



# ERNEUERBARE NAHWÄRMEVERSORGUNG ORTSTEIL „KOLONIE“ SCHLOßBÖCKELHEIM

## Machbarkeitsstudie

mit energetisch-wirtschaftlich-ökologischem Vergleich



**EnergieDienstleistungsGesellschaft  
Rheinhessen-Nahe mbH**

Am Giener 13

55268 Nieder-Olm

06136/9215-0

06136/9215-20

[Christoph.Zeis@edg-mbh.de](mailto:Christoph.Zeis@edg-mbh.de)

[www.edg-mbh.de](http://www.edg-mbh.de)

# Erneuerbare Nahwärmeversorgung

## Ortsteil „Kolonie“ Schloßböckelheim

### Gliederung

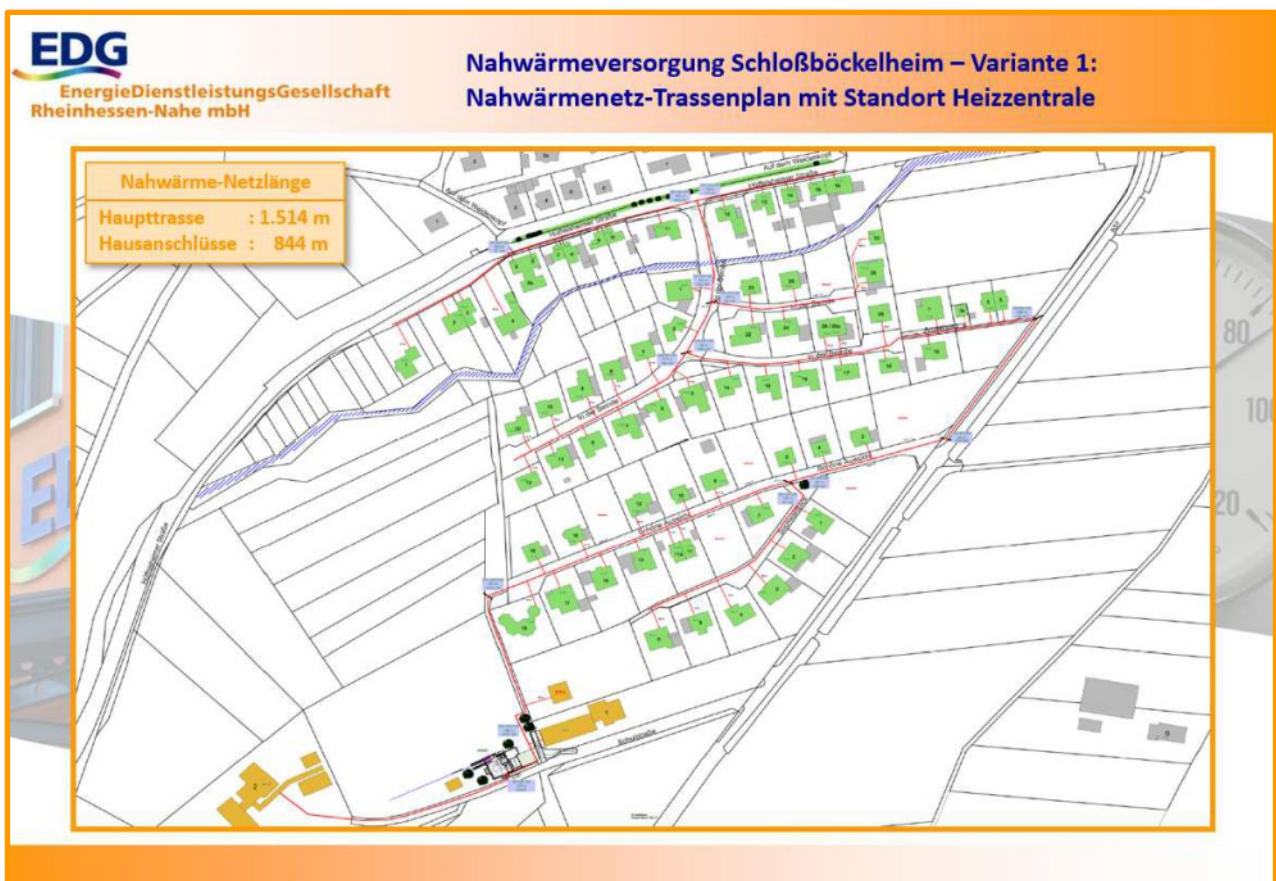
1. Beschreibung der Versorgungsaufgabe und Grundlagenermittlung	Seite 2
2. Nahwärmeversorgung Variante 1	Seite 3
2.1 Ermittlung des Wärmebedarfs und der Jahresdauerlinie	Seite 3
2.2 Technisches Konzept	Seite 4
3. Wirtschaftlichkeitsrechnung und Wärmepreisermittlung Variante 1	Seite 8
3.1 Investitionen und Kapitalkosten	Seite 8
3.2 Betriebs- und Verbrauchskosten	Seite 10
3.3 Wärmepreisermittlung	Seite 10
3.4 Wärmekostenvergleich	Seite 11
3.5 Klimaschutz und CO <sub>2</sub> -Reduktion	Seite 12
4. Nahwärmeversorgung Variante 2	Seite 13
4.1 Beschreibung und Ermittlung der Jahresdauerlinie	Seite 13
4.2 Technisches Konzept	Seite 14
5. Wirtschaftlichkeitsrechnung und Wärmepreisermittlung Variante 2	Seite 15
5.1 Investitionen und Kapitalkosten	Seite 15
5.2 Betriebs- und Verbrauchskosten	Seite 15
5.3 Wärmepreisermittlung und Wirtschaftlichkeitsvergleich	Seite 16
5.4 Klimaschutz und CO <sub>2</sub> -Reduktion	Seite 16
6. Schluss	Seite 17

## 1. Beschreibung der Versorgungsaufgabe und Grundlagenermittlung

Die Ortsgemeinde Schloßböckelheim in der Verbandsgemeinde Rüdesheim hat die EnergieDienstleistungsGesellschaft Rheinhessen-Nahe mbH (EDG) beauftragt, eine Machbarkeitsstudie für ein Nahwärmenetz auf Basis Erneuerbarer Energien im Ortsteil „Kolonie“ zu erstellen. In Zusammenarbeit mit dem Landkreis Bad Kreuznach, der im räumlichen Zusammenhang eine Sonderschule mit dem Förderschwerpunkt Lernen unterhält, ist es das Ziel, ein Nahwärmenetz im Sinne des Klimaschutzes so zu entwickeln, dass eine ökonomisch langfristig tragfähige und ökologisch nachhaltige Wärmeversorgung etabliert wird.

Auftragsgemäß haben wir mit Unterstützung der Gemeinde eine örtliche Aufnahme der an das Nahwärmenetz möglicherweise anzuschließenden Gebäude vorgenommen. In Verbindung mit den Datensätzen aus der kommunalen Wärmeplanung haben wir in der Folge einen Trassenplan erstellt, der sich vom Grundstück der geplanten Heizzentrale am Sportplatz an der Schulstraße in den Ortsteil entwickelt.

Die Machbarkeitsstudie legen wir der Ortsgemeinde Schloßböckelheim in zwei Varianten vor, denen jeweils eine Bioenergienutzung zu Grunde liegt. In Variante 1 wird die Bioenergie-Wärmeerzeugung durch Wärmepumpen und in Variante 2 alternativ durch eine solarthermische Großanlage ergänzt. Das nachfolgende Bild zeigt den Trassenplan mit allen möglichen Hausanschlüssen bei vollständiger Anschlussdichte und die Lage der Heizzentrale für die Versorgungsvariante 1:



Dem Trassenplan kann der Verlauf des Nahwärmenetzes mit den anzuschließenden Gebäuden entnommen werden. Nach unserem Vorschlag für die Nahwärmetrasse ergibt sich deren Gesamtlänge in der Hauptleitung zu 1.514 Meter und die Länge der Hausanschlüsse in Summe zu 844 Meter. Der Trassenplan visualisiert die Nahwärmeversorgung mit einer Anschlussdichte von 100 %, jedoch ohne die Häuser „Auf dem Weidenkopf“, da deren Erschließung aus technisch-wirtschaftlichen Gründen nicht sinnvoll einbezogen werden konnte.

## 2. Nahwärmeversorgung Variante 1

### 2.1 Ermittlung des Wärmebedarfs und der Jahresdauerlinie

Das Nahwärmenetz ist auszulegen auf den Wärmebedarf der anzuschließenden Gebäude. Aus der Datenerhebung und Verifizierung der Verbrauchsdaten der Gebäude sowie deren Anschlussleistung, ergibt sich die Wärmehöchstlast nach unseren Berechnungen zu 820 kW<sub>th</sub>. Diese maximale Wärmeleistung ist die Basis für die Dimensionierung der Wärmeerzeugungsanlagen anhand der Jahresdauerlinie des Wärmebedarfs.

Die Jahresdauerlinie des Wärmebedarfs eines Versorgungsobjektes oder -gebietes ist das entscheidende Auslegungskriterium für Anlagen der effizienten und erneuerbaren Energieverwendung, wenn es gilt, die Lastverteilung ökonomisch und ökologisch nach der Wärmelast zu optimieren. Ihr Verlauf spiegelt das zeitliche Verhalten des Wärmeleistungsbedarfs wider, wobei wir die Leistungswerte der Größe nach ordnen und so die „Geordnete Jahresdauerlinie des Wärmebedarfs“ erhalten.

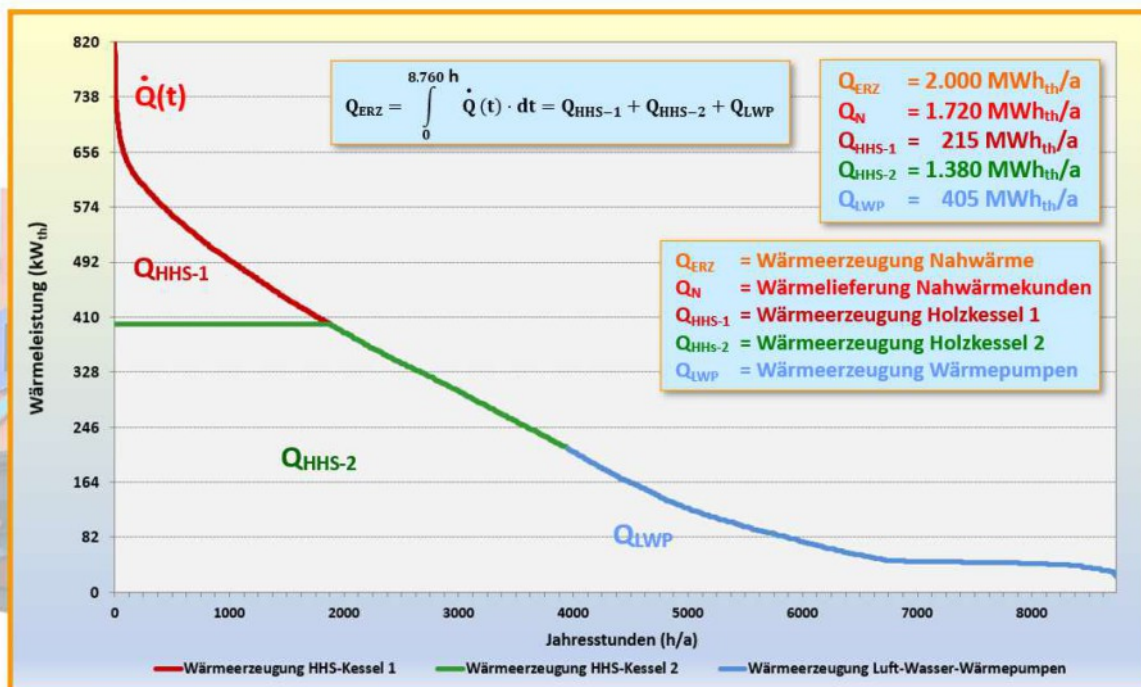
Für die Ermittlung dieser Jahresdauerlinie bedienen wir uns eines analytischen Ansatzes, in den die variablen Außentemperaturen eingehen, die für den Heizwärmebedarf entscheidend sind. Unter Berücksichtigung der Heizgrenztemperatur, Annahmen bezüglich interner und solarer Wärmegewinne, sowie auch zum Wärmespeichervermögen von Gebäuden und deren Warmwasserbedarf können wir die Jahresdauerlinie für die „Erneuerbare Nahwärmeversorgung Schloßböckelheim“ bestimmen und daraus eine sinnvolle Dimensionierung für die erforderlichen Wärmeerzeugungsanlagen herleiten. Die Ermittlung erfolgt auf der Grundlage des folgenden Formelzusammenhangs:

$$\dot{Q}(t) = (\dot{Q}_{\max} - \dot{Q}_{\text{ww}}) \cdot \left(1 - \frac{\vartheta(t) - \vartheta_{\min}}{\vartheta_g - \vartheta_{\min}}\right)^N + \dot{Q}_{\text{ww}}$$

$\dot{Q}(t)$	= Jahresdauerlinie des Wärmebedarfs	[kW <sub>th</sub> ]
$\dot{Q}_{\max}$	= Maximale Wärmeleistung	[kW <sub>th</sub> ]
$\dot{Q}_{\text{ww}}$	= Warmwassergrundlast und Netzverluste	[kW <sub>th</sub> ]
$\vartheta(t)$	= Außentemperaturverlauf (Stundenmittelwerte)	[°C]
$\vartheta_{\min}$	= Normaußentemperatur gemäß VDI 2067	[°C]
$\vartheta_g$	= Heizgrenztemperatur	[°C]
N	= Exponent zur Abbildung des Gebäudestandards	[1]

Für die „Erneuerbare Nahwärmeversorgung Schloßböckelheim“ ergibt sich die so berechnete Jahresdauerlinie des Wärmebedarfs sowie die daraus resultierende Wärmebilanz mit der Anschlussleistung von 820 kW<sub>th</sub> und einem Jahreswärmebedarf von 2.000 MWh<sub>th</sub> pro Jahr.

Aufgrund der Festlegung der Lage der Heizzentrale am Sportplatz an der Schulstraße und insbesondere der ermittelten Wärmehöchstlast ist eine bioenergetische Wärmeerzeugung auf der Basis von Holzhackschnitzeln auch aus logistischen Gründen sehr gut machbar. Deshalb schlagen wir hier als Primärenergie zur Wärmeerzeugung in der Heizperiode den erneuerbaren Biobrennstoff Holzhackschnitzel vor. Für die Zeit außerhalb der Heizperiode haben wir in Variante 1 die Installation von Luft-Wasser-Wärmepumpen in die Erzeugungsstruktur integriert, um mit hoher Effizienz der Umweltwärmequelle in dieser Zeit die erforderliche Wärmeleistung in das Nahwärmenetz einzuspeisen. Die Jahresdauerlinie des Wärmebedarfs stellt sich unter diesen Prämissen in Variante 1 wie folgt dar:



Wie aus der Graphik ersichtlich, folgt aus der geordneten Jahresdauerlinie des Wärmebedarfs (Gesamtwärmebedarf = Fläche unter der Leistungskurve) hier die Dimensionierung der Wärmeerzeugungsanlagen. Zur Deckung des Wärmebedarfes der Verbraucher in Höhe von 1.720 MWh<sub>th</sub> pro Jahr müssen ab Heizzentrale 2.000 MWh<sub>th</sub> jährlich eingespeist werden. Die Differenz zwischen Erzeugung und Verbrauch sind unvermeidbare Netzverluste. Die Wärmeerzeugung erfolgt hiernach zu 79,8 % mittels Bioenergie in Form von Holzhackschnitzeln, entsprechend 1.595 MWh<sub>th</sub> pro Jahr. Die verbleibenden 20,2 % in Höhe von 405 MWh<sub>th</sub> werden mittels Wärmepumpen in der Zeit von April bis September eines jeden Jahres bereitgestellt.

## 2.2 Technisches Konzept

Für die Heizzentrale auf dem Grundstück am Sportplatz schlagen wir konstruktiv eine Bauweise in Stahlbeton vor, die statisch auf Säulen steht. Insbesondere der Holzhackschnitzelbunker an der Zufahrt zur Heizzentrale wird aus Gründen der dauerhaften Wasserdichtigkeit in WU-Beton ausgeführt. Die Wärmeerzeugungsanlagen werden mit allem technischen Zubehör in der Heizzentrale untergebracht. Die beiden Holzhackschnitzelkessel mit je 360 kW<sub>th</sub> Wärmeleistung werden auf der Seite der Wärmeerzeugung hydraulisch über einen Pufferspeicher mit einem Volumen von 20.000 Liter von der Nahwärmenetzseite entkoppelt, so dass ein energieeffizienter Betrieb des Nahwärmenetzes mit einer hohen Temperaturspreizung von 30 °C zwischen Vorlauf und Rücklauf zugunsten eines reduzierten Pumpenstromverbrauches ermöglicht wird. Darüber hinaus stellt der Wärmespeicher Spitzenlastfunktionen für einen wirtschaftlichen Betrieb der Wärmeerzeugung zur Verfügung. Die Anlage erhält eine automatische Druckhaltung mit Entgasung sowie für die Nachspeisung eine Wasseraufbereitungsanlage gemäß VDI 2035 zur Vermeidung von Schäden in Warmwasser-Heizungsanlagen, die mit voll entsalztem Wasser dauerhaft optimalen Korrosionsschutz bietet. Die Einspeisung des Heizwasservolumenstroms in das Nahwärmenetz erfolgt aus Gründen der Versorgungssicherheit über zwei Netzpumpen, die redundant arbeiten und im Störfall einander ersetzen können. Die nach dem „Qualitätsmanagement Holzheizwerke“ geplante Anlage wird über ein Energiemanagementsystem geregelt und fernwirk-

technisch überwacht. Alle betriebsrelevanten Daten sowie Verbrauchs- und Erzeugungsmengen werden ¼-stündlich erfasst und gespeichert, um die Gesamtanlage jederzeit optimieren zu können. Die nachfolgenden Grafiken zeigen zunächst eine Visualisierung der geplanten Heizzentrale im Rahmen dieser Machbarkeitsstudie:



Wie der Blick auf Dachaufsicht und vom Sportplatz aus zeigt, lässt sich die Heizzentrale sehr gut in die Geländetypologie integrieren und die Zufahrt zur Brennstoffversorgung mit Holzhackschnitzeln über die Schulstraße darstellen, so dass sich das Gebäude auch architektonisch zielgerichtet in die Infrastruktur einfügt.

Mit nachfolgendem Grundriss des Erdgeschosses der Heizzentrale stellen wir den Aufstellplan der technischen Anlagen mit Kesselanlagen, Wärmepumpen, Pufferspeicher und allem erforderlichen Zubehör dar:



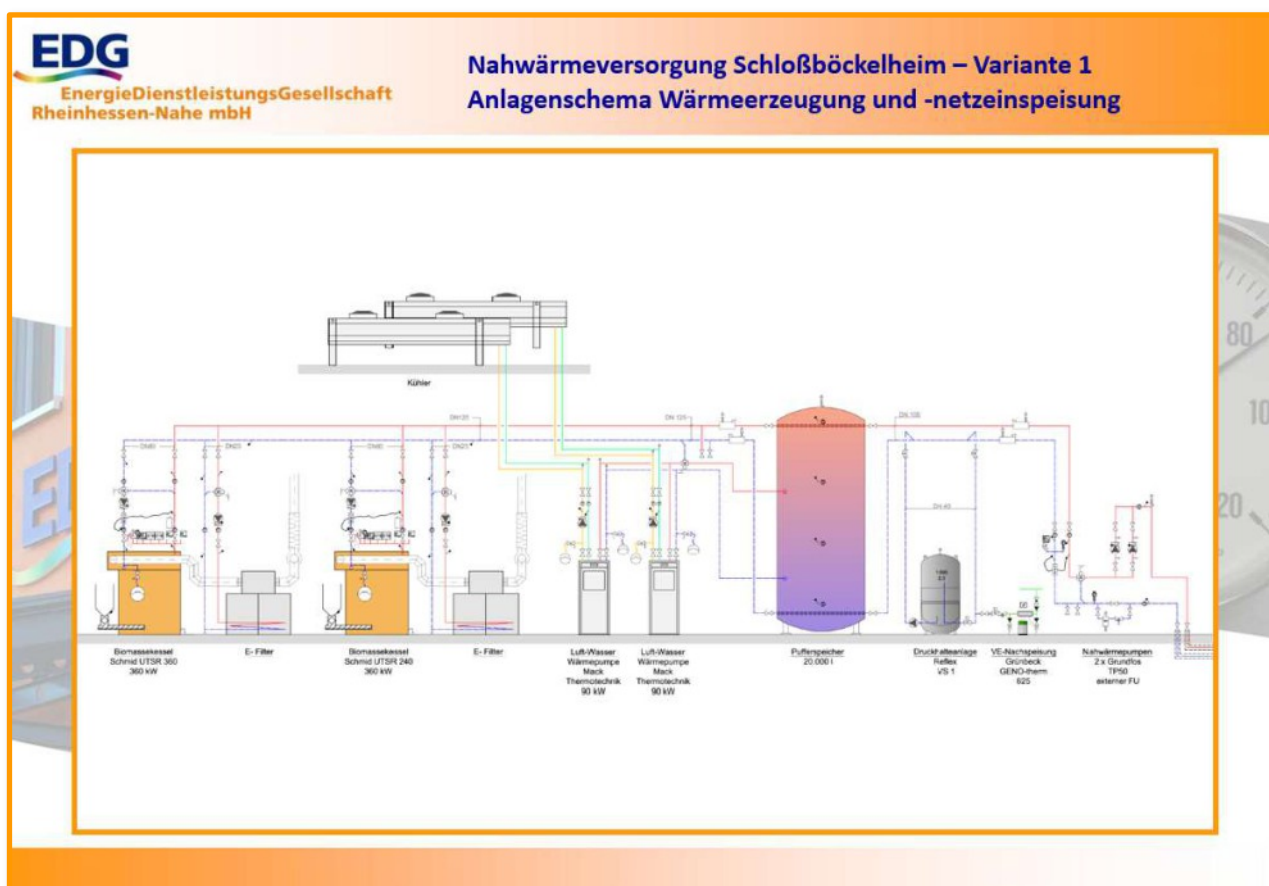
Der Aufstellplan stellt die Anlagenkonfiguration der Nahwärmeversorgung in Schloßböckelheim wie oben beschrieben dar. Bezüglich der Vorlauftemperaturregelung ist ein Niedertemperatur-Nahwärmenetz geplant, das witterungsgeführt zwischen 65 °C und 80 °C gleitet. Eine maximal zulässige Rücklauftemperatur von 50 °C ist zwingend und darf nicht überschritten werden, damit die unvermeidlichen Netzverluste im geplanten Rahmen bleiben. Hierzu sind in den Häusern der Nahwärmekunden hydraulische Abgleiche obligatorisch durchzuführen, die im Rahmen des Förderregimes des BEG (Bundesförderung effiziente Gebäude) ohnehin vorgeschrieben sind.

Hinsichtlich der Reduktion der Staubemissionen haben wir im Rahmen dieser Machbarkeitsstudie zusätzlich jedem Wärmeerzeuger einen Elektrofilter zugeordnet, die bei einer Feuerungswärmeleistung der Holzhackschnitzelkessel von < 1.000 kW gemäß BImSchG zwar nicht erforderlich wären, jedoch für eine hohe Akzeptanz in der Bürgerschaft sorgen. Diese zwar investiv aufwändigen Elektrofilter gleich zu Beginn mit vorzusehen, sorgt auch für Sicherheit in der Wirtschaftlichkeit für mögliche Nachrüstspflichten, denn sie reduzieren die Staubemissionen auf einen Wert von unter 15 mg/m<sup>3</sup> Abgas.

Bezüglich der Materialauswahl für Nahwärmetrasse und Hausanschlüsse haben wir moderne, hochwertige Systeme mit sehr guter Wärmedämmung geplant. In der Haupttrasse kommt Kunststoffmantelrohr zum Einsatz mit Stahl als Mediumrohr, so dass eine Feuchte- und Leckageüberwachung zur höchstmöglichen

Versorgungssicherheit ermöglicht wird. Für den Fall, dass die Wärmedämmung durch Beschädigung des Kunststoffmantels feucht wird, oder gar Wasserverluste im Nahwärmenetz auftreten, können die Schadensstellen exakt lokalisiert werden. Hinsichtlich der Hausanschlüsse kommen flexible Leitungen mit Mediumrohr aus vernetztem Kunststoff (PEX) zur Anwendung, die endlos als „Nahwärmekabel“ verlegt werden können. Dieses flexible Material kann ohne eine einzige Schweiß- oder sonstige Verbindungsnaht über weite Strecken verlegt werden, so dass auch längere Hausanschlüsse problemlos hergestellt werden können.

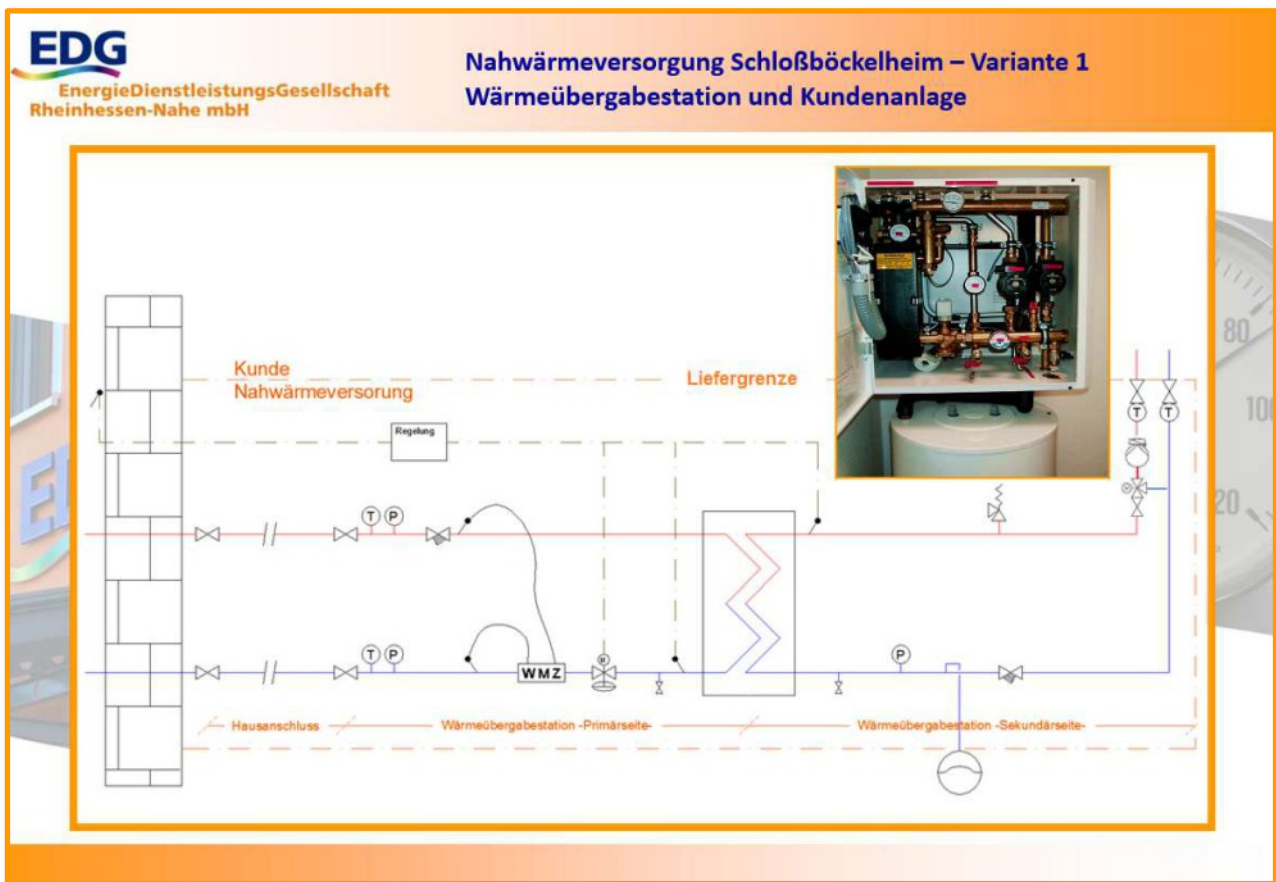
Das folgende Schema der Nahwärmeversorgung zeigt die Technik in funktionaler Einbindung der Wärmeherzeugung mit Netzeinspeisung:



Die Nahwärmeübergabe an die Verbraucher haben wir konsequent mittels indirekter Wärmeübergabestationen vorgesehen, die über einen Wärmetauscher von der jeweiligen Hausanlage getrennt sind, so dass eventuelle Leckagen in einer Hausanlage nicht zu Schäden im Haus oder zu Qualitätsverlusten des Heizwassers im Nahwärmenetz führen. Die Wärmeübergabestationen verfügen über Primärregelventile zur temperaturgesteuerten Wärmelieferung an die nachgeschalteten Verbraucherheizkreise und ermöglichen jede denkbare Form der Warmwasserbereitung vom einfachen Speicher bis hin zur modernen Frischwassertechnik. Die abrechnungsrelevanten Wärmemengenzähler sind in den Wärmeübergabestationen eingebaut.

Die Wärmeübergabestationen sind im Rahmen der Machbarkeitsstudie nicht im Investitionsplan des Nahwärmenetzes enthalten, da diese fördertechnisch über die Bundesförderung effiziente Gebäude vom Hausbesitzer und Nahwärmekunden bei der KfW beantragt werden. Jeder Anschlussnehmer erhält hiernach vom Netzbetreiber ein individuelles Angebot für seine Übergabestation, die die jeweils technischen Anforderungen und Wünsche des Kunden berücksichtigt und abbildet. Dieses Angebot reicht der Kunde mit dem Förderantrag bei der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) ein, die für die Umsetzung der BEG zuständig ist.

Das nachfolgende Bild zeigt zur Veranschaulichung das Prinzip der Wärmeübergabestationen mit der Liefergrenze zur Hausübergabe und visualisiert das wandhängende Gerät anhand eines Beispiels:



### 3. Wirtschaftlichkeitsrechnung und Wärmepreisermittlung Variante 1

Die Wirtschaftlichkeitsrechnung erfolgt auf Grundlage der VDI 2067 „Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen“. Wärmekosten sind mehr als Brennstoffkosten, mit denen sie in fälschlicher Weise oft verglichen werden. Die Wärmekosten bestehen aus den Kostenarten „Kapitalkosten“ für die zu tätigen Investitionen, den „Verbrauchsgebundenen Kosten“, den „Betriebskosten“ und den „Sonstigen Kosten“. Die Kostenblöcke werden jeweils als Jahreskosten ermittelt und ergeben in Summe die Jahreswärmekosten. Wir führen die Wirtschaftlichkeitsrechnung bewusst mit vollständiger Anschlussdichte (100 %) und reduzierter Quote von 70 % durch, um die Auswirkungen auf die Wärmepreisbildung zu adressieren. Diese erfolgt jeweils nach den Rechenvorschriften der Richtlinie mittels Division der Jahreswärmekosten durch den Jahreswärmebedarf. Dies zur Erläuterung vorausgeschickt, erstellen wir nachfolgend die Wirtschaftlichkeitsrechnung.

#### 3.1 Investitionen und Kapitalkosten

Die Investitionen für die „Bioenergie- und Umweltwärmeversorgung Schloßböckelheim“ setzen sich zusammen aus den Gewerken „Gebäude Heizzentrale“, „Technik Heizzentrale“, „Nahwärmenetz“, „Hausanschlüsse“ und „Planungskosten“. Die Investitionen sind förderfähig gemäß der Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEW) mit einem Höchstsatz von 40 % der anrechenbaren Kosten und werden nach Inbetriebnahme und Abnahme des Projektes auf Verwendungsnachweis gegenüber dem Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) an den Antragsteller und Netzbetreiber ausgezahlt, so dass die Vorfinanzierung des Förderbetrages in dessen Verantwortung und Risikosphäre liegt.

Den von uns ausgearbeiteten Investitionsplan stellen wir mit 100 %-iger und 70 %-iger Anschlussdichte in Zusammenfassung tabellarisch wie folgt dar:

EDG EnergieDienstleistungsGesellschaft Rheinessen-Nahe mbH		Nahwärmeversorgung Schloßböckelheim – Variante 1: Investitionsplan Anschlussdichte 100 % und 70 %	
Nr.	Leistung	Betrag (100 %)	Betrag (70 %)
1	Bau Heizzentrale in Stahlbeton incl. aller Hausanschlüsse (Strom, Wasser, Abwasser) und Außenanlage	842.000,00 €	842.000,00 €
2	Holz hackschnitzelkessel, 2 Stück á 360 kW <sub>th</sub> (bei 70 % AD 1 * 360 kW, 1 * 290 kW) mit allem Zubehör incl. E-Filter	834.750,00 €	751.300,00 €
3	Luft-Wasser-Wärmepumpen, 2 Stück á 90 kW <sub>th</sub> mit allem Zubehör, Lieferung und Montage	210.600,00 €	210.600,00 €
4	Wärmepufferspeicher 20.000 Liter, incl. Wärmedämmung gemäß GEG, Lieferung und Montage	31.500,00 €	31.500,00 €
5	Rohrleitungsbau Heizzentrale incl. allem Zubehör und Wärmedämmung gemäß GEG	59.630,00 €	53.400,00 €
6	Wärmeverteilung, Armaturen und Geräte mit allem Zubehör, Lieferung und Montage	40.730,00 €	36.700,00 €
7	MSR-Technik und Elektroinstallation incl. Einbindung Energiemanagementsystem	42.800,00 €	42.800,00 €
8	Nahwärmenetz Haupttrasse, DN 25 bis DN 100, 1.514 (1.360) m mit Tief- und Rohrleitungsbau	1.121.100,00 €	1.008.900,00 €
9	Nahwärmenetz Hausanschlüsse, DN 25 bis DN 40, 71 (50) Stück, 844 (590) m mit Tief- und Rohrleitungsbau	594.700,00 €	416.300,00 €
10	Planungskosten gemäß HOAI für Architekten, Ingenieure und Gutachter	559.700,00 €	391.800,00 €
<b>Investitionsplan, Netto</b>		<b>4.337.510,00 €</b>	<b>3.785.300,00 €</b>
Umsatzsteuer, 19 %		824.126,90 €	719.207,00 €
<b>Investitionsplan, Brutto</b>		<b>5.161.636,90 €</b>	<b>4.504.507,00 €</b>

In Summe betragen die Investitionen bei vollständiger Anschlussdichte 4.337,51 T€ Netto zuzüglich der gesetzlichen Umsatzsteuer. Hierin sind die Planungskosten in Anlehnung an die HOAI enthalten. Schließen sich nur 70 % der möglichen Anschlussnehmer an das Nahwärmenetz an, so reduziert sich der Investitionsplan auf 3.785,30 T€ mit Einsparungen im Bereich der Haupttrasse und vor allem der Hausanschlüsse, aber ansonsten nur unwesentlich, da mit Blick auf die Zukunftsperspektive einer später möglichen Verdichtung die erforderlichen Anlagengüter benötigt werden.

Zur Finanzierung der Investitionen werden Baukostenzuschüsse der Anschlussnehmer benötigt, um eine wirtschaftlich tragfähige Nahwärmeversorgung zu etablieren. Diese haben wir mit 1.000 /kW<sub>th</sub> Anschlussleistung pro Hausanschluss kalkuliert, die Bestandteil der Angebote an die Kunden im Zusammenhang mit der Wärmeübergabestation durch den Netzbetreiber werden. Weiter fließt die BEW-Förderung in den Investitionsplan ein. Hier wird dann bezüglich der Bemessungsgrundlage für die 40 %-Förderung der Baukostenzuschuss in Abzug gebracht, da eine Doppelförderung beihilferechtlich nicht möglich ist.

Nach Abzug der Baukostenzuschüsse seitens der Kunden und der BEW-Förderung verbleibt ein zu finanzierender Investitionsbetrag in Höhe von 1.846,51 T€, die der Netzbetreiber darstellen muss. Die sich daraus ergebenden Kapitalkosten sind kalkuliert auf Basis des KfW-Programms 270 „Erneuerbare Energien“ in der aktuell gültigen Fassung mit den entsprechenden Zinskonditionen in der Kategorie 30/5/10, also mit einer Darlehenslaufzeit von 30 Jahren, 5 tilgungsfreien Anlaufjahren und 10-jähriger Zinsbindung.

### 3.2 Betriebs- und Verbrauchskosten

Die Betriebskosten für Wartung und Instandhaltung finden in Form anlagenspezifischer Faktoren gemäß VDI 2067 Eingang in die Wirtschaftlichkeitsrechnung und beinhalten auch die technische und kaufmännische Betriebsführung sowie alle sonstigen Kosten etwa für Versicherungen und externe Dienstleistungen. Hinsichtlich der Verbrauchskosten finden aktuelle Preise des Marktes für Holzhackschnitzel sowie Strompreise für den Betrieb der Wärmepumpen Eingang in die Berechnungen.

Entscheidend und wichtig für den wirtschaftlichen Betrieb der Nahwärmeversorgung ist die Betriebskostenförderung der BEW, in deren Rahmen der Betreiber auf Antrag einen Zuschuss über die Dauer von 10 Jahren für den Stromverbrauch der Wärmepumpen erhalten kann.

### 3.3 Wärmepreisermittlung

Mit den energetischen Daten, berechnet anhand der Verbrauchswerte gemäß Wärmeplanung der Verbandsgemeinde und Analyse des Wärmeverbrauchs mittels Jahresdauerlinie des Wärmebedarfs ergibt sich die Wärmepreisermittlung mit folgender Wirtschaftlichkeitsberechnung entlang der Rechenvorschriften der VDI 2067 in Zusammenfassung (alle Preise und Kosten Netto, zzgl. der gesetzlichen Mehrwertsteuer):

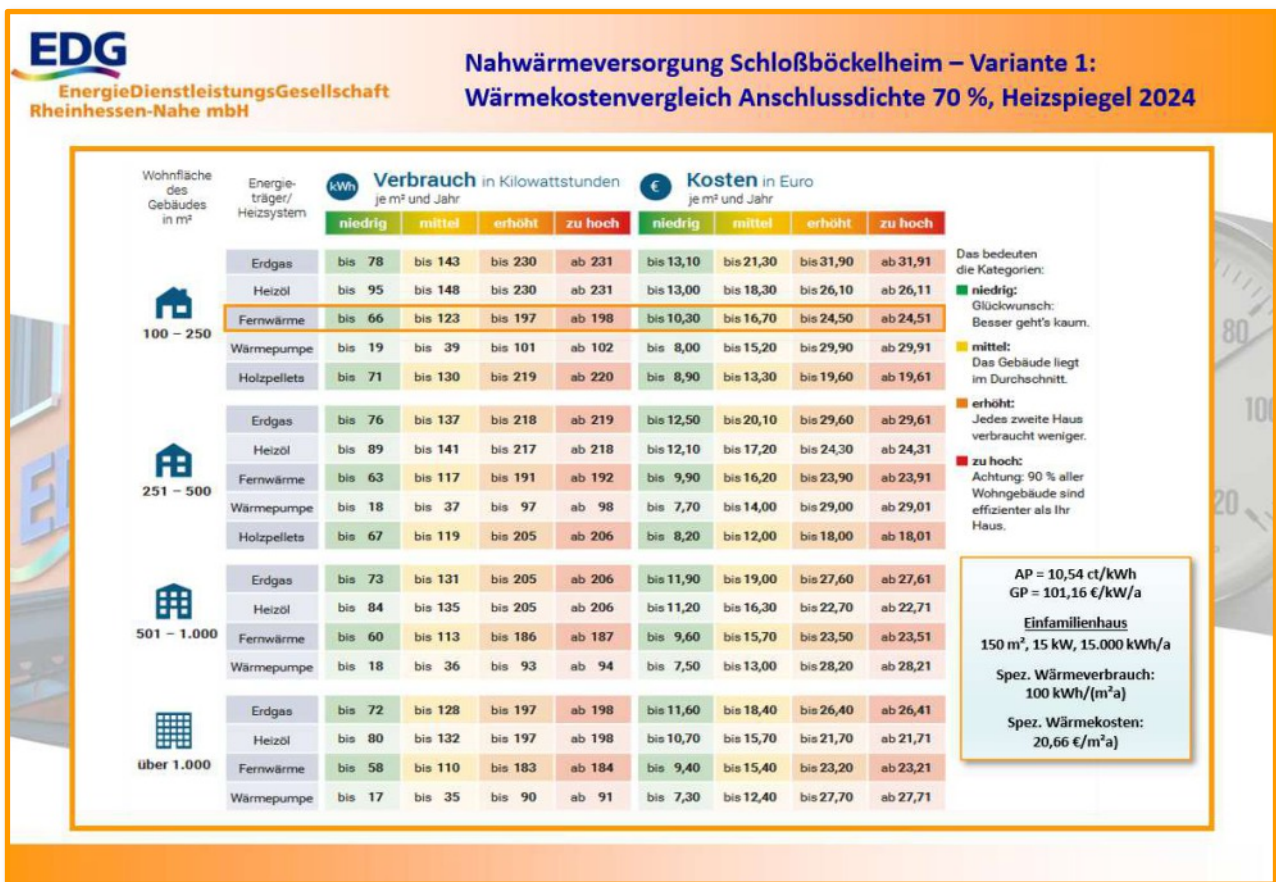
EDG EnergieDienstleistungsGesellschaft Rheinhausen-Nahe mbH		Nahwärmeversorgung Schloßböckelheim – Variante 1: Wirtschaftlichkeitsrechnung – Zusammenfassung	
Größe	Einheit	Anschlussdichte 100 %	Anschlussdichte 70 %
Jahreswärmebedarf Kunden	kWh <sub>th</sub> /a	1.720.000	1.204.000
Wärme-Anschlussleistung Kunden	kW <sub>th</sub>	1.260	882
Gesamtinvestition Technisch-Bauliche Anlagen	€	3.777.810	3.393.500
Planungskosten Architekten- und Ingenieurleistungen	€	559.700	391.800
Baukostenzuschuss Nahwärmekunden (1.000 €/kW <sub>th</sub> )	€	-1.260.000	-882.000
Bundesförderung effiziente Wärmenetze, 40 %	€	-1.231.004	-1.161.320
Gesamtinvestition Nahwärme Schlossböckelheim	€	1.846.506	1.741.980
<b>Wirtschaftlichkeitsrechnung gemäß VDI 2067 "Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen"</b>			
Kapitalkosten	€/a	74.062	74.981
Betriebskosten (Wartung, Instandhaltung, Sonstiges)	€/a	62.313	55.908
Verbrauchskosten Holzhackschnitzel	€/a	60.606	42.424
Stromkosten Luft-Wasser-Wärmepumpe	€/a	31.481	30.197
Stromkosten Betrieb Heizzentrale	€/a	6.994	5.263
Betriebskostenförderung BEW-4	€/a	-28.256	-27.103
<b>Jahreswärme-Gestehungskosten</b>	<b>€/a</b>	<b>207.201</b>	<b>181.670</b>
<b>Wärmepreis Gestehungskosten</b>	<b>ct/kWh<sub>th</sub></b>	<b>12,05</b>	<b>15,09</b>
<b>Wärme-Grundpreis, Netto</b>	<b>€/kW<sub>th</sub>/a</b>	<b>58,78</b>	<b>85,01</b>
<b>Wärme-Arbeitspreis, Netto</b>	<b>ct//kWh<sub>th</sub></b>	<b>7,74</b>	<b>8,86</b>
<b>Wärme-Grundpreis, Brutto</b>	<b>€/kW<sub>th</sub>/a</b>	<b>69,95</b>	<b>101,16</b>
<b>Wärme-Arbeitspreis, Brutto</b>	<b>ct//kWh<sub>th</sub></b>	<b>9,21</b>	<b>10,54</b>

Mit den resultierenden Jahreswärmekosten in Höhe von 207.201 € folgt bezogen auf die Jahreswärmelieferung von 1.720.000 kWh<sub>th</sub> ein Wärmepreis von 12,05 ct/kWh<sub>th</sub> bei einer Anschlussdichte von 100 % aller Häuser im Ortsteil Kolonie. Reduziert sich die Anschlussdichte auf 70 % der Häuser mit einer Jahreswärmelieferung von 1.204.000 kWh<sub>th</sub> mit entsprechender Verringerung der Wärme-Anschlussleistung, so erhöht sich der Wärmepreis auf 15,09 ct/kWh<sub>th</sub>. Bezüglich der Wärmelieferung an die Kunden ergeben sich leistungsabhängige Grundpreise von 58,78 € pro kW<sub>th</sub> und Jahr Anschlussleistung bei 100 %-iger bzw. 85,01 € pro kW<sub>th</sub> und Jahr bei 70 %-iger Anschlussdichte, sowie verbrauchsabhängige Preise von 7,74 ct bzw. 8,86 ct pro Kilowattstunde gelieferter Wärme, gemessen am Wärmemengenzähler in der Wärmeübergabestation.

### 3.4 Wärmekostenvergleich

Zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit der Nahwärmeversorgung unterziehen wir die Wärmepreise und -kosten einem Vergleich entlang des Heizspiegels, der den Wärmemarkt in Deutschland mit den unterschiedlichen Technologien jeweils bezogen auf die beheizte Fläche transparent macht. So entstehen über die verschiedenen Gebäudegrößen verbrauchs- und kostenspezifische Kennwerte, die Vergleichbarkeit im Wärmemarkt abbilden.

Den nachfolgenden Wärmekostenvergleich stellen wir bezogen auf die Anschlussdichte von 70 % dar, da eine vollständige Anschlussdichte auf dem Wege der Freiwilligkeit nicht zu erreichen ist. Dies wäre nur mit einem Anschluss- und Benutzungszwang möglich, der zwar rechtlich zulässig, aber im Gebäudebestand nicht durchsetzbar ist.



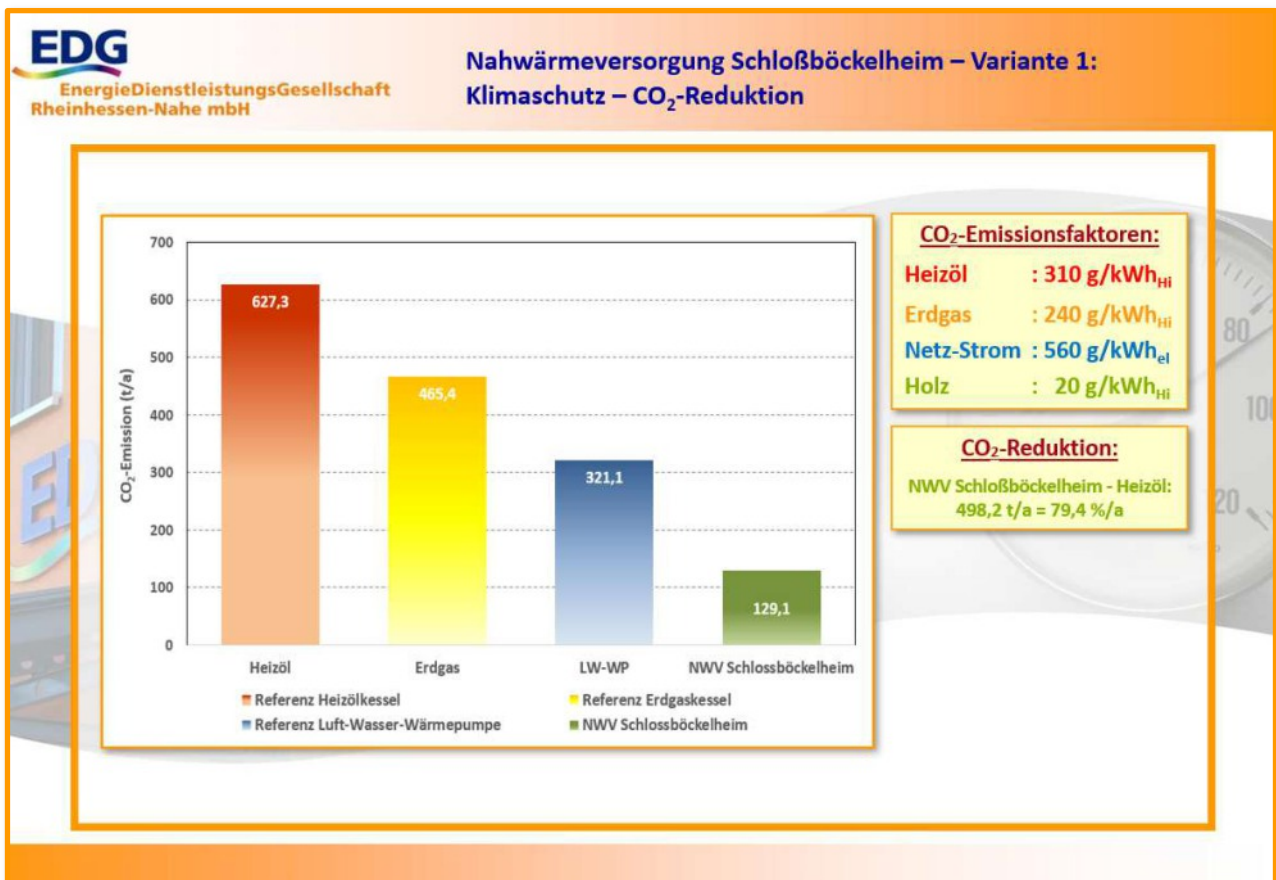
Mit dem sich aus der Wirtschaftlichkeitsrechnung ergebenden Wärmegrund- und arbeitspreis folgt die Einordnung in den Heizspiegel 2024. Ein typisches Einfamilienhaus mit einer Anschlussleistung von 15 kW<sub>th</sub> und einem Jahreswärmeverbrauch von 15.000 kWh<sub>th</sub> erreicht bei einer Wohnfläche von 150 m² demnach einen spezifischen Verbrauchswert von 100 kWh<sub>th</sub> pro m² und Jahr. Die spezifischen Wärmekosten liegen bei 20,66 € pro m² und Jahr bereits im erhöhten Bereich fernwärmeversorgter Gebäude. Dies ist natürlich eine Momentaufnahme, die den Blick in die Zukunft steigender Preisentwicklungen fossiler Brennstoffe etwa durch die CO<sub>2</sub>-Abgabe nicht in den Fokus nimmt. Da die erneuerbare Nahwärmeversorgung in Schlossböckelheim diesem CO<sub>2</sub>-Preisrisiko nicht unterliegt, verbessert sich ihre Wirtschaftlichkeit umso mehr, je höher die CO<sub>2</sub>-Abgabe steigt, die aktuell noch ordnungspolitisch bei 55 € pro Tonne CO<sub>2</sub> gemäß Brennstoff-Emissions-Handels-Gesetz (BEHG) liegt und ab 2028 in einen marktwirtschaftlichen Handel überführt wird (ETS-2). Prognosen sehen hier CO<sub>2</sub>-Preise bis 2030 in einer Spanne von 100 bis 250 € pro Tonne, also einer Verdopplung bis Vervierfachung des CO<sub>2</sub>-Kosten. Dies macht den Handlungsdruck zur Transformation des Wärmesystems deutlich.

### 3.5 Klimaschutz und CO<sub>2</sub>-Reduktion

„Treibhauseffekt“, „Klimakatastrophe“ und ähnliche Begriffe sind heute zu Schlagwörtern des täglichen Sprachgebrauchs geworden, die gleichermaßen Zukunftsängste hervorrufen und eine Entwicklung beschreiben, die nicht nur in Fachkreisen allgemein akzeptiert, sondern auch der breiten Öffentlichkeit in ihrer ganzen Tragweite gegenwärtig ist. Nicht zuletzt das völkerrechtlich verbindliche Klimaschutzabkommen von Paris zwingt die Menschheit zum Handeln gerade auch im ländlichen Raum.

Vor diesem Hintergrund sind Entlastung der Umwelt und nachhaltige, präventive Entwicklung zur Eindämmung der Klimaveränderung heute politische Zielsetzungen mit hoher Priorität, verbunden mit Forderungen nach einem möglichst effizienten Umgang bei der Verwendung fossiler Primärenergieträger und nach steigender Nutzung erneuerbarer Energiequellen. Eine besondere Rolle bei der Lösung dieser Probleme spielt die Energieversorgung auch mit dem Wissen immer knapper werdender Ressourcen im Bereich der fossilen Primärenergieträger in Verbindung mit wirtschaftlichen und sozialen Verwerfungen durch schon heute kaum mehr nachvollziehbare Energiepreisfluktuationen, die sicherlich in der Zukunft zunehmen werden.

Die „Bioenergie-Umweltwärmeversorgung Schlossböckelheim“ wird den Zielen einer klimaschonenden Energiepolitik auf örtlicher Ebene in hohem Maße gerecht, denn sie reduziert die Kohlendioxidemissionen deutlich. Durch den Einsatz erneuerbarer Energien in Form von Holzhackschnitzeln und Wärmepumpen erspart die Realisierung des Projektes in Schloßböckelheim der Atmosphäre klimarelevante CO<sub>2</sub>-Emissionen von nahezu 500 Tonnen jährlich. Die nachfolgende Grafik belegt den diesbezüglichen Beitrag, den die Nahwärmeversorgung im Ortsteil Kolonie zu leisten vermag:



Auf der Grundlage gesetzlich festgelegter CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren im Gebäudeenergiegesetz (GEG) reduziert die Nahwärmeversorgung die CO<sub>2</sub>-Emissionen gegenüber Heizölheizungen um 79,4 %.

## 4. Nahwärmeversorgung Variante 2

### 4.1 Beschreibung und Ermittlung der Jahresdauerlinie des Wärmebedarfs

Mit Variante 2 zur Nahwärmeversorgung des Ortsteils Kolonie in Schloßböckelheim untersuchen wir im Rahmen dieser Machbarkeitsstudie den Einsatz einer solarthermischen Großanlage auf dem Nachbargrundstück gegenüber dem Dorfgemeinschaftshaus als Alternative zu den Wärmepumpen in Verbindung mit der Bioenergienutzung mittels Holzhackschnitzel. Die nachfolgende Zeichnung visualisiert Lage und Größe des Solarthermiefeldes zur Bereitstellung der Wärmeversorgung außerhalb der Heizperiode:

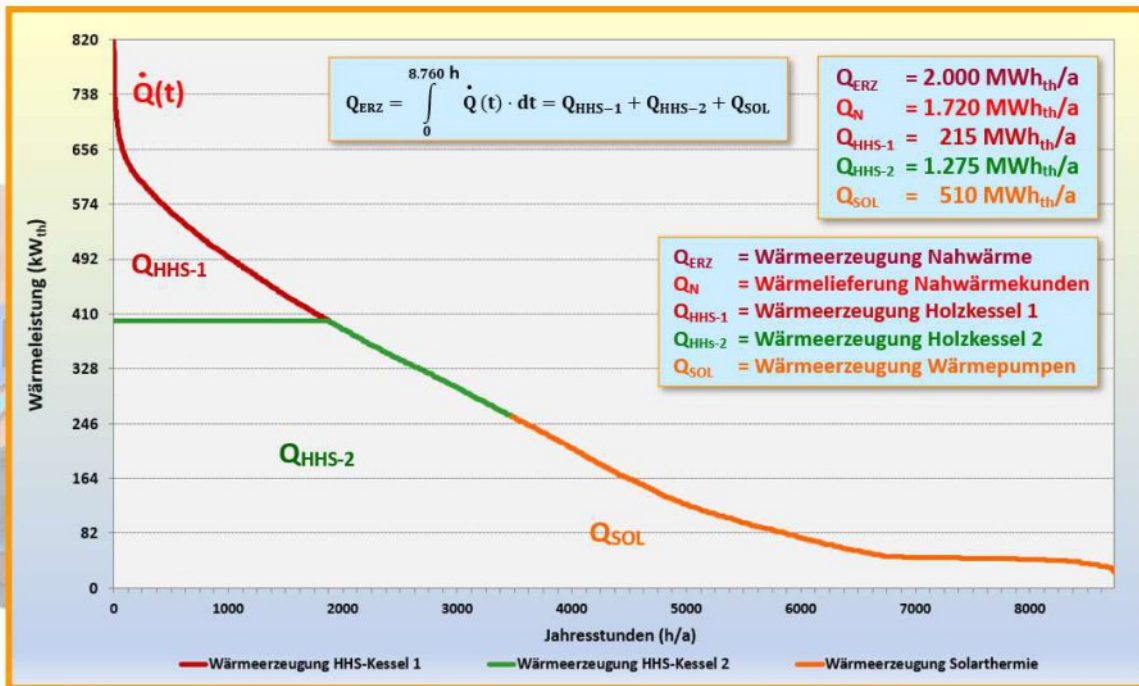


Das brachliegende, nicht ackerbaulich genutzte Grundstück der Flur 30, Flurstück 18 ist nach Lage und Größe optimal für die Errichtung einer Solarthermie-Freiflächenanlage geeignet, um den Wärmebedarf des Nahwärmenetzes in der Zeit von April bis September zu decken. Auch innerhalb der Heizperiode in den Übergangszeiten kann die Solarthermie noch nennenswerte Beiträge zur Nahwärmeversorgung liefern.

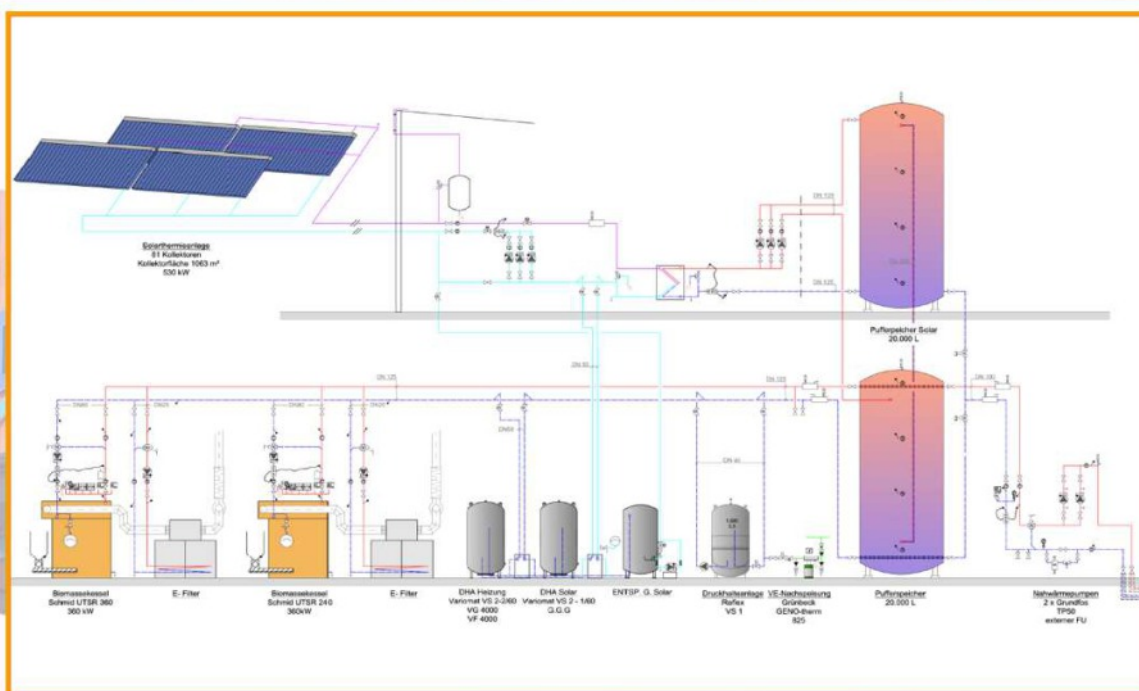
Wie bereits unter Ziffer 2.1 dargelegt und beschrieben, benötigen wir die Jahresdauerlinie des Wärmebedarfs, um mittels unseres Algorithmus die Bilanzierung der Wärmeerzeugungsarten bei demselben Wärmeprofil abzuleiten.

Mit dem identischen Gesamtwärmebedarf in der Erzeugung von 2.000 MWh<sub>th</sub> pro Jahr liefern die Bioenergiekessel mittels Holzhackschnitzel eine Wärmemenge von 1.490 MWh<sub>th</sub> jährlich, entsprechend einem Anteil von 74,5 %. Die Solarthermie-Freiflächenanlage mit einer Kollektorfläche von 1.063 m<sup>2</sup> leistet mit einem Anteil von 25,5 % den verbleibenden Bedarf der Energiebilanz mit 510 MWh<sub>th</sub> pro Jahr.

Die nachfolgende Grafik der Jahresdauerlinie des Wärmebedarfs visualisiert das geordnete Lastprofil der Variante 2 des Schloßböckelheimer Nahwärmenetzes.



#### 4.2 Technisches Konzept



Das technische Konzept der Variante 2 ist identisch mit dem der Variante 1. Lediglich wird die Umweltwärme mittels Wärmepumpen durch Solarthermie ersetzt. Dies setzt aus technischen und Ertragsgründen eine größeres Pufferspeichervolumen voraus, weshalb wir dieses auf zwei Speicher á 20.000 Liter Volumen verdoppelt haben. Die entsprechende technische Ausrüstung zeigt das obige Anlagenschema.

## 5. Wirtschaftlichkeitsrechnung und Wärmepreisermittlung Variante 2

### 5.1 Investitionen und Kapitalkosten

Mit derselben Systematik wie schon unter Ziffer 3. beschrieben, führen wir die Wirtschaftlichkeitsrechnung für Variante 2 der Nahwärmeversorgung durch. Hierzu stellen wir mit nachfolgender Tabelle den Investitionsplan in Zusammenfassung über die Gewerke dar:

EDG EnergieDienstleistungsGesellschaft Rheinessen-Nahe mbH		Nahwärmeversorgung Schloßböckelheim – Variante 2: Investitionsplan Anschlussdichte 100 % und 70 %	
Nr.	Leistung	Betrag (100 %)	Betrag (70 %)
1	Bau Heizzentrale in Stahlbeton incl. aller Hausanschlüsse (Strom, Wasser, Abwasser) und Außenanlage	842.000,00 €	842.000,00 €
2	Holzhackschnittelkessel, 2 Stück á 360 kW <sub>th</sub> , mit allem Zubehör, Lieferung und Montage incl. E-Filter	834.750,00 €	751.300,00 €
3	Solarthermie-Freiflächenanlage, 1.063 m <sup>2</sup> Kollektorfläche mit allem Zubehör, Lieferung und Montage	980.000,00 €	980.000,00 €
4	Wärmepufferspeicher 2 * 20.000 Liter, incl. Wärmedämmung gemäß GEG, Lieferung und Montage	63.000,00 €	63.000,00 €
5	Rohrleitungsbau Heizzentrale incl. allem Zubehör und Wärmedämmung gemäß GEG	66.690,00 €	66.690,00 €
6	Wärmeverteilung, Armaturen und Geräte mit allem Zubehör, Lieferung und Montage	50.730,00 €	50.730,00 €
7	MSR-Technik und Elektroinstallation incl. Einbindung Energiemanagementsystem	42.800,00 €	42.800,00 €
8	Nahwärmenetz Haupttrasse, DN 25 bis DN 100, 1.514 (1.360) m mit Tief- und Rohrleitungsbau	1.121.100,00 €	1.008.900,00 €
9	Nahwärmenetz Hausanschlüsse, DN 25 bis DN 40, 71 (50) Stück, 844 (590) m mit Tief- und Rohrleitungsbau	594.700,00 €	416.300,00 €
10	Planungskosten gemäß HOAI für Architekten, Ingenieure und Gutachter	559.700,00 €	391.800,00 €
<b>Investitionsplan, Netto</b>		<b>5.155.470,00 €</b>	<b>4.613.520,00 €</b>

Die Gesamtinvestitionen belaufen sich bei vollständiger Wärmedichte mit 100 % aller Anschlussnehmer auf 5.155,47 T€. Das ist gegenüber Variante 1 eine um 18,9 % höhere Investition, da die Solarthermieanlage entsprechend kapitalintensiver ist, als die Wärmepumpenanlage. Analog ergeben sich die Investitionen für die Anschlussdichte von 70 % zu 4.613,52 T€ unter der Prämisse, dass die Erzeugungstechnik im Wesentlichen gleich bleibt mit Blick auf mögliche Netzverdichtungen, wenn sich auf der Zeitachse weitere Kunden anschließen möchten.

### 5.2 Betriebs- und Verbrauchskosten

In Variante 2 entfallen die Stromkosten der Wärmepumpen in Variante 1, da die Solarthermie nahezu ohne variable Kosten arbeitet. Lediglich der Pumpenstrom zur Einspeisung der Solarthermie in Heizzentrale und Wärmespeicheranlage erhöht sich leicht in der Betriebsstrombilanz. Ansonsten leiten sich die Betriebs- und

Verbrauchskosten analog der zugehörigen Faktoren gemäß VDI 2067 und den Ansätzen für die technische und kaufmännische Betriebsführung und für die Sonstigen Kosten ab.

### 5.3 Wärmepreisermittlung und Wirtschaftlichkeitsvergleich

Die Wärmepreisermittlung für Nahwärmevariante 2 erfolgt analog der beschriebenen Rechenvorschrift, wie sie für Variante 1 bereits dargelegt wurde:

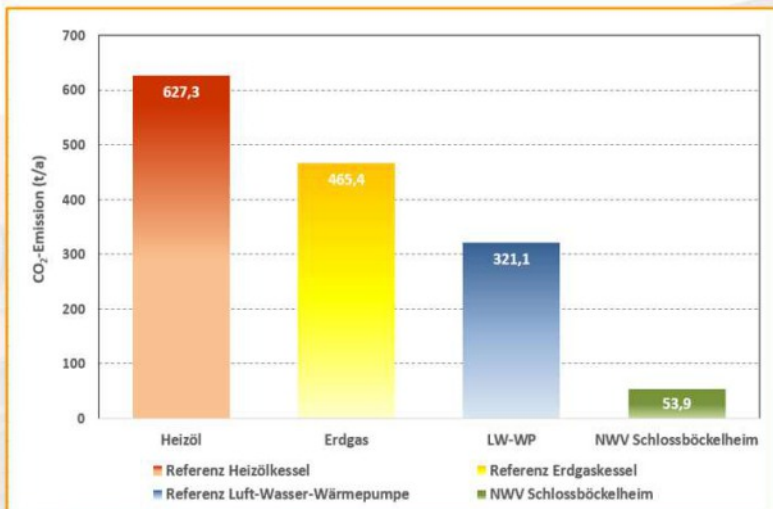
 <b>Nahwärmeversorgung Schloßböckelheim – Variante 2:</b> <b>Wirtschaftlichkeitsrechnung – Zusammenfassung</b>			
Größe	Einheit	Anschlussdichte 100 %	Anschlussdichte 70 %
Jahreswärmebedarf Kunden	kWh <sub>th</sub> /a	1.720.000	1.204.000
Wärme-Anschlussleistung Kunden	kW <sub>th</sub>	1.260	882
Gesamtinvestition Technisch-Bauliche Anlagen	€	4.595.770	4.221.720
Planungskosten Architekten- und Ingenieurleistungen	€	559.700	391.800
Baukostenzuschuss Nahwärmekunden (1.000 €/kW <sub>th</sub> )	€	-1.260.000	-882.000
Bundesförderung effiziente Wärmenetze, 40 %	€	-1.558.188	-1.492.608
Gesamtinvestition Nahwärme Schlossböckelheim	€	2.337.282	2.238.912
<b>Wirtschaftlichkeitsrechnung gemäß VDI 2067 "Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen"</b>			
Kapitalkosten	€/a	108.662	110.404
Betriebskosten (Wartung, Instandhaltung, Sonstiges)	€/a	87.764	81.771
Verbrauchskosten Holzhackschnitzel	€/a	56.619	39.633
Stromkosten Betrieb Heizzentrale	€/a	8.634	6.802
Betriebskostenförderung BEW-4	€/a	-5.100	-4.620
<b>Jahreswärme-Gestehungskosten</b>	<b>€/a</b>	<b>256.579</b>	<b>233.990</b>
<b>Wärmepreis Gestehungskosten</b>	<b>ct/kWh<sub>th</sub></b>	<b>14,92</b>	<b>19,43</b>
<b>Wärme-Grundpreis</b>	<b>€/kW<sub>th</sub>/a</b>	<b>86,24</b>	<b>125,17</b>
<b>Wärme-Arbeitspreis</b>	<b>ct//kWh<sub>th</sub></b>	<b>8,60</b>	<b>10,26</b>

Im Ergebnis der Wirtschaftlichkeitsrechnung für Variante 2 bildet sich bei vollständiger Anschlussdichte aller Häuser im Ortsteil Kolonie ein Wärmepreis von 14,92 ct/kWh<sub>th</sub>. Die zumindest erreichbare Akzeptanz der Bewohner des Gebietes mit Anschlussdichte von 70 % führt zu einem Wärmepreis von 19,43 ct/kWh<sub>th</sub>. Bei derselben Höhe des Baukostenzuschusses seitens der Kunden in Höhe von 1.000 € pro kW<sub>th</sub> Anschlussleistung und der Förderung durch die Bundesförderung effiziente Wärmenetze in Höhe von 40 % der förderfähigen Kosten sowie dem BEW-Betriebskostenzuschuss, den auch die Solarthermie in reduzierter Form erhält, liegt das Wärmekostenniveau der Variante 2 um 23,8 bis 28,8 % gegenüber Variante 1 höher.

Legt man den resultierenden Wärmepreis nach Grund- und Arbeitspreis bezüglich des Wirtschaftlichkeitsvergleiches in den Heizspiegel (siehe Ziffer 3.4), so befindet sich Variante 2 in Bewertung der spezifischen Wärmekosten mit 27,11 € pro m<sup>2</sup> Wohnfläche und Jahr außerhalb Skala im Bereich der bundesdeutschen Fernwärmeversorgung. Auch wenn die Argumente wie unter Ziffer 3.4 mit Blick auf die Kostenentwicklung fossiler Brennstoffe beschrieben identisch sind, ist Nahwärmevariante 2 als unwirtschaftlich zu beurteilen.

### 5.4 Klimaschutz und CO<sub>2</sub>-Reduktion

Da Solarthermie gemäß GEG einen CO<sub>2</sub>-Faktor von 0 g/kWh hat, ergibt sich im Vergleich zu Variante 1 eine höhere CO<sub>2</sub>-Reduktion, wie nachfolgende Graphik zeigt:



**CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren:**

Heizöl	: 310 g/kWh <sub>Hi</sub>
Erdgas	: 240 g/kWh <sub>Hi</sub>
Netz-Strom	: 560 g/kWh <sub>el</sub>
Holz	: 20 g/kWh <sub>Hi</sub>

**CO<sub>2</sub>-Reduktion:**

NWV Schloßböckelheim - Heizöl:  
573,4 t/a = 91,4 %/a

Gegenüber dem Referenzsystem „Heizölheizungen“ reduziert die Bioenergie-Solar-Nahwärmeversorgung Schloßböckelheim die CO<sub>2</sub>-Emissionen um relativ 91,4 % und absolut um 573,4 Tonnen pro Jahr.

## 6. Schluss

Die Ortsgemeinde Schloßböckelheim in der Verbandsgemeinde Rüdesheim befindet sich nach Vorlage der Wärmeplanung gemäß Wärmeplanungsgesetz in der Entscheidungsphase zur Transformation der Wärmeversorgung der Gebäude in ihrem Dorf hin zur Klimaneutralität in Rheinland-Pfalz bis zum Jahr 2040. Mit dieser Machbarkeitsstudie konnte gezeigt werden, dass der Ortsteil Kolonie mit einem Nahwärmenetz auf Basis erneuerbarer Energien dieses Ziel schnell erreichen kann.

Hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit hat sich ergeben, dass das Projekt unter den aktuellen Rahmenbedingungen nur umsetzbar ist, wenn sich möglichst alle Hausbesitzer zur Teilnahme an der Nahwärmeversorgung entschließen. Nur so kann aus der Teilnahme auch Teilhabe an der Energiewende werden. Unterhalb einer Quote von 70 % der Häuser in der Kolonie ist ein wirtschaftlicher Betrieb nicht möglich, da bei dann höheren Netzverluste und kaum reduzierter Investitionstätigkeit die Wärmekosten zu stark gegenüber Einzelanlagen in den Gebäuden steigen. Die Gemeinde und ihre Bürgerinnen und Bürger mögen mit Blick und in Würdigung der zu erwartenden Preissteigerungen fossiler Brennstoffe entscheiden, ob sie eine ökologisch nachhaltige und ökonomisch resiliente Nahwärmeversorgung in Schloßböckelheim errichten können und wollen.

Nieder-Olm, den 12. Dezember 2025

EnergieDienstleistungsGesellschaft Rheinessen-Nahe mbH

Christoph Zeis