichten sollten die potenziellen Anschlussgrade einer Wärmenetzlösung einfließen. In der Regel ist nicht davon auszugehen, dass 100 % der Gebäude eines Gebiets an ein Netz angeschlossen werden. Die Wärmeverbrauchs- bzw. Wärmeleistungsliniendichten reduzieren sich dann entsprechend und das Erreichen der zuvor genannten Richtwerte wird erschwert.

Es ist jedoch darauf hinzuweisen, dass das Überschreiten der Grenzwerte für Wärmeverbrauchsichte und Wärmeleistungsliniendichte alleine noch kein Garant für die erfolgreiche Umsetzung eines Nahwärmenetzes ist. Sind die übrigen Randbedingungen ungünstig, so kann eine hohe Wärmedichte alleine nicht den Erfolg des Projektes gewährleisten. Im Gegenzug können Nahwärmenetze auch bei der Unterschreitung der Grenzwerte erfolgreich umgesetzt werden, wenn weitere günstige Faktoren, wie bspw. von Beginn an hohe Anschlussdichten, vorliegen.

Hinweise zu Neubaugebieten:

Grundsätzlich ist der Neubau von Wärmenetzen in Neubausiedlungen am einfachsten realisierbar. I.d.R. müssen dort keine bestehenden Straßen aufgebrochen und wiederhergestellt, keine individuellen Heizanlagen ersetzt und keine Hausbesitzer zu einem Wechsel bewegt werden. Allerdings weisen Neubaugebiete aufgrund der baulichen Anforderungen der EnEV nur sehr geringe Wärmebedarfe pro Gebäude auf, weswegen sie i.d.R. durch das Raster der geeigneten Voraussetzungen fallen. Trotzdem sind Neubaugebiete für eine Nahwärmeversorgung interessant. Durch hohe Anschlussgrade, innovative Erzeugungskonzepte, Kombination mit bestehenden Netzen oder mit Sondernutzungen können sich attraktive Versorgungslösungen ergeben, die auch wirtschaftlich konkurrenzfähig zur Einzelversorgung sind.

2.2 Struktur der bestehenden Wärmeversorgung

Gut für den Aufbau eines Nahwärmenetzes eignen sich Gebiete mit einem niedrigen Gasversorgungsgrad. Dies liegt an der starken Konkurrenz, die zwischen beiden leitungsgebundenen Versorgungsarten besteht. Zudem wird ein Gasnetzbetreiber i.d.R. nicht in eine neue Infrastruktur investieren, bevor das Erdgasnetz nicht vollständig abgeschrieben ist. Besondere Probleme bereitet in gasversorgten Gebieten der meist niedrige Anschlussgrad: Erdgaskunden lassen sich nur vergleichsweise selten von einem Wechsel zu Nahwärme überzeugen, da erdgasbetriebene Heizungssysteme wirtschaftlich attraktiv und in der Handhabung vergleichsweise einfach sind.

2.3 Nutzungsstruktur der Gebäude

Gute Voraussetzungen für ein Nahwärmenetz liegen vor, wenn in dem betroffenen Gebiet verschiedene Abnehmer mit sich zeitlich ergänzenden Verbräuchen kombiniert werden können. Denn ein zeitlich versetzter Bedarf an Wärme und Strom der Gebäude führt zu einer Vergleichmäßigung der gesamten Nachfrage. Dies sorgt für eine optimale Anlagenauslastung mit hohen Vollbenutzungsstunden, was sich wiederum positiv auf die Wirtschaftlichkeit des gesamten Wärmenetzes auswirkt. Bei der Festlegung von Versorgungsgebieten sollte somit gezielt auf den Zusammenschluss von Verbrauchern mit sich ausgleichenden täglichen bzw. saisonalen Lastgängen geachtet werden.

Besonders gut eignet sich zudem die Aufnahme öffentlicher Gebäude in ein Wärmenetz. Durch sie kann eine von Beginn an stabile und gesicherte Wärmeabnahme gewährleistet werden. Sie können damit als „Kristallisationskeime“ für Wärmenetze in ihrem Umfeld dienen.

2.4 Vorhandene Potenziale von erneuerbaren Energien oder Abwärme

Sind in der Gemeinde bzw. in der unmittelbaren Umgebung Potenziale zur Nutzung erneuerbarer Energien oder aber bisher ungenutzte Abwärmepotenziale aus Industrie oder Gewerbe vorhanden, so wirkt sich dies fördernd auf eine mögliche Nahwärmelösung aus. Insbesondere durch Abwärmenutzung lassen sich häufig besonders günstige Wärmepreise erreichen. Das kann dazu führen, dass selbst in den Gebieten ein Wärmenetz erfolgreich umzusetzen ist, die sich eigentlich aufgrund der vorliegenden Bedingungen (z.B. Wärmeverbrauchsdichte) nicht dafür eignen. Durch günstig abzugebende Abwärme oder auch vorhandene Biogas- und Biomassepotenziale können somit häufig bestehende Nachteile aufgewogen und der Einstieg in eine Nahwärmeversorgung erleichtert werden.

3 Quick Check

Liegen in einer Gemeinde günstige Randbedingungen für eine Nahwärmeversorgung vor?

Dies kann mithilfe des folgenden Quick Checks herausgefunden werden. Ein Gebiet weist günstige Randbedingungen für Nahwärme auf, wenn möglichst viele der folgenden Kriterien erfüllt sind:

Das Gebiet weist eine dichte Bebauung mit einer hohen Wärme(linien)dichte auf. Typisch ist dies vor allem für historische Ortskerne, Blockbebauung oder dichte Mehrfamilienhaus- oder Hochhausbebauung.	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
Im Gebiet existieren viele alte Gebäude, bei denen wenige Möglichkeiten zur Sanierung gegeben sind (z.B. wegen Denkmalschutz).	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
In dem Gebiet ist der Gasanschlussgrad niedrig oder es existiert gar keine Erdgasversorgung.	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
In der Gemeinde existiert bereits ein Wärmenetz, an welches das Gebiet angeschlossen werden könnte.	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
In dem Gebiet existiert eine Gruppe öffentlicher Gebäude (z.B. Schwimmbäder, Schulen, Kirchen, Feuerwehr, Krankenhäuser,...) in räumlicher Nähe zueinander, die als Ausgangspunkt für ein Nahwärmenetz dienen können.	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
In dem Gebiet existieren öffentliche, gewerbliche oder industrielle Gebäude, die ganzjährig hohe Wärme- und Strombedarfe aufweisen.	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
In dem Gebiet finden sich unterschiedliche Gebäudenutzungen, deren Verbräuche sich zeitlich ausgleichen. (Z.B. kann der hohe Sommerbedarf eines Freibades die typischerweise niedrigen Wärmebedarfe von Wohngebäuden im Sommer ausgleichen)	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
In dem Gebiet gibt es bislang ungenutzte Abwärmepotenziale z.B. in Gewerbe- oder Industriebetrieben.	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
In dem Gebiet müssen die Heizungsanlagen von sowohl Wohn- als auch öffentlichen Gebäuden in naher Zukunft modernisiert/erneuert werden.	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
In dem Gebiet müssen in naher Zukunft Tiefbau- oder Straßenbauarbeiten durchgeführt werden.	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein

Zusätzlich begünstigend kann sich auswirken:

Die Gemeinde hat bereits ein Wärmenutzungskonzept erstellt oder plant dies in naher Zukunft.	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
In der Gemeinde existieren bereits Klimaschutzziele bzw. Klimaschutzkonzepte.	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
Es gibt in der Gemeinde engagierte und an der Energiewende interessierte Akteure, die als Initiator für ein Wärmenetz fungieren können.	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
Die Gemeinde nimmt am öffentlichen Programm der Dorferneuerung teil oder hat Teile der Gemeinde zu Sanierungsgebieten erklärt.	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
In der Gemeinde gibt es Probleme mit hohen Luftschadstoffbelastungen.	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
Es gibt in der Gemeinde oder der näheren Umgebung offensichtliche Potenziale von Biomasse, wie ein hohes Aufkommen an Restholz, landwirtschaftlichen Reststoffen wie Gülle und Grasschnitt oder Reststoffen aus der Lebensmittelverarbeitung wie Speisereste und Fette.	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein

Je nach Ausprägung des jeweiligen Faktors, kann bereits das Vorliegen eines oder weniger vorliegender Voraussetzungen zu einer grundsätzlichen Eignung für Nahwärme führen.

Der vorliegende Quick Check kann eine ausführliche und fachlich qualifizierte Machbarkeitsstudie nicht ersetzen. Er soll lediglich eine erste Entscheidungshilfe darstellen, ob es sich für die Gemeinde lohnt, sich weiter mit dem Thema Nahwärme zu beschäftigen.

4 Tipps zur Umsetzung

Können für die Gemeinde im Quick Check günstige Bedingungen für eine Nahwärmeversorgung ermittelt werden, so finden sich nachfolgend Tipps und wichtige Informationen für das weitere Vorgehen. Werden diese frühzeitig in die Überlegungen einbezogen, dann erhöht dies die Chancen einer erfolgreichen Umsetzung des Nahwärmeprojektes.

4.1 Günstige Anlässe und fördernde Faktoren nutzen, Hemmnisse beachten

Um die Umsetzung eines Wärmenetzvorhabens zu erleichtern, können günstige Anlässe und fördernde Faktoren ausgenutzt werden. Diese in der Gemeinde zu identifizieren und auf das jeweils umzusetzende Projekt zu übertragen, kann entscheidend zum Erfolg des Vorhabens beitragen.

4.1.1 Günstige Anlässe

- Als hilfreich kann es sich erweisen, wenn in einem potentiellen Gebiet die **Erneuerung der alten Kesselanlagen** in mehreren Gebäuden gleichzeitig ansteht. Die notwendige Heizungsmodernisierung kann für die Eigentümer als geeigneter Anlass für den Wechsel zu einer Nahwärmeversorgung genutzt und so höhere Anschlussgrade erreicht werden.
- Kann die Verlegung des Wärmenetzes mit sowieso anstehenden **Tiefbaumaßnahmen oder Straßenausbesserungen kombiniert** werden, können dadurch Kosten für den Aufbruch, die Verlegung, die Oberflächenwiederherstellung, die Baustellensicherung und Verkehrsumleitung reduziert werden.
- Auch **staatlich geförderte Dorferneuerungsprogramme oder städtebauliche Entwicklungs- oder Sanierungsmaßnahmen** können als Anlass für den Bau eines Wärmenetzes genutzt werden. Durch die Integration in diese Maßnahmen lassen sich verschiedene energetische Sanierungsmaßnahmen und Infrastrukturverbesserungen gut aufeinander abstimmen und deren Umsetzung miteinander koordinieren und kombinieren.
- In naher Zukunft laufen vielerorts die **Konzessionsverträge** für Gas aus. Dies kann zum Anlass genommen werden, über eine Rekommunalisierung der Energieversorgung und in diesem Zuge auch über eine (zumindest teilweise) Substituierung von Gas durch Nahwärmenetze nachzudenken.
- Werden in einer Gemeinde **Neubaugelände** ausgewiesen, so kann auch dies von der Kommune zum Anlass genommen werden, um dort von vorneherein eine Versorgung mit Nahwärme zu planen

4.1.2 Erfolgsfaktoren

Die nachfolgend beschriebenen Faktoren können sich positiv auf die Umsetzung eines Wärmenetzes auswirken:

- Aufstellung von **informellen Wärmenutzungskonzepten** durch die Kommune zur frühzeitigen Analyse der vorhandenen Potenziale unter Berücksichtigung aller relevanten Einflussfaktoren.
- **Ortsbekannte, engagierte Person (oder Unternehmen) als Initiator und/oder Träger** für das Nahwärmeprojekt gewinnen.
- Errichtung eines **gut organisierten Akteursnetzwerkes** zu Beginn des Projekts.
- **Rückhalt und Unterstützung durch Kommunalpolitik**, insbesondere durch den Bürgermeister und den Gemeinderat.
- Durchführung einer aktiven und **gut organisierten Bürgerbeteiligung** um die Akzeptanz für das Vorhaben und damit die Anschlussbereitschaft zu steigern.
- Haben die Bürger die Möglichkeit sich **selbst aktiv zu engagieren**, z.B. durch die Interessensvertretung in einer Betreiber-genossenschaften, kann dies die Einstellung der Bevölkerung zum Vorhaben positiv beeinflussen.
- Informationen über **umgesetzte Wärmenetzprojekte** einholen und ggf. **Besichtigungen** organisieren um Neugierde der Betroffenen zu wecken und Vorbehalte zu nehmen.
- **Transparente Darstellung und Berechnung** des resultierenden Wärmepreises für den Kunden.
- Dem Kunden **Hilfestellungen beim Vollkostenvergleich** seiner alten Heizanlage mit dem Nahwärmenetz anbieten. Meist vergleicht er den Wärmepreis der Nahwärme lediglich mit dem Öl- bzw. Gaspreis und lässt somit die Investitions- und Betriebskosten der alten Heizanlage unberücksichtigt.
- **Finanzielle Förderungen rechtzeitig beantragen** und **Beratungsangebote** der Banken und sonstigen zuständigen Stellen nutzen, um trotz komplexer Förderkonditionen und unklarer Kombinationsmöglichkeiten die passende Förderung zu finden.

4.1.3 Hemmnisse und mögliche Lösungsansätze

Neben den Erfolgsfaktoren existieren zudem hemmende Faktoren, welche die Umsetzung von Wärmenetzen erschweren können. Um diese frühzeitig ermitteln und ihnen entsprechend entgegenwirken zu können, sind nachfolgend einige Hemmnisse in Verbindung mit möglichen Ansätzen zur Überwindung aufgelistet.

- **Angst potentieller Wärmekunden vor neuen Abhängigkeiten** vom Wärmeversorger – insbesondere wenn dieser ortsfremd ist.
→ Aufklärung und Bürgerbeteiligung sowie eine flexible Vertragsgestaltung können Bedenken und Ängste nehmen.
- **Angst in noch nicht weit verbreitete Technologie zu investieren.**
→ Aufklärung und Bürgerbeteiligung können Bedenken und Ängste nehmen.
- Die **Wärmepreise** schrecken potentielle Wärmekunden teilweise ab. Dies kommt häufig durch eine falsche Einschätzung der Wirtschaftlichkeit durch die Wärmekunden zustande, da häufig nur Öl- und Gaspreise mit dem Wärmepreis von Nahwärme verglichen werden. Dadurch bleiben die Investitions- und Betriebskosten der alten Heizanlage unberücksichtigt und es kommt zu einer Fehleinschätzung.
→ Hilfestellungen beim wirtschaftlichen Vollkostenvergleich von Nahwärme mit der alten Heizanlage anbieten.
- **Geringer Prestigewert** der Nahwärme. Da sie kein so „sichtbares Vorzeigeobjekt“ wie bspw. Solarthermieanlagen ist, erscheint sie weniger attraktiv.
→ Aufklärung und Information über Vorzüge der Nahwärme können Bürger überzeugen. Werden zudem erneuerbare Energien oder effiziente Techniken wie KWK eingesetzt, so kann dies den Prestigewert positiv beeinflussen.
- **Meinungsverschiedenheiten** zwischen Kommune und Projektbeteiligten bezüglich der Risikoverteilung und Kostenübernahme.
→ Festlegung klarer juristischer Regelungen, in denen die Kooperation der Projektbeteiligten und ihre Zuständigkeiten klar definiert sind.
- **Schwierigkeiten bei der Gründung von Betreibergemeinschaften und Gemeinschaftseigentum.**
→ Beauftragung von Contractoren und die Darstellung von erfolgreich durchgeführten, vergleichbaren Projekten können Konflikten vorbeugen.
- **Fehlende Unterstützung und Rückhalt** durch Kommunalpolitik.
→ Information über die Vorteile und positive Wirkung von Nahwärmenetzen für die Kommune.

- **Konkurrenzsituation zu bestehender Infrastruktur.** Insbesondere vorliegende Erdgasnetze wirken - als direkte leitungsgebundene Konkurrenz - hemmend auf die Verbreitung von Wärmenetzen.
→ Integration des Gasversorgers in die Planung und Ausarbeitung einer gemeinsamen Lösung.
- **Neu verlegte Straßenbeläge.** Ein erneuter Aufbruch der Straße, welcher im Zuge eines Netzneubaus notwendig ist, wäre abermals mit hohen Kosten verbunden.
→ Kombination von notwendigen Straßenbaumaßnahmen etc. mit der Leitungsverlegung des Netzes.
- **Kürzlich erneuerte Heizungsanlagen.** Es ist unwahrscheinlich, dass sich die Besitzer vor Ablauf der Abschreibungsdauer für einen Wechsel zu einer Nahwärmeversorgung entschließen.
→ Zu erneuernde Heizungsanlagen als Anlass für die Initiierung eines Nahwärmenetzes nutzen oder aber Altanlagen als Reservekessel für Nahwärmenetze weiterbetreiben.
- **Stetig sinkender Energieverbrauch** von Neubauten und Bestandsgebäuden durch Sanierungsmaßnahmen und gesetzliche Vorgaben. Dadurch kommt es zu immer niedrigeren Wärme(linien)dichten.
→ Frühzeitige Einplanung von möglichen Erweiterungs- oder Verdichtungsoptionen der Netze.
- **Bedenken der Anwohner hinsichtlich Lärmbelästigung** durch technische Anlagen zur Wärmeerzeugung wie bspw. Holzhackschnitzelanlagen.
→ Gemeinsame Besichtigungen und Aufklärung können Ängste und Bedenken nehmen.
- **Bürokratische Hürden** bei der Beantragung von finanziellen Förderungen und komplexe, intransparente Förderkonditionen.
→ Frühzeitige Inanspruchnahme von Beratungsangeboten der für die Förderung zuständigen Stellen.

4.2 Wichtige Akteure

Die Vernetzung und Beteiligung aller an einem Wärmenetz beteiligten Akteure ist ein entscheidender und nicht zu unterschätzender Faktor für den Erfolg eines Nahwärmeprojektes. Folgende Akteure spielen bei Nahwärmeverhaben eine wichtige Rolle und sollten frühzeitig integriert werden:

- Initiator/en,
- die Kommune mit Bürgermeister, politische Gremien und Verwaltung,
- die Bevölkerung als potentielle Wärmekunden,
- Groß- und Sonderabnehmer (z.B. Wohnungsbaugesellschaften, Industrie, Gewerbe, Schulen, Krankenhäuser, Schwimmbäder...),
- Energieversorger,
- potentielle Betreiber der Nahwärmeversorgung,
- Handwerksbetriebe (z.B. Heizungsinstallateure, Schornsteinfeger,...)

Zudem sollten mögliche Fördermittelgeber, Investoren, Planer, Energieberater und Genehmigungsbehörden frühzeitig kontaktiert und integriert werden.

Besonders hervorzuheben ist die Bedeutung des Initiators, der als Vermittler und Motivatoren eine Schlüsselrolle während des gesamten Projektes einnimmt. Bei ihm handelt es sich im Regelfall um eine Person oder Personengruppe mit einer öffentlichkeitswirksamen Position. Bspw. können der Umweltbeauftragte, die Stadtwerke, lokale Wirtschaftsakteure oder aber auch einzelne engagierte Bürger diese Rolle übernehmen.

Eine koordinierte Zusammenarbeit aller Beteiligten ist Voraussetzung für eine erfolgreiche und reibungslose Umsetzung. Darum ist es wichtig, bereits in der frühen Planungsphase alle genannten Akteure in die Entscheidungen zu integrieren und diese transparent darzustellen.

- ➔ **Verweis:** Detailliertere Informationen zu den beteiligten Akteuren finden sich auf den Seiten 19 und 20 des Handlungsleitfadens Nahwärme des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz.

4.3 Kommunikation und Überzeugungsarbeit

Der Erfolg eines Wärmenetzes steht und fällt mit der Akzeptanz in der Bevölkerung. Denn nur wenn die betroffenen Bürger und Unternehmen dem Vorhaben positiv gegenüber stehen, werden sie sich auch an das Netz anschließen. Häufig überwiegt in der Bevölkerung im Vorfeld jedoch die Skepsis gegenüber einer Nahwärmeversorgung. Die Vorbehalte beziehen sich dabei in der Regel nicht auf technische Aspekte. Vielmehr haben die Bürger häufig Angst vor neuen Abhängigkeiten und hohen finanziellen Belastungen. Hinzu kommen Zweifel an der Versorgungssicherheit. Um diesen Einwänden zu begegnen sind in erster Linie Information und individuelle Beratung notwendig. Dafür stehen der Gemeinde bzw. den Projektverantwortlichen eine Reihe unterschiedlicher Aktivitäten zur Bürgerbeteiligung zur Auswahl:

- Frühzeitige und anschließend regelmäßige Informationsveranstaltungen für die Bürger (Vorträge und Diskussionen)
- Aktivierende Befragung von Hauseigentümern, Wohnungsbaugesellschaften, Unternehmen, etc. zu einer ersten Erfassung des Meinungsbildes zum Thema Nahwärme
- Bereitstellung eines festen Ansprechpartners
- Pressearbeit und transparenter Internetauftritt (Zeitungsberichte zum Projekt, Hinweis auf Informationsveranstaltungen, etc.)
- Gemeinsame Besichtigung von Beispielprojekten in der näheren Umgebung
- Verteilen von Flyern und Broschüren an alle potentiellen Wärmekunden
- Regelmäßige Informationsbriefe/Newsletter über den Fortschritt der Planung
- Anbieten von Bürgerforen, Workshops, World-Cafés und Open Spaces

Gemeinden haben die Möglichkeit die Bürgerbeteiligung und Kommunikation an externe professionelle „Moderatoren“ abzugeben. Ein Vorteil davon liegt in der Neutralität des Moderators und dem daraus resultierenden höheren Vertrauen in dessen Objektivität.

Neben diesen organisierten Aktivitäten ist auch die Bedeutung von weniger strukturierten Einflussmöglichkeiten wie bspw. der Mundpropaganda nicht zu unterschätzen. Hier spielen vor allem die Initiatoren sowie engagierte Akteure eine entscheidende Rolle, die über ein gut aufgebautes Kontaktnetzwerk verfügen und über persönliche Gespräche die Bürger von dem Vorhaben überzeugen können.

- **Verweis:** Zur weiteren Information sei auf die ausführliche Zusammenstellung von Beteiligungsmöglichkeiten, deren Stärken und Schwächen sowie Ablauf und Erfolgsfaktoren auf den Seiten 86 ff. des Leitfadens Energienutzungsplan des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Verbraucherschutz verwiesen (Download unter: www.energieatlas.bayern.de/kommunen/energienutzungsplan.html).
- **Verweis:** Eine Auflistung der häufigsten Einwände sowie der entsprechenden Gegenargumente findet sich auf den Seiten 21 und 22 des Handlungsleitfadens Nahwärme des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz.

4.4 Planungs- und Umsetzungsinstrumente

Planung und Umsetzung von Wärmenetzen dürfen nicht dem Zufall oder einem unkoordinierten Wettbewerb überlassen werden. Folgende Instrumente können zur strukturierten Planung und Umsetzung von Nahwärmeprojekten eingesetzt werden:

Kommunale Wärmenutzungskonzepte/Energieleitpläne: Als freiwilliges informelles Planungsinstrument kann ein Wärmenutzungskonzept die energetischen Potenziale einer Gemeinde aufzeigen, geeignete Gebiete für Wärmenetze identifizieren, Planungsziele definieren und ganzheitliche energetische Konzepte beinhalten. Dies kann, falls die notwendigen personellen Kapazitäten mit entsprechendem Know-How bereitgestellt werden können, in den dafür zuständigen Planungsabteilungen der Städte und Gemeinden durch die dortigen Verwaltungsmitarbeiter selbst geschehen. Da diese Voraussetzungen in kleinen und mittleren Kommunen meist nicht vorliegen, ist es dann sinnvoll, für diese Planungsleistungen externe Planungs- und Ingenieurbüros zu beauftragen. Durch eine sorgfältig durchgeführte Wärmenutzungsplanung haben die Kommunen anschließend die Möglichkeit, die vorgeschlagenen Maßnahmen und Projekte gezielt zu koordinieren und die entsprechenden Fachplaner und Experten mit der Detail- und Ausführungsplanung zu beauftragen. Bislang wird dieses Instrument noch selten eingesetzt. Die Aufstellung von Wärmenutzungskonzepten kann durch Mittel der Klimaschutzinitiative des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) für Klimaschutzprojekte in Kommunen, sozialen und kulturellen Einrichtungen gefördert werden

- ➔ Ein **detaillierter Leitfaden** zur Erstellung von Energienutzungsplänen wurde vom Bayerischen Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit veröffentlicht und kann auf folgender Seite heruntergeladen werden:
www.energieatlas.bayern.de/kommunen/energienutzungsplan.html
- ➔ Verweis: **Informationen zu Förderung** des BMUB können hier abgerufen werden:
<http://www.klimaschutz.de/de/programm/kommunalrichtlinie>

Städtebauliche Verträge, Durchführungsverträge, privatrechtliche Verträge: Durch städtebauliche Verträge, Durchführungsverträge im Rahmen von vorhabenbezogenen Bebauungsplänen oder privatrechtliche Verträge (wenn die Gemeinde Eigentümerin der Fläche ist) kann der Vertragspartner zu einem Anschluss an ein bestimmtes Wärmenetz sowie zu einer Beteiligung an den Infrastrukturkosten in angemessener Höhe verpflichtet werden.

Städtebauliche Entwicklungskonzepte: Der Bau und die Nutzung eines Wärmenetzes können zudem in ein städtebauliches Entwicklungskonzept einfließen, wenn dies mit den Zielen der entsprechenden Stadtumbaumaßnahme nach §§ 171a-171d BauGB oder Maßnahme der Sozialen Stadt nach § 171e BauGB vereinbar ist.

Bebauungspläne: Als vorbereitendes Instrument können auch Bebauungspläne für die Realisierung von Wärmenetzen eingesetzt werden. So können in Bebauungsplänen bspw. gemäß §9 Abs. 1 Nr. 12, 13, 21 BauGB Festsetzungen zu Versorgungsflächen, -anlagen und -netzen sowie Leitungsrechten getroffen werden, oder aber die Ausrichtung und Dachform der Gebäude so vorgegeben werden, dass eine Solarthermienutzung möglich ist. Eine geschickte Bebauungsplanung kann somit die Realisierung von Wärmenetzen fördern und entsprechende planerische Voraussetzungen schaffen.

Anschluss- und Benutzungszwang: Soll bspw. ein ganzes Neubaugebiet an ein Wärmenetz angeschlossen werden, kann die Gemeinde als Alternative zu einem freiwilligen Anschluss einen Anschluss- und Benutzungszwang durchsetzen. Aufgrund seines obrigkeitstaatlichen Charakters kann sich ein solcher Zwang jedoch negativ auf die Akzeptanz der Bürger auswirken und sollte lediglich als letztmögliches Instrument eingesetzt werden. Abgesehen davon kann ein Anschluss- und Benutzungszwang mit weiteren Nachteilen, wie bspw. mit einem verringerten Anspruch auf finanzielle Förderung verbunden sein.

4.5 Betreibermodelle

Eignet sich eine Gemeinde bzw. ein Gebiet grundsätzlich für eine Nahwärmelösung, so sollte parallel zu den weiteren Planungsschritten auch frühzeitig über die Art und Weise der Betriebsform nachgedacht werden. Es stehen verschiedene Betreibermodelle zur Auswahl:

- **Kommunaler Eigenbetrieb:** wirtschaftliches Unternehmen im Eigentum der Gemeinde, z.B. Stadtwerke; Verantwortung für Finanzierung liegt bei Gemeinde; Gemeinde stellt Personal für Verwaltung, Abrechnung und Betrieb des Netzes
- **Kommunale GmbH:** privatwirtschaftlich organisiertes Unternehmen im öffentlichen Besitz; öffentlicher Zweck steht im Vordergrund; Zuständigkeiten zwischen Gemeinde und Unternehmen werden in Gesellschaftsvertrag ausgehandelt; Verantwortung für Finanzierung liegt bei Gemeinde
- **Gemischtwirtschaftlicher Betrieb (Public-Private-Partnership):** Betrieb, der sowohl von der Gemeinde, als auch von privatwirtschaftlich orientierten Gesellschaftern getragen wird; Anteilseigner können auch Privatpersonen sein
- **Genossenschaft:** basisdemokratische und mitgliederorientierte Gesellschaft, in der alle Mitglieder das gleiche Stimmrecht besitzen; haftet uneingeschränkt mit vollem Vermögen; einzelne Mitglieder haften lediglich mit der Höhe ihres eingebrachten Kapitals
- **Contracting:** Sonderform des Outsourcings; am häufigsten ist das Energieliefer-Contracting anzutreffen; dabei wird ein privates, spezialisiertes Unternehmen sowohl mit Planung, Bau und Finanzierung als auch mit Energieeinkauf, Instandhaltung und Abrechnung beauftragt; Personal und Know-How wird durch Unternehmen bereitgestellt; Gemeinde kauft Contractor über langfristigen Zeitraum die Energie zu einem vertraglich vereinbarten Entgelt ab; Verantwortung für Finanzierung liegt bei Contractor

Hinweis: Hilfestellungen zum Thema Contracting finden sich auf den Homepages des Verbands für Wärmelieferung e.V. (VfW) und des Bayerischen Staatsministeriums des Innern, für Bau und Verkehr (StMI). Beide haben Leitfäden zum Thema Contracting herausgegeben. → <http://www.energiecontracting.de/index.php>, <http://www.stmi.bayern.de> unter Bauen und Wohnen/Staatlicher Hochbau/Programme und Initiativen/CIB

Welche dieser Betreibermodelle am besten zu der einzelnen Gemeinde passt, ist von den projekt- und gemeindespezifischen Eigenschaften abhängig. Folgende Aspekte sind bei der Wahl des Betreibermodells zu berücksichtigen:

- **Akzeptanz in der Bevölkerung:** Je nachdem, wie die öffentliche Meinung gegenüber der Gemeinde bzw. dem betreffenden privaten Unternehmen ist, kann der Einsatz als Betreiber von der Bevölkerung positiv oder negativ aufgenommen werden. Die Stimmungslage in der Gemeinde ist hier frühzeitig zu analysieren und wenn nötig muss Aufklärungsarbeit geleistet werden.
 - **Einflussmöglichkeit der Gemeinde:** Je nach Betreiberform hat die Gemeinde unterschiedlich starke Möglichkeiten Einfluss auf die Entscheidungen bzgl. Betrieb, Tarifen und Finanzen zu nehmen. Welche Betriebsform gewählt wird, hängt somit auch von der Motivation der Gemeinde ab, sich an dem Projekt aktiv zu beteiligen sowie sich mit ihm zu identifizieren.
 - **Finanzierungsmöglichkeiten:** Ebenfalls zu berücksichtigen sind die Haushaltslage und die Finanzierungsmöglichkeiten der Gemeinde. Denn es ist von der Betreiberform abhängig, in welchem Maße die Gemeinde an der Finanzierung beteiligt ist.
 - **Haftung:** Die Haftung ist je nach gewählter Rechtsform des Betreibers unterschiedlich und hat einen Einfluss auf die Kreditwürdigkeit des Betreibers. Darum sollte auch dieser Aspekt bei den Überlegungen zur Wahl des Betreibers berücksichtigt werden.
 - **Know-How:** Es muss beachtet werden, welches Maß an fachlichem Know-How und Erfahrung die zuständigen Mitarbeiter mitbringen. Fehlt es den Gemeinden an sachkundigen Mitarbeitern, so sollte - um eine kompetente Planung und einen kompetenten Betrieb zu gewährleisten - eine Betreiberform gewählt werden, bei der die Gemeinde keine technisch-fachlichen Aufgaben übernehmen muss.
 - **Eigenstromnutzung:** Bei der Wahl des Betreibers ist zudem zu berücksichtigen, dass nur der Betreiber des Wärmenetzes bei der Nutzung eines BHKW von den förderrechtlichen Vorteilen der Eigenstromnutzung profitieren kann.
- ➔ **Verweis:** Für ausführlichere Informationen zu den einzelnen Betreibermodellen sei auf die Seite 79 des „Leitfadens Energienutzungsplan“ des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Gesundheit verwiesen. Dieser kann auf folgender Seite bezogen werden:
- www.energieatlas.bayern.de/kommunen/energienutzungsplan.html

LITERATURVERZEICHNIS

Eltrop, L., et al. (2007), Leitfaden Bioenergie- Planung, Betrieb und Wirtschaftlichkeit von Bioenergieanlagen, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (Hrsg.), Gülzow

HMULV (2006), Nahwärme- Ratgeber zur Planung und Errichtung von Nahwärmenetzen, Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz (Hrsg.), Wiesbaden

TSB (2012), Klimaschutzteilkonzept - Integrierte Wärmenutzung Kreis Groß-Gerau, Studie der Transferstelle Bingen im Auftrag des Kreises Groß-Gerau), Bingen / Groß-Gerau

Wolff, D., Jagnow, K. (2011), Überlegungen zu Einsatzgrenzen und zur Gestaltung einer zukünftigen Fern- und Nahwärmeversorgung- Untersuchung von Nah- und Fernwärmenetzen



INFRASTRUKTUR & UMWELT
Professor Böhm und Partner

Julius-Reiber-Straße 17

D-64293 Darmstadt

Telefon +49 (0) 61 51/81 30-0

Telefax +49 (0) 61 51/81 30-20

Niederlassung Potsdam

Gregor-Mendel-Straße 9

D-14469 Potsdam

Telefon +49 (0) 3 31/5 05 81-0

Telefax +49 (0) 3 31/5 05 81-20

E-Mail: mail@iu-info.de

Internet: www.iu-info.de