
Energiekonzept Erfurtshausen

Nahwärmeversorgung aus der
Biogasanlage Erfurtshausen
BHKW 2 x 250 kW_{el}

Auftraggeber

Magistrat der Stadt Amöneburg
Am Markt 1
35287 Amöneburg

Februar 2012
GUT
Brandt/Illmer
Gartenstraße 7
37574 Einbeck

Inhaltsverzeichnis

1.	Projektgegenstand	3
2.	Vorgehensweise.....	3
3.	Wärmeversorgung mit Abwärme aus dem Blockheizkraftwerk der Biogasanlage.....	4
4.	Versorgungsobjekte	5
5.	Mögliche Deckungsbeiträge	5
6.	Bewertung der Technologie	8
7.	Spitzenkesselanlage	8
8.	Wärmespeicher.....	8
9.	Nahwärmenetz	9
10.	Wärmetransport mittels Heizwasser in vorisolierten erdverlegten Leitungen	12
11.	Wärmenetzbetrieb und Voraussetzungen für optimale hydraulische und thermische Gestaltung der Versorgung mit Nahwärme bei den Abnehmern	15
12.	Investitionskosten, Wärmepreis, Wirtschaftlichkeit	17
13.	Fördermittel.....	17
13.1	KfW-Programm Erneuerbare Energien.....	17
13.2	Förderungen nach KWKG-Gesetzes (BAFA)	18
13.3	Berechnungsbeispiel Fördermittel, z. Z. geltende Förderrichtlinien.....	19
14.	Realisierungsempfehlung	20
15.	Heizkostenvergleich.....	21
16.	Empfehlungen zum Wärmepreismodell, Variante 1a und 1b	23
17.	Betreibermodelle	24
17.1	Errichtung und Betrieb des Nahwärmenetzes durch die Betreiber der Bioenergieanlagen	24
17.2	Errichtung und Betrieb des Nahwärmenetzes durch externe Wärmevertriebsgesellschaft z.B. aus dem Bereich Versorgungswirtschaft und Stadtwerke.....	24
17.3	Errichtung und Betrieb des Nahwärmenetzes in örtlicher Hand durch eine Genossenschaft	25
17.4	Errichtung und Betrieb des Nahwärmenetzes in örtlicher Hand in der Form einer GmbH & Co KG.....	26
17.5	Resümee	26

Anhang

Kostenkalkulation Variante 1a:

Grundversorgung Wärme aus BGA + Zusatzheizung aus einer heizölbefeuerten Spitzenkesselanlage

Kostenkalkulation Variante 1b:

Grundversorgung Wärme aus BGA + Zusatzheizung aus einem Holzhackschnitzkessel als Spitzenkessel

Wärmeverkaufserlöse Varianten 1a und 1b

Kostenkalkulation Variante 2:

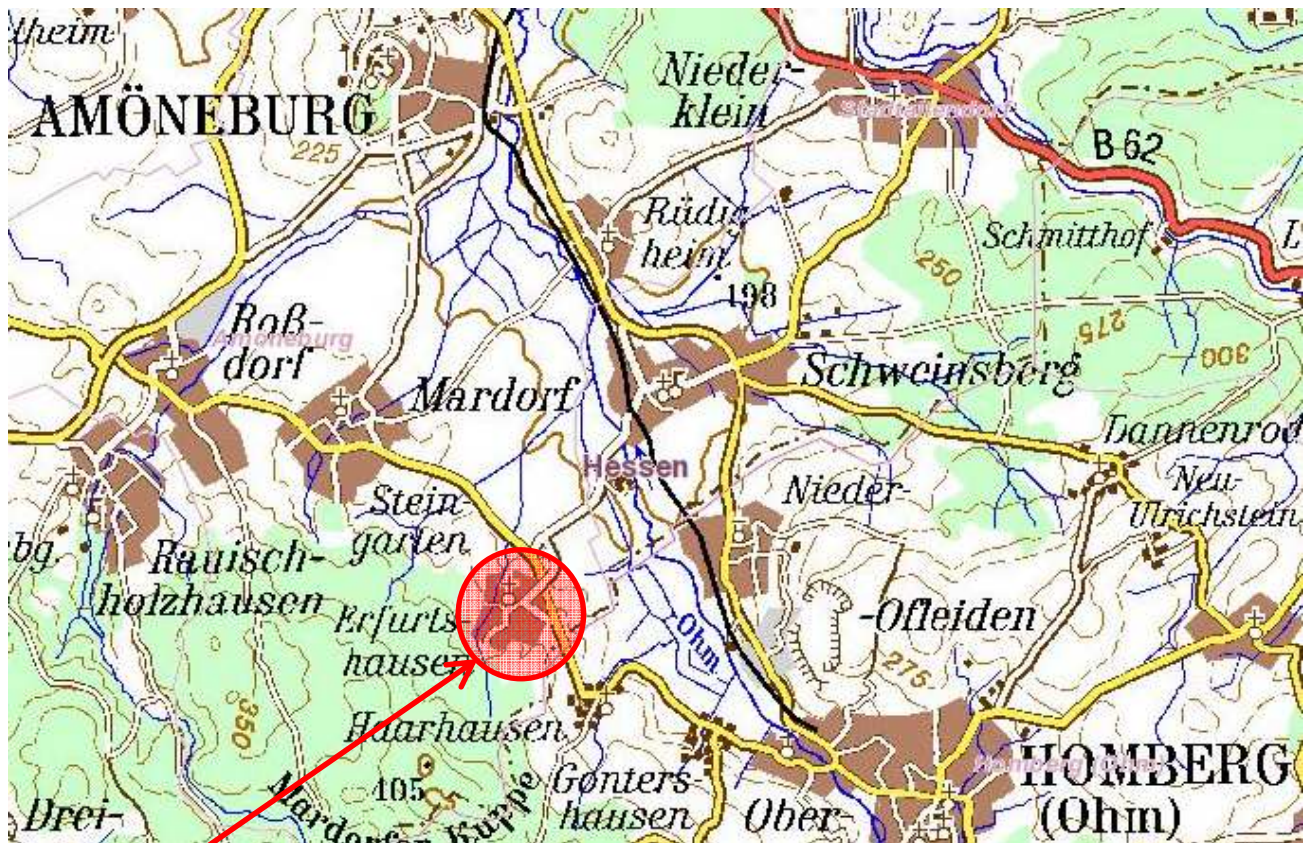
Grundversorgung Wärme aus BGA + Zusatzheizung aus vorhandenen Einzelheizungen der angeschlossenen Gebäude

Vergleich der effektiven Wärmekosten für ein Einfamilienhaus

1. Projektgegenstand

In der Gemeinde Erfurtshausen soll ein Nahwärmenetz errichtet werden, das der Wärmeversorgung von Gebäuden mit kommunaler und privater Nutzung dient. Das Nahwärmenetz soll mit Wärme aus dem BHKW der Biogasanlage (BGA) beschickt werden, die auf einem Gelände ca. 500 m vom Ortsrand Erfurtshausen entfernt liegt. Das in dieser Anlage erzeugte Biogas dient dem Betrieb von zwei BHKW-Modulen mit zusammen 500 kW elektrischer und 538 kW thermischer Leistung. Nach Abzug des Eigenbedarfs der BGA (20%) verbleiben rechnerisch 430 kW_{therm} zur Nutzung durch das Nahwärmenetz.

Um die Chancen einer Realisierung zu prüfen, werden die ökonomischen und technischen Rahmenbedingungen ermittelt und bewertet. Hierfür wurde das Büro GUT durch die Stadt Amöneburg mit der Erarbeitung eines Energiekonzepts beauftragt.



Ortsteil Erfurtshausen, Stadt Amöneburg

2. Vorgehensweise

Zu untersuchen ist der Aufbau einer Nahwärmeversorgung für Erfurtshausen aus einer Biogasanlage. Zur Darstellung der Energieversorgung aus Bioenergieanlagen ist die Ermittlung eines plausiblen Heizwärme- und Warmwasserbedarfs der zu beheizenden Gebäude erforderlich. Hierzu wurde ein Fragebogen erstellt, der im Wesentlichen folgende Daten erfragt:

- Abfrage von Energieverbräuchen und bisheriger Heizungstechnik
- Art und Weise der Wärmeverteilung und Warmwasserbereitung
- Gebäudeart und -alter, beheizte Wohnflächen
- Kosten für Gas und Heizöl
- Anschlussbereitschaft und -zeitpunkt

Die Auswertung umfasst die Evaluierung der vorhandenen Bedingungen in den Haushalten sowie Aussagen über den Wärmebedarf (ermittelt aus den Selbstauskünften sowie aus Flächendaten, korreliert mit der Einschätzung der Bauart) und die Anschlussbereitschaft.

Unter Berücksichtigung der klimatischen Bedingungen und der Charakteristik des Jahresgangs für den Wärmebedarf werden die Kennwerte für Leistung, Nutzungsgrad, Verbrauch und Kosten der Versorgungsvarianten benannt. Die zu erwartenden Primär- und Endenergieverbräuche werden abgeschätzt.

Die technische Konzeption wird kurz dargestellt. Eine erste Dimensionierung der Systemkomponenten wird vorgenommen und die erforderlichen Investitionskosten durch Kostenschätzung ermittelt. Es erfolgt eine Grob-Vorplanung des Nahwärmenetzes.

Die Versorgungsvarianten werden hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit bewertet. Für diese Bewertung werden die Gesamtkosten, die Wärmegestehungskosten und der Wärmepreis unter Heranziehung der Fördermöglichkeiten eingeschätzt.

Wirtschaftlichkeitsberechnung unter Einbeziehung der Versorgungssicherheit durch Spitzenkessel und Wärmespeicher für folgende Varianten:

- Variante 1a: Grundversorgung Wärme aus BGA + Zusatzheizung aus einer heizölbefeuerten Spitzenkesselanlage in neuer Heizzentrale
- Variante 1b: Grundversorgung Wärme aus BGA + Zusatzheizung aus einem Holzhackschnitzkessel als Spitzenkesselanlage in neuer Heizzentrale
- Variante 2: Grundversorgung Wärme aus BGA + Zusatzheizung aus vorhandenen Einzelheizungen der angeschlossenen Gebäude
- Variante 3: Vollversorgung Wärme aus BGA

Für die später gegebenenfalls zu beantragenden Fördermittel ist das Konzept zur Nahwärmenutzung aus Biogasanlagen plausibel darzulegen. Die wichtigsten technischen und ökonomischen Daten (Länge der Nahwärmetrasse, Anzahl der Übergabestationen, Bauart der Rohrleitungen (Einfach- oder Doppelrohr), wichtige Kennzahlen der Wärmeerzeuger etc.) sind anzugeben. Die vorliegende Studie kann zur Beantragung der Fördermittel herangezogen werden.

3. Wärmeversorgung mit Abwärme aus dem Blockheizkraftwerk der Biogasanlage

Die Wirtschaftlichkeit der Investition in eine Biogasanlage stützt sich aus gegenwärtiger Sicht vorrangig auf die Verstromung von Biogas in einem BHKW. Die zugrunde liegende Einspeisevergütung für den erzeugten Strom ist im Gesetz für die Einspeisung erneuerbarer Energien (EEG) geregelt. Strommengen, die mit einer sinnvollen Abwärmeverwertung i. d. R. für Gebäudebeheizung gekoppelt sind, erhalten eine zusätzliche Vergütung. Dadurch kann die Wirtschaftlichkeit der Biogasverstromung nochmals positiv beeinflusst werden.

Kostenerhöhungen beim Betrieb der Anlage als mittelbare Folge von Steigerungen bei Energiepreisen, Löhnen und Kosten für agrarisches Rohmaterial können abgefedert werden, da unter diesen Bedingungen die Erlöse aus dem Wärmeverkauf ebenfalls steigen werden. Der Anstieg der Wärmepreise fällt hierbei geringer aus als der für die Kosten von Brennstoffen wie Heizöl oder Erdgas. Folglich werden die Auswirkungen von Energiekostensteigerungen für beide Parteien gedämpft. Es entsteht eine Win-Win-Situation sowohl für die Anlagenbetreiber als auch für die Wärmekunden, die den langfristigen Betrieb der Biogasanlage maßgeblich sichert. Den Wärmekunden steht zukünftig im Vergleich zur bisherigen Verwendung fossiler Brennstoffe dauerhaft billigere sowie sicher und umweltfreundlich gewonnene Wärme zur Verfügung.

Biogasanlagen wurden bisher vorrangig zur Stromerzeugung errichtet. Bis Mitte 2006 galt es als sicher, dass die Wirtschaftlichkeit einer entsprechenden Investition allein durch den Stromverkauf zu gesetzlich festgelegten, erhöhten Preisen gewährleistet ist. Diese Stromeinkaufspreise werden für einen Zeitraum von 20 Jahren garantiert. Manko der meisten BGA ist, dass die entstehende Abwärme, deren Anteil größer ist als die erzeugte Strommenge, kaum oder nur in geringem Umfang genutzt wird.

Zukünftig muss als Folge von Kostensteigerungen bei Agrarsubstraten, Betriebsmitteln und Löhnen mit steigenden Gestehungskosten für das Biogas gerechnet werden. Der Verkauf der Abwärme erzeugt zusätzliche Einnahmen, und hilft den Betrieb der Biogasanlage bei Inflationsraten > 0 % wirtschaftlich zu gestalten. Denn die Erträge der Stromeinspeisung allein reichen bei nennenswerten Preissteigerungsraten (etwa > 2 %) nicht aus. Hiermit können nur nominell konstante Erträge erwirtschaftet werden. Inflationsbereinigt sinken diese jedoch kontinuierlich.

Dem effizienten und kostengünstigen Transport der Wärme zu den zukünftigen Abnehmern kommt im Sinne der Wirtschaftlichkeit eine besondere Bedeutung zu.

Die vorliegende Untersuchung geht von der Eigenwirtschaftlichkeit der Biogasanlage im Startjahr allein aus dem Stromverkauf aus. Auf die konkrete Ausführung und den Betrieb sowie die Kosten der Biogasanlage wird nicht eingegangen.

Die Entwicklung der Anlagenwirtschaftlichkeit in den Folgejahren ist dynamisch und im Zusammenhang mit der Preisentwicklung auf den Agrarmärkten zu sehen, deren Preisgefüge durch Koppelfaktoren zunehmend auch mit dem Preisniveau für fossile Brennstoffe zusammenhängt. Wie weiter unten gezeigt wird, führen steigende Preise für fossile Brennstoffe auch zum Anstieg der Preise für Agrarprodukte wie etwa energetisch genutzter Biomasse. Da zugleich der Wärmepreis ansteigt, fallen steigende Erlöse für die Biogasanlage an, sodass die Eigenwirtschaftlichkeit der Biogasanlage trotz steigender Substratkosten in erster Näherung erhalten bleibt.

4. Versorgungsobjekte

Verbrauchsdaten der Wärmeabnehmer mit Anschlussbereitschaft, straßenweise:

Straße	Anzahl Gebäude/Str.	eff. Wärme¹ MWh/a	eff. Leistung² kW
Am Hang	1	38,3	21,3
Am Stein	2	32,4	18,7
Bruchweg	3	86,3	48,0
Dorfwiesenweg	3	64,6	35,9
Ernstbach	9	255,5	141,9
Gartenstraße	4	89,8	49,8
Haarhäuser Straße	10	245,4	137,0
Hauptstraße	17	389,0	226,6
Im Lohfeld	4	99,8	55,5
Im Weimer	2	49,8	27,6
Im Wiesengrund	4	122,8	68,3
Kreuzacker	3	65,0	36,1
Pfarrweg	1	25,7	14,2
Ringstraße	12	283,3	157,4
Rosenstraße	7	155,5	86,8
Über dem Mühlengrund	7	158,4	97,7
Zur Pill	2	48,2	26,8
Summen	91	2.209,3	1.249,6
mit GZF 0,85 und Netzverlusten			

5. Mögliche Deckungsbeiträge

Nachfolgend werden die Deckungsbeiträge für die untersuchten Varianten der Wärmeversorgung aufgezeigt.

¹ Kesselwirkungsgrade: 85 - 90% Ölheizung, 82% Pelletheizung, 50% Holzheizung / Leistungszahl 3 Wärmepumpe

² Vollbenutzungsstunden/Jahr: 1.800 (1.600)

Biogasanlage ausgelegt auf: **500 kW_{elt} PEAK** und **538 kW_{therm} Nutzwärme**
 BHKW-Aggregat mit: η_{elt} 43% und η_{therm} 40% davon ca. 20% Prozesswärmebedarf BGA

Wie das nachfolgende Diagramm aufzeigt, weist der Lastgang der verfügbaren Wärme aus der Biogasanlage (**grün**) eine über das Jahr gleichmäßige Verteilung aus. Die Kurve kann deutlich verändert und damit dem tatsächlichen Wärmebedarf (**rot**) angeglichen werden, wenn das Biogas-BHKW in angepasster und ressourcenoptimierter Betriebsweise (**blau**) gefahren wird.

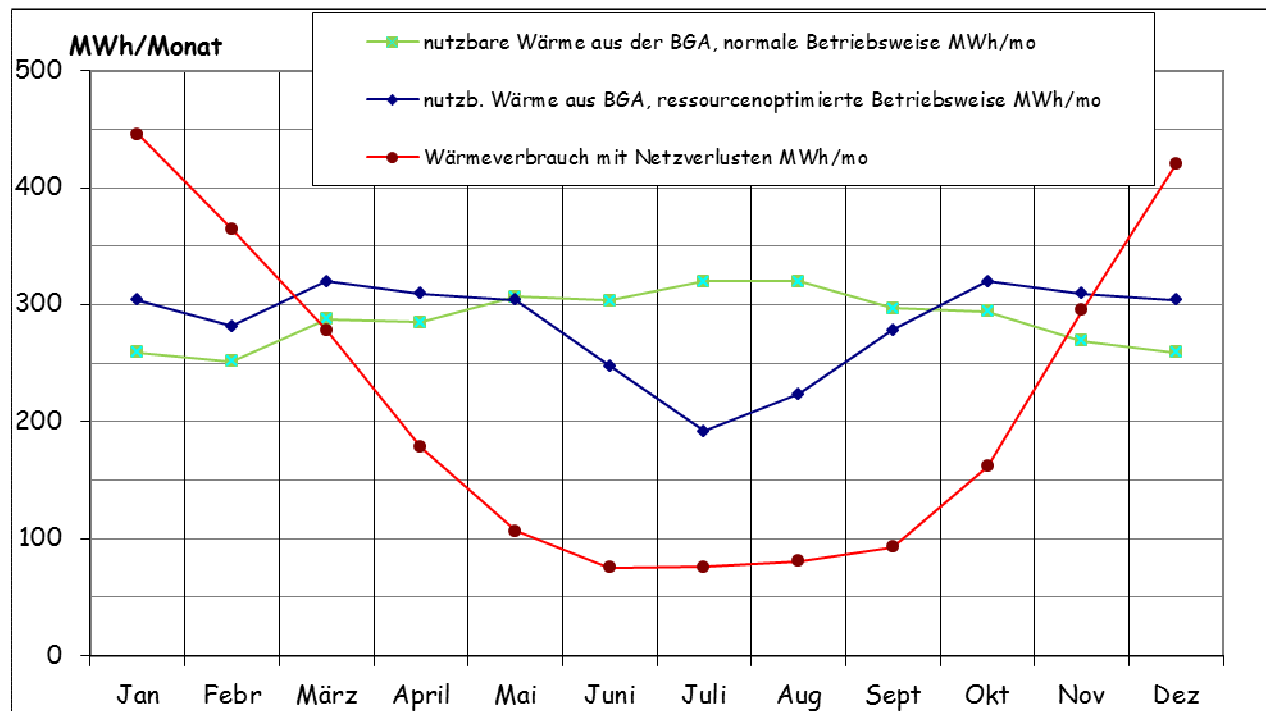


Diagramm 1: Nutzbare Wärme aus der BGA für zwei Betriebsweisen

Eine über den Jahresgang des Lastverlaufes ressourcenoptimierte variable Erzeugung von Strom und Wärme ist gegenwärtig nicht vorgesehen und bei den gegebenen Rahmenbedingungen, d. h. starren Einspeisevergütungen auch nicht wirtschaftlich. Sofern jedoch zukünftig der stromwirtschaftliche Vorteil, der aus einer variablen Fahrweise erwachsen kann, durch Leistungszulagen auch dem Anlagenbetreiber zugutekommt, wird diese variable Fahrweise interessant.

Wird die vorgenannte Option umgesetzt, so wird die BGA im Sommerhalbjahr mit reduziertem Substrateintrag betrieben. Die im Sommer eingesparten Substrate können im Winter für die Intensivierung von Strom- und Wärmeproduktion eingesetzt werden. Dabei wäre durch die Verlagerung des Einsatzes der Substrate nicht mehr Anbaufläche erforderlich. Der Betrieb der Biogasanlage könnte aus eigener Motivation den energiewirtschaftlichen Erfordernissen einer zukünftigen regenerativen Stromversorgung für Deutschland angepasst werden.

Um diese Tendenz zu verstärken, bedarf es des Zusammenspiels mit den Stromversorgern, die eine energiewirtschaftlich optimierte und bedarfsgerechtere Betriebsweise durch entsprechende Tarifmodelle belohnen und damit stimulieren sollten. Eine solche Praxis kann dem Gebot Gewicht verleihen, zukünftig den Einsatzschwerpunkt von Bioenergie in das Winterhalbjahr zu verlegen, wenn andere regenerative Energiequellen (Solarwärme, Solarstrom) nur in geringem Umfang verfügbar sind. So lassen sich für Bioenergie die höchstmögliche Wertschöpfung und der größtmögliche regenerative Substitutionseffekt erzielen.

Der Deckungsbeitrag aus Abwärme des BHKWs beträgt 81%. Die verfügbare Abwärme des Biogas-BHKWs würde dabei unter Berücksichtigung des Wärmeanteils aus der Spitzenkesselanlage zu 60% im Sinne des KWK-Bonus genutzt.

maximaler effektiver Wärmeleistungsbedarf Gleichzeitigkeitsfaktor 85% und Vollbenutzungs- stunden 1.800 h/a inkl. Netzverlusten	kW	1.090
verfügbare Wärme aus der Biogasanlage	MWh/a	3.839
Wärmeverbrauch der Abnehmer	MWh/a	2.209
Wärme aus Biogasanlage und Spitzenkessel mit Netz- und Speicherverlusten	MWh/a	2.578

Die Jahresdauerlinie für den Wärmebedarf ist eine graphische Darstellung der Summenhäufigkeit der Wärmeleistung, die anzeigt, wie lange eine bestimmte Wärmeleistung jährlich auftritt bzw. überschritten wird. Unter Berücksichtigung einer näherungsweise linearen Abhängigkeit zwischen Außentemperatur und Wärmebedarf und der Gleichsetzung des Normwärmebedarfes mit der maximal nachgefragten Wärme lässt sich aus der Jahresdauerlinie der Außentemperatur die Wärme-Jahresdauerlinie ableiten.

In Diagramm 2 sind die Deckungsanteile der Wärmeerzeuger BHKW und Spitzenkessel eingezeichnet. Spitzenkessel und Pufferspeicher werden so dimensioniert, dass sie zusammen mit der thermischen Leistung des BHKWs den Wärmebedarf der Abnehmer decken. Graphisch entsprechen die Flächen der Wärmeerzeuger und des Speichers in der Summe der Fläche unter der Dauerlinie.

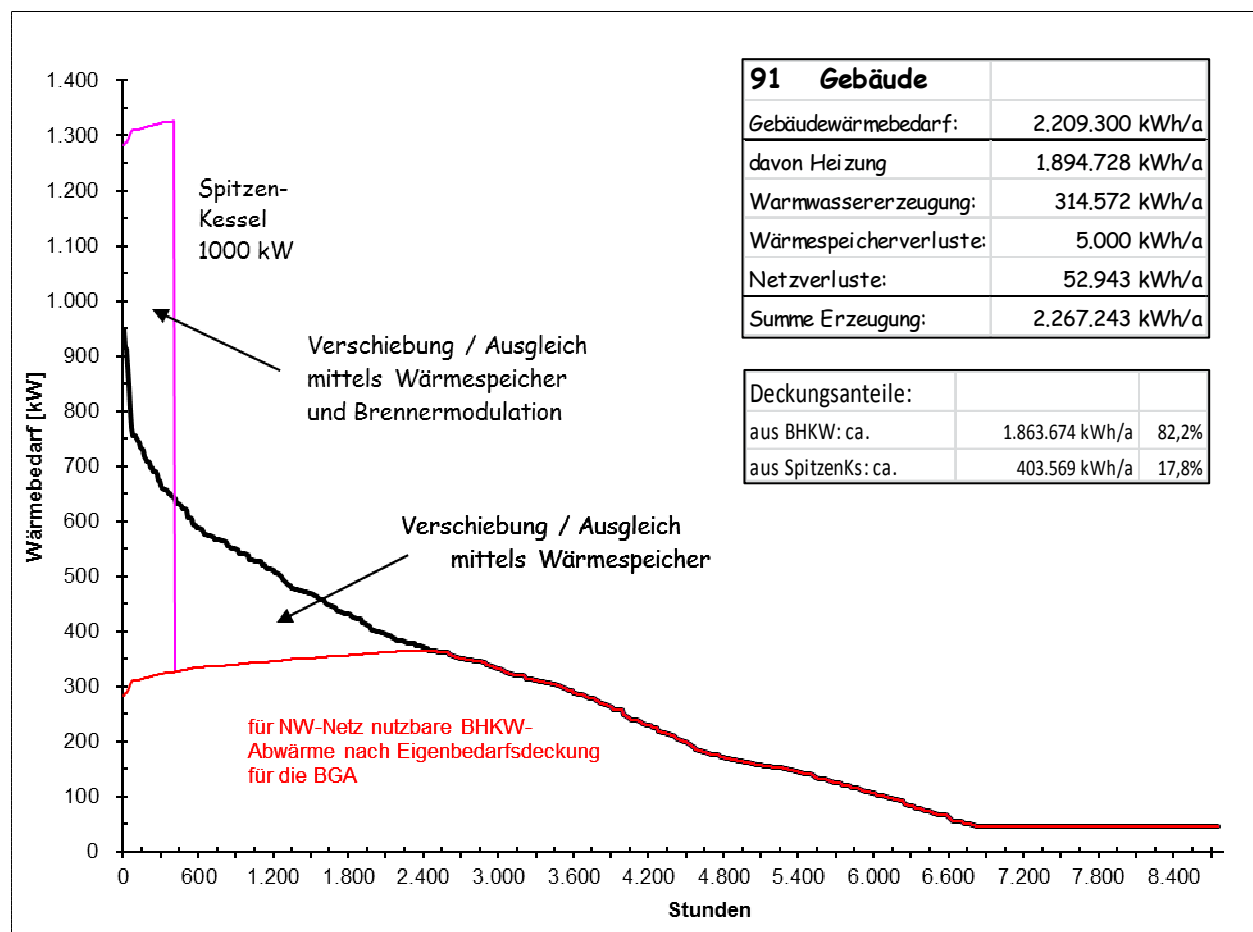


Diagramm 2 Geordnete Dauerlinie für den Wärmebedarf mit Deckungsanteilen der Wärmeerzeuger und des Wärmespeichers

6. Bewertung der Technologie

Thema	Erläuterung
Vorteile +	
Umwelt	geschlossener Stoff- und Energiekreislauf
Energiepreise	schwächerer Anstieg im Vergleich zu fossilen Brennstoffen
Unabhängigkeit von fossilen Brennstoffen	Einsatz lokaler Ressourcen, erhöhte Wertschöpfung auf landwirtschaftlich genutzten Flächen und Stilllegungsflächen
Vorteil für Arbeitsmarkt mit Betrieb der Nahwärme	bessere Gesamtauslastung der lokalen Ressourcen
+ / -	
Preis für Verbraucher	Wärmepreis ggf. anfangs etwas höher, Vollkosten deutlich niedriger, kaum Folgekosten im Gegensatz zu individueller Feuerung
Investitionskosten	für Kunden niedriger, für Investor langfristige Anlage
Nachteile -	
Risikoabsicherung der Investition über den Preis	Wärmepreis wird mit Gleitklausel an HEL-Preis (limitierend) gekoppelt
langfristige Refinanzierung (Amortisationszeit)	lang, bis zu 20 Jahren, zu verkürzen, wenn BKZ höher gewählt wird und wenn Energiepreisniveau schneller steigt als 2% p. a.

7. Spitzenkesselanlage

Der kalkulatorische Deckungsbeitrag der Abwärme des BHKWs am Wärmebedarf der untersuchten Wärmeabnehmer beträgt 81%. Dieser rechnerische Wert sagt aus, dass zumindest weitestgehend auf Zuheizung aus einer Spitzenkesselanlage verzichtet werden kann. Voraussetzung hierfür sind eine gute hydraulische Regelung des Gesamtsystems und eine intelligente Nutzung von Wärmespeicherkapazitäten.

Zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit wird die Errichtung einer heizölbefeuerten Kesselanlage (Variante 1a) oder eines Holzhackschnitzelheizwerks (Variante 1b), Leistung 1100 kW, untersucht. Die Kesselanlage wird in die Regelung des Nahwärmenetzes eingebunden, damit im Bedarfsfall allen Abnehmern diese Wärmeversorgung zur Verfügung steht. Die Stadt Amöneburg stellt zur Errichtung einer Spitzenkesselanlage ein Grundstück am Kreuzacker zur Verfügung.

Die abgegebene Wärme aus BGA und Spitzenkessel werden jeweils durch Wärmemengenzähler (WMZ) erfasst. Die Abrechnung der von den einzelnen Wärmekunden bezogenen Heizwärme erfolgt durch WMZ, die in die Hausanschluss-Stationen integrierten sind.

8. Wärmespeicher

Der Ausgleich der täglichen Aufheizspitzen, Schwachlastzeiten und Betriebspausen bei den Wärmeabnehmern erfordert eine thermodynamische Anpassung aller Wärmeerzeuger (Biogas-BHKW, Spitzenkessel). Hierfür ist die Installation und Vorhaltung ausreichender Wärmespeicherkapazität zur Anpassung der unterschiedlichen Verläufe von Wärmenachfrage und -erzeugung sinnvoll.

Zu diesem Zweck sollte am Standort der Biogasanlage oder am Ort der Spitzenkesselanlage längerfristig ein Wärmepufferspeicher installiert werden, der den Wärmeüberhang, der sich bei der Raumheizung in Ab-

senkphasen (nachts, vormittags, bei starker Sonneneinstrahlung) ergibt, in einem sinnvollem Umfang aufnimmt und bei Lastspitzen (morgens) zur Verfügung stellt.

Wärmespeicher bieten die Möglichkeit, in Nahwärmenetzen als ein Baustein zu fungieren, mit dessen Hilfe die Asynchronizität zwischen (Ab-)Wärmefreisetzung und Wärmebedarf ausgeglichen und Strategien zur Betriebsoptimierung umgesetzt werden können. Je nach Entwicklungsstand können somit weitere Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energien (Solarwärme, solarthermischen Adsorptionswärmepumpen, photo-thermovoltaische Hybridsysteme, Brennstoffzellenaggregate, etc.) in ein Nahwärmesystem eingebunden werden.

Wird das Nahwärmenetz stufenweise aufgebaut, kann zu Beginn die Wärmekapazität des Fermenters als Pufferspeicher fungieren. Die Heizzeiten können auf den Netzbetrieb dahingehend abgestimmt werden, dass zu Abnahmespitzen die Wärmezufuhr zum Fermenter reduziert oder ganz abgestellt wird.

Für die Erweiterung der Speicherkapazität der Gesamtanlage kann ein Wärmespeicher in der Größenordnung installiert werden, die zur Aufnahme überschüssiger Abwärme des BHKWs aus 6 - 8 Volllaststunden ausreicht. Die Leistungsdaten des BHKWs erfordern somit ein Speichervolumen von 1,6 bis 2,5 MWh. Bei einer nutzbaren Temperaturdifferenz von 40 Kelvin beträgt das Speichervolumen 40 - 60 m³. Bei der Speicherdimensionierung wird berücksichtigt, dass der nicht gänzlich zu unterbindenden Mischungseffekt bei der Temperaturschichtung in dem Speicherbehälter eine 100%-ige Entnahme der eingelagerten Wärme mit Konstanttemperatur verhindert.

Es empfiehlt sich, zur Ausführung einen genormten Speicherbehälter von 60 m³ zu installieren. Die Kosten für die Wärmespeicher sind der Nahwärmenutzung und -verteilung zuzurechnen und bewegen sich inkl. Anbindung, Zuleitungen und Wärmeisolierung in frei aufgestellter Variante mit Verkleidung aus Zinkblech bei ca. 66.000 € abzüglich 15.000 € Förderung.

9. Nahwärmenetz

Die Topografie von Erfurtshausen betreffend Nahwärmenetz weist den Tiefpunkt mit 205 m über NN an der Biogasanlage auf, während die maximale Höhenlage von ca. 252 m über NN im Bereich „Über dem Mühlengrund“ erreicht wird. Der Tiefpunkt des Wärmenetzes in der Ortslage liegt mit ca. 220 m ü. NN am Nordende des „Kreuzacker“.

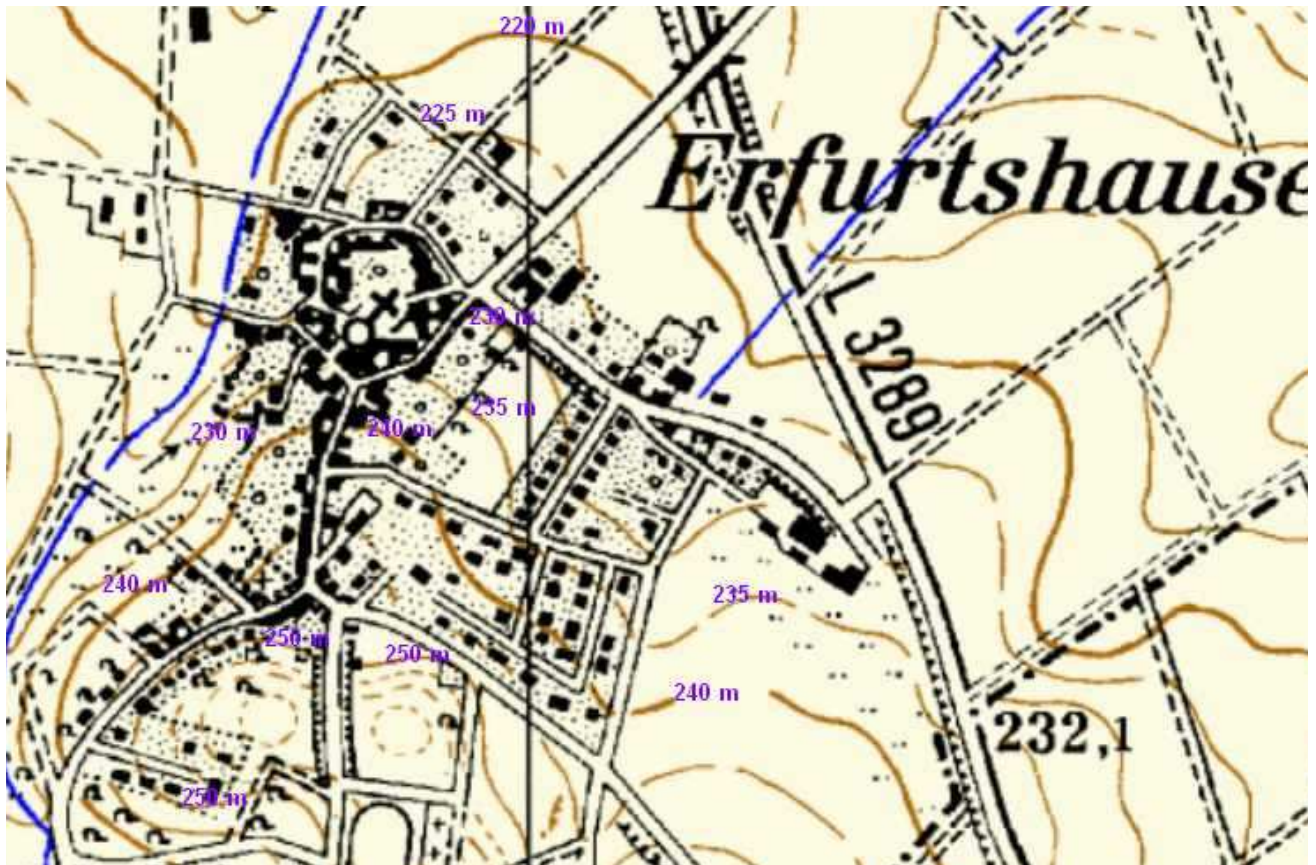
Ein Wärmenetz für kostengünstige Direktversorgung, bei der keine Wärmetauscher in den Hausanschluss-Stationen erforderlich sind, kann auf besondere Vorkehrungen für die Druckhaltung in den höher gelegenen Netzteilen verzichten sofern der geodätische Höhenunterschied zwischen den am niedrigsten und am höchsten gelegenen Gebäuden nicht mehr als ca. 35 m beträgt.

Dieses Höhenkriterium wird für die Gebäude in Erfurtshausen mit maximal 32 m Höhendifferenz eingehalten. Zwischen dem Netzhochpunkt und dem Niveau der Biogasanlage besteht jedoch mit 47 m ein größerer Höhenunterschied. Daher müssen die hydraulischen Komponenten bei der Wärmeübergabe am BHKW der Biogasanlage auf das Nahwärmenetz ausreichend druckbeständig sein. Der maximal auftretende Vorlaufdruck am Netzvorlauf beträgt voraussichtlich 7 - 8 bar, sodass die Auslegung aller Komponenten für die Nenndruckstufe 10 bar erforderlich ist.

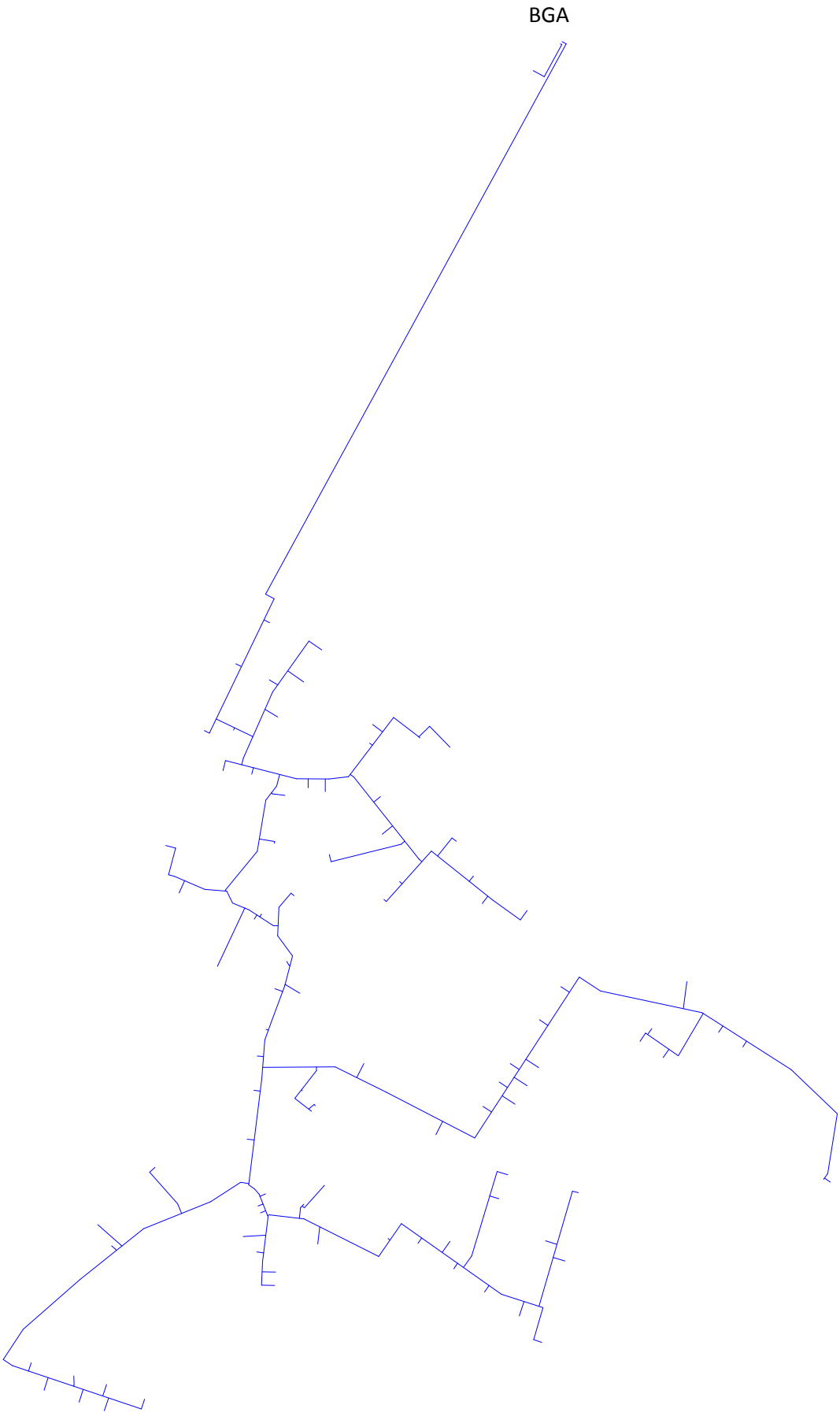
Ein Wärmespeicher, wie er für den effizienten Betrieb eines Wärmenetzes - gespeist aus einer Biogasanlage - sinnvoll ist, weist eine hohe Kostensensibilität hinsichtlich der Druckauslegung auf. Sofern in Erfurtshausen ein solcher Wärmespeicher am Standort der BGA aufgestellt wird, muss er nicht auf den maximalen Vorlaufdruck von 8 bar, sondern lediglich auf den maximalen Betriebsdruck von 6 bar ausgelegt werden, da der Wärmespeicher hydraulisch bedingt nur mit dem Niveau des Rücklaufdruckes - hier maximal 6 bar - beaufschlagt werden kann.

Die Vorteile eines Nahwärmenetzes mit direkter Betriebsweise liegen auf der Hand:

- Kosteneinsparung durch besonders einfache und kompakte Hausanschluss-Stationen
- Kosteneinsparung im Netz, da durch optimale Hydraulik vergleichsweise kleine Rohrquerschnitte verlegt werden können
- verringerte Netzverluste, da die Netztemperatur um 5 - 10 Grad niedriger gehalten werden kann als bei Netzen mit Wärmetauschern
- Schutz der Kundenanlagen, da diese mit optimal konditioniertem und entgastem Umlaufwasser durchströmt werden und damit eine längere Lebensdauer aufweisen als bei Betrieb mit eigenem sauerstoffreichen Heizungswasser, wie dies mit Wärmetauscher der Fall wäre.



Topographie Erfurtshausen



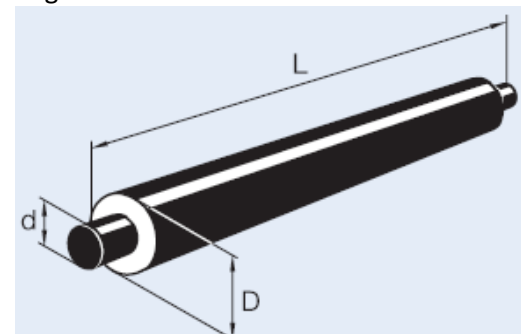
Nahwärmetzstruktur 4.180 Trm



10. Wärmetransport mittels Heizwasser in vorisolierten erdverlegten Leitungen

Stand der Technik sind vorisolierte Leitungen. Als mediumführende Rohre werden Stahlrohre, bei kleineren Dimensionen ($DN = 15 - 75 \text{ mm}$) auch elastische Kunststoffrohre, eingesetzt. Über das Mediumrohr ist koaxial ein Mantelrohr montiert und der Zwischenraum mit Polyurethanschaum ausgeschäumt. Güte und Querschnitt des Schaums bestimmen die Dämmeigenschaften, die Qualität der Verbindungstechnik (Schweißnähte) und der Abdichtung der Nahtstellen bei den Mantelrohren sind für die Langlebigkeit ausschlaggebend.

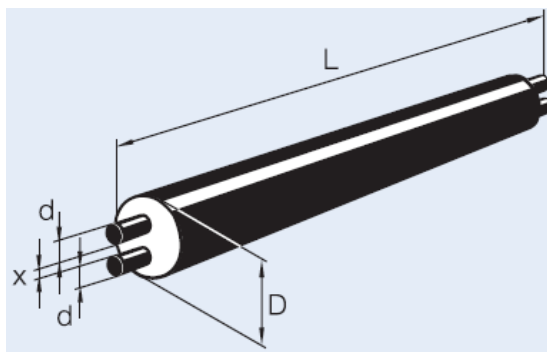
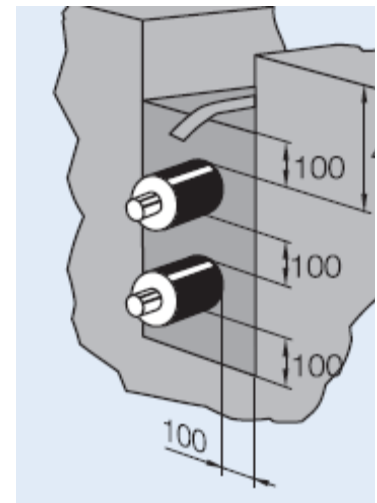
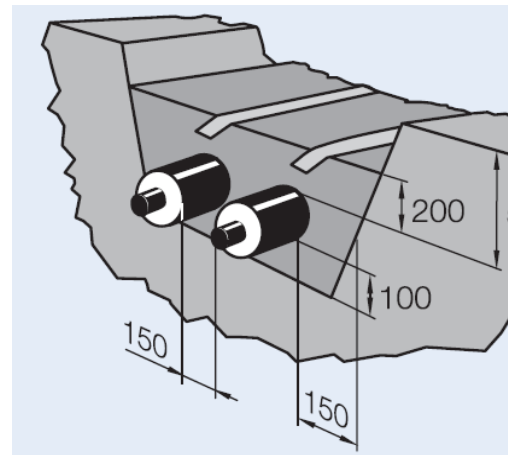
Bei Mediumrohren aus Stahl sind im Bereich des Schaums elektrische Leiter eingelegt, mit deren Hilfe der dämmtechnische Zustand der Rohrleitungen im Netz bzw. deren Dichtigkeit gegen eindringende Feuchte (von außen durch das Mantelrohr



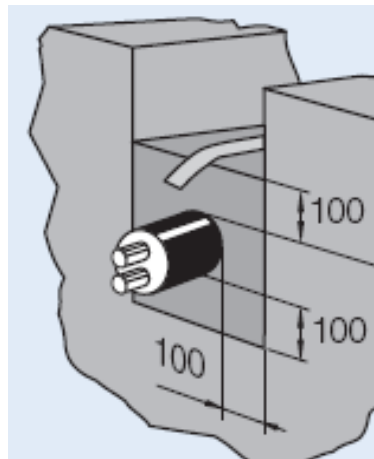
bzw. von innen aus dem Heizungsrohr) ununterbrochen überwacht wird. Sollte an einer Stelle eine Undichtigkeit auftreten, so erfolgt eine Warnmeldung. Mittels spezieller Messgeräte kann der Ort des sich anbahnenden Schadens lokalisiert werden, bevor der Schaden zu einer Störung des Netzbetriebes führen kann.

Es werden immer zwei Rohre benötigt. Die Vorlaufleitung transportiert das Heizwassers mit max. 90°C (Winter), min. 70°C (Sommer) zum Wärmekunden. Die Rücklaufleitung dient dem Rücktransport des durch die Wärmeabnahme abgekühlten Heizwassers (60 – 40°C) zum Wärmeerzeuger. Dabei wird das Heizwasser im Kreislauf geführt. Die Rücklauf-temperatur ist zum wirtschaftlichen Betrieb des Nahwärme-netzes möglichst weit abzusenken, optimal sind 50 - 40°C. Die Rohre werden in der Regel nebeneinander, bei besonders engen Raumverhältnissen auch übereinander, verlegt.

Zunehmend werden vorrangig Doppelrohre eingesetzt. Dabei befinden sich zwei Rohre innerhalb eines gemeinsamen Mantelrohres. Die Ausführung als Doppelrohr erreicht bei derselben Dämmserie jeweils bessere Dämmwerte (15 – 40 %). Damit fallen geringere Wärmeverluste als bei Einzelrohrverlegung an. Die Doppelrohrverlegung stellt jedoch höhere Anforderungen an die Ausführung bei der Rohrmontage und kann bei schwierigen Verlegverhältnissen nicht immer eingesetzt werden. Die Verlegekosten für beide Rohrtypen sind ähnlich, auch wenn bei Doppel-rohren der Rohrgraben schmäler und tiefer, insgesamt jedoch wegen des geringeren Grabenprofils kostengünstiger ausfällt.



Die Verlegtiefe der Rohrleitungen richtet sich nach der erforderlichen Überdeckung. Diese liegt bei mindestens 500 mm im unbefestigten Gelände ohne Befahrung und bis 1000 mm im Bereich von übergeordneten Verkehrswegen. Aus rohrstatischen Gründen ist eine Überdeckungshöhe von 600 bis 800 mm optimal. Im öffentlichen Raum ist eine mittlere Überdeckung ab Rohrkuppe von 800 mm gebräuchlich, die im Bereich der Anschlussleitungen von Gebäuden bis auf 500 mm reduziert werden kann, sofern keine Überfahung mit schwerem Gerät zu erwarten ist.



Wärmeleitungstrassen dürfen nicht mit Großgehölzen bepflanzt werden, um im – zwar sehr unwahrscheinlichen, jedoch nicht gänzlich auszuschließenden – Reparaturfall Behinderungen durch starkes Wurzelwerk zu vermeiden.

Im Bereich von Bach- oder Flussquerungen, können die Leitungen auch frei und abhängig vom Rohrquerschnitt für kürzere Spannweiten selbsttragend ausgeführt werden. Vorzugsweise werden die Nahwärmeleitungen bei Gewässerquerungen jedoch im Bereich von Brücken geführt und an den Brückenwangen aufgehängt, so wie dies auch bei Kanalrohren und anderen medienführenden Leitungen üblich ist.

Im Bereich schwieriger Leitungsführung können bei kleiner Wärmeleistung (bis 40 kW) die Wärmeleitungen, wie etwa Gebäudeanschlussleitungen, mittels vorisolierter elastischer Stahlrohre (Steelflex) ausgeführt werden. Bei Beschränkung der maximalen Vorlauftemperatur auf 90°C und des Systemdrucks auf 6 bar

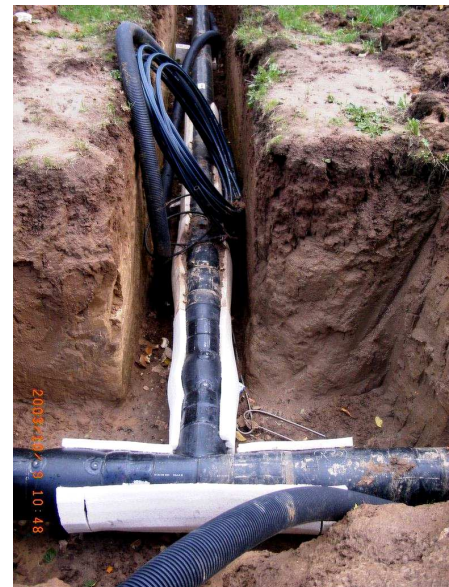
werden auch vorisolierte elastische Kunststoffleitungen verlegt. Da hier Rohrmaterial bis zu einer Nennweite von DN 75 (mm) erhältlich ist, können Anschlussleistungen von bis zu 600 kW ausgeführt werden. Trotzdem sollten Kunststoffleitungen nur im Ausnahmefall verlegt werden, da die Wärmeverluste um bis zu 30 % höher liegen als bei vorisolierten Stahlrohren und kein vergleichbares Überwachungssystem existiert.

Ein qualitativ hochwertiges Wärmeverteilnetz aus erdverlegten vorisolierten Rohren kann viele Jahrzehnte ohne nennenswerten Aufwand für Wartung und Instandhaltung genutzt werden. Da von steigenden Energiepreisen ausgegangen werden kann, empfiehlt es sich, Rohre mit verstärkter Wärmedämmung (Serie 2 oder 3 an Stelle des Standardwertes) einzusetzen, um so den ebenfalls steigenden Kostenfaktor "Wärmeverluste" gering zu halten.

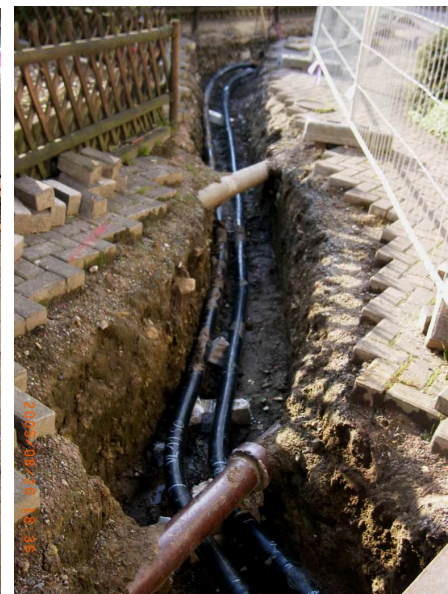
Die Refinanzierung bzw. der Kapitaldienst für das Nahwärmenetz wird auf 20 Jahre kalkuliert. Nach diesem Zeitraum kann das Nahwärmenetz weiter Jahrzehnte mit minimalem Erhaltungsaufwand betrieben werden. Man spricht hierbei vom „Goldenen Ende“ der Netzinvestition.



Rohrverlegung im Graben



Rohrverlegung zum Hausanschluss mit KMR



mit flexiblem Rohr

11. Wärmenetzbetrieb und Voraussetzungen für optimale hydraulische und thermische Gestaltung der Versorgung mit Nahwärme bei den Abnehmern

Die Nahwärmeleitung wird mittels einer drehzahlregelter Netzpumpe vom Verteiler des BHKWs der Biogasanlage aus gespeist. Die Pumpe baut den erforderlichen Differenzdruck auf der ausreicht, um das Heizwasser durch die Rohre des Nahwärmenetzes fließen zu lassen und die Strömungswiderstände in den jeweiligen Heizwärmeverteilungen der Gebäude überwindet. In den Gebäuden selbst wird keine weitere Umwälzpumpe benötigt. Die Betriebskosten für eine hauseigene Umwälzpumpe (> 50 oft > 100 €/Jahr für Strom) und deren regelmäßiger Austausch (ca. alle 10 Jahre) entfallen.

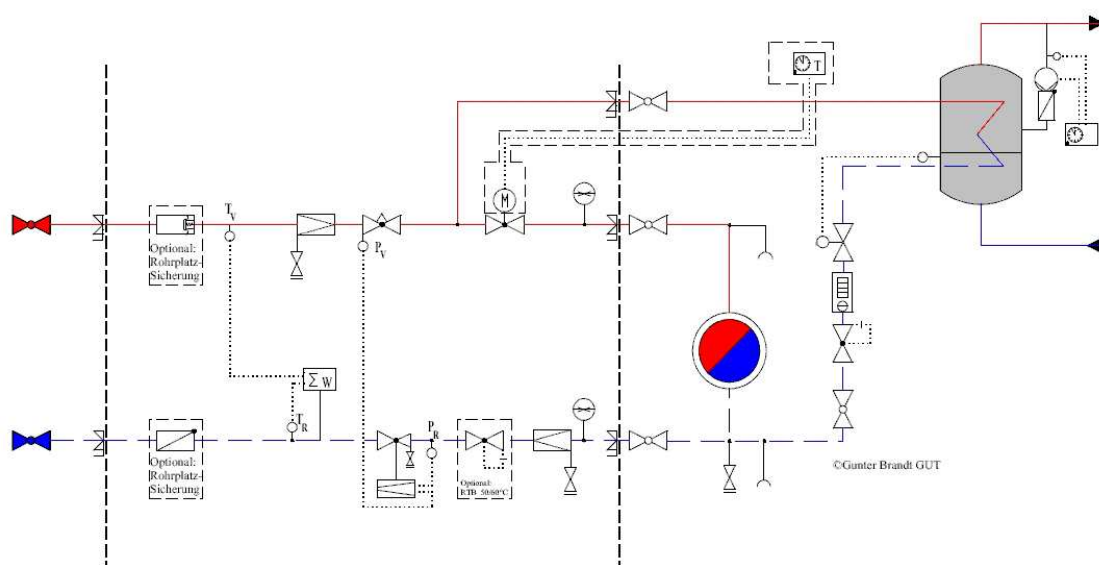
Durch eine intelligente Steuerungskonzeption wird das Zusammenspiel von BHKW-Abwärme Heizwärme-Pufferspeicher und Spitzenkesseln optimiert. Überschüssige Wärme aus dem BHKW wird dabei kurzfristig für Lastspitzen bei der Wärmeversorgung im Heizwärme-Pufferspeicher zwischengelagert.

Um eine hohe Effizienz des Wärmetransportes aus der Biogasanlage über das Nahwärmenetz zu den Wärmeabnehmern zu erreichen, ist es unabdingbar, die Hydraulik der anzuschließenden Abnehmer einer Überprüfung zu unterziehen. Die vorgefundenen hydraulischen Mängel sind zu beheben. Die erforderlichen Maßnahmen sind in der Regel einfach und kostengünstig umzusetzen. In vielen Fällen reicht es aus, vorhandene Fußventile oder Thermostatventilkörper korrekt abzugleichen und/oder Strangreguliertventile zu justieren. Die genaue Durchführung dieser Maßnahmen ermöglicht den Bau und Betrieb des Nahwärmenetzes mit optimierten Nennweiten und minimierten Wärmeverlusten.

Die Gutachter stellen bei der energetischen Analyse von Wohnhäusern, gewerblichen und öffentlichen Gebäuden immer wieder folgende Mängel fest:

1. Die Rücklauftemperaturen liegen beim Einsatz konventioneller Gebäudeheizungen in der Regel viel zu hoch.
2. Die genutzten Temperaturspannen zwischen dem Heizungsvorlauf und –rücklauf fallen zu gering aus.

Als Folge ist der umlaufende Heizungswasser-Volumenstrom viel zu groß. Die Pumpen sind überdimensioniert und verbrauchen zuviel Strom. Die zu geringe Spreizung ist u. a. ein Indiz für ungeeignete hydraulische Regelarmaturen (wie etwa Überströmer oder Umlenkschaltungen) und fehlenden hydraulischen Abgleich der jeweiligen Heizanlage bzw. Heizwärmeverteilung. Dabei gelangt das Heizwasser insbesondere bei geringer Abnahme im Sommer und in der Übergangszeit schlecht ausgenutzt, d. h. zu heiß, in den Rücklauf.



Hydraulisches Schaltbild Hausanschluss-Station 10 – 30 kW

Überhöhte Wärmeverluste (auf der Rücklaufleitung) und ein zu großer Pumpenstromverbrauch sind die Folgen, obendrein kann es zu Geräuschbildung insbesondere an den Thermostatventilen kommen. Bei Versorgung mittels Nahwärme wären viel zu groß dimensionierte Leitungen (teurer, verlustreicher) erforderlich.

Zwischen Hauptwärmenetz und den Unterverteilungen in den zu versorgenden Objekten erfolgt die hydraulische Verbindung direkt, d. h. ohne Wärmetauscher. Dies erlaubt niedrigere Vor- und Rücklauftemperaturen, sodass die Wärmeverluste des Netzes deutlich geringer ausfallen und weniger Strom für die Umwälzpumpen verbraucht wird. Durch eine zentrale Wasseraufbereitung und gasarme Konditionierung mittels Vakuumentgaser wird ein störungs- und verschleißarmer Netzbetrieb gewährleistet. Die Entgasung des Wassers fördert zudem die Langlebigkeit der Rohrnetze und Heizflächen innerhalb der internen Verteilung.

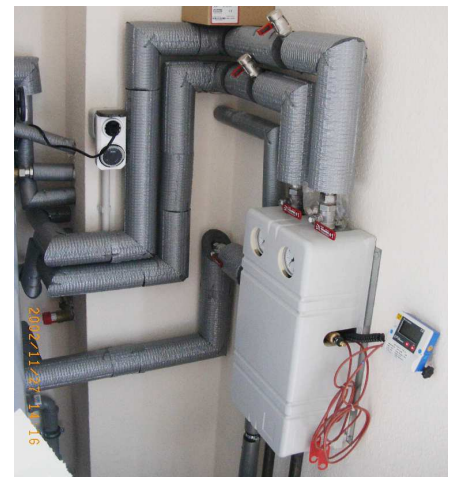
Die Hausanschluss-Stationen haben einen kompakten Aufbau und enthalten im Wesentlichen die folgenden Komponenten:

- Filtersiebe sowohl im Vorlauf zum Nahwärmenetz hin als auch im Rücklauf zur Kundenanlage hin, zum Schutz der Hausanlage und des Nahwärmenetzes vor Schmutzeintrag.
- Differenzdruckregler für die Anpassung des Netzförderdrucks an den tatsächlich erforderlichen Förderdruck für das zu versorgende Gebäude.
- Mengengbegrenzer zur Einstellung der Leistung auf den erforderlichen Wert des zu versorgenden Objektes.
- Durchflussstellventil für die Regelung der Heizleistung. Hier kann bauseits ein Motorsteller aufgesetzt werden, der nach den Vorgaben der Haustemperaturreglung (z. B. im einfachsten Fall realisiert durch einen Uhrenthermostat) die Heizleistung regelt.
- Wärmemengenzähler zur stichtagsgenauen Erfassung der bezogenen Wärmemengen, des Heizwasserdurchsatz, der Monatsspitzenleistung und des Monatshöchstwertes für den Heizwasserdurchsatz.
Alle Werte werden am Monatsersten gespeichert und sind jeweils für 13 Monate abrufbar.
- Armaturen zum Füllen, Entlüften und Entleeren
- Anschluss für einen Brauchwasserladekreis, der mit einer einfacher aber wirkungsvollen Reglergruppe (bauseits) auf effiziente Weise für guten Warmwasserkomfort sorgt.



Bei Leistungen darüber kommen vergrößerte, aber hinsichtlich der Komponenten gleichartige Stationen zum Einsatz. Das nachfolgende Bild zeigt eine Station für den Leistungsbereich 70 – 150 kW (siehe unten).

Die 2 Abbildungen zeigen eine Hausanschlussstation für Wärmeleistungen von 10 bis 30 kW mit und ohne Verkleidung.



12. Investitionskosten, Wärmepreis, Wirtschaftlichkeit

Die Kostenermittlung für das Primär-Nahwärmenetz (alle Kostenangaben **ohne Mehrwertsteuer**) wurde auf der Grundlage einer Berechnung des Wärmeflusses und einer darauf aufbauenden Netzdimensionierung sowie unter Anwendung spezifischer Baukosten für vergleichbare Wärmenetze durchgeführt. Dabei ergaben sich spezifische Nettokosten inkl. Tiefbau von ca. 270 €/Trassenmeter gemittelt über alle Nennweiten.

Die Kosten für die Hausanschluss-Stationen wurden inklusive Monatgekosten für jeden Gebäudeanschluss berücksichtigt, jedoch ohne die sekundärseitigen internen Kosten für den Anschluss an die jeweilige Hausverteilung in den zu versorgenden Gebäuden. Eine Kostenbeteiligung der Wärmeabnehmer an den Investitionskosten ist nicht vorgesehen, da andernfalls eine wesentliche Voraussetzung für die Förderung des Hausanschlusses durch die KfW nicht gegeben ist. Wird eine Genossenschaft zum Betrieb des Nahwärmenetzes gegründet, tritt an die Stelle eines etwaigen Baukostenzuschusses für den jeweiligen Strang des Nahwärmenetzes und die Hausanschlussleitung ein Genossenschaftsanteil in der Größenordnung von beispielsweise 1.500 – 3.000 €. Dabei sind der Beitritt zur Genossenschaft und die Zahlung der vereinbarten Einlage Voraussetzung für den Anschluss an die gemeinsame Wärmeversorgung. Mit der Genossenschaftseinlage wird jeder Wärmeabnehmer Genossenschaftler und damit Miteigentümer des Nahwärmenetzes.

Für die Funktion des Nahwärmenetzes sind die hydraulische Netzeinbindung und ein Wärmepufferspeicher eingerechnet. In den Betriebskosten der Spitzenkesselanlage sind Bedienung, Wartung und Unterhalt für den Aufstellungsraum inbegriffen.

Für die Variante 1a werden die Investitionskosten für einen heizölbefeuerten Spitzenkessel, Container zur Kesselaufstellung und Öltanklager eingerechnet.

In der Variante 1b werden die Investitionskosten für ein Holzhackschnitzelheizwerk als Spitzenkessel, Gebäude zur Kesselaufstellung und Holzschnitzellager sowie gegenüber Variante 1a erhöhte Personalkosten für die Bedienung angesetzt.

13. Fördermittel

13.1 KfW-Programm Erneuerbare Energien

Wärmenetze, nicht gefördert nach § 7a KWKG

Nahwärmenetze werden gefördert, wenn sie zumindest zu 50 % aus erneuerbaren Energien gespeist werden. Voraussetzung ist weiterhin ein nachgewiesener Mindestwärmeabsatz über das gesamte Netz von im Mittel 500 kWh pro Jahr und Meter Trasse. Die Förderung beträgt 60 €/Trassenmeter.

Bei Wärmenetzen mit einem im Mittel über das gesamte Netz erreichten Wärmeabsatz über 3 MWh pro Jahr und Meter Trasse halbiert sich der Förderhöchstbetrag.

Wärmenetze, gefördert nach § 7a KWKG

Für Nahwärmenetze, die eine Zuschlagszahlung nach § 7a des KWKG für die Errichtung oder Erweiterung (Neu- oder Ausbau) eines Wärmenetzes erhalten können, beträgt der Tilgungszuschuss bis zu 20 € je Meter neu errichteter Trassenlänge (erstmalige Erschließung oder Erweiterung), maximal 300.000 €.

Hausanschluss-Stationen

Zuzüglich zu der Wärmenetzförderung pro Meter Trasse können die Hausübergabestationen mit jeweils bis zu 1.800 € gefördert werden, wenn die Investitionen vom Investor und Betreiber des Wärmenetzes durchgeführt werden und kein kommunaler Anschlusszwang besteht.

Wärmespeicher

Für Wärmespeicher von mindestens 20 m³ wird unter bestimmten, hier erfüllten Bedingungen, ein Tilgungszuschuss gewährt. Dieser beträgt 250 € je m³ Speichervolumen. Die Förderung ist auf 30 % der für den Wärmespeicher nachgewiesenen Nettoinvestitionskosten beschränkt. Der maximale Tilgungszuschuss je Wärmespeicher beträgt 300.000 €.

Biomasse-Anlagen zur Verbrennung fester Biomasse für die thermische Nutzung

Gefördert wird die Errichtung und Erweiterung automatisch beschickter Anlagen zur Verfeuerung fester Biomasse (z. B. Holzpellets, Scheitholz, oder Holzhackschnitzel) mit einer installierten Nennwärmeleistung von mehr als 100 kW, sofern die im Antrag auf Tilgungszuschuss genannten Emissionswerte eingehalten werden.

Für förderfähige Biomasse-Anlagen zur thermischen Nutzung beträgt der Tilgungszuschuss 20 € je kW installierter Nennwärmeleistung (Grundförderung), höchstens jedoch 50.000 € je Einzelanlage.

Darüber hinaus können folgende Boni gewährt werden:

a) Bonus für niedrige Staubemissionen:

20 € je kW Nennwärmeleistung, sofern die staubförmigen Emissionen maximal 15 mg/m³ (Volumengehalt an Sauerstoff im Abgas von 13 % im Normzustand (273 K, 1013 hPa)) betragen.

b) Bonus für die Errichtung eines Pufferspeichers:

Die Grundförderung erhöht sich um 10 € je kW Nennwärmeleistung, sofern für den Kessel ein Pufferspeicher mit einem Mindestspeichervolumen von 30l/kW Nennwärmeleistung installiert wird.

Die Förderung nach und die Boni nach a) und b) sind kumulierbar. Der maximale Tilgungszuschuss beträgt 100.000 € je Anlage.

13.2 Förderungen nach KWKG-Gesetzes (BAFA)

50-Prozent-Kriterium

Bei der Inbetriebnahme des Nahwärmenetzes muss die Versorgung der an das neue oder ausgebaute Wärmenetz angeschlossenen Abnehmenden überwiegend, d.h. mit einem höheren Anteil als 50 Prozent, mit Wärme aus KWKG-Anlagen, erfolgen (§ 5a Abs. 1 Nr. 2 KWKG).

Zur Prüfung des 50-Prozent-Kriteriums sollte der Wirtschaftsprüfer oder vereidigte Buchprüfer im Falle des Neubaus eines Nahwärmenetzes beispielsweise das Verhältnis der eingespeisten Wärmemengen (KWKG-Wärme und reine Heizwärme) anhand der Wärmemengenzähler überprüfen, die Auslegungsrechnung der in das Wärmenetz einspeisenden Anlagen nachvollziehen und Einsicht in die Verträge zwischen Wärmenetzbetreiber und Betreiber der KWKG-Anlagen nehmen.

60-Prozent-Kriterium

Im geplanten Endausbau des Netzbereichs, für den die Förderung beantragt wird, muss für die Wärmeeinspeisung aus KWKG-Anlagen, mindestens ein Anteil von 60 Prozent nachgewiesen werden (§ 5a Abs. 1 Nr. 2 KWKG). Das prognostizierte 60-Prozent-Kriterium ist auf der Basis von Plandaten, z.B. anhand eines Businessplans sowie der Leistung der KWKG-Anlagen darzustellen.

Hierfür sollte der Wirtschaftsprüfer oder vereidigte Buchprüfer beispielsweise die Auslegungsrechnung der in das Wärmenetz einspeisenden Anlagen nachvollziehen und Einsicht in den Businessplan nehmen. Der Nachweis des Mindestkriteriums an Wärmeeinspeisung ist ausschließlich hinsichtlich des vom Wärmenetzbetreiber beantragten Wärmenetzprojektes und nicht hinsichtlich des gesamten gegebenenfalls bereits bestehenden Versorgungsnetzes zu erbringen.

Zuschlagzahlung für den Neu- und Ausbau von Wärmenetzen, § 7a KWKG-Gesetz (BAFA)

Der Zuschlag beträgt je Millimeter Nenndurchmesser der neu verlegten Wärmeleitung 1,00 €/m Trassenlänge. Der Zuschlag in € errechnet sich aus der Multiplikation der ermittelten Trassenlänge mit dem ermittelten Nenndurchmesser in Millimeter.

Der Zuschlag darf 20 Prozent der ansatzfähigen Investitionskosten des Neu- oder Ausbaus, insgesamt aber 5 Millionen € je Projekt nicht überschreiten.

Novelle des KWKG-Gesetzes (KWKG 2012)

Das KWKG-Gesetz wird novelliert, es wird erwartet, dass die Förderung von Wärmenetzen angehoben wird.

Der voraussichtliche Zeitplan für die Novelle des KWKG-Gesetzes (KWKG 2012) sieht gemäß der Informationen, die uns zum 12. Januar 2012 vorliegen, folgendermaßen aus:

10. Februar 2012 - Bundesrat

08. März 2012 - 1. Lesung Bundestag

27. April 2012 - 2. und 3. Lesung Bundestag, Verabschiedung KWKG 2012

11. Mai 2012 (oder 15. Juni 2012) – Bundesrat

Mit einem Inkrafttreten des KWKG-Gesetzes 2012 kann zum Juli/August 2012 gerechnet werden. Das Gesetz ist im Bundesrat zwar nicht zustimmungspflichtig. Bei unterschiedlichen Meinungen zwischen der Länderkammer und dem Bundestag kann aber ein Vermittlungsausschuss angerufen werden.

13.3 Berechnungsbeispiel Fördermittel, z. Z. geltende Förderrichtlinien

Die Beispielrechnung beruht auf der Kostenschätzung zum Nahwärmenetz inkl. Tiefbau, ohne Stationen.

Nenn- weite	Länge Trasse*	Innen- durchm.	BAFA-Förderung §7a KWKG		KfW-Förderung ohne Förderung §7a		KfW-Förderung mit Förderung §7a	
DN	[m]	[mm]	[€/m]	[€]	[€/m]	[€]	[€/m]	[€]
125	700	134,8	134,8	94.360	60	42.000	20	14.000
100	277	109,8	109,8	30.414	60	16.620	20	5.540
80	88	84,9	84,9	7.471	60	5.280	20	1.760
65	408	72,4	72,4	29.539	60	24.480	20	8.160
50	660	56,6	56,6	37.356	60	39.600	20	13.200
40	87	45,0	45,0	3.915	60	5.220	20	1.740
32	360	39,1	39,1	14.076	60	21.600	20	7.200
25	400	30,4	30,4	12.160	60	24.000	20	8.000
20	1200	24,2	24,2	29.040	60	72.000	20	24.000
4180			258.332		250.800		83.600	

ansetzbare Investitionskosten Netz 1.127.700

Fördergrenze BAFA (z.Z. gültig) 20% 225.540

Förderung BAFA max. 225.540

Förderung KfW ohne Förderung nach §7a KWKG 250.800

Förderung KfW mit Förderung nach §7a KWKG 83.600

Gesamtsumme Netz abzgl. KfW-Förderung KfW (83.600) 1.044.100

Förderung BAFA Fördergrenze 20% 208.820

Förderung KfW mit Förderung §7a KWKG 83.600

BAFA + KfW 292.420

Bewertung der Fördermittel

Zur Bewertung der Fördermittel sollte neben der erreichbaren Förderhöhe die Abwicklung des Verfahrens herangezogen werden. Die Förderfähigkeit eines Projekts wird bei der KfW-Bank vor der Realisierungsphase festgestellt und im Grundsatz bewilligt. Die Mittel werden jedoch erst mit der Projektabrechnung als Tilgungszuschuss zur Verfügung gestellt. Fördermittel des BAFA werden erst nach Abschluss des Projekts und Vorlage aller geforderten Nachweise bewilligt und anschließend ausgezahlt. Es ist jedoch ratsam, bereits bei der Projektplanung eine Voranfrage bei der BAFA zur generellen und aktuellen Förderwürdigkeit und zum Stand der aktuellen Ausschöpfung des Fördertopfes zu stellen.

14. Realisierungsempfehlung

Die Förderung des Projekts stellt die Grundvoraussetzung zur Realisierung dar. Die Bedingungen, die daran geknüpft sind, können für Erfurtshausen unter den hier ermittelten Rahmenbedingungen und Absatzmengen für die Nahwärme als erfüllt angesehen werden, so dass eine hohe Wahrscheinlichkeit zur Bewilligung der Förderung besteht. Ein gesetzlicher Anspruch besteht nicht.

Das Förderkriterium von mindestens 500 kWh/Trm Wärmeabnahme wird mit 528 kWh/Trm gut erreicht.

Grundsätzlich wird davon ausgegangen, dass die Wärme ab Biogasanlage, d. h. am Standort der Einspeisung, praktisch kostenlos oder höchstens für einen symbolischen Preis (Vorschlag: 1 €/MWh) abgegeben wird, da bilanztechnisch durch den KWK-Bonus bereits eine Grundvergütung der genutzten Abwärme erfolgt. Um den Betrieb der Biogasanlage ökonomisch auch bei Preissteigerungen (insbesondere für Energieträger und landwirtschaftliche Produkte wie auch Geräte) abzusichern, sollte gekoppelt an fossile Brennstoffkosten ein entsprechender Anstieg der Wärmepreise ab Biogasanlage vereinbart werden. Die Gleitklausel sollte abgeschwächt ausfallen, so dass der Preisvorteil der Nutzung von Abwärme der BGA für die Raumheizung und Warmwasserversorgung von Gebäuden bei steigendem Ölpreis immer günstiger ausfällt.

Die Nutzung der Abwärme der Varianten 1a und 1b führt unter den vorgenannten Bedingungen zu einer kostengünstigeren Versorgung im Vergleich zur bisherigen Beheizung, vorausgesetzt das Projekt wird gefördert. Beide Varianten können realisiert werden. Ob als Spitzenkessel ein erdölbeheizter Kessel oder ein Holzhackschnitzelkessel eingesetzt wird, kann nach Gründung der Genossenschaft, Abschluss der Vorverträge mit den Wärmeabnehmern und den Betreibern der BGA sowie dann erfolgter Verdichtung der aller technischen und kaufmännischen Parameter entschieden werden.

Die Umsetzung der Varianten 2 und 3 wird nicht empfohlen.



Bild 1



Bild 2

Bild 1: Entwicklung der durchschnittlichen Heizöl-Endverbraucherpreise für Standardqualität bei einer Abnahmemenge von 3000 Litern, frei Haus, inkl. MwSt., Quelle: fastenergie.de

Bild 2: Vergleich - Ölpreis für Standard-Heizöl EL bei einer Abnahmemenge von 3000 Litern und einer äquivalenten Menge von 33.540 kWh Erdgas bezogen auf den Preis von 100 Liter Heizöl. Quelle: fastenergie.de

Die kostendeckenden Wärmepreise für die Varianten 1a und 1b liegen deutlich unterhalb der Vollkosten von Ölheizkesseln mit Wärmeleistungen bis ca. 30 kW im Bestand. Beim aktuellen HEL-Preis von größer 80 €/100 Liter inkl. Mehrwertsteuer betragen die reinen Brennstoffkosten unter Berücksichtigung des Jahresnutzungsgrades der Kesselanlage jedoch mindestens 92 €/MWh, d. h. 77,31 €/MWh netto.

Variante 1a:

Grundversorgung Wärme aus BGA + Zusatzheizung aus einer heizölbefeuerten Spitzenkesselanlage in neuer Heizzentrale

Der errechnete Wärmepreis von 69,87 €/MWh (netto) ist im Vergleich zu den bisherigen Heizsystemen der zukünftigen Wärmeabnehmer konkurrenzfähig.

Variante 1b:

Grundversorgung Wärme aus BGA + Zusatzheizung aus einem Holzhackschnitzelkessel als Spitzenkesselanlage in neuer Heizzentrale

Der kostendeckende Wärmepreis erhöht sich aufgrund der höheren Investitionskosten für ein Holzhackschnitzelheizwerk als Spitzenkessel mit 74,41 €/MWh (netto) ebenfalls in einem akzeptablen Bereich für die Anschlussbereitschaft der Wärmeabnehmer.

Variante 2:

Grundversorgung Wärme aus BGA + Zusatzheizung aus vorhandenen Einzelheizungen der angeschlossenen Gebäude

Durch den Wegfall aller Investitionskosten für eine Spitzenkesselanlage – der Wärmespeicher wird beibehalten – lässt sich der kostendeckende Wärmepreis auf 41,83 €/MWh (netto) reduzieren, die Kosten der eigenen Heizanlage müssen für diese Variante jedoch herangezogen werden. Diese Kosten dürften sehr unterschiedlich ausfallen. Der Heizkostenvergleich (Anlage) zeigt die Kosten für ein Einfamilienhaus mit 180 m² Wohnfläche und vier Personen auf. Insgesamt fallen bei dieser Variante deutliche höhere Wärmekosten von 71,48 €/MWh (netto) an.

Abgesehen von der Frage, ob die Versorgungssicherheit für alle Wärmeabnehmer durch Eigenanlagen tatsächlich gegeben ist, stellen sich weitere Fragen zur Durchführbarkeit dieses Ansatzes. Regelung und Betrieb des hydraulisch komplexen Nahwärmenetzes sind hier nur schwer umzusetzen.

Der Einsatz eines geringer dimensionierten Heizkessels, der für einen gewissen Ausgleich sorgen könnte und den Betrieb der Eigenanlagen der Abnehmer bei hohem Wärmebedarf oder Ausfall der Wärmeversorgung aus der BGA würde den Kostenvorteil größtenteils aufzehren, da die Leistungsklasse der Kessel die Gesamtkosten nur teilweise beeinflusst. Baumaßnahmen, regelungstechnische Einbindung etc. müssten auch in diesem Fall umgesetzt werden.

Variante 3:

Vollversorgung Wärme aus BGA

Nach Kenntnis der derzeitigen Anschlussbereitschaft in Erfurtshausen wäre die Reduzierung der Anzahl der Abnehmer für die Wärmeversorgung ohne Reservebeheizung erforderlich. D. h., es können nur so viele Gebäude versorgt werden wie Wärme für deren Bedarfsanforderung aus der Biogasanlage zu jeder Zeit zur Verfügung gestellt werden kann. Die Ressource Wärme würde dadurch nur teilweise genutzt. Es ist fraglich, ob dann die Kriterien der Fördergeber erfüllt werden können.

Diese Variante ist aus Sicht der Gutachter unrealistisch, da die Versorgungssicherheit nicht gewährleistet werden kann. Deshalb wurde von einer detaillierten Prüfung abgesehen.

15. Heizkostenvergleich

Der Heizkostenvergleich stellt die Gesamtkosten des Wärmeabnehmers dar. Die Werte sind in der Tabelle im Anhang dargestellt. Zur Ermittlung und Darstellung der Vollkosten werden Investitionskosten, Betriebskosten und Energiekosten (netto) der Heizvarianten hinzugezogen.

Die Variante 2 Nahwärmenetz setzt sich aus Kosten für Nahwärme und den Kosten der Einzelanlage zusammen, bezogen für das beispielhaft herangezogenen Einfamilienhaus mit 180 m² beheizter Wohnfläche und einem Vier-Personen-Haushalt. Diese Versorgungsvariante erfordert vom Gebäudeeigner den zusätzlichen Einbau eines Wärmetauschers.

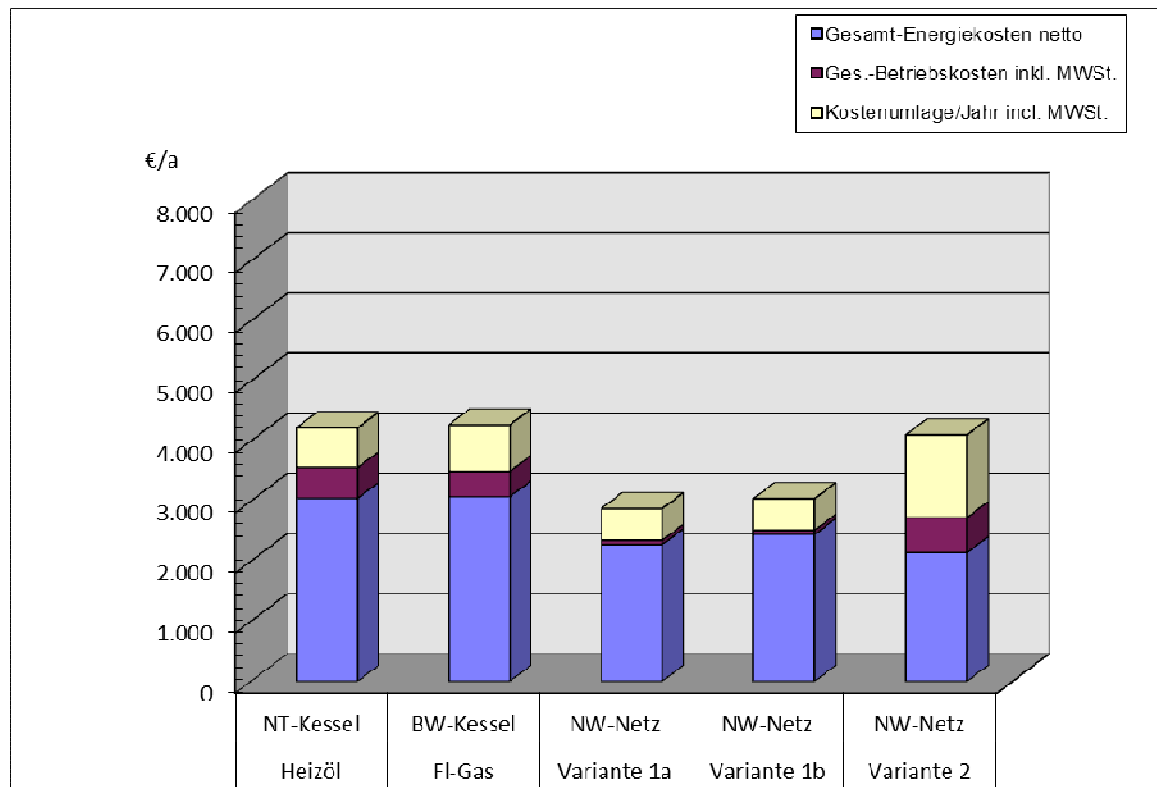


Diagramm 3 Heizkostenvergleich: Einfamilienhaus, 180 m² beheizte Wohnfläche, 4 Personen, aktuelle Kosten

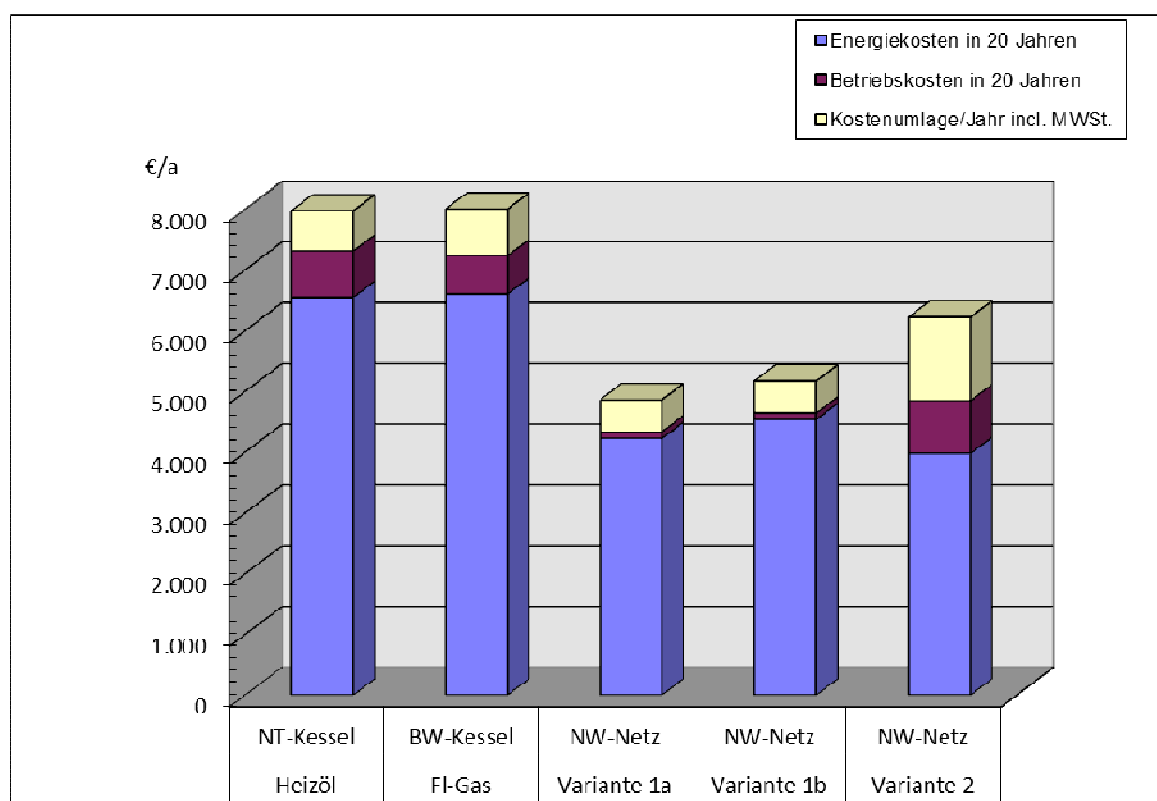


Diagramm 4 Heizkostenvergleich: Einfamilienhaus, 180 m² beheizte Wohnfläche, 4 Personen, Kosten in 20 Jahren

Weitere Hinweise

Die Netzverluste betragen 14,5% bezogen auf die jährliche Wärmeabgabe an die Kunden. Für die Berechnung der Netzverluste wurde die Verlegung von Doppelrohren erhöhter Dämmstärke (Serie 2) angenommen, die Netznennweiten wurden hydraulisch optimiert.

Da es sich zum größten Teil (ca. 82%) um Abwärme aus einem KWK-Prozess (BHKW) handelt, fallen die negativen Auswirkungen dieser Abwärme auf die Emissionsbilanz jedoch wesentlich geringer aus als die der Feuerungsverluste von ca. 10% bei den herkömmlichen Kesselanlagen, wie sie überwiegend bisher im Einsatz sind.

Um zukünftige Entwicklungen am Wärmemarkt (Preissteigerungen, Knappheit) zu berücksichtigen, sollte eine höchstmögliche Transporteffizienz angestrebt werden. Daher sind wie oben genannt vorzugsweise verlustreduzierte Wärmeleitungen in der Ausführung als Doppelrohrleitungen der Serie 2 oder bei Einzelleitungen in Serie 3 zu verwenden. Doppelrohrleitungen sind grundsätzlich verlustärmer, da Vor- und Rücklaufleitungen in einer gemeinsamen Wärmedämmung geführt werden und sind verlustärmer als Vor- und Rücklaufleitung mit jeweils eigener Wärmedämmung.

Zu diskutieren ist die Übernahme der Investitionskosten für den Wärmespeicher durch den Biogasanlagenbetreiber, da die BGA vom Einsatz des Wärmespeichers besonders profitiert. Der Wärmespeicher ermöglicht, Wärme die in Schwachlastzeiten keine Abnehmer findet, dann abzugeben, wenn der Wärmebedarf höher liegt als die Abwärmekapazität des BHKWs. Damit wird der KWK-Bonus zu erhöht.

16. Empfehlungen zum Wärmepreismodell, Variante 1a und 1b

Der Wärmepreis sollte eine Kombination aus Wärmepreis (**Arbeitspreis**) und Grundpreis sein. Dazu kommt ein Messpreis, der die Kosten für die Messeinrichtung deckt.

Bei der **Variante 1a** wäre im Startjahr ein Wärmepreis von **55,00 €/MWh** (65,45 €/MWh inkl. MWSt) für die Refinanzierung und Unterhalt des Nahwärmenetzes inkl. Hausanschluss-Stationen auskömmlich.

Bei **Variante 1b** wäre ein leicht erhöhter Arbeitspreis von **60,00 €/MWh** (71,40 €/MWh inkl. MWSt) erforderlich, der damit im Bereich anderer gleichgelagerter Projekte läge. Diese Werte müssen jedoch – wie alle anderen – nach Feststellung der tatsächlichen möglichen Wärmekunden erhärtet oder korrigiert werden.

Sowohl für **Variante 1a** als auch **1b** sind als **Grundpreis 0,45 €/m³** (0,54 €/m³ inkl. MWSt.) für den Heizwasserdurchfluss auskömmlich. Hiermit wird in erster Linie der Betrieb des Nahwärmenetzes finanziert.

Der Wärmeabnehmer wird bei diesem Preismodell mit geringeren Grundkosten belohnt, wenn er seine Heizanlage hydraulisch gut einstellt. Der Wärmebezug erfolgt dadurch mit vergleichsweise geringem Heizwasserdurchfluss. Ein spezifisch geringerer Heizwasserdurchsatz erlaubt einen effizienten Betrieb des Nahwärmenetzes, da vergleichsweise weniger Strom für die Netzpumpen benötigt wird und die Wärmeverluste auf der Rücklaufleitung niedriger ausfallen.

Als dritte Kostenkomponente kommt eine **Pauschale** von ca. **50 €/Jahr** (59,50 €/a inkl. MWSt.) für Wärmemessung und den Austausch des Wärmemengenzählers im Fünfjahresrhythmus - wie er vom Eichgesetz gefordert wird - hinzu.

Vertraglich festzulegen ist die Preissteigerungsrate mit maximal 75 % der Preissteigerungsrate für leichtes Heizöl. Damit lassen steigende Heizölpreise den Wärmepreis weniger stark ansteigen und vergrößern die Attraktivität der Nahwärme aus Bioenergie.

Das vorgenannte Preismodell führt dazu, dass praktisch jedes Gebäude, welches bislang ganz oder zu einem großen Teil mit fossilen Brennstoffen bzw. elektrisch beheizt wird, in Zukunft kostengünstiger mit Heizwärme versorgt werden kann. Dabei wächst der Kostenvorteil mit weiter steigenden Preisen für Heizöl und Gas.

17. Betreibermodelle

Für die Errichtung und den Betrieb des Nahwärmenetzes und der zugehörigen Bausteine Wärmespeicher und Spitzenkesselanlage bieten sich 3 Betreibermodelle an.

17.1 Errichtung und Betrieb des Nahwärmenetzes durch die Betreiber der Bioenergieanlagen

Hierbei investieren die Betreiber der Biogasanlage in den Bau des Nahwärmenetzes inkl. zugehöriger Komponenten. Dazu zählen auch die Hausanschlussleitungen und Hausanschluss-Stationen bei den zukünftigen Wärmeabnehmern.

Vorteile:

- Eine Eigentümergesellschaft, damit unkomplizierte Beschaffung der Mittel bei entsprechender Kreditbereitschaft der Banken, die als dingliche Sicherheit ggf. Hof und Biogasanlage heranziehen können.
- Der Betreiber hat alle Kostenkomponenten und deren zukünftige Entwicklung in der Hand.
- Der Betreiber kann eine darauf abgestimmte Konstruktion eines Wärmeliefervertrages einschließlich Wärmepreis und dessen vertragliche Indizierung an nachvollziehbare betriebliche und energiewirtschaftliche Indikatoren anbieten.

Nachteile:

- Wärmelieferung und Abrechnung liegen außerhalb des originären Geschäftsfeldes der Bioenergieanlagenbetreiber.
- Durch die Bindung der Arbeitskraft der Betreiber im landwirtschaftlichen Betrieb und beim Betrieb der Biogasanlage werden vorhandene Kapazitäten überlastet, sodass ggf. zusätzliches Personal eingesetzt werden muss.
- Akzeptanzhürde bei denjenigen potenziellen Abnehmern, die eine Monopolstellung befürchten und damit möglicherweise ein negativer Einfluss auf Netzausbau und Wirtschaftlichkeit des Projekts.
- Vollkommene Abhängigkeit der Wärmeversorgung in Erzeugung und Distribution vom Wohlergehen des Betreibers.

17.2 Errichtung und Betrieb des Nahwärmenetzes durch externe Wärmevertriebsgesellschaft z.B. aus dem Bereich Versorgungswirtschaft und Stadtwerke

Vorteile:

- Keine zusätzliche finanzielle Belastung der Betreiber der Bioenergieanlage, die sich somit weiterhin auf ihr eigenes Geschäftsfeld konzentrieren können.
- Kostensicherheit, da die Netzbetreiber für Zusatz- und Reserveenergie wesentliche Kostenkomponenten und deren zukünftige Entwicklung in der Hand haben. Der Netzbetreiber sichert sich vertraglich mit externen Sicherheitskomponenten (Betriebsausfallsversicherung) für die Wärmelieferung aus der Bioenergieanlage ab.
- Versorgungssicherheit entspricht der wirtschaftlichen Stabilität des externen Versorgers.
- Der Betreiber kann die Konstruktion eines Wärmeliefervertrages einschließlich des Wärmepreises mit vertraglicher Indizierung an nachvollziehbare energiewirtschaftliche Indikatoren anbieten.

Nachteile:

- Wärmelieferung und Abrechnung erfolgen zu erhöhten Kosten, da zusätzliche Betriebskosten und die Gewinnerwartungen eines externen Betreibers aus den Erlösen für den Wärmeverkauf gedeckt werden müssen.
- Die Preisindizierung ist analog an die allgemeine Preisentwicklung auf dem Energiemarkt gebunden, ein besonderer Standortvorteil aus der regenerativen Bioenergieanlage kann nicht genutzt werden.
- Akzeptanzhürde bei denjenigen potenziellen Abnehmern, die eine Monopolstellung für die Wärmeversorgung durch Abhängigkeit von einem einzigen großen Versorger befürchten. Dies hat möglicherweise einen negativen Einfluss auf Netzausbau und Wirtschaftlichkeit des Projekts. Damit verbunden könnten höhere Wärmepreise als bei den anderen beiden Betreibermodellen entstehen.
- Es besteht ein nur geringer örtlicher Einfluss auf die zukünftige Entwicklung des Wärmenetzes und die Auswahl der Zusatzenergiequelle für die Spitzen-, Reserve- und Ausfallsenergielieferung.
- Eigentum am Nahwärmenetz, dass aus dem Wärmeverkaufserlös "bezahlt" wird, sowie die Rendite liegen nicht in der Hand lokaler Akteure oder der Ortsgemeinschaft.

17.3 Errichtung und Betrieb des Nahwärmenetzes in örtlicher Hand durch eine Genossenschaft**Vorteile:**

- Keine zusätzliche finanzielle Belastung der Betreiber der Bioenergieanlage, die sich somit weiterhin auf ihr eigenes Geschäftsfeld konzentrieren können.
- Mitbestimmung und Mitwirkungsmöglichkeit aller Wärmebezieher führen zu einer erhöhten Akzeptanz und damit zu einer erhöhten Potenzialausschöpfung. Dies begünstigt die Wirtschaftlichkeit und erlaubt einen vergleichsweise niedrigen Wärmepreis
- Der Wärmepreis muss weder externe Gewinnerwartung und nur vergleichsweise geringe zusätzliche Overhead-Kosten berücksichtigen.
- Kreditbereitschaft und -konditionen der Banken werden durch die Rechtsform Genossenschaft aufgrund eines besonders niedrigen Insolvenzrisikos begünstigt.
- Die genossenschaftlichen Netzbetreiber haben unter Berücksichtigung der vertraglichen Konditionen für die Wärmelieferung aus der Bioenergieanlage alle Kostenkomponenten und deren zukünftige Entwicklung in der Hand.
- Die Netzbetreiber können die Konstruktion eines Wärmeliefervertrages einschließlich Wärmepreis und dessen vertragliche Indizierung an nachvollziehbare betriebliche und energiewirtschaftliche Indikatoren anbieten und darüber hinaus Gewinne aus rationellem Betrieb und Bewirtschaftung ausschütten oder zur Senkung der Wärmekosten verwenden.
- Der Vermögensgewinn durch den Betrieb des Wärmenetzes verbleibt in der Genossenschaft.
- Die Entscheidungen über zukünftige Entwicklungen werden durch derjenigen, die davon profitieren getroffen, damit verbunden ist ggf. eine erhöhte Innovationsbereitschaft.
- Mit zunehmender Tilgung der Kredite für das Nahwärmenetz wird die Kapitalbeschaffung für Erweiterungen und Investition in weiterführende Technologien für regenerative Energiebeschaffung vor Ort unkompliziert. Dieser Aspekt ist nach eventueller Endschaft der Bioenergieanlage (nach Vergütungsablauf gemäß EEG im Jahr 2030) beachtenswert.
- Stärkung der örtlichen Identität aufgrund der gemeinsamen Sache und der örtlichen Wirtschaft (Arbeit und Geld bleiben vor Ort).
- Unkompliziertes Prozedere bei Austritt oder Eintritt von Mitgliedern – erweiterungsoffenes Betreibermodell.

Nachteile:

- Ohne aktive Vorreiter vor Ort geht nichts!
- Der erhöhte Abstimmungsbedarf kann zu Verzögerungen bei der Realisierung führen.
- Soziale Spannungen oder Unverträglichkeiten zwischen Akteuren können die Realisierung be- oder im schlimmsten Fall verhindern.
- Überlastung einzelner „Ehrenamtlicher“ im laufenden Geschäftsbetrieb nach der Euphorie der Startphase kann angesichts der Projektgröße (ca. 100 Wärmeabnehmer bzw. Genossenschaftler) zu Spannungen führen, im schlimmsten Fall droht die Genossenschaft „kopflös“ zu werden mangels Mitwirkungsbereitschaft.

17.4 Errichtung und Betrieb des Nahwärmenetzes in örtlicher Hand in der Form einer GmbH & Co KG

Eine weitere Möglichkeit für eine örtliche Betreiberschaft stellt die GmbH & Co KG dar, die bislang bei größeren Nahwärmeprojekten unseres Wissens noch nicht realisiert wurde.

Vorteile:

- Keine zusätzliche finanzielle Belastung der Betreiber der Bioenergieanlage, die sich somit weiterhin auf ihr eigenes Geschäftsfeld konzentrieren können.
- Kein erhöhter Abstimmungsbedarf vor Ort im Vergleich zur Genossenschaft.

Nachteile:

- Gewinnerwartungen und Risikoabsicherung der Kommanditisten führen zu vergleichsweise höheren Wärmepreisen.
- Akzeptanzproblem (nur wenige profitieren von Vermögenszugewinn und Betriebsgewinn) führt zu geringerer Potenzialerschließung und damit zu höheren Wärmepreisen.
- Erhöhtes Versorgungsrisiko wegen geringer Haftung dieser Gesellschaftsform verbunden mit weniger struktureller Verankerung bei den Wärmekunden.
- Komplizierte und kostenaufwändige Prozedur bei Ein- und Austritt von Kommanditisten – strukturelle Erweiterungsbehinderung.

17.5 Resümee

Wie die noch recht kurze Geschichte der Bioenergiedörfer (seit Jühnde) belegt und ebenso die Erfahrungen, die dort inzwischen gesammelt werden konnten, ist für die Errichtung und den Betrieb eines Nahwärmenetzes im ländlichen Raum die Genossenschaft die erfolgreichste und aus wirtschaftlicher Sicht überzeugendste Betreiberform. Darüber hinaus bietet nur diese Betreiberform die Gewähr für eine hohe örtliche Identifikation mit dem Projekt und sie liefert Anlass und Anstoß dafür, dass die örtliche Gemeinschaft gestärkt wird. Auf diese Weise werden Ideenreichtum, Kreativität und Entscheidungsbereitschaft bei der aktiven Gestaltung für die zukünftige ländliche Energieversorgung gestärkt und Grundlagen für deren zügige Umsetzung geschaffen. Somit wird auch dem Gebot nachhaltiger wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Entwicklung im ländlichen Raum optimal entsprochen – die Kompetenz in der Region wächst.

Eine genossenschaftliche Lösung ist jedoch nur dann zu verwirklichen, wenn sich hierfür ausreichend (an Zahl und Intensität der Aktivität) engagierte Bürger finden, die bereit sind für die Umsetzung eines solchen Projektes Verantwortung zu übernehmen.

In kleineren Ortschaften bzw. dann wenn sich - anders als in Erfurtshausen - nur einige wenige potenzielle Wärmeabnehmer finden, bietet sich Lösung 1. an, ggf. in der Sonderform einer separaten GmbH nur für die Wärmelieferung, an der neben den Betreibern der Bioenergieanlagen auch einzelne externe Geldgeber oder Abnehmer beteiligt sind (Beispiel Wesendorf).

Kostenkalkulation Variante 1a:

Grundversorgung Wärme aus BGA + Zusatzheizung aus einer heizölbefeuerten Spitzenkesselanlage

Netzlänge [Trassenmeter] inkl. HA-Zultg.		4.180	Trm
Baustelleneinrichtung		20.000	€
Tiefbau mit Wasserhaltung, Kreuzg. etc.		641.900	€
Rohrmaterial & Verlegung		437.800	€
Lecküberwachung		28.000	€
Gesamtkosten Nahwärmenetz		1.127.700	€
Förderung		-292.400	€
Ges.kosten NW-Netz mit Förderg.		835.300	€
Kosten HA-Stationen	91 Stck.	167.400	€
Förderung Stationen	1.800 € / Stck.	-163.800	€
Kosten HA-Stationen mit Förderung		3.600	€
Gesamtkosten Wärmeverteilung m. F.		838.900	€
Wärmespeicher Anzahl / Volumen	1,0 / 60 m ³		
Kosten Speicher		66.000	€
Förderung KfW Speicher	250 € / m ³ .	-15.000	€
Gesamtkosten Wärmespeicher		51.000	€
Netzhydraulik			
Verteiler, Pumpen, Wasseraufbereitung, Druckhaltung		25.000	€
Gesamtkosten Netzhydraulik		25.000	€
Spitzenkessel / Erdöl HEL 1.100 kW		45.000	€
Container, Baumaßnahmen		90.000	
Tanklager, Zentrale Leittechnik		50.000	€
Gesamtkosten Spitzenkessel & ZLT		185.000	€
Gesamtinvestitionen für Abwärmenutzung (ohne Förderung)		1.571.100	€
Kosten für Planung und Bauleitung		125.700	€
Gesamtkosten für Abwärmenutzung		1.696.800	€
Genossenschaft Anzahl Anschlüsse		91	
Anteil/Anschluss (Eintrittsgeld + Einlage) 1.500 + 1.500 €		3.000	€
Einnahmen Genossenschaftsanteile		- 273.000	€
Gesamtkosten für Abwärmenutzung abzgl. BKZ und Förderungen		952.600	€
Energiebilanz & Kosten-Nutzenbetrachtung			
Wärmeverluste im Netz		53	kW
dito per anno		369	MWh/a
Wärmeleistung der Abnehmer (Spitze)		1.100	kW
Wärmebedarf der Abnehmer		2.209	MWh/a
Wärmebedarf inkl. Netzverlusten		2.578	MWh/a
mögliche Netzeinspeisung aus BGA	500 kW _{elt} 430 kW _{therm}	3.454	MWh/a
genutzte Wärme aus BGA		2.578	MWh
Restwärmebedarf		488	MWh/a
Betriebskosten Spitzenkessel		3.500	€/a
Brennstoffkosten Spitzenkessel	75,00 €/MWh _{Hu}	41.438	€/a
Strom Netz und Spitzenkessel 8.396 kWh/a	0,19 €/kWh	1.595	€/a
Kapitaldienst			
Kapitalzins / Kapitalrücklaufzeit	5 % / 20 Jahre		
ergibt Annuität	8,02 %	76.399	€/a
Wartung/Rücklagen Wärmeverteilung	1,50 %	19.430	€/a
Bedienung, Verwaltung, Betreuung Kundenanlagen		12.000	€/a
jährliche Kosten		154.362	€/a
Wärmepreis Nahwärme aus BGA	ohne / mit MWSt	69,87 / 83,14	€/MWh

Kostenkalkulation Variante 1b:

Grundversorgung Wärme aus BGA + Zusatzheizung aus einem Holzhackschnitzelkessel als Spitzenkessel

Netzlänge [Trassenmeter] inkl. HA-Zultg.		4.180	Trm
Baustelleneinrichtung		20.000	€
Tiefbau mit Wasserhaltung, Kreuzg. etc.		641.900	€
Rohrmaterial & Verlegung		437.800	€
Lecküberwachung		28.000	€
Gesamtkosten Nahwärmenetz		1.127.700	€
Förderung		-292.400	€
Ges.kosten NW-Netz mit Förderg.		835.300	€
Kosten HA-Stationen	91 Stck.	167.400	€
Förderung Stationen	1.800 € / Stck.	-163.800	€
Kosten HA-Stationen mit Förderung		3.600	€
Gesamtkosten Wärmeverteilung m. F.		838.900	€
Wärmespeicher Anzahl / Volumen	1,0 / 60 m ³		
Kosten Speicher		66.000	€
Förderung KfW Speicher	250 € / m ³ .	-15.000	€
Gesamtkosten Wärmespeicher		51.000	€
Netzhydraulik			
Verteiler, Pumpen, Wasseraufbereitung, Druckhaltung		25.000	€
Gesamtkosten Netzhydraulik		25.000	€
Hackschnitzelheizwerk (HSHW) 1.100 kW		170.000	€
Gebäude, Baumaßnahmen		120.000	
HS-Lager, Zentrale Leittechnik		75.000	€
Förderung HSHW	40 € / kW.	-44.000	€
Gesamtkosten HSHW & ZLT		321.000	€
Gesamteinvestitionen für Abwärmenutzung (ohne Förderung)		1.751.100	€
Kosten für Planung und Bauleitung		140.100	€
Gesamtkosten für Abwärmenutzung		1.891.200	€
Genossenschaft Anzahl Anschlüsse		91	
Anteil/Anschluss (Eintrittsgeld + Einlage) 1.500 + 1.500 €		3.000	€
Einnahmen Genossenschaftsanteile		- 273.000	€
Gesamtkosten für Abwärmenutzung abzgl. BKZ und Förderungen		1.103.000	€
Energiebilanz & Kosten-Nutzenbetrachtung			
Wärmeverluste im Netz		53	kW
dito per anno		369	MWh/a
Wärmeleistung der Abnehmer (Spitze)		1.100	kW
Wärmebedarf der Abnehmer		2.209	MWh/a
Wärmebedarf inkl. Netzverlusten		2.578	MWh/a
mögliche Netzeinspeisung aus BGA	500 kW _{elt} 430 kW _{therm}	3.454	MWh/a
genutzte Wärme aus BGA		2.578	MWh
Restwärmebedarf		488	MWh/a
Betriebskosten Hackschnitzelheizwerk		25.000	€/a
Brennstoffkosten Hackschnitzel, eta 88%	31,00 €/MWh	17.184	€/a
Strom Netz und HSHW 12.263 kWh/a	0,19 €/kWh	2.330	€/a
Kapitaldienst			
Kapitalzins / Kapitalrücklaufzeit	5 % / 20 Jahre		
ergibt Annuität	8,02 %	88.461	€/a
Wartung/Rücklagen Wärmeverteilung	1,50 %	19.430	€/a
Bedienung, Verwaltung, Betreuung Kundenanlagen		12.000	€/a
jährliche Kosten		164.404	€/a
Wärmepreis Nahwärme aus BGA	ohne / mit MWSt	74,41 / 88,55	€/MWh

Wärmeverkaufserlöse Variante 1a

Grundversorgung Wärme aus BGA + Zusatzheizung aus einer heizölbefeuerten Spitzenkesselanlage

Wärmebedarf der Wärmekunden	2.209 MWh/a
Arbeitspreis (netto)	55,00 €/MWh
Wärmeverkaufserlöse über Arbeitspreis (netto)	121.495 €/a
Delta T (80°C - 50°C) Vorlauf-/Rücklauftemperatur	30 K
spez. Wärmekapazität	1,16 kWh/kg
Wärmebedarf der Wärmekunden	2.209 MWh/a
Heizwasserdurchlauf bei den Wärmekunden	63.486 m³/a
(Wärmebedarf [MWh/a] ./Delta T [K] ./spez. Wärmekap. [kWh/kg]*1000 [kg/m³])	
Grundpreis (netto)	0,45 €/m³
Wärmeverkaufserlöse über Grundpreis (netto)	28.569 €/a
Anzahl Wärmekunden	91
Pauschale Wärmemessung / WMZ	50 €/a
Erlöse aus Jahrespauschale Wärmemessung	4.550 €/a
Gesamterlöse aus Wärmeverkauf im 1. Jahr (netto)	154.610 €/a
jährliche Kosten	-154.362 €/a
jährlicher Überschuss (netto)	248 €/a

Wärmeverkaufserlöse Variante 1b

Grundversorgung Wärme aus BGA + Zusatzheizung aus einem Holzhackschnitzelkessel als Spitzenkessel

Wärmebedarf der Wärmekunden	2.209 MWh/a
Arbeitspreis (netto)	60,00 €/MWh
Wärmeverkaufserlöse über Arbeitspreis (netto)	132.540 €/a
Delta T (80°C - 50°C) Vorlauf-/Rücklauftemperatur	30 K
spez. Wärmekapazität	1,16 kWh/kg
Wärmebedarf der Wärmekunden	2.209 MWh/a
Heizwasserdurchlauf bei den Wärmekunden	63.486 m³/a
(Wärmebedarf [MWh/a] ./Delta T [K] ./spez. Wärmekap. [kWh/kg]*1000 [kg/m³])	
Grundpreis (netto)	0,45 €/m³
Wärmeverkaufserlöse über Grundpreis (netto)	28.569 €/a
Anzahl Wärmekunden	91
Pauschale Wärmemessung / WMZ	50 €/a
Erlöse aus Jahrespauschale Wärmemessung	4.550 €/a
Gesamterlöse aus Wärmeverkauf im 1. Jahr (netto)	165.655 €/a
jährliche Kosten	-164.404 €/a
jährlicher Überschuss (netto)	1.250 €/a

Kostenkalkulation Variante 2:

Grundversorgung Wärme aus BGA + Zusatzheizung aus vorhandenen Einzelheizungen der angeschlossenen Gebäude

Netzlänge [Trassenmeter] inkl. HA-Zultg.		4.180	Trm
Baustelleneinrichtung		20.000	€
Tiefbau mit Wasserhaltung, Kreuzg. etc.		641.900	€
Rohrmaterial & Verlegung		437.800	€
Lecküberwachung		28.000	€
Gesamtkosten Nahwärmenetz		1.127.700	€
Förderung		-292.400	€
Ges.kosten NW-Netz mit Förderg.		835.300	€
Kosten HA-Stationen	91 Stck.	167.400	€
Förderung Stationen	1.800 € / Stck.	-163.800	€
Kosten HA-Stationen mit Förderung		3.600	€
Gesamtkosten Wärmeverteilung m. F.		838.900	€
Wärmespeicher Anzahl / Volumen	1,0 / 60 m ³		
Kosten Speicher		66.000	€
Förderung KfW Speicher	250 € / m ³ .	-15.000	€
Gesamtkosten Wärmespeicher		51.000	€
Netzhydraulik			
Verteiler, Pumpen, Wasseraufbereitung, Druckhaltung		25.000	€
Gesamtkosten Netzhydraulik		25.000	€
Gesamteinvestitionen für Abwärmenutzung (ohne Förderung)		1.386.100	€
Kosten für Planung und Bauleitung		110.900	€
Gesamtkosten für Abwärmenutzung		1.497.000	€
Genossenschaft Anzahl Anschlüsse		91	
Anteil/Anschluss (Eintrittsgeld + Einlage) 1.500 + 1.500 €		3.000	€
Einnahmen Genossenschaftsanteile		- 273.000	€
Gesamtkosten für Abwärmenutzung abzgl. BKZ und Förderungen		752.800	€
Energiebilanz & Kosten-Nutzenbetrachtung			
Wärmeverluste im Netz		53	kW
dito per anno		369	MWh/a
Wärmeleistung der Abnehmer (Spitze)		1.100	kW
Wärmebedarf der Abnehmer		2.209	MWh/a
Wärmebedarf inkl. Netzverlusten		2.578	MWh/a
mögliche Netzeinspeisung aus BGA	500 kW _{elt} 430 kW _{therm}	3.454	MWh/a
genutzte Wärme aus BGA		2.578	MWh
Restwärmebedarf		488	MWh/a
Strom Netz	3.240 kWh/a	0,19	€/kWh
		616	€/a
Kapitaldienst			
Kapitalzins / Kapitalrücklaufzeit	5 % / 20 Jahre		
ergibt Annuität	8,02 %	60.375	€/a
Wartung/Rücklagen Wärmeverteilung	1,50 %	19.430	€/a
Bedienung, Verwaltung, Betreuung Kundenanlagen		12.000	€/a
jährliche Kosten		92.420	€/a
Wärmepreis Nahwärme aus BGA	ohne / mit MWSt	41,83 / 49,78	€/MWh