



Kofinanziert von der
Europäischen Union

HESSEN



und mit Mitteln des Landes Hessen
im Rahmen des
GAP Strategieplans 2023-2027

2024

Dorfwärme Bleichenbach
Konzeptstudie – Machbarkeit, Möglichkeiten, Potentiale



Bild Quelle:
Dorfwärme Bleichenbach



Dieser Code führt Sie
direkt zum
GAP-Strategieplan
2023-2027 in Hessen.
www-eler-hessen.de

EWT Ingenieure GmbH
Ilbeshäuser Straße 6
36355 Grebenhain

12.06.2024

Inhalt

1. Einleitung	2
2. Grundlagen	3
2.1 Auswertung der Erhebungsbögen.....	3
2.2 Gesetzliche Vorgaben - Exkurs GEG.....	6
2.3 Möglichkeiten und Anforderungen an die Wärmeerzeuger	8
2.4 Standortsuche Aufstellung einer Heizungszentrale.....	16
3. Darstellung der gewählten Varianten.....	17
3.1 Kostenschätzung.....	20
3.2 Vergleich der Varianten in der Vollkostenberechnung	21
3.3 Ergebnisse der Vollkostenberechnung.....	25
3.3.1 Investitionskosten	25
3.3.2 Kapitalkosten	26
3.3.3 Bedarfskosten (Verbrauch).....	27
3.3.4 Betriebskosten	29
3.3.5 Gesamtjahreskosten	30
3.4 Fazit Nahwärmevarianten	31
3.5 Vergleich mit Einzelanlagen	33
3.5.1 Gebäudetyp 1: 1.800 Liter Heizöl, 18.000 kWh	34
3.5.2 Gebäudetyp 2: 2.400 Liter Heizöl, 24.000 kWh	36
3.5.3 Gebäudetyp 3: 4.800 Liter Heizöl, 48.000 kWh	38
3.6 Möglichkeiten zur Kostenreduktion	40
4. Zusammenfassung und Ausblick	41
5. Verweise	43

1. Einleitung

Steigende Energiepreise, zunehmende gesetzliche Anforderungen und ökologische Aspekte, sowie Unsicherheiten des Energiemarktes haben 2022 zur Gründung der Interessensgemeinschaft¹ „Dorfwärme Bleichenbach“ geführt. Die Mitglieder verfolgen seitdem unter dem Motto „von Bleichenbach für Bleichenbach“ die Vision einer nachhaltigen und preisstabilen Wärmeversorgung der rund 480 Häuser des Dorfes.

Die Interessensgemeinschaft sieht den überwiegenden Einsatz von einer ökologischen Wärmeerzeugung mit Bezug von regionalen Energieträgern vor. Ziel ist es, möglichst viele Haushalte in Bleichenbach mit nachhaltiger Wärme über ein Nahwärmenetz zu versorgen und hierbei weitestgehend unabhängig von globalen Energiemärkten und fossilen Energieträgern zu werden.

Das Ingenieurbüro EWT wurde zu diesem Zweck mit der Evaluierung eines gesamtheitlichen Wärmeerzeugungskonzepts betraut.

Die Möglichkeiten und deren Machbarkeit wurden unter den gestellten Anforderungen und insbesondere den Aspekten der Ökologie und Ökonomie geprüft. Die grundlegenden Betrachtungen, Möglichkeiten zum Aufbau eines Wärmenetzes und der zentralen Wärmeerzeugung, mögliche Erzeugerkonzepte, sowie die abschließende Einschätzung und Empfehlung werden nachfolgend dargestellt.

Anmerkung:

Die nachfolgende Studie betrachtet mögliche Varianten zur Umsetzung eines Nahwärmenetzes in Bleichenbach. Die anzuschließenden Gebäude, deren Leistungs- und Wärmebedarf, sowie die betrachteten Technologien basieren auf derzeitigem Kenntnisstand und dienen einer ersten Kostenabschätzung und Konzeptentwicklung. Im weiteren Planungsverlauf werden diese Faktoren vertiefend betrachtet und geplant, sodass die endgültig ausgeführte Variante von der hier priorisierten abweichend sein kann.

Verwendete Fachbegriffe werden in Fußnoten aufgegriffen und beschrieben.

¹ Abweichend zu gewerblichen Nahwärmeversorgern hegt die Interessensgemeinschaft keine Gewinnabsicht mit dem Betrieb eines Nahwärmenetzes.

2. Grundlagen

Grundlegend für die Aufstellung und Prüfung eines Wärmeversorgungskonzepts sind zunächst die Auswertung der Erhebungsbögen zum Gebäudebestand und deren örtliche Lage, Feststellen von eventuellen Verbrauchsschwerpunkten, finden und bewerten von geeigneten Aufstellflächen einer Heizungszentrale, Darlegung von möglichen Nahwärm-Trassenverläufen und Beurteilung der örtlichen Gegebenheiten (Bodenbeschaffenheit zur Erdwärmenutzung, Hochwasser- und Trinkwasserschutzgebiete, regionale Vorgaben, etc.).

Hierauf basierend wird der Wärmebedarf² der Anschlussnehmer, sowie die zu erwartenden Wärmeverteilverluste über die Nahwärmetrasse aufgestellt und die Leistung³ des Wärmeerzeugungssystems ermittelt.

Über die Standortbeurteilung und die gesammelten Grundlagen werden erste Versorgungsvarianten aufgestellt und die Leistungsgrößen der Wärmeerzeuger überschlägig definiert.

2.1 Auswertung der Erhebungsbögen

Im Dezember 2022 hat die Interessensgemeinschaft zur Abgabe der Erhebungsbögen aller Gebäudeeigentümer gebeten. Seither sind rund 380 Erhebungsbögen bei der Interessensgemeinschaft eingegangen, worin rund 270 Hauseigentümer ihr Interesse an einem Nahwärmanschluss begründet und Daten zu ihrer bisherigen Beheizung der Gebäude angegeben haben.

In den Erhebungsbögen wurde unter anderem in Erfahrung gebracht, um welche Gebäudetypen es sich handelt, wann diese erbaut wurden und ob und wann Sanierungen durchgeführt wurden. Weiterhin wurde in Erfahrung gebracht, wie viele Bewohner das Gebäude aktuell auf welcher Fläche bewohnen und wie das Gebäude bislang beheizt wurde und welchen Energieverbrauch es hierbei aufwies.

² Wärmebedarf: gesamte über einen Zeitraum (idR ein Jahr) benötigte Wärmezufuhr, um ein Gebäude auf gleichbleibenden Raumtemperaturen zu beheizen

³ Wärmeleistung: Die Wärmeleistung (in kW) gibt multipliziert mit einer Zeitspanne (idR eine Stunde) die erzeugte Wärmeenergie (in kWh) wieder. Ein Wärmeerzeuger mit einer Heizleistung von 10 kW erzeugt somit in einer Stunde 10 kWh Wärmeenergie. Die Heizleistung des Wärmeerzeugers wird gewöhnlich auf die maximal benötigte Wärmeleistung des Gebäudes ausgelegt, welche am kältesten Tag im Jahr (normierte Vorgaben) benötigt wird um das Gebäude auf einer gleichbleibenden Innentemperatur zu halten.

Die Erhebungsbögen wurden tabellarisch ausgewertet und der Gesamtwärmebedarf und die Anschlussleistung der Haushalte ermittelt.

Die Gebäude wurden unter Bezugnahme der Anschlussleistungen im Bleichenbacher Lageplan als „Heat-Map“ eingetragen und eventuelle Leistungsballungen gesichtet.

Positiv ist hier die gleichmäßige Verteilung der potentiellen Anschlussnehmer über den ganzen Ort ohne größere erkennbare Ballungen von größeren Anschlussleistungen oder Flächen ohne Anschlussbeabsichtigungen.

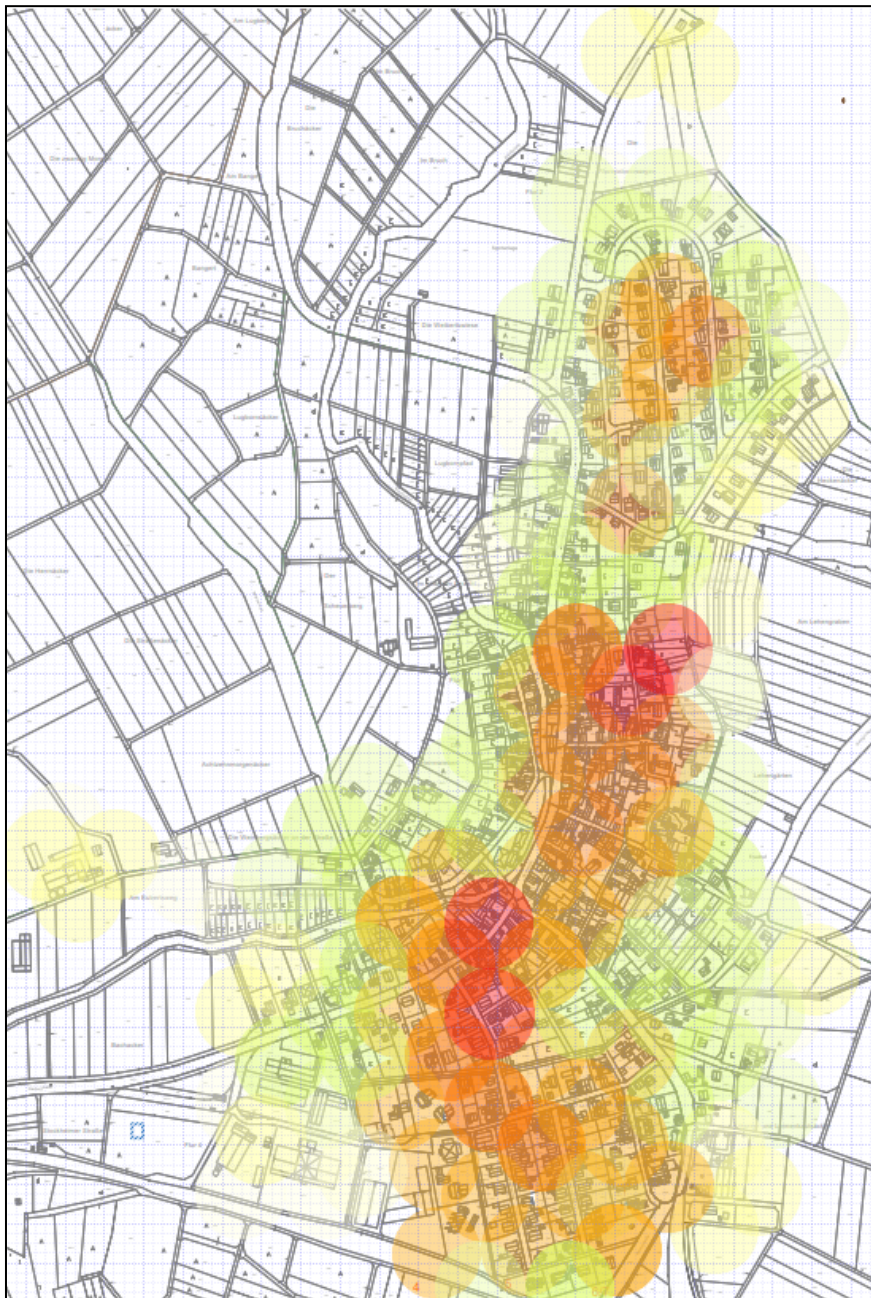


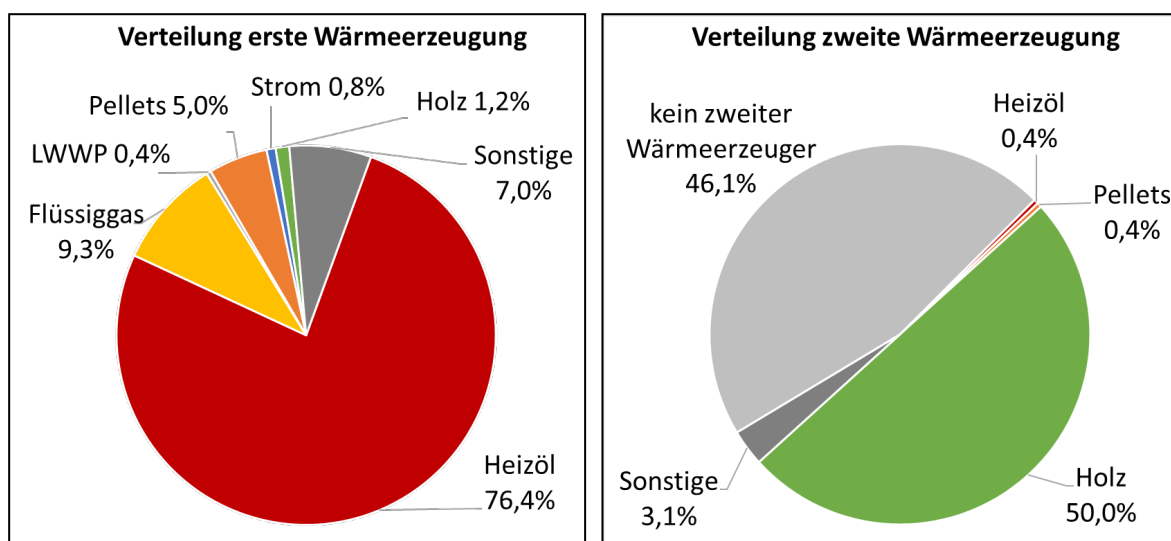
Abbildung 1
Heat-Map Bleichenbach

Hell/gelb
- geringe Anschlussdichte

Dunkel/rot
- hohe Anschlussdichte

Über die Hälfte aller Gebäude wurde vor 2000 erbaut.

Das durchschnittliche Gebäude wird mit einem Heizölkessel mit Kessel-Baujahr 2008 und ca. 13 kW Heizleistung beheizt. Jedes zweite Gebäude verfügt über einen Holzofen. Die häufigste Alternative zum Heizölkessel (mit 76 %) sind mit insgesamt ca. 10 % Flüssiggaskessel. Lediglich rund 7 % der Gebäude wird regenerativ (mittels Wärmepumpe, Pelletkessel, Stromdirektheizung) beheizt. Weitere 7 % werden anderweitig beheizt (z.B. Anbindung Nachbargebäude) oder es wurden keine Angaben zur Beheizungsart getroffen.



Die 270 potentiellen Anschlussnehmer kommen aktuell auf eine Gesamt-Heizleistung von rund 3.500 kW und einen Jahreswärmebedarf von rund 6.400 MWh/a⁴.

Für die Wärmeverteilungsverluste eines Nahwärmenetzes in Bleichenbach kämen weiterhin ca. 1.300 MWh/a hinzu.

⁴ MWh: 1.000 kWh entsprechen 1 MWh; a = anno = Jahr

2.2 Gesetzliche Vorgaben - Exkurs GEG

Spätestens seit vergangenem Jahr (2023) ist der Begriff des „Heizungsgesetzes“ in aller Munde. Das Gesetz stellt die Teilüberarbeitung des Gebäudeenergiegesetzes (kurz: GEG) dar und trat zum 01.01.2024 in Kraft.

Hierin verankert ist die schrittweise Umsetzung einer klimaneutralen Beheizung aller Gebäude bis 2045. Für Gebäudebesitzer, welche ihren bestehenden Wärmeerzeuger ab dem 01.01.2024 austauschen müssen (Defekt, Unwirtschaftlich, Neubau, erhöhter Leistungsbedarf etc.) bedeutet dies, dass mindestens 65 % des Wärmeenergiebedarfs des Gebäudes regenerativ (u.a. über Wärmepumpe, Pelletkessel, Nahwärme) beheizt werden müssen.

Mit Inkrafttreten der Neuerungen in diesem Jahr sind zunächst die Kommunen verpflichtet zu prüfen, ob eine Nahwärmeversorgung der Haushalte möglich ist. In Bleichenbach ist diese Entscheidung bis spätestens 30.06.2028 zu verkünden. Bis zu diesem Stichtag gelten bestimmte Übergangsregelungen. So dürfen Öl- und Gaskessel in der Übergangszeit weiterhin ausgetauscht werden, müssen jedoch schrittweise mit biogenem Brennstoff (Beimischungen in Heizöl und Gas) betrieben werden, deren Erzeugung derzeit aufwendig ist, weshalb der Bezug von Heizöl/ Gas teurer wird, als bisher gewohnt. Weiterhin werden für die Herstellung von biogenem Brennstoff zumeist Flächen des Nahrungsmittelanbaus genutzt, weshalb biogener Brennstoff als moralisch/ ökologisch fragwürdig zu bewerten ist.

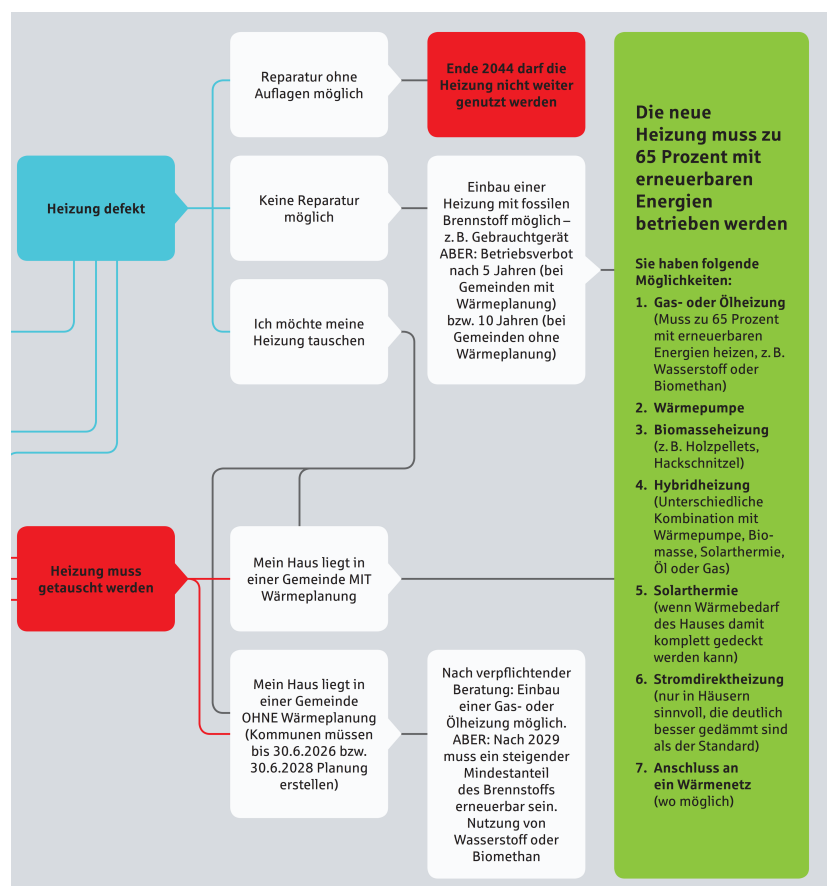
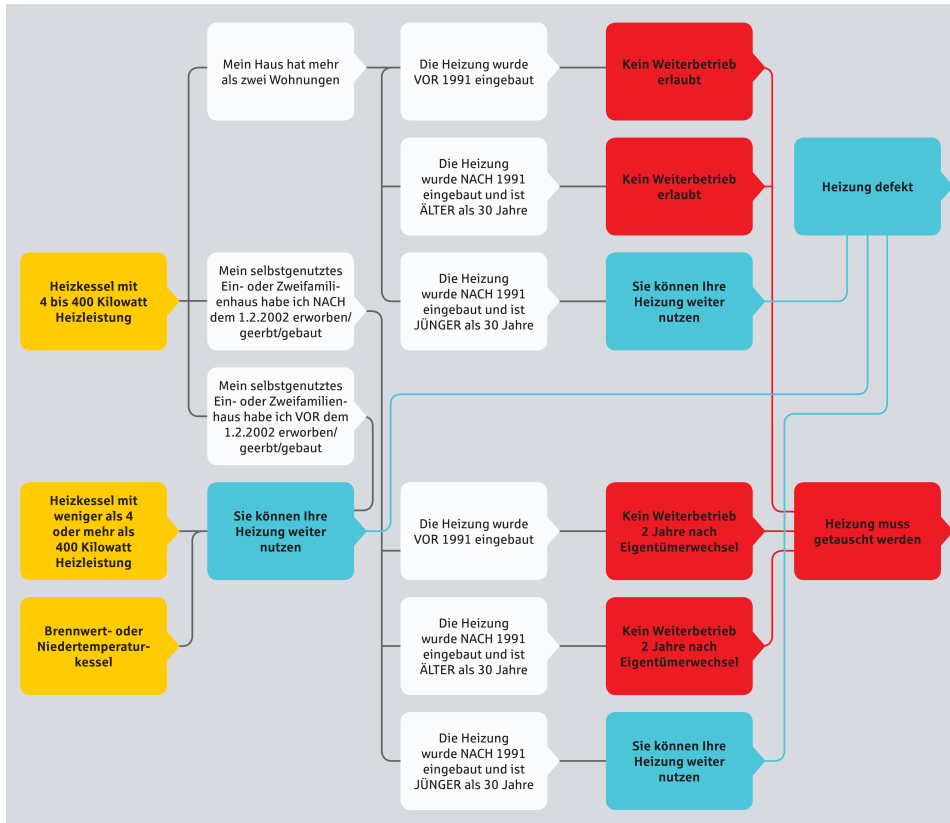
Nach Entscheidungsverkündung zur Machbarkeit eines Wärmenetzes durch die Kommune⁵ und spätestens ab dem 01.07.2028 müssen alle Haushalte die Wärmeerzeugung mit 65 % regenerativem Anteil erfüllen.

Plant die Kommune ein Nahwärmenetz umzusetzen, wird der regenerative Anteil durch einen Anschluss an das Nahwärmenetz erfüllt. Für die Einhaltung des regenerativen Anteils im Wärmenetz ist dann der Nahwärmebetreiber/ die Kommune zuständig.

⁵ Achtung: Es gilt die Verkündung durch die Kommune! Da diese Studie nicht im Auftrag der Kommune, sondern einer unabhängigen Interessensgemeinschaft, erstellt wurde, gilt die Prüfung und Verkündung der Kommune noch als Ausstehend und es gelten die Übergangsbedingungen.

Ab dem 01.01.2045 sind alle Heizkessel zu 100 % mit regenerativen Brennstoffen zu betreiben.

Eine gute Hilfestellung bietet ebenfalls das nachfolgende Fließschema (Sparkasse Oberhessen).



2.3 Möglichkeiten und Anforderungen an die Wärmeerzeuger

Das Ziel einer ökologischen Wärmeversorgung setzt den Grundstein der nachfolgenden Lösungen.

Auf Grund der in den nächsten Jahren steigenden CO₂-Bepreisung, zunehmender Marktunsicherheiten und unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit wird weitestgehend auf fossile Brennstoffe verzichtet.

Auch werden Energieträger bevorzugt, welche Umweltenergien (Solar, Erdwärme, Luft) nutzbar machen, um den Energiebezug so regional und kostengünstig wie möglich zu halten.

Spezifisch für Einzelgebäude sind Mehr-System-Anlagen, wie sie häufig in Nahwärmenetzen eingesetzt werden, auf Grund der Investitionskosten nicht wirtschaftlich darstellbar, weshalb übliche Lösungen für Haushalte gesondert am Ende des Kapitels zusammengefasst werden.

Alle betrachteten Wärmeerzeugungssysteme werden nachfolgend aufgeführt und hinsichtlich vorgenannter Aspekte beschrieben und bewertet.

a) Solarenergie

Die Energiegewinnung aus solarer Einstrahlung wird allgemein als Solarenergie bezeichnet. Hierbei wird allgemein in thermische Anlagen (Solarthermie), elektrische Anlagen (Photovoltaik) und Kombinierte Anlagen (PVT) unterschieden.

a-1) Solarthermieanlagen

Solarthermieanlagen bestehen im Wesentlichen aus Rohren, in welchen eine Flüssigkeit aus Frostschutzmittel und Wasser zirkuliert, und einer schwarzen/ blauen Absorberplatte, welche davor angebracht ist. Die Absorberplatte heizt sich durch die dunkle Färbung mit der auftreffenden solaren Strahlung auf und gibt diese Wärme an die dahinterliegenden Rohre ab. Das erhitzte, zirkulierende Medium wird schließlich über einen Wärmeübertrager an das Heizungsnetz abgegeben.

Solarthermieanlagen eignen sich insbesondere bei konstanten Grundlasten, insbesondere im Tagesverlauf. Im Nahwärmenetz Bleichenbach ist dies durch die sommerliche Wärmeversorgung zur Sicherstellung der Warmwasserbereitung und die hiermit verbundenen Wärmeverteilverluste gegeben. Ebenso nützlich ist die Solarthermie zur Regeneration des Erdreichs (siehe Abschnitt „b-2) Geothermie-Wärmepumpen“).

a-2) Photovoltaikanlagen

Photovoltaikanlagen (kurz PV-Anlagen) wandeln die eintreffenden Solarstrahlen in elektrische Energie um, welche entweder mittels Wärmepumpe/ elektrischem Heizstab in Wärme umgewandelt, mittels Batteriespeicher zwischengespeichert oder in das öffentliche Netz eingespeist wird. Eingespeister Strom muss vom Netzversorger vergütet werden. In der Regel sind die Vergütungen jedoch deutlich niedriger, als der Strompreis, welcher beim Bezug aus dem Netz zu entrichten ist. PV-Strom sollte daher im Bestfall zu großen Teilen selbst verwendet werden.

a-3) Kombinierte Anlagen (PVT)

Solarthermie- und Photovoltaikanlagen können in einem Modul kombiniert werden. Die Module sind noch recht neu auf dem Markt und teurer als beide Einzelsysteme. Die Module sind dort sinnvoll, wo beide Systeme in einem Flächenkonflikt zu einander stehen (begrenzte Dachflächen/ Aufstellflächen). Wenn die Wärme dauerhaft abgeführt werden kann, kann der Wirkungsgrad der PV-Module gesteigert werden, gleichzeitig sinkt der Wirkungsgrad der Solarthermie-Fläche leicht.

a-4) Sonderformen

Neben den genannten Systemen zur Nutzbarmachung von solarer Energie gibt es zahlreiche weitere Systeme, wie Energiezäune, Solarabsorber, Wärmebrunnen etc., welche in dieser Studie jedoch keine Anwendung finden und auf welche deshalb nicht weiter eingegangen wird.

b) Wärmepumpen

Wärmepumpen entziehen dem umgebenden Medium (Luft, Wasser, Erdreich) Wärme und stellen diese dem Gebäude/ dem Wärmenetz zur Verfügung.

Die Funktion einer Wärmepumpe kann vereinfacht mit dem Prozess eines Kühlschranks beschrieben werden: in der Kühlschrankrückwand befindet sich Kältemittel, welches in einem Kreislauf zirkuliert. Das gasförmige Kältemittel, welches an der Innenseite des Kühlschranks entlanggeführt wird, wird zunächst mit Hilfe eines Verdichters in den flüssigen Aggregatzustand gebracht und anschließend über ein Ventil innerhalb des Kreislaufs entspannt. Hierdurch wird der Umgebung (Kühlschranksinneres/ Außenluft)

Wärme entzogen, welche bei dem anschließenden Verdichtungsprozess wieder abgegeben wird (Kühlschrankrückseite/ Heizungswasser).

Der Prozess benötigt Strom und ist umso effizienter, je wärmer das Entzugsmedium und je kühler das Heizungswasser ist. Die Effizienz wird über den sogenannten COP (Coefficient of Performance) bewertet. Ein COP von beispielsweise 5,0 bedeutet, dass es eine Kilowattstunde Strom benötigt, um fünf Kilowattstunden Wärme zu erhalten.

b-1) Luft-Wasser-Wärmepumpen

Luft-Wasser-Wärmepumpen sind bei gemäßigten Außentemperaturen (abhängig vom System zwischen 5 und 25 °C) und niedrigeren Systemtemperaturen des versorgten Heizungsnetzes am effizientesten⁶. Die Aufstellung ist weitestgehend unproblematisch möglich und im Vergleich zu Geothermie-Wärmepumpen mit mittleren Investitionskosten zu bewerten.

Aufgrund der großen Temperaturspanne der Außenluft während der Heizperiode (üblicherweise zwischen -10 und +15 °C) und des höheren Wärmebedarfs bei niedrigen Außentemperaturen, erreicht eine Luft-Wasser-Wärmepumpe im Winterbetrieb einen niedrigeren COP (höherer Stromeinsatz erforderlich), als Geothermie-Wärmepumpen, weshalb die Energiekosten vergleichsweise höher liegen.

Neben der Luft als Energiequelle eignet sich weiterhin auch die Geothermie (Nutzung über ein Erdkollektorfeld oder über Erdsonden) oder auch Fluss- bzw. Abwasser.

b-2) Geothermie-Wärmepumpen

Aufgrund der geringeren Schwankungen der Erdreichtemperaturen arbeiten Geothermie-Wärmepumpen üblicherweise effizienter, als Luft-Wasser-Wärmepumpen.

Allerdings stehen dem effizienteren Betrieb der Geothermie höhere Investitionskosten zur Erschließung des Erdreichs entgegen.

Die gängigsten Erschließungstechniken sind Erdbohrungen (-sonden) und Erdkollektorfelder.

⁶ Verkürzt beschrieben steigt die Effizienz von Luft-Wasser-Wärmepumpen bei zunehmenden Außentemperaturen, sowie bei geringen Systemtemperaturen. Je geringer die Systemtemperaturen (Vor- und Rücklauftemperaturen Heizungswasser) gewählt werden, desto effizienter ist die Luft-Wasser-Wärmepumpe.

Erdkollektorfelder eignen sich für kleine Heizleistungen und werden idealerweise dort eingesetzt, wo die komplette Oberfläche (z.B. auf Grund eines Parkplatzbaus, Gebäudeneubau etc.) erschlossen und hergerichtet werden soll. Die Kollektoren (flüssigkeitsführende Rohrleitungen) werden, vergleichbar mit einer Fußbodenheizung in Schlangen im Erdreich in einer Tiefe von 1,5 – 3 m verlegt. Auf Grund der Nähe zur Erdoberfläche werden diese im Wesentlichen durch Witterungseinflüsse aufgeheizt (Sonneneinstrahlung, Niederschläge, Lufttemperatur). Die Rohrleitungen und insbesondere das umgebende Erdreich dienen hierbei als Speichermedium. Die so aufgenommene Wärme kann mittels Wärmepumpe dann wiederum nutzbar gemacht werden.

Bei größeren Anlagen, Nachrüstungen im Bestand oder geringem Platzangebot werden Erdsonden (idR. Tiefen von 50-200 m) vorgesehen. Die Sonden, in welchen die Wärmeträgerflüssigkeit zirkuliert, werden in zuvor hergestellten Bohrungen verankert. Die erschließbare Wärme im umgebenden Erdreich stammt, wie bei Erdkollektoren, ebenfalls aus Witterungseinflüssen oberhalb der Erdoberfläche. Ein Großteil des Wärmeflusses erfolgt (je nach Tiefe der Bohrungen) jedoch aus dem Erdinneren. Die Temperaturen der Erdsonden unterliegen deshalb weniger stark den äußeren, saisonalen Witterungseinflüssen und weisen deshalb im Vergleich eine gleichmäßigere Temperatur auf (je tiefer die Bohrungen sind, desto geringer sind die Temperaturschwankungen). Die Herstellung und der vorherige Genehmigungsaufwand sind jedoch deutlich höher, als dies bei Luft-Wasser-Anlagen der Fall ist.

Bei großen Geothermiefeldern empfiehlt sich die Regeneration⁷ des Erdreichs im Sommer. Die hierfür benötigte Wärme kann über Solarthermieanlagen gewonnen, aus Gebäuden abgeführt (Gebäudekühlung) oder über Rückkühler (alternativ Luft-Wasser-Wärmepumpen) aus der Umgebungsluft gespeist werden. Am Standort Bleichenbach bietet sich die Wärmegewinnung mittels Solarthermiekollektoren oder/ und mittels Rückkühlern/ Luft-Wasser-Wärmepumpe (minimaler Strombezug über Photovoltaik) an.

⁷ Bei der Regeneration wird dem Erdreich über die Bohrungen Wärme aus Umgebungsenergie (Luft/ Solarthermie) wieder zugeführt. Andernfalls kühlt das Erdreich über mehrere Jahre des Betriebs zunehmend ab und die Effizienz der Wärmepumpe sinkt.

b-3) Weitere Wärmequellen

Weitere Wärmequellen, welche für den Wärmepumpenbetrieb erschlossen werden könnten sind Wasser und Abwärme.

So könnte beispielsweise das Flusswasser der Bleiche als Wärmequelle nutzbar gemacht werden, jedoch arbeiten Geothermie-Wärmepumpen im Vergleich hierzu durch weitestgehend konstante Erdreichtemperaturen mit einem höheren COP und sind somit effizienter. Auch ist der Genehmigungs- und Erschließungsaufwand des Flusswassers nicht zu unterschätzen und mit Risiken (z.B. geringe/ keine Wassermengen bei Dürrezeiten etc.) verbunden, weshalb diese Möglichkeit bei der Variantenbetrachtung nicht weiterverfolgt wurde.

Auch verfügt Bleichenbach nicht über eine größere industrielle Herstellung (Metallherstellung, Großbäckereien, Großserveranlagen etc.), aus derer große Abwärmemengen erschlossen werden könnten.

Ebenfalls eignet sich das Abwasser des Ortes nicht als wirtschaftlich erschließbare Wärmequelle. Hierzu ist ebenso wie bei einer Flusswasseranlage ein höherer Investitionsaufwand notwendig und eine hohe Ballungsdichte der Anwohner von Vorteil. Des Weiteren wird in Bleichenbach das Abwasser als Mischwasser zusammen mit Regenwasser geführt, wodurch die verfügbaren Temperaturen des Abwassers gemindert werden.

c) Biomasseanlagen

Biomasse, wie Holzhackschnitzel, Pellets oder Grünpflegeschnitt eignen sich auf Grund ihrer positiven CO₂-Bilanz gut zur Wärmeerzeugung. Jedoch sind die Investitionskosten für den Kessel und die Brennstoffbevorratung vergleichsweise hoch. Gleichzeitig ist die Beheizung mittels Biomassekessel auf Grund der Abbrandzeit⁸ insbesondere bei Hackschnitzeln weniger flexibel bzw. modulierbar.

Das CO₂-Äquivalent der Biomasse von 20 gCO₂/kWh ist vergleichsweise gering und findet derzeit keine Beachtung in der CO₂-Bepreisung. Ein nicht nachhaltiger Anbau (keine/ geringe Wiederaufforstung, lange Transportwege etc.) kann jedoch ein tatsächlich höheres CO₂-Äquivalent zur Folge haben.

⁸ Zeit, in welcher das im Brennraum des Kessels befindliche Brenngut vollständig zu Asche verbrannt ist. Während dieser Zeit muss die Wärme aus dem Kessel an das Heizungswasser abgegeben werden.

Weiterhin sind Biomassekessel pflegeintensiver als vergleichbare Anlagen, da die regelmäßige Versorgung mit Brennstoff gesichert sein muss (während der Heizperiode tägliche Lieferung von Pellets/ Hackschnitzeln, ggf. Umschichten des Brennstoffs mit Gabelstapler o.ä.). Zudem ist die Fördertechnik des Brennstoffs vergleichsweise störungsanfälliger.

d) Strohpelletkessel (alternativ Grünpflegeschnitt)

Biomassekessel können prinzipiell mit alternativem Brennmaterial (Grünpflegeschnitt, Strohpellets etc.) betrieben werden. Jedoch bedarf es hierfür teurerer Spezialkessel. Durch das in Stroh enthaltene Eiweiß entsteht beim Verbrennen Salzsäure, welche bei Standardkesseln zur Korrosion und dem frühzeitigen Ableben der Anlage führt. Auch beim Verbrennen von Grünpflegeschnitt oder Holz mit höherem Feuchteanteil ist ein Spezialkessel mit speziellem Ascheausstrag notwendig, da die beim Verbrennungsvorgang entstehende Schlacke (flüssige Asche) andernfalls zunehmend im Brenner erhärtet und hierdurch den Kesselwirkungsgrad stark senkt oder im schlechtesten Fall die automatische Nachführung des Brennstoffes behindert. Im Betrieb kann es außerdem zu Verpuffungen kommen, welche auf Dauer starken Verschleiß und schließlich das vorzeitige Ableben des Brenners zur Folge hat.

In Bleichenbach besteht die Möglichkeit einer kostengünstigen Versorgung mittels Strohpellets. Die zu erwartenden geringen Energiekosten stehen den genannten Risiken der technischen Anlagen, sowie des höheren Betriebsaufwands entgegen. Die Möglichkeit wird im Variantenvergleich berücksichtigt, jedoch lediglich bei erheblichem Kostenvorteil im Vergleich zu den anderen betrachteten Varianten bevorzugt.

e) Kraft-Wärme-Kopplung

Wärmeerzeuger, welche neben der Wärme auch Strom erzeugen, wie beispielsweise ein Blockheizkraftwerk (BHKW) eignen sich insbesondere in Liegenschaften mit hohem Wärmebedarf und gleichzeitig auftretendem hohem Hauptstromverbrauch. Je höher hierbei der Anteil des selbstverbrauchten Stroms am erzeugten Strom ist, je wirtschaftlicher kann ein BHKW betrieben werden.

BHKWs stehen in der Wärmeerzeugung mit dem gleichzeitigen Betrieb von Wärmepumpen in energetischem Widerspruch zueinander, da beide als Grundlast-Wärmeerzeuger eingesetzt werden. Um einen ökologischen Betrieb des BHKWs zu

ermöglichen bedarf es jedoch einem gleichmäßigen Betrieb der Anlage. Große Start-Stopp-Anzahlen des BHKWs führen außerdem zu höheren Wartungskosten und verringern die Lebensdauer der Anlage.

Insbesondere in den Übergangs- und Sommermonaten würden sich beide Systeme die Betriebsstunden „streitig“ machen und steht einem ökonomischen Betrieb entgegen.

Weiterhin gelten BHKWs nicht als regenerative Energiequelle, da diese mit Erdgas (zukünftig alternativ mit biogenem Gas) betrieben werden.

BHKWs wurden in der Variantenbetrachtung aus den genannten Aspekten nicht weiter betrachtet.

f) Einsatz von fossilen Energieträgern (Gas und Heizöl)

Aus ökologischer Sicht sollten fossile Energieträger nur noch dort genutzt werden, wo dies unvermeidbar oder aus wirtschaftlicher Sicht unumgänglich ist.

Üblicherweise werden diese Anlagen heutzutage nur noch - in Verbindung mit regenerativen Grundwärmeerzeugern - zur Deckung von Spitzenlasten (sehr kalte Tage) oder als Backup-Anlage (Ausfall des Basis-Wärmeerzeugers z.B. in Verbindung mit Reparaturen) eingesetzt.

Auf Grund der schlechteren Klimabilanz von Heizöl (CO₂-Äquivalenz von 310 gCO₂/kWh zu 240 gCO₂/ kWh), sollten Gaskesselanlagen dem Einsatz von Heizölkesselanlagen vorgezogen werden.

In Wohngebäuden stellen regenerative Alternativen in der Regel die wirtschaftlichere Variante dar.

f-1) Öl- und Gaskessel allgemein

Mit Inkrafttreten des GEG dürfen Heizkessel (Betrieb mit flüssigen oder gasförmigen fossilen Brennstoffen) nicht länger als monovalente Wärmeerzeuger neu errichtet werden. Heizkessel dürfen lediglich ergänzend zu einem regenerativen System eingeplant werden, wenn deren Wärmeerzeugungsanteil weniger als 35 % des jährlichen Wärmebedarfs beträgt. Der Austausch eines bestehenden Öl- oder Gaskessels ist längstens bis zum 30.06.2028 zulässig. Allgemein ist der Einsatz von fossilen Brennstoffen in Heizkesselanlagen noch bis zum 31.12.2044 gestattet. Jedoch ist der regenerative Anteil des Brennstoffes ab dem 01.01.2029 sukzessive zu erhöhen (ab 2029 mindestens 15 %, ab 2035 min. 30 % und ab 2040 min. 60 %).

Der Austausch/ Weiterbetrieb eines Heizkessels, wie zuvor beschrieben, bedeutet den zusätzlichen, ergänzenden Einsatz eines regenerativen Wärmeerzeugers oder den Bezug von biogenem Heizöl/Gas (herkömmliches Heizöl mit Beimischungen von Biodiesel). Die Herstellung des biogenen Heizöls ist umstritten, da hierfür zumeist Raps- und Sonnenblumenpflanzen verwendet werden, deren Anbau in Flächenkonkurrenz zu Feldern der Nahrungsmittelherstellung stehen. Weiterhin ist der Einsatz des Bioheizöls in Standardheizkesseln nicht ohne vorherige Umrüstung der Anlage möglich. Sodass hier mit entsprechenden Investitionskosten in die Umrüstung zu rechnen ist. Auch sind Bio-Heizöle deutlich teurer als herkömmliches Heizöl. Am Markt werden derzeit Heizölmischungen mit bis zu 20 % Biodiesel Anteil angeboten. Unklar ist derzeit, ob die Produktion und Nutzung von Heizöl mit einem höheren Anteil Biodiesel möglich ist. Der Betrieb eines Heizölkessels nach 2028 ist somit mit vielen Unsicherheiten und deutlich steigenden Kosten für Umrüstung und Bezug des Bio-Heizöls verbunden.

f-2) Gaskesseleinsatz in Bleichenbach

Nach derzeitigem Kenntnisstand verfügt Bleichenbach nicht über eine wirtschaftliche Möglichkeit zum Anschluss an ein Erdgasnetz.

Eine Gasversorgung kann jedoch über einen Gastank mit Flüssiggas erfolgen.

Für das betrachtete Nahwärmenetz wird ein Flüssiggaskessel zur Deckung von Spitzenlasten⁹ eingeplant. Hierdurch wird ebenfalls eine Versorgungssicherheit der Wärmeversorgung gewährleistet und eine Überbrückung von vorübergehenden Ausfällen z.B. im Reparatur- oder Wartungsfall gesichert.

g) Hinweise/ Möglichkeiten für Einzelgebäude

Bestandsgebäude werden häufig mit hohen Heizungstemperaturen (70 °C oder höher) betrieben, weshalb häufig der Einsatz von Öl- und Gaskesseln bevorzugt wird. Die Anlagentechnik ist weiterhin vergleichsweise günstig in der Anschaffung. Auf Grund der gesetzlichen Vorgaben, sowie steigender Energiepreise und CO₂-Besteuern werden diese Systeme jedoch zunehmend im Betrieb teurer und schwieriger einsetzbar. Eine Alternative bietet hier der Einsatz von Pelletkesseln, welche jedoch einer regelmäßigen

⁹ Spitzenlasten treten zu besonders kalten Tagen auf, an welchen die (regenerative) Grundbeheizung nicht mehr ausreichend ist.

Reinigung/ Pflege, Ascheentsorgung, Brennstoffbeschaffung etc. bedürfen. Unter der Maßgabe eines 65 %igen regenerativen Wärmeerzeugungsbetriebs ist der Einsatz einer Wärmepumpe in Wohngebäuden weiterhin zielführend.

Auf Grund der zunehmend weiter entwickelten Wärmepumpentechniken und dem Einsatz neuer Kältemitteln in den Wärmepumpen, ist der Einsatz dieser Technik auch in Bestandsgebäuden mit höherem Wärmebedarf und höheren benötigten Heizungstemperaturen möglich. Am effizientesten arbeiten diese Systeme jedoch bei gemäßigten Heizungstemperaturen (35-45 °C) und milden bzw. wärmeren Quellentemperaturen (ab ca. 5 °C). Je größer der Unterschied zwischen Quellen- und Heizungstemperatur ist, desto größer sind die Energieaufwendungen, weshalb der Stromeinsatz in Bestandsgebäuden häufig höher ist, als in Neubauten mit entsprechender Wärmedämmung der Gebäudehülle und dem Einsatz von Niedrigtemperatur-Heizsystemen (Fußbodenheizung). Die Erschließung des Erdreichs als Wärmequelle ist in Bestandswohngebieten mit vergleichsweise höheren Kosten verbunden, als bei Neubauten (Erdaushub, Oberflächenwiederherstellung etc.), weshalb der Einsatz einer Luft-Wasser-Wärmepumpe Investitionsärmer zu betrachten ist. Jedoch arbeiten Geothermie-Wärmepumpen, welche das Erdreich als Wärmequelle nutzen, auf Grund der verhältnismäßig gleichbleibenden Temperaturen im Durchschnitt effizienter und sind somit günstiger im Verbrauch. Unterstützt werden Wärmepumpen (in kleineren Gebäuden) meistens mit einem elektrischen Heizstab, welcher höhere Temperaturen ermöglicht und eine kurzweilige Ausfallzeit der Wärmepumpe ausgleicht. Idealerweise wird eine Wärmepumpenanlage mit einer Photovoltaikanlage kombiniert, um möglichst wenig Strom aus dem öffentlichen Netz beziehen zu müssen und netzunabhängiger zu sein.

2.4 Standortsuche Aufstellung einer Heizungszentrale

Die Wahl des passenden Wärmeerzeugungssystems ist neben den zu erbringenden Leistungen, den benötigten Systemtemperaturen und den gesetzlichen Vorgaben von dem verfügbaren Platzangebot vor Ort abhängig.

Um eine Solarthermie-, PV- und Geothermieanlage in der erforderlichen Größe zu errichten sind entsprechende Flächen notwendig.

Verschiedene, mögliche Flächen in/ um Bleichenbach wurden hinsichtlich Lage, Fläche, Erschließung und Eignung für Geothermiewärme bewertet und in einer Entscheidungsmatrix zusammengefasst.

Flächen nr.	Bezeichnung/ jetzige Nutzung	Fläche	Geothermie ¹	Hochwasser	Wasserschutzgebiet	Anlieferung	Lage zu angrenzenden Anwohnern (um Grundstücksgrenze herum)	Leistungsabdeckung (gleichmäßig verteilt)	Gesamtbewertung
1	Sportplatz	ca. 9.000 m ² (erweiterbar)	teils/teils günstig/ungünstig	ungefährdet	nein	unmittelbar an B457 gelegen - Zufahrt über ca. 180 m auf vorhandener Nebenstraße	Luftlinie nächster Anwohner ca. 60 m	lange Leitungswege zur Abdeckung des Gesamtgebiets	gute Lage (Anlieferung/ Anwohner), aber weniger zentral gelegen, Geothermie möglich
	derzeit Rasenfläche	++	+	+	+	+	++	-	7+
2	Lugbormpfad	ca. 10.000 m ² (erweiterbar)	ungünstig	ungefährdet	nein	direkt an der B457 gelegen	Luftlinie zum einzigen angrenzenden Anwohner ca. 60 m	lange Leitungswege zur Abdeckung des Gesamtgebiets	sehr gute Lage, eher ungünstig für Geothermie, weniger zentral gelegen
	derzeit Weidefläche	++	-	+	+	++	++	-	6+
3	Herrnwiese	ca. 5.000 m ²	ungünstig	möglicherweise gefährdet ²	nein	schmale/ schlechte Wege (durchs Wohngebiet mit Kurven), einfache Feld-/ Betonwege	Luftlinie nächster Anwohner ca. 60 m/ Kita direkt angrenzend	sehr zentrale Lage	Hochwassergefährdet, schlechte Anlieferungslage, zentral gelegen
	derzeit Weidefläche	+	-	-	+	--	++	++	2+
4	zw. Weinbergsäcker und Eubertsweg-äcker	ca. 3.500 m ² (erweiterbar)	ungünstig	ungefährdet	nein	schmale/ schlechte Wege (durchs Wohngebiet mit Kurven), einfache Feld-/ Betonwege	Luftlinie zum einzigen angrenzenden Anwohner ca. 25 m	zentralere Lage	schlechte Anlieferungslage, ungünstig für Geothermie, aber Südhang angrenzend (Solarthermie/PV), relativ zentral
	derzeit Ackerfläche	++	-	+	+	--	+	+	3+
5	Am Bahndamm	ca. 10.000 m ²	unzulässig	ungefährdet	Zone III/IIIA TW-Schutzgebiet	unmittelbar an L3190 gelegen - direkte Zufahrt oder ca. 80 m auf vorhandener Nebenstraße	keine Wohngebäude angrenzend/ gewerblich genutzter Bereich	lange Leitungswege zur Abdeckung des Gesamtgebiets	gute Lage (Anlieferung/ Anwohner), aber weniger zentral gelegen, Wasserschutzgebiet, Geothermie schwierig
	derzeit Ackerfläche	++	---	+	-	++	+++	-	3+
6	Am Friedhof	ca. 20.000 m ² (erweiterbar)	günstig	ungefährdet	nein	ca. 150 m Nebenstraße ab B457 (relativ geradlinig, wenig Engstellen)	Luftlinie zu den zwei angrenzenden Anwohnern ca. 10 m	zentralere Lage	gute Lage (Anlieferung/ Anwohner), Geothermie günstig, relativ zentral, kein Hochwasser/ Wasserschutzgebiet
	derzeit Ackerfläche	+++	++	+	+	+	+	+	10+

¹ Angabe/Einschätzung gemäß HLNUG; Die Möglichkeiten sind im Planungsverlauf weiter zu untersuchen

² gemäß HLNUG kein ausgewiesenes Hochwassergebiet

Für den Standort „Am Friedhof“ konnten alle betrachteten Aspekte positiv bewertet werden. Im Vergleich mit den weiteren möglichen Standorten schneidet dieser derzeit am besten ab und wird für die Errichtung der Heizungstechnik priorisiert.

Darstellung der gewählten Varianten

Gewählt wurden verschiedene Varianten mit Geothermie- und Luft-Wasser-Wärmepumpen, sowie einer Pelletkesselanlage (Standardpellets und Strohpellets), jeweils mit einer Spitzenlasterzeugung über einen Gaskessel.

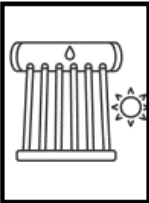


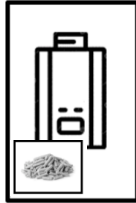
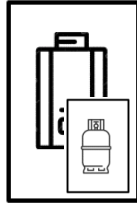
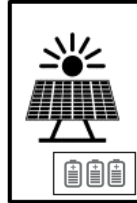
Da, wie zuvor beschrieben, in Bleichenbach kein Erdgas zur Verfügung steht, wurde eine Flüssiggasversorgung vorgesehen.

Die Varianten mit Wärmepumpen wurden mit Photovoltaikanlagen ergänzt. Diese sind insbesondere in Kombination sinnvoll, um einen Teil des erforderlichen Strombedarfs selbst decken zu können.

Alle Varianten wurden weiterhin mit einer Solarthermieanlage ergänzt.

Die sich ergebenden Varianten werden nachfolgend dargestellt. Die jeweiligen Leistungsangaben ergeben sich aus der Auslegung der spezifischen Anlagenkonstellationen, wie folgt:

<u>Basis (alle Varianten):</u>	1.800 kW 2.500 kW	Solarthermieanlage + Spitzenlastkessel (Flüssiggas) +
<u>Variante 1:</u>	900 kW 900 kW 2.400 kWPeak	Luft-Wasser-Wärmepumpe + Geothermie-Wärmepumpe + Photovoltaik-Anlage (mit 5 MWh Stromspeicher)
<u>Variante 2:</u>	1.500 kW	Pelletkessel
<u>Variante 2a:</u>	1.500 kW	Pellet-Spezialkessel (für Strohpellets)
<u>Variante 3:</u>	600 kW 1.000 kW 1.200 kWPeak	Luft-Wasser-Wärmepumpe + Pelletkessel + Photovoltaik-Anlage (mit 5 MWh Stromspeicher)
<u>Variante 4:</u>	500 kW 1.000 kW 1.200 kWPeak	Geothermie-Wärmepumpe + Pelletkessel + Photovoltaik-Anlage (mit 5 MWh Stromspeicher)

	Grund- und Mittellast				Spitzenlast	Stromerzeugung
						
	Solarthermie	Geothermie-Wärmepumpe	Luft-Wasser-Wärmepumpe	Pelletkessel	Gasbrennwertkessel mit Flüssiggas	Photovoltaik mit Stromspeicher
Variante 1	1.800 kW (2.000 m ²)	900 kW	900 kW		2.500 kW	2.400 kWPeak (6.000 m ²)
Variante 2	1.800 kW (2.000 m ²)			1.500 kW (Standardpellets)	2.500 kW	
Variante 2a	1.800 kW (2.000 m ²)			1.500 kW (Strohpellets)	2.500 kW	
Variante 3	1.800 kW (2.000 m ²)		600 kW	1.000 kW (Standardpellets)	2.500 kW	1.200 kWPeak (3.000 m ²)
Variante 4	1.800 kW (2.000 m ²)	500 kW		1.000 kW (Standardpellets)	2.500 kW	1.200 kWPeak (3.000 m ²)

2.5 Kostenschätzung

Für alle fünf Varianten wurden zunächst die zu erwartenden Investitions-Kosten aufgestellt.

Hierbei wurden folgende Kostenblöcke (Installationen jeweils mit Lieferung und Montage) berücksichtigt:

- **Wärmeerzeugungsanlage:**
Die jeweils gewählten Wärmeerzeuger mit zugehöriger Verrohrung innerhalb und außerhalb der Heizungszentrale (auf dem Grundstück der Heizungszentrale zur Anbindung von Solarthermie, Geothermie etc.)
Solarthermie- und PV-Feld mit Aufstellung auf der Freifläche und 5 MWh
Stromspeicher, Gaskessel in der Heizungszentrale, Abgasanlage und Zubehör (Druckhaltung, Wasseraufbereitung etc.), Geothermiebohrungen (bei Variante 1 und 4)
- **Hydraulische Einbindung und Verteilung:**
Wärmespeicherung mittels Pufferspeichern, Mehrstufenverteilsystem zur Schichtung unterschiedlicher Temperaturstufen in einem Pufferspeicher, Pumpengruppen zur Versorgung des Nahwärmenetzes
- **Regelung:**
zugehörige Regelung der Anlagen
- **Flüssiggas:**
Flüssiggastank und zugehöriger Gasanschluss
- **Nahwärmenetz:**
Verlegung und Verrohrung des Nahwärmenetzes, inklusive Erdaushub, Oberflächenwiederherstellung und Anbindung in den Gebäuden mittels Wärmeübergabestation und dezentralen Pufferspeichern
- **Heizzentrale:**
Errichtung eines zentralen Heizungsgebäudes zur Aufstellung der technischen Anlagen
- **Sonstiges:**
Planungskosten, Genehmigungen, Unvorhergesehenes, sowie Grundstückserwerbskosten

- Abzugskosten: in der Berechnung der Investitionskosten in Abzug gebracht werden zu erwartende Fördergelder, sowie die Geldeinlagen der Anschlussnehmer
- Einlage: Zur Basisfinanzierung des Vorhabens wird üblicherweise eine Einlage der Anschlussnehmer erhoben. Diese wurde in Bleichenbach auf 15.000 € je Gebäude gesetzt.

Die höchsten Investitionskosten ergeben sich inklusive Planungs- und Baunebenkosten für Variante 1 (Wärmepumpenkombi) mit rund 21,7 Mio. €, netto, gefolgt von Variante 4 (Pellet + Geothermie), 3 (Pellet + LWWP) und 2a (Strohpellet).

Variante 2 (Standardpellet) stellt mit knapp 13,6 Mio. €, netto die vergleichsweise günstigste Variante im Investitionsbedarf dar.

2.6 Vergleich der Varianten in der Vollkostenberechnung

Um die verschiedenen Varianten adäquat miteinander vergleichen zu können, wurde eine Vollkostenberechnung erstellt, in der die jeweiligen Kosten für Investition (Herstell- und Planungskosten), Verbrauch (Energiepreise inkl. Steuern und Abgaben, sowie CO₂-Bepreisung) und Betrieb (Wartung, Instandhaltung, Bedienung, Verwaltung etc.) aufgeführt sind.

Als Basis der Berechnung wurden Kostenschätzungen für die einzelnen Varianten (siehe Kapitel 2.5) erstellt, sowie Ansätze wie folgt gewählt:

a) Investitionszeitpunkt:	2026
b) Finanzierungszeitraum:	20 Jahre
c) Zinssatz (Investition Dorfwärme):	4,0 %
d) Zinssatz (Einlage und Privatinvestition) ¹⁰ :	3,0 %
e) Ansätze für Reparatur und Instandhaltung:	in Anlehnung der VDI 2067 ¹¹
f) Ansätze für Wartung:	Marktübliche Preise
g) Energiepreise:	nach aktueller Marktlage:

¹⁰ Für Privathaushalte wurde ein Zinssatz von 3 % gewählt. Hier ist davon auszugehen, dass entsprechende Rücklagen (Sparbuch o.ä.) vorhanden sind und lediglich die Zinsen dieser Rücklagen im Betrachtungszeitraum entfallen.

¹¹ Richtlinie des Verbands deutscher Ingenieure

Da die CO₂-Preise einer anderen Preissteigerung unterliegen, als die Energiepreisannteile, werden diese gesondert betrachtet. Die Berechnung erfolgt mit den nachfolgend dargestellten Netto-Energiepreisen und sind einheitlich auf ct/kWh umgelegt. Zum besseren Vergleich werden auf der rechten Seite der Auflistung die Brutto-Endpreise inkl. CO₂-Besteuerung und mit üblichen Einheiten dargestellt.

	<u>Netto, ohne CO₂-Anteil</u>	<u>Brutto, inkl. CO₂-Anteil</u>
Strompreis Gewerbekunde:	21,535 ct/ kWh	25,672 ct/kWh
Strompreis Haushaltskunde:	32,00 ct/kWh	38,126 ct/kWh
Flüssiggaspreis:	5,912 ct/ kWh	52,6 ct/l
Heizöl-Preis:	8,502 ct/kWh	1,10 €/ l
Pelletpreis:	7,000 ct/kWh	416 €/t
	(derzeit keine CO ₂ -Steuer)	(derzeit keine CO ₂ -Steuer)
Strohpelletpreis:	4,000 ct/kWh	233 €/t
	(derzeit keine CO ₂ -Steuer)	(derzeit keine CO ₂ -Steuer)

h) Einspeisevergütung Photovoltaik-Strom: Gewählt 0,06 €/kWh, netto

Nicht selbst genutzter PV-Strom wird in das öffentliche Stromnetz eingespeist und mit derzeit 0,06 €/kWh, netto vergütet (*Bundesnetzagentur, 2024*).

i) CO₂-Emissions-Gebühr: Gewählt 120 €/tCO₂

2021 wurde mit dem Klimaschutzpaket der Bundesregierung die CO₂-Steuer eingeführt. Seitdem steigt diese jährlich und liegt aktuell bei 45 €/tCO₂.

Bis 2026 gibt es hierfür einen festen Preisanstieg. Danach müssen die CO₂-Zertifikate, welche den CO₂-Preis bestimmen, am Markt gehandelt werden. Aktuelle Expertenschätzungen gehen von einem CO₂-Preis von 100-220 €/tCO₂ ab 2030 (*Kopernikus, 2021*) aus.

Die CO₂-Äquivalente verschiedener Brennstoffe können entsprechenden Tabellen entnommen werden (*bafa, 2022*). Für Öl, Gas und Pellets bleiben diese konstant. Für Strom sieht das Klimaschutzpaket stetig steigende Anteile der erneuerbaren Energiegewinnung bis 2045 (100 %) mit gleichzeitig sinkenden CO₂-Äquivalenten auf 0 g/kWh vor (*Bundesregierung, 2021*).

Pellets haben derzeit ein theoretisches CO₂-Äquivalent von 20 g/kWh. Bei nicht nachhaltigem Anbau beträgt dieses jedoch 40+ g/kWh. Da Brennstoffe aus Holz jedoch derzeit nicht unter die CO₂-Besteuerung fallen, ergeben sich für die Preisermittlung 0 g/kWh.

j) Preissteigerungen Energiepreise:	Strom:	0,5 %/a
	Flüssiggas:	1,0 %/a
	Heizöl:	2,0 %/a
	Pellets:	1,0 %/a
	Einspeisevergütung Strom:	0,0 %/a

Die zuvor genannten Energiepreise bilden die aktuell üblichen Preise des Energiemarktes ab. Um auch zukünftige Veränderungen des Marktes abbilden zu können, werden die Energiepreise mit einem Preissteigerungsfaktor belegt. Dieser wird auf Basis aktueller Prognosen gewählt (*Bundestag, 2023*). Fossile Brennstoffe, insbesondere Heizöl erfahren hiernach einen größeren Preisanstieg. Da insbesondere in älteren Gebäuden Pelletkessel zum Einsatz kommen werden, die Nachfrage am Markt zunehmend steigt, die regionale Produktion und Versorgung jedoch begrenzt ist, wurde auch für Holzpellets ein Preisanstieg von 1 % je Jahr gewählt.

Die derzeitigen Klimastrategien der Bundesregierung sehen eine hauptsächliche Wärmeversorgung über Strom (Wärmepumpen) vor. Die Bundesregierung strebt einen nahezu gleichbleibenden Strompreis an. Auf Grund von unvorhergesehenen Marktveränderungen wurde deshalb ein moderater Preisanstieg von 0,5 % je Jahr gewählt.

Für die Einspeisevergütung des PV-Stroms wird ein Festpreis für 20 Jahre angestrebt, weshalb keine Preissteigerung gewählt wurde.

Zur besseren Übersicht wurden die historischen Energiepreise seit 2010 mit der durchschnittlichen Preissteigerungsrate im nachfolgenden Diagramm dargestellt und mit den derzeitigen Prognosen bis 2035 ergänzt.

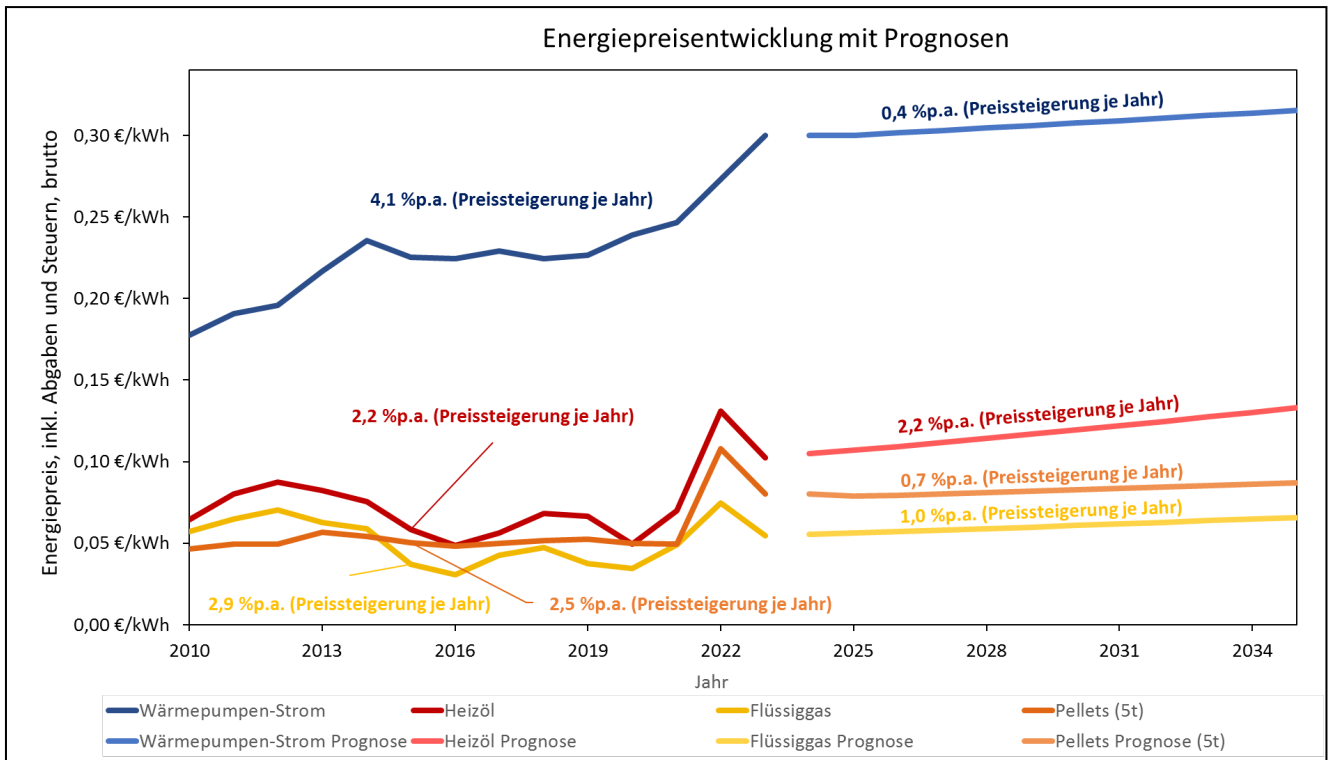


Abbildung 2 Energiepreishistorie und derzeitige Prognosen der Bundesregierung

- k) Ansätze Stundensätze Bedienung,
 Versicherung und Verwaltung,
 Prüf- und Kontrollgebühren,
 Sonstiges:

übliche Ansätze/ Erfahrungswerte

2.7 Ergebnisse der Vollkostenberechnung

2.7.1 Investitionskosten

Die Investitionskosten setzen sich aus den Herstellkosten und den Baunebenkosten, wie Planungs- und Bauüberwachungskosten, sowie Ansätzen für Unvorhergesehenes und sonstigen Kosten zusammen.

Wie zuvor beschrieben ergeben sich die höchsten Investitionskosten für Variante 1, die geringsten für Variante 2 und 2a. Die Kostenangaben sind netto und ohne Abzüge von Förderung, Einlage etc. zu verstehen.

Stand: 08.05.2024	Variante 1	Variante 2	Variante 2a	Variante 3	Variante 4
Beschreibung	Geothermie-Wärmepumpe + Luft-Wasser-Wärmepumpe + Solarthermie + PV + Flüssiggas	Pelletkesselanlage + Solarthermie + Flüssiggas	Pelletkesselanlage mit Strohpellets + Solarthermie + Flüssiggas	Luft-Wasser-Wärmepumpe + Pelletkesselanlage + Solarthermie + PV + Flüssiggas	Geothermie-Wärmepumpe + Pelletkesselanlage + Solarthermie + PV + Flüssiggas
Investitionskosten					
Herstellkosten	17.744.500 €	10.895.000 €	11.795.000 €	13.150.000 €	14.915.000 €
Planungs- und Bauüberwachungskosten, Unvorhergesehenes, Sonstiges	3.931.984 €	2.660.713 €	2.847.463 €	2.978.625 €	3.344.863 €
Summe Investitionskosten	21.676.484 €	13.555.713 €	14.642.463 €	16.128.625 €	18.259.863 €

Abbildung 3 Investitionskosten, netto ohne Abzüge

2.7.2 Kapitalkosten

Aus den Investitionskosten ergeben sich nach Abzug der Förderung und der Einlage durch die Anschlussnehmer unter Berücksichtigung des Zinssatzes (4 % p.a., 20 Jahre Finanzierungslaufzeit) jährliche Netto-Kapitalkosten, welche neben den Investitionskosten auch Reparaturrückstellungen und Ersatzinvestitionen¹² berücksichtigen.

Die Kapitalkosten werden auf jährliche Kosten innerhalb des Betrachtungszeitraums (20 Jahre) umgelegt.

Stand: 08.05.2024	Variante 1	Variante 2	Variante 2a	Variante 3	Variante 4
Beschreibung	Geothermie-Wärmepumpe + Luft-Wasser-Wärmepumpe + Solarthermie + PV + Flüssiggas	Pelletkesselanlage + Solarthermie + Flüssiggas	Pelletkesselanlage mit Strohpellets + Solarthermie + Flüssiggas	Luft-Wasser-Wärmepumpe + Pelletkesselanlage + Solarthermie + PV + Flüssiggas	Geothermie-Wärmepumpe + Pelletkesselanlage + Solarthermie + PV + Flüssiggas
Kapitalkosten					
Annuität					
Annuität (Zins und Tilgung)	544.332 €/a	296.520 €/a	360.576 €/a	388.265 €/a	441.237 €/a
Reparaturrückstellung					
Reparaturrückstellung (ohne Netz, Sonden, Bauwerk Heizzentrale)	114.701 €/a	124.359 €/a	157.597 €/a	130.439 €/a	128.670 €/a
Summe Kapitalkosten	659.033 €/a	420.879 €/a	518.173 €/a	518.705 €/a	569.907 €/a

Abbildung 4 Kapitalkosten, netto

Die Rangfolge der Kapitalkosten ergibt sich analog der Investitionskosten. Für Variante 1 ergeben sich die höchsten Kapitalkosten und für Variante 2 die geringsten. Auf Grund der höheren Reparaturrückstellungen bei Variante 2a ergibt sich größerer Abstand zur Variante 2. Gleichzeitig verringert sich der Kostenvorteil zu Variante 3 nahezu vollständig

¹² Für jede Anlagenkomponente wird eine theoretische Lebensdauer gewählt. Liegt diese unter der Dauer des Betrachtungszeitraums, ist mit einer Ersatzinvestition innerhalb des Betrachtungszeitraums zu rechnen, welche u.U. erneut finanziert werden muss.

2.7.3 Bedarfskosten (Verbrauch)

Die Bedarfskosten bilden den Kostenanteil des Energiebezugs ab. Hierbei werden die Verbräuche der Anlagen aufsummiert und mit den mittleren Energiepreisen (durchschnittliche Energiepreise mit Preissteigerung) multipliziert. Hinzu kommen die CO₂-Preise, welche über die verbrauchte Energie, die entsprechenden CO₂-Äquivalentsfaktoren und die spezifischen prognostizierten CO₂-Preise ermittelt werden. Strom, welcher durch die PV-Anlage erzeugt und in den Wärmepumpen genutzt werden kann, wird in Abzug gebracht. Überschüssiger PV-Strom wird über die Einspeisevergütung ebenfalls angerechnet.

Stand: 08.05.2024	Variante 1	Variante 2	Variante 2a	Variante 3	Variante 4
Beschreibung	Geothermie-Wärmepumpe + Luft-Wasser-Wärmepumpe + Solarthermie + PV + Flüssiggas	Pelletkesselanlage + Solarthermie + Flüssiggas	Pelletkesselanlage mit Strohpellets + Solarthermie + Flüssiggas	Luft-Wasser-Wärmepumpe + Pelletkesselanlage + Solarthermie + PV + Flüssiggas	Geothermie-Wärmepumpe + Pelletkesselanlage + Solarthermie + PV + Flüssiggas
Bedarfskosten					
Übersicht Verbrauchskosten					
Pellets	0,00 €/a	599.342,69 €/a	0,00 €/a	317.299,07 €/a	317.299,07 €/a
Strohpellets	0,00 €/a	0,00 €/a	342.481,53 €/a	0,00 €/a	0,00 €/a
Erdgas	10.330,36 €/a	25.825,90 €/a	25.825,90 €/a	25.825,90 €/a	25.825,90 €/a
Strom (nur Wärmepumpen)	176.349,57 €/a	0,00 €/a	0,00 €/a	136.175,35 €/a	122.443,83 €/a
Strom (Gewinne aus PV-Einspeisung)	-9.600,00 €/a	0,00 €/a	0,00 €/a	-21.000,00 €/a	-6.600,00 €/a
Verbrauchskosten, gesamt	177.079,93 €/a	625.168,59 €/a	368.307,44 €/a	458.300,32 €/a	458.968,80 €/a
CO₂-Steuer					
CO ₂ -Steuer (im Betrachtungszeitraum), gesamt	17.555,59 €/a	11.417,14 €/a	11.417,14 €/a	21.446,91 €/a	20.435,54 €/a
Summe Bedarfskosten	194.635,51 €/a	636.585,73 €/a	379.724,58 €/a	479.747,23 €/a	479.404,34 €/a

Abbildung 5 Bedarfs- (Verbrauchs-) Kosten, netto

Die niedrigsten Bedarfskosten ergeben sich für Variante 1, welche mit einem Abstand von rund 180.000 €/a günstiger als Variante 2a ist.

Die Varianten 3 und 4 liegen zu Variante 1 mit ca. 280.000 €/a mehr gleichauf im Mittelfeld.

Die höchsten Bedarfskosten ergeben sich für Variante 2 mit fast 440.000 €/a mehr zu Variante 1.

Bei der durchschnittlichen CO₂-Steuer ergeben sich lediglich geringe Unterschiede der Varianten mit einer maximalen Differenz von 10.000 €/a.

2.7.4 Betriebskosten

In den Betriebskosten werden alle Kosten eingepreist, welche für den laufenden Betrieb der Anlagen und des Netzes notwendig sind. Hierzu zählen neben der Wartung und Kontrollgebühren auch Kosten für die Bedienung (z.B. Reinigungsarbeiten, Kontrollgänge, kleinere Störungsbehebungen etc.), Verwaltung (Rechnungsstellung, Rechnungsanweisungen etc.), sowie Versicherungskosten und sonstige unvorhergesehene laufende Kosten.

Stand: 08.05.2024	Variante 1	Variante 2	Variante 2a	Variante 3	Variante 4
Beschreibung	Geothermie-Wärmepumpe + Luft-Wasser-Wärmepumpe + Solarthermie + PV + Flüssiggas	Pelletkesselanlage + Solarthermie + Flüssiggas	Pelletkesselanlage mit Strohpellets + Solarthermie + Flüssiggas	Luft-Wasser-Wärmepumpe + Pelletkesselanlage + Solarthermie + PV + Flüssiggas	Geothermie-Wärmepumpe + Pelletkesselanlage + Solarthermie + PV + Flüssiggas
Betriebskosten					
Wartung Anlagentechnik (Herstellerangaben/ Erfahrungswerte)	48.250 €/a	40.600 €/a	51.100 €/a	42.650 €/a	42.350 €/a
inkl. Preissteigerung Wartung (Inflationsrate, derzeit)	54.843 €/a	46.148 €/a	58.082 €/a	48.478 €/a	48.137 €/a
Bedienung, Stundenaufwand, Stundenansatz	279 h/a	406 h/a	496 h/a	386 h/a	386 h/a
Bedienung, Stundenaufwand jährlich	8.370 €/a	12.180 €/a	14.880 €/a	11.580 €/a	11.580 €/a
Versicherung und Verwaltung	17.745 €/a	10.895 €/a	11.795 €/a	13.150 €/a	14.915 €/a
Prüf- und Kontrollgebühren	10.000 €/a	15.000 €/a	15.000 €/a	12.500 €/a	12.500 €/a
Sonstige Kosten	17.745 €/a	10.895 €/a	11.795 €/a	13.150 €/a	14.915 €/a
Summe Betriebskosten	108.701,92 €/a	95.117,62 €/a	111.552,35 €/a	98.857,73 €/a	102.046,74 €/a

Abbildung 6 Betriebskosten (laufende Kosten), netto

Im Vergleich zu den Kapital- und Bedarfskosten ergeben sich geringe Betriebskosten mit minimalen Unterschieden von maximal 13.000 €/a zwischen den Varianten.

Am besten schneidet hier Variante 2 ab.

2.7.5 Gesamtjahreskosten

Alle Kostenbestandteile wurden auf den Betrachtungszeitraum als jährliche Kosten ermittelt. Aufsummiert ergeben sich hieraus die Gesamtjahreskosten.

Geteilt durch den gesamten Jahres-Wärmebedarf inklusive Wärmeverteilverlusten ergibt sich der sogenannte Wärmegestehungspreis in €/kWh. Hierüber können die zu erwartenden Jahreskosten der einzelnen Anschlussnehmer ermittelt und dem Bestands- oder einem Vergleichssystem gegenübergestellt werden.

Stand: 08.05.2024	Variante 1	Variante 2	Variante 2a	Variante 3	Variante 4
Beschreibung	Geothermie-Wärmepumpe + Luft-Wasser-Wärmepumpe + Solarthermie + PV + Flüssiggas	Pelletkesselanlage + Solarthermie + Flüssiggas	Pelletkesselanlage mit Strohpellets + Solarthermie + Flüssiggas	Luft-Wasser-Wärmepumpe + Pelletkesselanlage + Solarthermie + PV + Flüssiggas	Geothermie-Wärmepumpe + Pelletkesselanlage + Solarthermie + PV + Flüssiggas
Zusammenstellung					
Kapitalkosten	659.033 €/a	420.879 €/a	518.173 €/a	518.705 €/a	569.907 €/a
Bedarfskosten (einschl. Verbrauchskosten, CO2-Steuer, Erlöse PV o. Ä.)	194.636 €/a	636.586 €/a	379.725 €/a	479.747 €/a	479.404 €/a
Betriebskosten	108.702 €/a	95.118 €/a	111.552 €/a	98.858 €/a	102.047 €/a
Summe Jahreskosten	962.370 €/a	1.152.582 €/a	1.009.450 €/a	1.097.310 €/a	1.151.358 €/a
Gestehungskosten					
Wärmegestehungskosten	0,124 €/kWh	0,148 €/kWh	0,130 €/kWh	0,141 €/kWh	0,148 €/kWh
Wärmekosten je Durchschnittsgebäude, 28.000 kWh/a (gesamte erzeugte Wärme)	3.501 €/a	4.193 €/a	3.673 €/a	3.992 €/a	4.189 €/a

Abbildung 7 Gesamtjahreskosten, netto

Wärmekosten je Durchschnittsgebäude, brutto	4.166 €/a	4.990 €/a	4.371 €/a	4.750 €/a	4.985 €/a
--	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------

Abbildung 8 Gesamtjahreskosten Durchschnittsgebäude, brutto

Im Vergleich der Varianten werden die Kostenverschiebungen verschiedener Varianten deutlich. Die größten Unterschiede ergeben sich jedoch in den Bedarfs- (Verbrauchs-) kosten, wodurch im Wesentlichen die Reihenfolge der Varianten beeinflusst wird. Die Varianten 1 und 2a stellen mit rund 1,0 Mio€/a, netto und einem Jahreskostenunterschied von 50.000 € zueinander die günstigsten Varianten dar. Die Variante 2, 3 und 4 bilden mit Jahreskostenunterschieden von 130.000 bis 190.000 €/a im Vergleich zu Variante 1 die Schlusslichter.

2.8 Fazit Nahwärmevarianten

Es wurden insgesamt fünf Varianten untersucht und hinsichtlich der Gesamtjahreskosten bestehend aus Kapital-, Bedarfs- (Verbrauchs-) und Betriebs- (laufende) kosten verglichen.

In Summe bilden die Varianten 1 und 2a die günstigsten Varianten, während für Variante 2, 3 und 4 wesentlich höhere Jahreskosten zu erwarten sind.

Der Kostenunterschied zwischen den beiden besten Varianten 1 und 2a ist mit rund 50.000 € im Jahr gering. Variante 2a ist mit vergleichsweise vielen Risiken verbunden, wie unter „d) Strohpelletkessel (alternativ Grünpflegeschnitt)“ beschrieben. Die geringeren Investitionskosten stehen demnach einem höheren Instandsetzungs- und Bedienungsaufwand, sowie einer höheren Wahrscheinlichkeit von Betriebsausfällen entgegen. Unsicher ist, ob eine ausreichende Brennstofflieferung auch in Jahren mit gemindertem Ernteertrag (z.B. Dürrejahre) gewährleistet ist.

Bei Variante 1 bedarf es weiterhin keiner häufigen Anlieferungen, wie es bei Variante 2 und 2a der Fall wäre. Auch ist hier mit geringen Geräusch- und Rauchemissionen zu rechnen. Geruchsbelastungen werden ebenso vermieden. Für Variante 1 spricht des Weiteren ein hoher Grad an Autarkie, da ein Teil der erzeugten Energie ohne Bezug Dritter erfolgt (Strom aus Photovoltaik, Nutzen von Umweltenergie).

Variante 1 wird deshalb im weiteren Planungsverlauf priorisiert.

Über die berechneten Wärmegestehungskosten berechnen sich die Jahresgesamtkosten je durchschnittlichem Anschlussnehmer.

Für einen durchschnittlichen Anschlussnehmer (28.000 kWh, 2.800 l Heizöl im Jahr) ergeben sich für die günstigste Variante 1 theoretische Jahreskosten von 4.509 €, netto. Da hierin ein jährlicher Abschlag der Einlage einberechnet wurde, sind die tatsächlich an die Dorfwärme zu zahlenden Jahreskosten um diesen Anteil (1.008 €/a, netto) niedriger.

Hieraus (4.166 €/a, brutto) ergeben sich monatlich zu zahlende Abschläge für das durchschnittliche Gebäude (2.800L Jahresverbrauch) von rund 347 €/Monat, brutto. Dies entspricht über den Betrachtungszeitraum von 20 Jahren ca. 0,148 €/kWh, brutto inkl. Preissteigerungen und aller anfallender Kosten (zum Vergleich: der reine, aktuelle Energiepreis für Heizöl liegt ohne Preissteigerung bei 0,11 €/kWh, brutto ohne Berücksichtigung der laufenden Kosten, Reparaturen etc.). Der reine Verbrauchspreis des Nahwärmekonzepts liegt mit 0,03 €/kWh, brutto so günstig, wie mit kaum einem anderen Wärmekonzept erreichbar wäre.

Ein Vergleich weiterer Gebäudetypen mit unterschiedlichem Wärmebedarf erfolgt im nachfolgenden Kapitel 2.9.

2.9 Vergleich mit Einzelanlagen

Um die gewählte Variante 1 für den Anschlussnehmer einfacher mit dem eigenen Gebäude vergleichen zu können, wurde die Vollkostenberechnung für Einzelgebäude mit verschiedenem Heizleistungsbedarf wiederholt und den Varianten des Nahwärmenetzes gegenübergestellt.

Die Vergleichsvarianten beinhalten den Austausch eines Ölkessels, die Neuerrichtung einer Pelletsanlage und alternativ einer Luft-Wasser-Wärmepumpe. Die Energiepreise und Preissteigerungen wurden wie in den Hauptvarianten gewählt. An dieser Stelle sei jedoch erwähnt, dass die Energiebezugspreise für Einzelgebäude in der Regel höher liegen, als für einen Großabnehmer, wie es bei dem Dorfwärme-Projekt der Fall ist.

Es wurden drei Gebäudetypen nach deren Wärmeenergiebedarf betrachtet. Da der Großteil der Gebäude mittels Heizöl beheizt wird, wurden die Wärmebedarfe zum Zweck der besseren Nachvollziehbarkeit in den jährlich benötigten Heizölbedarf umgerechnet.

- Gebäudetyp 1: Heizölbedarf 1.800 Liter/Jahr, 18.000 kWh/a Wärmebedarf
- Gebäudetyp 2: Heizölbedarf 2.400 Liter/Jahr, 24.000 kWh/a Wärmebedarf
- Gebäudetyp 3: Heizölbedarf 4.800 Liter/Jahr, 48.000 kWh/a Wärmebedarf

Die Ergebnisse werden nachfolgend nach Gebäudetyp aufgeführt.

2.9.1 Gebäudetyp 1: 1.800 Liter Heizöl, 18.000 kWh

Im Vergleich mit der priorisierten Variante 1 ergeben sich für die Bedarfs- und Betriebskosten aller Varianten höhere Jahreskosten. Die Kapitalkosten sind auf Grund der Einlage für den Anschluss an das Nahwärmenetz am höchsten.

Stand: 08.04.2024	Nahwärme-anschluss	Ersatz-Variante 1	Variante 2	Variante 3
Beschreibung	Priorisierte Variante 1	Heizölkessel	Pelletkessel	Luft-Wasser-Wärmepumpe
Zusammenstellung				
Kapitalkosten*	2.536 €/a	779 €/a	1.622 €/a	1.430 €/a
Bedarfskosten	451 €/a	2.480 €/a	1.360 €/a	1.593 €/a
Betriebskosten	252 €/a	629 €/a	1.643 €/a	566 €/a
Summe Jahreskosten	3.239 €/a	3.888 €/a	4.626 €/a	3.589 €/a

Abbildung 9 Gesamtkostenvergleich Nahwärme mit Wärmeerzeugung je Gebäude mit 1.800 L Heizölverbrauch, netto

* in den Kapitalkosten des Nahwärmeanschlusses wurde die anfänglich zu zahlende Einlage als theoretischer Jahreskostenanteil berücksichtigt

Der vermeintliche Kostenvorteil der Kapitalkosten wird bei allen Vergleichsvarianten durch die deutlich höheren Verbrauchs- und laufenden Kosten ausgeglichen, sodass der Anschluss an das priorisierte Nahwärmekonzept gegenüber der drei Vergleichsvarianten am günstigsten ist.

Der Anschluss an das Nahwärmenetz wird nach Ablauf der Finanzierungszeit der Investitionskosten einiger Bestandteile des Nahwärmenetzes weiterhin von 3.240 €/a, netto um rund 690 €/a, netto gemindert.

Der Nahwärmeanschluss ist im Vergleich mit den betrachteten Varianten im Betrachtungszeitraum um 8 - 25 % und nach Wegfall der oben genannten Teilfinanzierung um 60 - 70 % günstiger.

Die theoretischen jährlichen Kosten belaufen sich dann (nach 20 Jahren) auf rund 1.525 €/a, netto.

Die Zahlung der Einlage erfolgt zwar zu Beginn des Betrachtungszeitraums, ist jedoch für eine konsequente Vergleichbarkeit der Varianten notwendig und in den oben genannten Zahlen (mit 1.008 €/a) enthalten. In den nachfolgenden monatlichen Abschlägen wird die Einlage nicht mehr berücksichtigt.

Die monatlich zu zahlenden Abschläge an die Dorfwärme liegen somit für den vor genannten Gebäudetyp (1.800 L Heizöl im Jahr) bei **rund 224 €/Monat, brutto** und nach 20 Jahren bei **rund 151 €/Monat, brutto**.

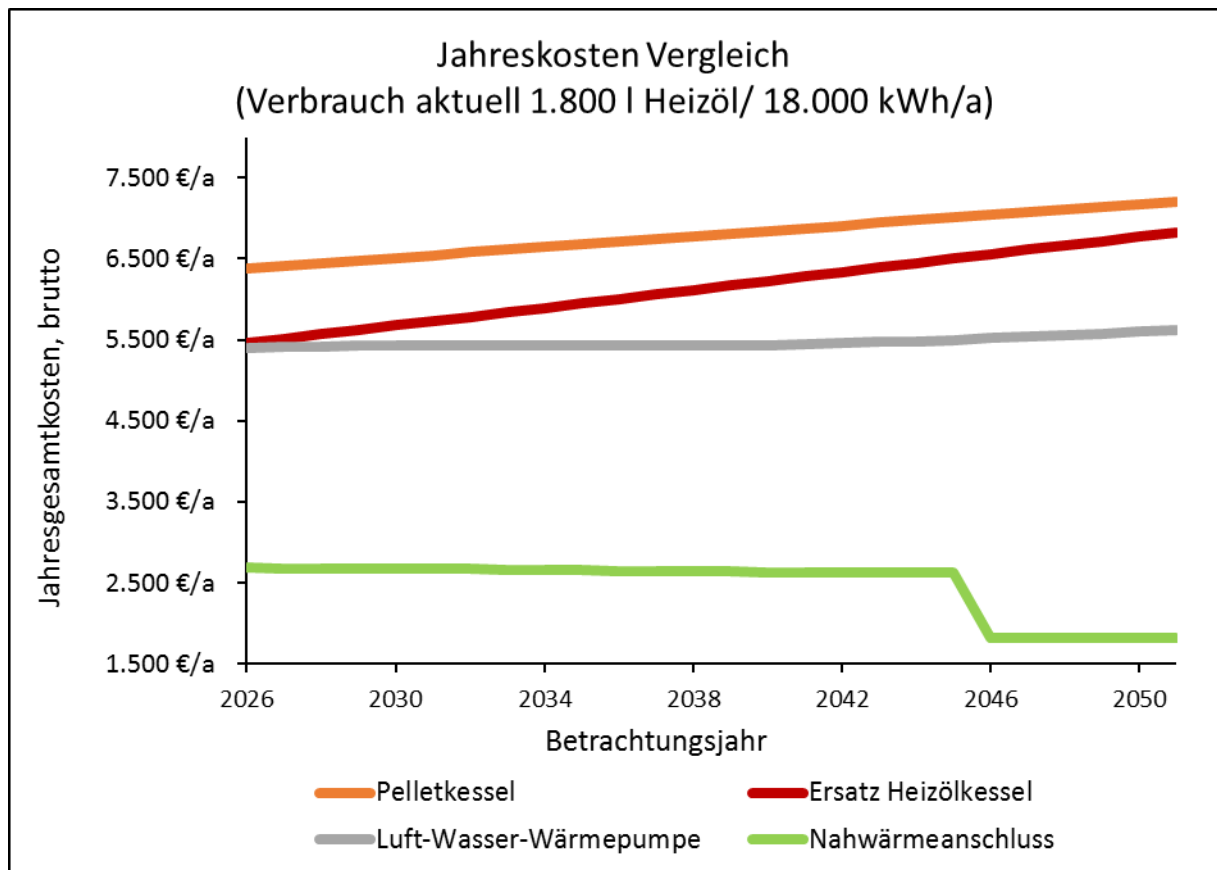


Abbildung 10 Jahresgesamtkosten des Nahwärmeanschlusses mit den Vergleichsvarianten für ein Gebäude mit 1.800 L Heizölverbrauch im Jahr, brutto

2.9.2 Gebäudetyp 2: 2.400 Liter Heizöl, 24.000 kWh

Im Vergleich mit der priorisierten Variante 1 ergeben sich für die Bedarfs- und Betriebskosten aller Varianten höhere Jahreskosten. Die Kapitalkosten sind auf Grund der Einlage für den Anschluss an das Nahwärmenetz am höchsten.

Stand: 08.04.2024	Nahwärme-anschluss	Ersatz-Variante 1	Variante 2	Variante 3
Beschreibung	Priorisierte Variante 1	Heizölkessel	Pelletkessel	Luft-Wasser-Wärmepumpe
Zusammenstellung				
Kapitalkosten*	3.045 €/a	1.044 €/a	2.013 €/a	1.770 €/a
Bedarfskosten	602 €/a	3.307 €/a	1.814 €/a	2.124 €/a
Betriebskosten	336 €/a	696 €/a	1.812 €/a	678 €/a
Summe Jahreskosten	3.983 €/a	5.046 €/a	5.639 €/a	4.571 €/a

Abbildung 11 Gesamtkostenvergleich Nahwärme mit Wärmeerzeugung je Gebäude mit 2.400 L Heizölverbrauch, netto

* in den Kapitalkosten des Nahwärmeanschlusses wurde die anfänglich zu zahlende Einlage als theoretischer Jahreskostenanteil berücksichtigt

Der vermeintliche Kostenvorteil der Kapitalkosten wird bei allen Vergleichsvarianten durch die deutlich höheren Verbrauchs- und laufenden Kosten ausgeglichen, sodass der Anschluss an das priorisierte Nahwärme-Konzept gegenüber den drei Vergleichsvarianten am günstigsten ist.

Der Anschluss an das Nahwärmenetz wird nach Ablauf der Finanzierungszeit der Investitionskosten einiger Bestandteile des Nahwärmenetzes weiterhin von 3.980 €/a, netto um rund 920 €/a, netto gemindert.

Der Nahwärmeanschluss ist im Vergleich mit den betrachteten Varianten im Betrachtungszeitraum um 15 – 33 % und nach Wegfall der oben genannten Teilfinanzierung um 55 – 65 % günstiger.

Die theoretischen jährlichen Kosten belaufen sich dann (nach 20 Jahren) auf rund 3.050 €/a, netto.

Die Zahlung der Einlage erfolgt zwar zu Beginn des Betrachtungszeitraums, ist jedoch für eine konsequente Vergleichbarkeit der Varianten notwendig und in den oben genannten Zahlen (mit 1.008 €/a) enthalten. In den nachfolgenden monatlichen Abschlägen wird die Einlage nicht mehr berücksichtigt.

Die monatlich zu zahlenden Abschläge an die Dorfwärme liegen somit für den vor genannten Gebäudetyp (2.400 L Heizöl im Jahr) bei **rund 298 €/Monat, brutto** und nach 20 Jahren bei **rund 202 €/Monat, brutto**.

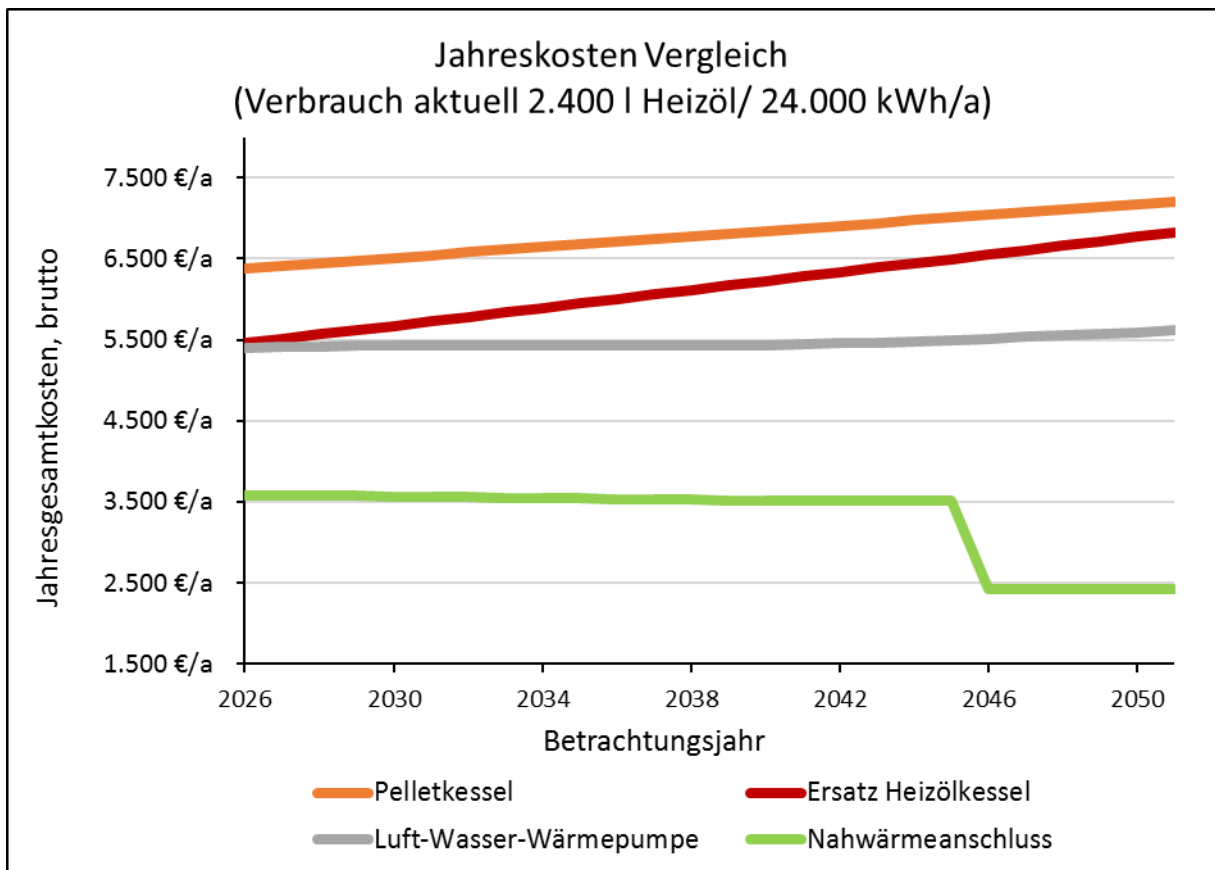


Abbildung 12 Jahresgesamtkosten des Nahwärmeanschlusses mit den Vergleichsvarianten für ein Gebäude mit 2.400 L Heizölverbrauch im Jahr, brutto

2.9.3 Gebäudetyp 3: 4.800 Liter Heizöl, 48.000 kWh

Im Vergleich mit der priorisierten Variante 1 ergeben sich für die Bedarfs- und Betriebskosten aller Varianten höhere Jahreskosten. Die Kapitalkosten sind auf Grund der Einlage für den Anschluss an das Nahwärmenetz am höchsten.

Stand: 08.04.2024	Nahwärme-anschluss	Ersatz-Variante 1	Variante 2	Variante 3
Beschreibung	Priorisierte Variante 1	Heizölkessel	Pelletkessel	Luft-Wasser-Wärmepumpe
Zusammenstellung				
Kapitalkosten*	5.083 €/a	1.889 €/a	3.688 €/a	4.255 €/a
Bedarfskosten	1.203 €/a	6.613 €/a	3.627 €/a	4.248 €/a
Betriebskosten	672 €/a	894 €/a	2.525 €/a	1.095 €/a
Summe Jahreskosten	6.958 €/a	9.396 €/a	9.840 €/a	9.598 €/a

Abbildung 13 Gesamtkostenvergleich Nahwärme mit Wärmeerzeugung je Gebäude mit 4.800 L Heizölverbrauch, netto

* in den Kapitalkosten des Nahwärmeanschlusses wurde die anfänglich zu zahlende Einlage als theoretischer Jahreskostenanteil berücksichtigt

Der vermeintliche Kostenvorteil der Kapitalkosten wird bei allen Vergleichsvarianten durch die deutlich höheren Verbrauchs- und laufenden Kosten ausgeglichen, sodass der Anschluss an das priorisierte Nahwärmekonzept gegenüber der drei Vergleichsvarianten am günstigsten ist.

Der Anschluss an das Nahwärmenetz wird nach Ablauf der Finanzierungszeit der Investitionskosten einiger Bestandteile des Nahwärmenetzes weiterhin von 6.960 €/a, netto um rund 1.840 €/a, netto gemindert.

Der Nahwärmeanschluss ist im Vergleich mit den betrachteten Varianten im Betrachtungszeitraum um 25 – 30 % und nach Wegfall der oben genannten Teilfinanzierung um 60 % günstiger.

Die theoretischen jährlichen Kosten belaufen sich dann (nach 20 Jahren) auf rund 5.085 €/a, netto.

Die Zahlung der Einlage erfolgt zwar zu Beginn des Betrachtungszeitraums, ist jedoch für eine konsequente Vergleichbarkeit der Varianten notwendig und in den oben genannten Zahlen (mit 1.008 €/a) enthalten. In den nachfolgenden monatlichen Abschlägen wird die Einlage nicht mehr berücksichtigt.

Die monatlich zu zahlenden Abschläge an die Dorfwärme liegen somit für den vor genannten Gebäudetyp (4.800 L Heizöl im Jahr) bei **rund 597 €/Monat, brutto** und nach 20 Jahren bei **rund 403 €/Monat, brutto**.

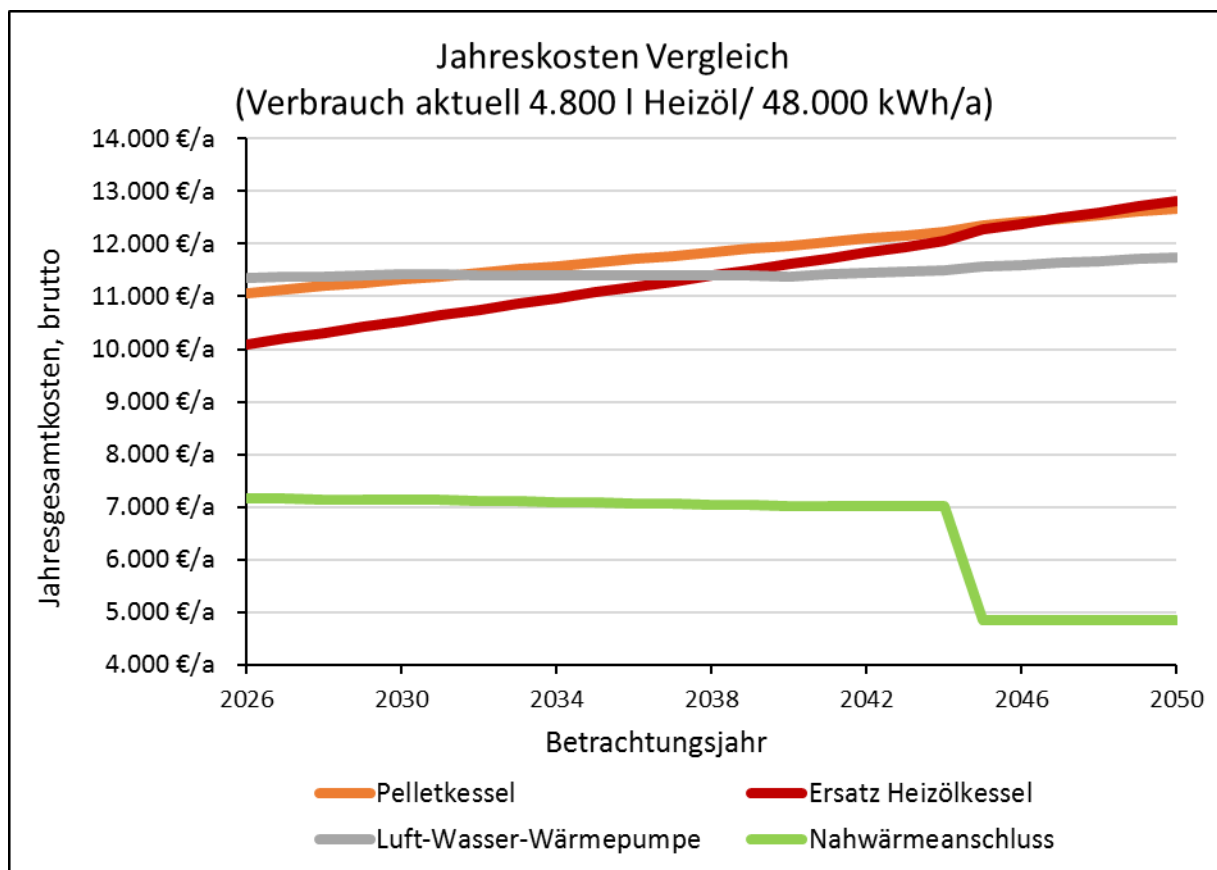


Abbildung 14 Jahresgesamtkosten des Nahwärmeanschlusses mit den Vergleichsvarianten für ein Gebäude mit 4.800 L Heizölverbrauch im Jahr, brutto

2.10 Möglichkeiten zur Kostenreduktion

Um Kosten in der Investition und im späteren Betrieb zu minimieren, haben sich in anderen vergleichbaren Projekten Eigenleistungen durch die Bürger bewährt. So können zum Beispiel Erdaushübe auf den Grundstücken, Errichten von Zufahrtswegen etc. die Investitionen reduzieren.

Weitere Kostenreduzierungen ergeben sich durch den Abruf von Fördergeldern. Dieser Anteil wurde in den Kostenschätzungen der Varianten bereits mit 40 % berücksichtigt.

Das derzeitige Planungskonzept bildet eine Vorbetrachtung, welche für den aktuellen Bedarf eher konservativ kalkuliert wurde. Im Planungsverlauf können hier demnach noch Veränderungen in den Kosten und der letztendlichen Ausführung erkenntlich werden.

3. Zusammenfassung und Ausblick

Unter dem Gedanken „von Bleichenbach für Bleichenbach“ entstand die Idee eines Nahwärmenetzes für Bleichenbach. Seitdem wurden die Potentiale eines Wärmeversorgungskonzepts durch das Ingenieurbüro EWT näher untersucht und verschiedene, ökologisch und ökonomisch Lösungen aufgestellt, mögliche Standorte einer Heizzentrale bewertet, der Gesamtwärmebedarf der interessierten Anschlussnehmer ermittelt und schlussendlich mehrere Wärmeerzeugungsvarianten in einer Vollkostenberechnung verglichen. Ziel war es, die rund 270 Anschlussnehmer mit einer weitestgehend regenerativen, von Markteinflüssen wenig beeinflusste Wärmeerzeugung zu versorgen. Auf Grund gesetzlicher Vorgaben und unter den Aspekten der Standortmöglichkeiten wurden Wärmepumpensysteme und Pelletkessel-Kombinationen in verschiedenen Variationen betrachtet. Alle Varianten werden durch Solarthermie- und eine Flüssiggaskessel-Spitzenlast-Anlage, sowie wo sinnvoll mit einer Photovoltaikanlage ergänzt.

Die hieraus priorisierte Variante 1, eine Wärmepumpenkombination aus Luft-Wasser-Wärmepumpen und Geothermie-Wärmepumpen mit Erdwärmesonden ist im Vergleich günstiger als Variante 2a, eine Pelletkesselanlage mit Spezialkessel zur Nutzung von Strohpellets. Auf Grund diverser technischer Anforderungen an den Kessel, den erhöhten Bedienungsaufwand, regelmäßige Belieferungen etc. wird die Variante 2a jedoch nicht favorisiert.

Des Weiteren wurde die zentrale Wärmeerzeugung in einer weiteren Betrachtung mit möglichen Lösungen einer Einzelgebäude-Installation von Heizölkesseln, Pelletkesseln und Luft-Wasser-Wärmepumpen verglichen. Auch im direkten Vergleich konnte die Nahwärme mit Variante 1 langfristig die kostengünstigste Variante darstellen.

Neben den genannten Kostenvorteilen bringt ein Nahwärmeanschluss weitere positive Aspekte mit sich:

- ✓ **Erfüllung rechtliche Anforderungen:** mit dem Nahwärmeanschluss erfüllt das Gebäude automatisch den erforderlichen Anteil erneuerbarer Energien in der Wärmeerzeugung. Insbesondere in Gebäuden, welche nicht ohne weitere Maßnahmen über eine Wärmepumpe beheizt werden können, kann so

vergleichsweise kostengünstig gemäß den Vorgaben des Gebäudeenergiegesetzes umgerüstet werden.

Mit dem geplanten Nahwärmenetz wird der Anteil erneuerbarer Energien auf 90 % angestrebt, sodass dieses die gesetzliche Vorgabe von 65 % erneuerbare Energieanteil sogar übertrifft.

- ✓ **Höhere Energiesicherheit/ Kostenbeständigkeit:** Für Gebäudebesitzer entfallen zudem Unsicherheiten in der Gesetzeslage und des Energiemarktes.
- ✓ **keine Aufwendungen des Gebäudebesitzers für** Wartungen, Schornsteinfeger, Reparaturen etc. der Wärmeerzeugung
- ✓ **Versorgungssicherheit bei Ausfall/ Reparaturen:** kein Risiko eines Heizungsausfalls mit den damit zusammenhängenden Kosten und eventuellen langen Stillstandszeiten
Der Aufbau des Wärmeversorgungskonzepts stellt eine Wärmeversorgung auch bei Ausfall einzelner Wärmeerzeuger sicher.
- ✓ **Unabhängiger durch Energievielfalt:** Die Nutzung von Umweltenergien (Solar, Erdwärme, Luft) steigert weiterhin den Autarkiegrad des Systems und macht dieses unabhängiger von weltlichen Krisen und Energiepreisschwankungen. Eine solche Sicherheit ist durch einen privaten Gebäudebesitzer kaum umsetzbar, zumal eine zentrale Wärmeversorgung des Dorfes auf Grund verschiedener Wärme- und Energieerzeuger eine Flexibilität in der Wärmeerzeugung zulässt, wie sie für einzelne Gebäude nicht abbildbar wäre.

Wie sich gezeigt hat, bringt ein Nahwärmeanschluss zahlreiche Vorteile mit sich und lohnt sich bereits nach wenigen Jahren, mehr noch ist er nach der Finanzierungszeit eines Investitionsteils **deutlich günstiger als vergleichbare Varianten mit einer gebäudeeigenen Wärmeerzeugung.**

Sowohl die Interessensgemeinschaft, als auch das Ingenieurbüro EWT empfehlen den Anschluss der Gebäude an ein gemeinsames Nahwärmenetz mit einer zentralen Wärme- und Energieerzeugung wie die zuvor genannte Variante 1.

4. Verweise

bafa [Online] // Infoblatt CO2-Faktoren. - 30. November 2022. - https://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/eew_infoblatt_co2_faktoren_2022.pdf.

Bundesnetzagentur [Online]. - 12. Januar 2024. - https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/ErneuerbareEnergien/EEG_Foerderung/start.html.

Bundesregierung Gesetze im Internet [Online] // Bundes-Klimaschutzgesetz. - 18.

Kopernikus [Online] // Nötwendige CO2-Preise zum Erreichen des europäischen Klimaziels 2030. - November 2021. - https://www.kopernikus-projekte.de/lw_resource/datapool/systemfiles/cbox/1828/live/lw_datei/2021_11_ariadne_hintergrund_co2-preisentwicklung_november21.pdf.

**EWT Ingenieure GmbH
Ilbeshäuser Straße 6
36355 Grebenhain**

Tel: 0 66 44 820 23 0

Fax: 0 66 44 820 23 11

info@ewt-ingenieure.de

www.ewt-ingenieure.de