

# Erstellung einer Machbarkeitsstudie

## „Wärmekonzept für eine innerörtliche Fläche der Ortsgemeinde Wallmerod“

Eine Studie der:



in der



Diese Studie wird durch das Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten Rheinland-Pfalz (MUEEF) gefördert (Förderrichtlinie "Zukunftsfähige Energieinfrastruktur" – ZEIS).



Rheinland-Pfalz

MINISTERIUM FÜR UMWELT,  
ENERGIE, ERNÄHRUNG  
UND FORSTEN

# Machbarkeitsstudie

## Wärmekonzept in der OG Wallmerod

---

### Auftraggeber:

Verbandsgemeinde Wallmerod Bürgermeister: Klaus Lütkefedder Gerichtsstraße 1 56414 Wallmerod	Bürgermeister: Klaus Lütkefedder Telefon: (06435) 508-112 E-Mail: k.luetkefedder@wallmerod.de  Projektleitung: Herr Mario Steudter Telefon: (06435) 508-300 E-Mail: m.steudter@wallmerod.de
---	---

### Konzepterstellung:

Transferstelle Bingen (TSB) in der ITB gGmbH Berlinstraße 107a 55411 Bingen	Telefon: 06721 / 98 424 0 tsb@tsb-energie.de
---	---

<b>TSB-Projektnummer: 358505</b>	<b>Datum: 28.10.2020</b>
----------------------------------	--------------------------

### Projektleitung:

Kerstin Kriebs	Telefon: 06721 / 98 424 0 kriebs@tsb-energie.de
----------------	--

### Bearbeitung:

Daniel Baumgarten, Kerstin Kriebs



Transferstelle für Rationelle und Regenerative Energienutzung • Berlinstr. 107a • 55411 Bingen

im

Institut für Innovation, Transfer und Beratung gGmbH

# Inhaltsverzeichnis

---

<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>4</b>
<b>Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>5</b>
<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>6</b>
<b>1 Ist-Analyse.....</b>	<b>13</b>
<b>2 Technisches Konzept.....</b>	<b>16</b>
2.1 Variante 1 (Basisvariante): dezentrale Wärmeversorgung .....	16
2.2 Variante 2: kalte Nahwärme mit dezentralen Sole/Wasser-Wärmepumpen und Photovoltaikanlage zur anteiligen Eigenstromversorgung. Wärmequelle Erdwärmesondenfeld.....	16
2.3 Variante 3: zentrale Wärmeerzeugung mit einem Biomassekessel auf Basis von Holzpellets, Verteilung in einem „warmen“ Nahwärmenetz.....	20
2.4 Photovoltaikanlagen .....	22
<b>3 Energiebilanz.....</b>	<b>26</b>
<b>4 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung.....</b>	<b>30</b>
4.1 Bestimmung der spez. Stromgestehungskosten der Photovoltaikanlagen.....	35
4.2 Variantenvergleich der Vollkosten zur Wärmeversorgung des Areals .....	36
4.3 Wirtschaftlichkeitsbewertung der Temperierung in einer kalten Nahwärme .....	37
<b>5 CO<sub>2</sub>e-Emissionsbilanz.....</b>	<b>40</b>
<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>43</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis.....</b>	<b>44</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 0-1 CO <sub>2</sub> e-Emissionsbilanz für die innerörtliche Fläche .....	11
Abbildung 0-2 Erdwärmesonden - Ausblick für Erweiterung, veränderte Darstellung nach LANIS RLP .....	12
Abbildung 1-1 Verortung MVZ, veränderte Darstellung nach LANIS RLP.....	14
Abbildung 2-1 Anlagenschema zur kalten Nahwärme mit zentralem Erdwärmesondenfeld (Prof. Giel, 2017).....	17
Abbildung 2-2 Auszug aus Erdwärmesonden Standortbewertung (Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz) .....	18
Abbildung 2-3 Erdwärmesondenfeld - Veränderte Darstellung nach LANIS RLP .....	19
Abbildung 2-4 warme Nahwärme - Veränderte Darstellung nach LANIS RLP .....	20
Abbildung 2-5 Heizcontainerlösungen (v. o. l.: Streifenfundament, Doppelcontainer mit Lager, holzverkleideter Heizcontainer, Kompaktlösung – mittlere Leistungsklasse).....	21
Abbildung 2-6 Simulierte Photovoltaikanlagen, Ausschnitte aus 3D Ansicht (PV*SOL) .....	25
Abbildung 5-1 CO <sub>2</sub> e-Emissionsbilanz für die innerörtliche Fläche in der VG Wallmerod .....	42

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 0-1 Energiebilanz der innerörtlichen Fläche in der OG Wallmerod .....	8
Tabelle 0-2 Übersicht der Jahreskosten der einzelnen Varianten .....	9
Tabelle 1-1 Abschätzung des Wärmebedarfs der betrachteten Gebäude .....	15
Tabelle 2-1 Solarstromerzeugung und Eigenverbrauch in den Neubauten mit Luft/Wasser-Wärmepumpe .....	23
Tabelle 2-2 Solarstromerzeugung und Eigenverbrauch in den Gebäudetypen mit Sole/Wasser-Wärmepumpe (kalte Nahwärme) .....	24
Tabelle 3-1 Abschätzung der WP-Stromverbräuche (ohne Primärpumpe).....	26
Tabelle 3-2 Energiebilanz der Variante 1 / Basisvariante (dezentrale Wärmeversorgung) .....	27
Tabelle 3-3 Energiebilanz der Variante 2 (Kalte Nahwärme) .....	28
Tabelle 3-4 Energiebilanz der Variante 3 (warme Nahwärmeversorgung).....	29
Tabelle 4-1 spez. Stromgestehungskosten der Photovoltaikanlagen.....	35
Tabelle 4-2 Investitionskostenschätzung .....	36
Tabelle 4-3 Unterschiede zwischen Temperierung und Klimasplitgerät.....	38
Tabelle 4-4 Jahreskosten zur Gebäudetemperierung .....	39
Tabelle 4-5 Jahreskosten zur Wärmeversorgung und Gebäudetemperierung .....	39
Tabelle 5-1 CO <sub>2</sub> e-Emissionsbilanz für die innerörtliche Fläche in Wallmerod .....	41

## Zusammenfassung

In der Ortsgemeinde Wallmerod befindet sich eine innerörtliche Fläche (ehemaliger Kirmesplatz), begrenzt durch die Molsbergerstraße, die Frankfurter-Str. und Am Sportplatz, aktuell in der Entwicklungsphase. Der Gebäudebestand beläuft sich auf die Grundschule am Eichberg und die Amts Apotheke. In Planung und Ausführung, auf der südöstlich gelegenen Fläche, ist der Bau von zwei Mehrfamilienhäusern mit insgesamt 18 Wohneinheiten (Wohnquartier „Eichbergblick“). Zudem ist für einen weiteren Flächenabschnitt (ehemaliges Kirmesplatzareal) die Errichtung eines medizinischen Versorgungszentrums inkl. örtlicher Versorgung und weiteren Wohnungen vorgesehen. Ein entsprechendes Konzeptvergabeverfahren ist in Vorbereitung.

Die Verbandsgemeinde Wallmerod erstellte mit Unterstützung des Förderprogramms „Zukunftsfähige Energieinfrastruktur“ (ZEIS) des Ministeriums für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten Rheinland-Pfalz (MUEEF) und der Transferstelle Bingen (TSB) eine energetische Machbarkeitsstudie. In der Studie wird die Machbarkeit einer gemeinsamen Wärmeversorgung der betrachteten Gebäude untersucht. Das primäre Ziel der Verbandsgemeinde ist die Wärmeversorgung der Grundschule, der zu errichtenden Gebäude und ggf. weitere.<sup>1</sup> Diese soll zukunftsfähig und nachhaltig gestaltet sein. Zudem kann die regionale Wertschöpfung von einer Umsetzung profitieren, indem neue Arbeitsplätze geschaffen werden. Auch ist die Kommune daran interessiert, sich finanziell mit einer Nahwärmeversorgung von zukünftigen Preissteigerungen bei fossilen Energieträgern und teuren Rohstoffimporten zu lösen und unabhängiger zu machen.

Mit dem Ziel, die Objekte möglichst klimaneutral mit Wärme zu versorgen, wurden folgende Varianten zur Energieversorgung gegenübergestellt, die im Vergleich zur dezentralen Basisvariante bewertet werden:

### Dezentrale Wärmeversorgung

Die **Variante 1** stellt die Basisvariante im Vergleich der Varianten dar. Für die Grundschule wurde in dieser Variante der Weiterbetrieb der neuwertigen Erdgas-Brennwert-Therme angenommen. In Abstimmung mit der VG Wallmerod wurde für das Versorgungszentrum mit Wohnnutzung eine Luft/Wasser-Wärmepumpenanlage angenommen, mit der mittels aktivem Kühlbetrieb eine Temperierung der Fußbodenheizung möglich ist. Für eine anteilige Nutzung von selbst erzeugtem Solarstrom durch die elektrische Wärmepumpenanlage, wurde auf dem Dach des Versorgungszentrums die Installation einer Photovoltaikanlage angenommen.

---

<sup>1</sup> Für den Bauherrn, die Bauherrin des Wohnquartiers „Eichbergblick“, ist in der Erstellungsphase der Machbarkeitsstudie das Interesse an einer gemeinsamen Wärmeversorgung ausgeblieben. Eine tiefgreifendere Betrachtung wurde daher teilweise nicht weiter erarbeitet.

Varianten zur zentralen Wärmeversorgung:

In **Variante 2** wurde eine zentrale kalte Nahwärme mit dezentralen Sole/Wasser-Wärmepumpen und Photovoltaikanlagen zur anteiligen Eigenstromversorgung untersucht. Wärmequelle ist ein zentrales Erdwärmesondenfeld oder oberflächennahes Grundwasser<sup>2</sup>. Mit einer Photovoltaikanlage kann ein Anteil des Strombedarfs der elektrischen Wärmepumpen gedeckt werden. Für den verbleibenden Strombedarf wird zertifizierter Grünstrom herangezogen, sodass die Wärmeversorgung zu 100 % erneuerbar ist. Somit ist von Beginn an eine Dekarbonisierung gegeben. Darüber hinaus ist „passives Temperieren“ mit dieser Technik kostengünstig machbar und regeneriert eine geothermische Wärmequelle durch Wärmeeinträge im Sommer. Die Technik ist ausreichend erprobt und bereits vielfach in Rheinland-Pfalz umgesetzt. „Passives Temperieren“ leistet einen Beitrag zur klimafreundlichen Anpassung an die Folgen des Klimawandels.

Die zentrale Wärmeversorgung in einem „warmen“ Nahwärmenetz wurde in **Variante 3** betrachtet. Die Wärmeerzeugung beruht auf einem Holzpelletskessel in einer Containeranlage als Heizzentrale. Ein zusätzliches Blockheizkraftwerk erscheint nicht wirtschaftlich, da nur ein relativ geringer Eigenstromverbrauch in der Grundschule als Standort erwartet wird.

Nach derzeitigem Kenntnisstand sollen keine höheren, energetischen Anforderungen als die gesetzlichen Mindestanforderungen aus dem Gebäudeenergiegesetz an den Neubau für das MVZ gestellt werden.

Der abgeschätzte Wärmebedarf ist die Grundlage für die Dimensionierung der wesentlichen Komponenten der Versorgungsvarianten. Nach der Abschätzung beläuft sich der Jahreswärmeverbrauch auf etwa 170.800 kWh<sub>th</sub>/a und die gesamte Wärmeleistung auf ca. 117 kW<sub>th</sub> im betrachteten Quartier mit der Grundschule und dem noch zu errichteten Versorgungszentrum mit Wohnnutzung. In Verbindung mit dem jeweiligen technischen Konzept der Untersuchungsvarianten leitet sich daraus die Energiebilanz für die betrachteten Gebäude ab. Der abgeschätzte Bedarf zur Gebäudetemperierung beschränkt sich auf die Grundschule am Eichberg und beim noch unkonkreten Versorgungszentrum auf die angenommenen Nettogrundflächen der medizinischen Versorgung und der Wohnflächen. Für die öffentliche Versorgung (Verkaufsräume) kann zusätzlich mit einer benötigten Kühllast von 50 – 60 Watt pro Raummeter kalkuliert werden<sup>3</sup>.

---

<sup>2</sup> In Bezug auf Brunnen, muss die Geologie näher untersucht werden. Aus den verfügbaren und veröffentlichten Unterlagen kann keine repräsentative Untersuchung erfolgen. Erdwärmesonden fließen hingegen in die Untersuchung mit ein.

<sup>3</sup> Viessmann Planungshandbuch für Wärmepumpen (Abbildung D.2.3-2)

**Tabelle 0-1 Energiebilanz der innerörtlichen Fläche in der OG Wallmerod**

<b>Energiebilanz</b>		<b>Variante 1</b>	<b>Variante 2</b>	<b>Variante 3</b>
<b>Innerörtliche Fläche</b>		<b>Erdgas</b>	<b>Kalte Nah-</b>	<b>„warme“</b>
<b>in der VG Wallmerod</b>		<b>L/W-WP + PV</b>	<b>wärme</b>	<b>Nahwärme</b>
			<b>S/W-WP+PV</b>	<b>Holzpellets</b>
<b>Wärmeleistung</b>	kW <sub>th</sub>	117	117	117
<b>Jahreswärmebedarf</b>	kWh <sub>th</sub> /a	170.800	170.800	170.800
<b>Kühlbedarf</b>	kWh <sub>th</sub> /a	42.200	42.200	42.200
<b>Strombedarf der WP (Heizen und Temperierten/Kühlen)</b>	kWh <sub>el</sub> /a	41.700	36.680	-
<b>Stromerzeugung PV</b>	kWh <sub>el</sub> /a	18.510	64.500	-
<b>Solarstrom für WP</b>	kWh <sub>el</sub> /a	7.700	8.360	-
<b>Strom aus öffentlichem Netz für WP</b>	kWh <sub>el</sub> /a	25.700	25.070	-
<b>Strombedarf für Klimasplitgerät <sup>27</sup></b>	kWh <sub>el</sub> /a	8.300	-	21.200
<b>Erdgasbedarf</b>	kWh <sub>HS</sub> /a	95.400	24.800	-
<b>Holzpelletbedarf</b>	kg/a	-	-	39.000
<b>Wärmenetzverluste</b>	kWh <sub>th</sub> /a	-	-	17.100
<b>Hilfsenergiebedarf Strom</b>	kWh <sub>el</sub> /a	850	220	4.000

Die Daten der Energiebilanz sowie weitere wirtschaftliche Rahmenbedingungen flossen in den Jahreskostenvergleich der Wärmeversorgungsvarianten ein. In einem ersten Schritt wurden zur Berücksichtigung des Photovoltaikstroms als Eigenverbrauchsanteil am Wärmepumpenstromverbrauch spezifische Stromgestehungskosten ermittelt. Für die Photovoltaikanlage in der Basisvariante (nur Versorgungszentrum, Ost-Westausrichtung) ergeben sich 13 ct/kWh<sub>el</sub> zzgl. MwSt. und in Variante 2 (kalte Nahwärme) ergeben sich für die Photovoltaikanlagen (Grundschule mit Ost/Süd/Westausrichtung und vorgenannte) 11,2 ct/kWh<sub>el</sub> zzgl. MwSt.

Die Photovoltaikanlagen wurden mit der Planungssoftware PV\*SOL Premium (Version 2020 R08) dreidimensional mit vordefinierten Standardverbrauchsprofilen und den abgeschätzten Strombedarf für den Wärmepumpenbetrieb (nur Heizen) simuliert. Im Ergebnis der Simulation wurde demnach der Eigenverbrauch für den Heizbetrieb einer Wärmepumpe ausgewiesen. Die Energiebilanz berücksichtigt beim PV-Eigenverbrauch auch den Anteil für die Kühlung bzw. Temperierung. Für die sommerliche Kühlung/Temperierung wird angenommen, dass der Strombedarf zu 50 % durch PV-Strom gedeckt werden kann. Durchaus kann dieser Wert größer sein, da die PV-Stromerzeugung in den Sommermonaten höher ausfällt.

Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung erfolgte angelehnt an die VDI-Richtlinie 2067. Zur Abschätzung der Investitionskosten wurden Richtpreise bei führenden Herstellern angefragt und plausibilisiert. Die jährlichen Vollkosten wurden für jede Variante für das Areal bestimmt. Geeignete Förderprogramme wurden in den Berechnungen berücksichtigt.

**Tabelle 0-2 Übersicht der Jahreskosten der einzelnen Varianten**

<b>Wirtschaftlichkeit</b> Alle Kosten inkl. Förderung und 19% MwSt.		<b>Variante 1</b> <b>L/W-WP + PV</b> Erdgas-Brennwert-Therme im Bestand	<b>Variante 2*</b> <b>Kalte</b> <b>Nahwärme</b> <b>S/W-WP + PV</b>	<b>Variante 3**</b> <b>„warme“</b> <b>Nahwärme</b> <b>Holzpellets</b>
Investitionskosten	€	94.600	340.400 ***	244.900 ***
<b>Kapitalkosten</b>	<b>€/a</b>	<b>5.800</b>	<b>14.600 ***</b>	<b>12.400 ***</b>
<b>Betriebskosten</b>	<b>€/a</b>	<b>2.000</b>	<b>4.000</b>	<b>9.600</b>
<b>Verbrauchskosten</b>				
Energiekosten	€/a	11.600	8.600	10.500
CO <sub>2</sub> -Preis	€/a	1.300	300	0
Summe	€/a	12.900	8.900	10.500
<b>Jahreskosten</b>	<b>€/a</b>	<b>20.700</b>	<b>27.500</b>	<b>32.500</b>
<b>Wärmegestehungskosten</b> (Nutzwärmebezogen)	<b>Ct/kWh<sub>th</sub></b>	<b>12,1</b>	<b>16,1</b>	<b>19,0</b>

\* einschließlich Fördermittel: Landesförderung (ZEIS) für Erdwärmesondenfeld und Netz sowie Bundesförderung (MAP - BAFA) für Wärmepumpen

\*\* einschließlich Fördermittel: Landesförderung (ZEIS) mit Kumulierung der Bundesförderung (KfW) für Biomassekessel mit Pufferspeicher und Nahwärmenetz

\*\*\* Investitionskosten und Kapitalkosten sind je nach Geschäftsmodell des Betreibers zu definieren. Üblich ist ein Baukostenzuschuss.

Der Variantenvergleich zeigt, dass die Jahreskosten der Varianten unter Berücksichtigung von Fördermitteln um max. ca. 36 % voneinander abweichen. Zu den günstigsten Varianten gehören die Basisvariante mit der Versorgung mittels dezentraler Luft/Wasser-Wärmepumpen (Versorgungszentrum) und der sich im Bestand befindenden, dezentralen Erdgasbrennwertgeräte und die kalte Nahwärmeversorgung mit anteiligem, dezentralen Erdgasverbrauch in der Grundschule und PV-Eigenstromverbrauch (Variante 2).

Ein zusätzlicher Nutzen einer kalten Nahwärme mittels Erdwärme besteht in der Möglichkeit einer passiven Temperierung der Gebäude. Voraussetzung ist, dass die Gebäude eine Fußbodenheizung besitzen und eine „Kühlstation“ die Wärmepumpe ergänzt. Die Kühlstation umgeht die Wärmepumpe und führt die Wärme über einen Wärmetauscher in das kalte Nahwärmenetz ab. Ein weiter Vorteil der kalten Nahwärme im Vergleich zu Luft/Wasser-Wärmepumpen besteht darin, dass kein Verdampfer außen aufgestellt wird und somit Schallemissionen vermieden werden sowie keine optischen Beeinträchtigungen vorliegen.

Je nach Geschäftsmodell ergeben sich Unterschiede in der Beantragung von Fördermitteln. In der Machbarkeitsstudie wurde eine Konstellation gewählt, die ein nahezu optimales Fördermodell zum derzeitigen Förderbestand darstellt (Tabelle 0-2, Förderhinweise).

Zur ökologischen Bewertung der Wärmeversorgungsvarianten wurde eine CO<sub>2</sub>e-Emissionsbilanz erstellt. In der Basisvariante fallen noch die gesamten fossilen Emissionen für den Erdgasverbrauch in der Grundschule an. Wegen der wesentlich höheren Energieeffizienz der Sole/Wasser-Wärmepumpen in Verbindung mit einer kalten Nahwärmeversorgung erreichen diese niedrigere Treibhausgasemissionen als Luft/Wasser-Wärmepumpen. Variante 2 kann eine Einsparung von rund 71 % im Vergleich zur Variante 1 erzielen. Aufgrund des Weiterbetriebs der neuwertigen Erdgas-Brennwert-Therme in der Grundschule, liegt die Variante 2 mit Variante 3 (Biomassekessel) nahezu gleich auf. In allen Varianten mit einer Wärmepumpe ist berücksichtigt, dass deren Stromverbrauch anteilig mit selbst erzeugtem Solarstrom gedeckt wird. Zudem gilt weiter die Annahme, dass zusätzlich selbst erzeugter Solarstrom durch den Strombedarf für den Kühlbetrieb mittels Klimasplitgerät (Basisvariante und Variante 3), die aktive Temperierung (L/W-WP in Variante 1) oder die passive Temperierung (S/W-WP in Variante 2) zu mindestens 50 % gedeckt wird. (Abbildung 0-1)

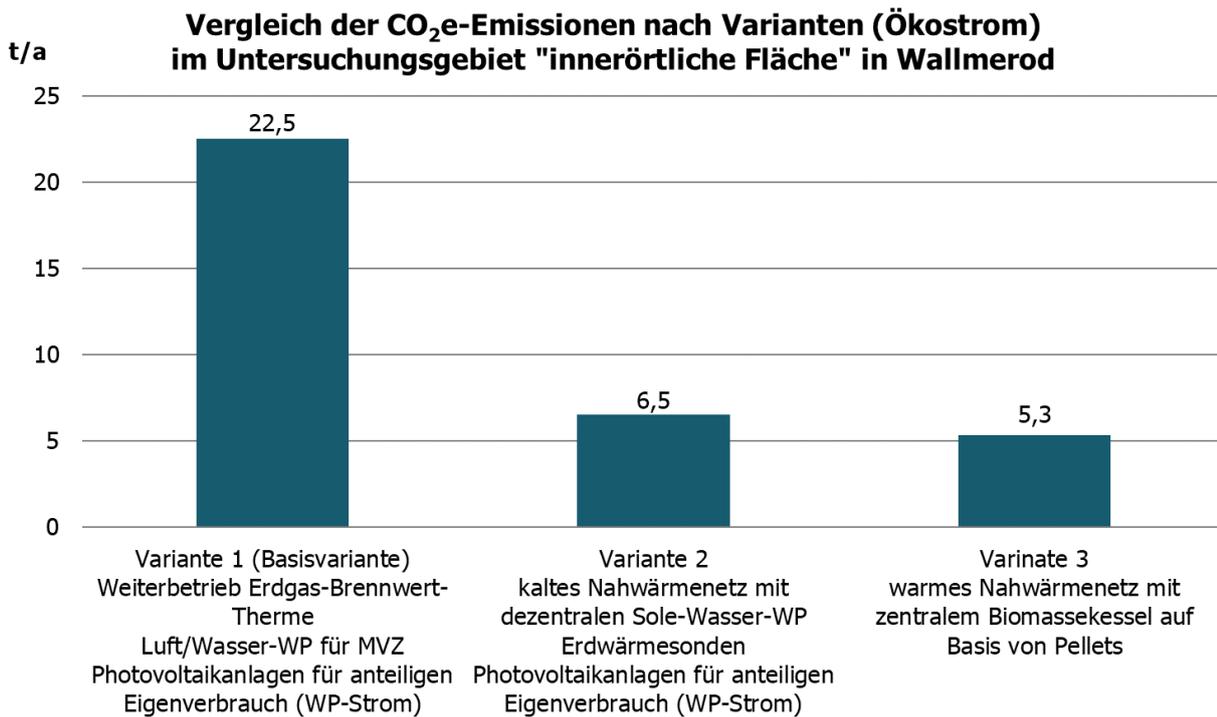


Abbildung 0-1 CO<sub>2</sub>e-Emissionsbilanz für die innerörtliche Fläche

### Fazit:

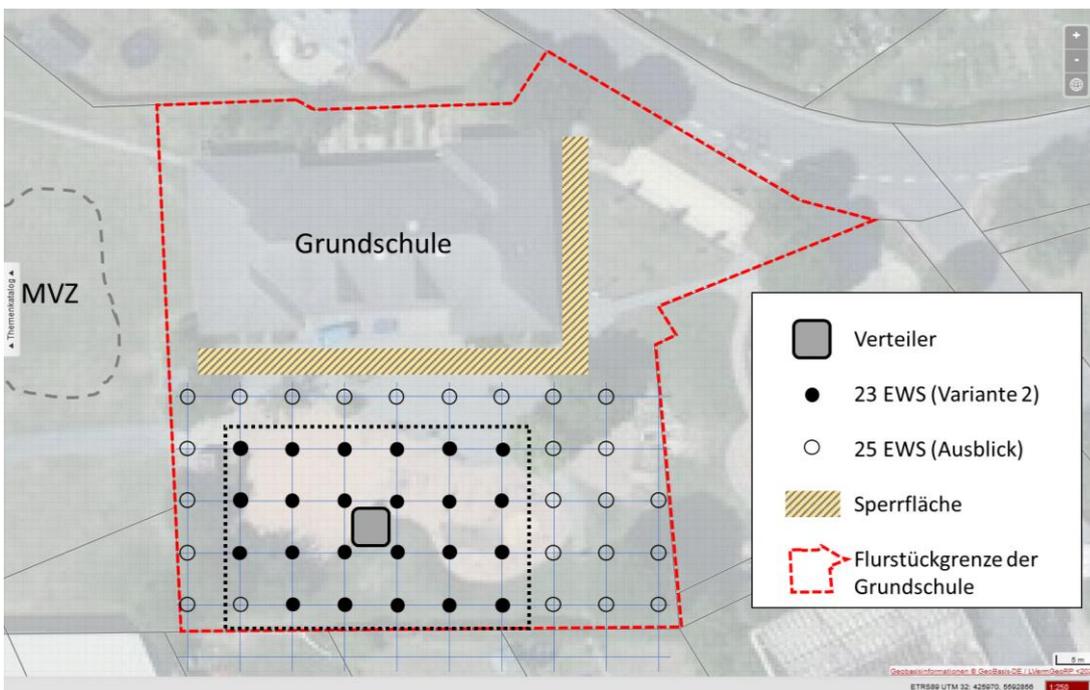
Aus wirtschaftlicher Sicht liegen die Jahreskosten der Basisvariante am niedrigsten, da hier keine Neuinvestitionen für eine Wärmeversorgung in der Grundschule zu tätigen sind. Die Jahreskosten der Variante 2 mit der kalten Nahwärmeversorgung und anteiliger Versorgung durch die bestehende Erdgas-Brennwert-Therme sind unter Berücksichtigung einer Gebäudetemperierung um etwa 20 % höher. Eine Holz-Nahwärmeversorgung (Variante 3) weist im Variantenvergleich deutlich höher Jahreskosten auf (Tabelle 0-2).

Eine Gebäudetemperierung als zusätzlicher Nutzen einer kalten Nahwärmeversorgung ist ein wesentlicher Vorteil für die Gebäudenutzer. Sole/Wasser-Wärmepumpen haben gegenüber Luft/Wasser-Wärmepumpen den Vorteil, dass sie keine Schallemissionen im Außenbereich verursachen und wegen ihrer höheren Energieeffizienz weniger CO<sub>2</sub>e-Emissionen aufweisen. Im Variantenvergleich erzielen die beiden Nahwärmevarianten die geringsten Treibhausgasemissionen.

Die Wirtschaftlichkeit einer kalten Nahwärmeversorgung würden sich verbessern, wenn weitere Abnehmer, die mit einem Niedertemperaturheizsystem ausgestattet sind, gefunden werden.

## Ausblick:

Eine Netzvergrößerung der kalten Nahwärme ist denkbar. Auf dem Grundstück der Grundschule könnten weitere Erdwärmesonden gebohrt werden, was von Geologen zu untersuchen wäre. Theoretisch wäre Platz für etwa 25 weitere Erdwärmesonden vorhanden. Die einfache Tiefbauweise der Nahwärmetrasse mit unisolierten Hartkunststoffrohren/-formstücke (PE-HD) macht auch eine Trassenerweiterung möglich (Abbildung 0-2).



**Abbildung 0-2 Erdwärmesonden - Ausblick für Erweiterung, veränderte Darstellung nach LANIS RLP**

Die Anzahl an zusätzlich notwendigen Bohrungen, kann durch den Anschluss von mehreren, zusätzlichen Abnehmern reduziert werden, da die Abnehmerzahl einen Einfluss auf die Gleichzeitigkeit hat. Die Gleichzeitigkeit bzw. der Gleichzeitigkeitsfaktor gibt an, wieviel an maximaler Wärmeleistung im betrachteten Areal zur gleichen Zeit benötigt wird. Je höher die Abnehmerzahl ähnlicher Nutzung oder je ungleicher die Abnehmerstruktur, desto kleiner die Gleichzeitigkeit und desto geringer ist die Anzahl an zusätzlich benötigter Erdwärmesonden. Neue angeschlossene Abnehmer benötigen ein Niedertemperaturheizsystem. Für das untersuchte kalte Nahwärmenetz wurde aufgrund der ähnlichen Abnehmerstruktur und der geringen Abnehmeranzahl als Gleichzeitigkeitsfaktor von rund 0,98 ausgegangen (Entzugsleistung Erdwärmesonden: 89 kW<sub>th</sub>). Würden weitere Abnehmer angeschlossen werden, würde sich der Gleichzeitigkeitsfaktor verringern, sodass sich je nach Anzahl der zusätzlichen Abnehmer die Anzahl der Erdwärmesonden nicht oder nur geringfügig erhöhen würde. Dies ist auch auf die Speicher- und Kollektorwirkung des kalten Nahwärmenetzes zurückzuführen.

Im nächsten Schritt sollte die Beratung in politischen Gremien erfolgen. Dabei ist die Entwicklung für einen Neubau eines medizinischen Versorgungszentrums besonders zu beachten.

## 1 Ist-Analyse

In der Ortsgemeinde Wallmerod befindet sich auf einer innerörtlichen Fläche (Vgl. Abbildung 1-1) die Grundschule am Eichberg (Baujahr 1993). Weiterhin sind drei Neubauten geplant.

Die Grundschule mit einer Nettogrundfläche (NGF) von 1.041 m<sup>2</sup> wird derzeit mit einer neuwertigen Erdgas-Brennwert-Therme (63 kW<sub>th</sub>, VL 45 °C/RL 23 °C)<sup>4,5</sup> aus dem Jahr 2015 mit Wärme versorgt. Die Wärmeverteilung erfolgt über eine Fußbodenheizung und teilweise über Heizkörper. In der Heizkurve sind bei einer Außentemperatur von -12 °C die Vorlauftemperatur des Heizkreises der Fußbodenheizung auf 45 °C und für den Heizkreis der Heizkörper auf 65 °C eingestellt. Bei einer Außentemperatur von +16/18 °C wird in den Sommerbetrieb geschaltet. Bis dahin betragen dann die Vorlauftemperatur der Fußbodenheizung 20 °C und die Vorlauftemperatur der Heizkörper 25 °C.

Zu den beiden geplanten Neubauten als Wohnquartier „Eichbergblick“ mit insgesamt 18 Wohneinheiten stellte das Architekturbüro Schäfer Planunterlagen bereit. Die Planungen waren soweit fortgeschritten, dass im Verlauf der Erstellung der Machbarkeitsstudie entschieden wurde, sich nicht an einer gemeinsamen Wärmeversorgung zu beteiligen. Stattdessen ist eine Wärmeerzeugung über Luft/Wasser-Wärmepumpen mit dezentralen Wohnungsstationen zur Trinkwassererwärmung vorgesehen. Die Wärmeverteilung soll über eine Fußbodenheizung erfolgen. Deswegen wurde es in der Wirtschaftlichkeitsberechnung nicht weiter betrachtet.

Als dritter Neubau ist ein Medizinisches Versorgungszentrum (MVZ) inkl. öffentlicher Versorgung (Einkaufsmöglichkeiten) und Wohneinheiten im Gespräch. Da zum Zeitpunkt der Konzepterstellung noch kein Bauherr bekannt war, konnte nur mit der Vertretung der Ortsgemeinde Wallmerod und der Verbandsgemeinde Wallmerod Abstimmungen bzgl. eines MVZ erfolgen.

Da eine Konkretisierung für den Neubau des MVZ noch nicht erfolgt ist, wurden in enger Abstimmung mit der Verbandsgemeinde und der Ortsgemeinde Wallmerod die anzusetzenden Flächen und die Geschossanzahl abgestimmt. Die Anzahl der Wohnungen in den beiden obersten der vier Geschosse des Versorgungszentrums wurde unter Rücksprache mit 8 Wohneinheiten abgeschätzt.

Neben den oben genannten Gebäuden, befindet sich auch eine Apotheke auf der innerörtlichen Fläche. Die Amts-Apotheke<sup>6</sup> wurde im Jahr 2017 errichtet und ist mit einer Luft/Wasser-

---

<sup>4</sup> Raumregler; witterungsgeführte Heizungsreglung; im Auslegungszustand (-12 °C Außentemperatur) liegt die Vorlauftemperatur (VL) bei 45 °C (Fußbodenheizung) und 65 °C (Heizkörper)

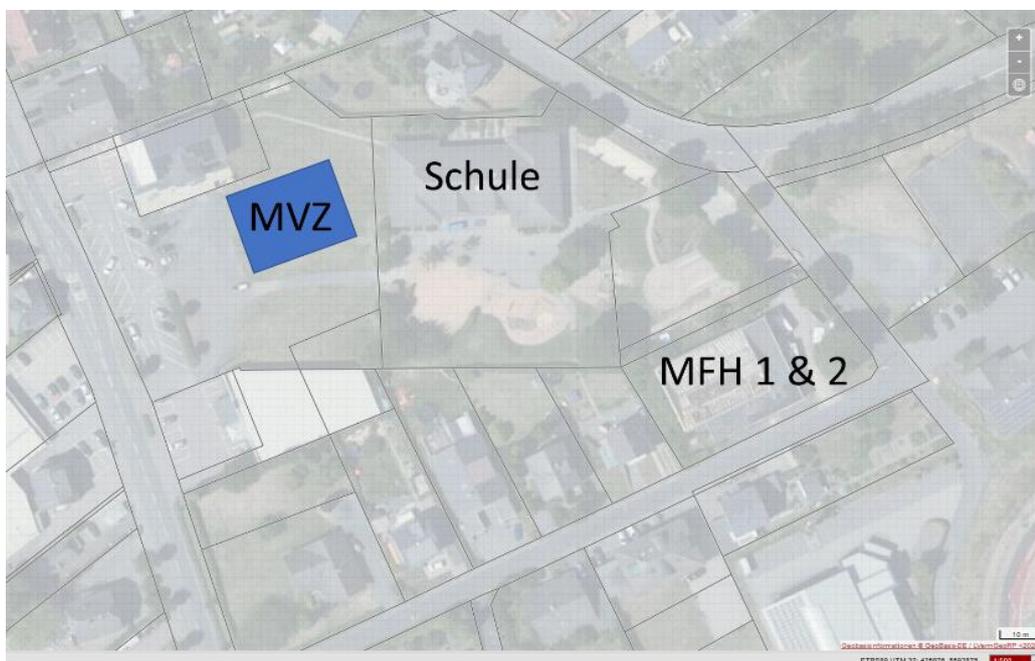
<sup>5</sup> Ein Wechsel in den Sommerbetrieb erfolgt bei +16 °C/18 °C, die Vorlauftemperaturen liegen dann bei 20 °C (Fußbodenheizung) und 25 °C (Heizkörper)

<sup>6</sup> 2017 ist der derzeitige Inhaber in den Neubau umgezogen (<https://pharmaeskulap.de/amts-apotheke/portrait/>)

Wärmepumpe sowie mit einer Photovoltaikanlage<sup>7</sup> ausgestattet. Aufgrund dessen wird die Apotheke nicht in die Betrachtung einer alternativen Wärmeversorgung berücksichtigt.

Die Abschätzung des Wärmebedarfs basiert auf den Verbrauchsdaten der Grundschule<sup>8</sup> und für den Neubau des Wohnquartiers „Eichbergblick“ anhand der Wohnflächen sowie der Anzahl der Wohnungen in den beiden MFH<sup>9</sup>. Der Wärmebedarf des Versorgungszentrums wird über die mit der Verbandsgemeinde abgestimmten Flächen und Anzahl an Wohneinheiten abgeschätzt.

Zur energetischen Qualität der Neubauten wird davon ausgegangen, dass die Neubauten die Mindestanforderungen des im November 2020 in Kraft tretende Gebäudeenergiegesetzes erfüllen werden. Hierauf beruht die Abschätzung des Wärmebedarfs der Neubauten innerhalb der gesamten innerörtlichen Fläche (Tabelle 1-1). Die Verortung des zukünftigen Versorgungszentrums wird wie folgt angenommen.



**Abbildung 1-1 Verortung MVZ, veränderte Darstellung nach LANIS RLP**

Im Zuge der Ermittlung des Photovoltaikpotenzials wurden für die Erstellung der 3D-Simulation mit der Software PV\*SOL weitere Annahmen im Detail zur Geometrie und Verortung des MVZ getroffen. (Vgl. Kapitel 2.4).

<sup>7</sup> LANIS RLP, Analyse des Kartenmaterials für den Standort der innerörtlichen Fläche

<sup>8</sup> Integriertes Klimaschutzkonzept (iKSK) Wallmerod | mittlerer witterungsbereinigter Heizenergiebedarf (2015-2018)

<sup>9</sup> [https://www.s-p-e.info/app/download/11443926421/2018-48\\_BI\\_Verkaufsbroschuere\\_190712.pdf?t=1575234163](https://www.s-p-e.info/app/download/11443926421/2018-48_BI_Verkaufsbroschuere_190712.pdf?t=1575234163)

**Tabelle 1-1 Abschätzung des Wärmebedarfs der betrachteten Gebäude**

Gebäudetyp	Beheizte (Wohn)Fläche m <sup>2</sup>	Jahreswärme- bedarf <sup>10</sup> kWh <sub>th</sub> /a	Wärme-leis- tung <sup>10</sup> kW <sub>th</sub>
<b>Grundschule am Eichberg</b>	1.041 <sup>11</sup>	84.950 <sup>8</sup>	63 <sup>12</sup>
<b>MFH</b> (Gebäude 1 – Wohnquartier Eichbergblick)	692	38.060	24
<b>MFH</b> (Gebäude 2 – Wohnquartier Eichbergblick)	756	41.580	26
<b>MVZ, Wohnen</b> <b>DG</b>	210	11.550	9
<b>MVZ, Wohnen</b> <b>2. OG</b>	330	18.150	13
<b>MVZ, med. Versorgung</b> <b>1. OG</b>	530	29.150	16
<b>MVZ, öffentl. Versorgung</b> <b>EG</b>	540	27.000	16
<b>MVZ gesamt</b>	<b>1.610</b>	<b>85.850</b>	<b>54</b>
<b>Alle Gebäude</b>	<b>4.146</b>	<b>250.440</b>	<b>167</b>
<b>Alle Gebäude ohne</b> <b>Wohnquartier</b>	<b>2.651</b>	<b>170.800</b>	<b>117</b>

Für die innerörtliche Fläche mit den weiter untersuchten Gebäuden (Grundschule und MVZ) ergibt sich gemäß Tabelle 1-1 insgesamt eine beheizte Fläche von 2.651 m<sup>2</sup>, die in Summe einen Jahreswärmebedarf von rund 170.800 kWh<sub>th</sub>/a aufweisen.

<sup>10</sup> Raumheizung sowie Warmwasser (Warmwasser nur bei Wohneinheiten)

<sup>11</sup> Integriertes Klimaschutzkonzept (iKSK) Wallmerod | Analyse Heizenergieverbrauch | aufgerundete NGF

<sup>12</sup> Protokoll zur Abgaswegeüberprüfung vom 06.12.2018

## 2 Technisches Konzept

Die Verbandsgemeinde Wallmerod möchte in der Energieversorgung der Grundschule und des Versorgungszentrums den Klimaschutz besonders berücksichtigen, indem eine zukunftsfähige, nachhaltige Wärmeversorgung entworfen wird.

Alle untersuchten Varianten erfüllen die im Gebäudeenergiegesetz genannten Anforderungen für Neubauten. Die wesentlichen Komponenten in den Wärmeversorgungsvarianten werden im Folgenden kurz beschrieben. Da eine kalte Nahwärme (Variante 2) die Möglichkeit einer passiven Gebäudetemperierung bietet, wird zu deren Bewertung in den beiden anderen Varianten eine Möglichkeit zur Temperierung ebenfalls betrachtet.

### 2.1 Variante 1 (Basisvariante): dezentrale Wärmeversorgung

In dieser Variante wird davon ausgegangen, dass in der Grundschule weiterhin die neuwertige Erdgas-Brennwert-Therme mit Baujahr 2015 betrieben wird. Im noch unkonkreten Fall des zu errichtenden Versorgungszentrums einschließlich Wohnnutzung ist der Einsatz einer Wärmepumpe oder eine Kombination aus Erdgas-Brennwertkessel und Solarthermie denkbar, um das Gebäudeenergiegesetz einzuhalten. In Abstimmung mit der VG Wallmerod wird in der Konzeptionierung von einer Luft/Wasser-Wärmepumpenkaskade ausgegangen, mit der die benötigte Wärmeleistung stufenweise bereitgestellt werden kann.

Um beispielsweise einen Teil des Strombedarfs der Wärmepumpen zu decken, wird die Errichtung einer Photovoltaikanlage auf den Dächern zu Grunde gelegt. Sie sind entsprechend der geeigneten Dachflächen im Wohnquartier Eichbergblick und der abgeschätzten Dachfläche des Versorgungszentrums ausgelegt. Verbleibender Solarstrom kann anteilig für den Allgemeinstrombedarf genutzt und der Stromüberschuss ins öffentliche Stromnetz eingespeist werden.

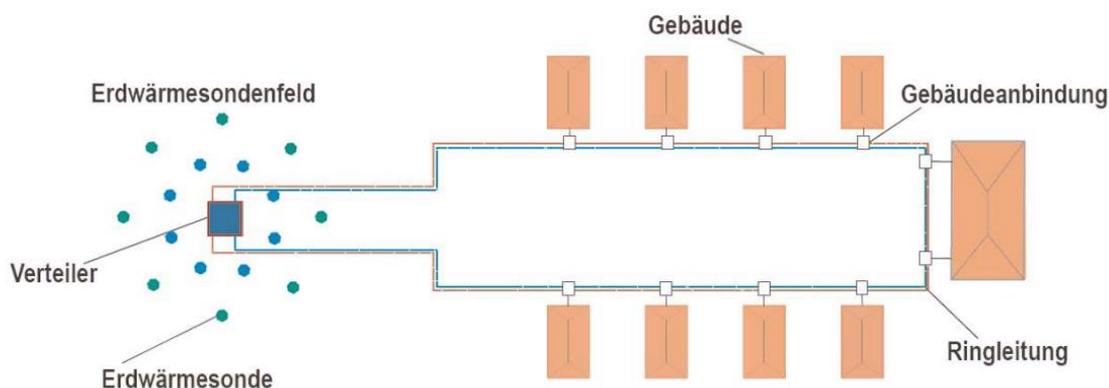
Eine reversible Luft/Wasser-Wärmepumpe kann zusätzlich auch Kälte erzeugen, die z. B. über die Fußbodenheizung eine Gebäudetemperierung ermöglicht. Für die Grundschule werden Klimasplittergeräte betrachtet, da die vorhandene Erdgas-Brennwert-Therme zu neuwertig ist, um sie gegen eine Wärmepumpe auszutauschen.

### 2.2 Variante 2: kalte Nahwärme mit dezentralen Sole/Wasser-Wärmepumpen und Photovoltaikanlage zur anteiligen Eigenstromversorgung. Wärmequelle Erdwärmesondenfeld

Zur kalten Nahwärmeversorgung wurden für jedes Gebäude Sole/Wasser-Wärmepumpen betrachtet. Die neuwertige Erdgas-Brennwert-Therme in der Grundschule hat neben der neuen Sole/Wasser-Wärmepumpe weiter Bestand, um die höheren Heizsystemtemperaturen im Heizkreis der Heizkörper sicherzustellen und gleichzeitig einen effizienten Betrieb der Wärmepumpe zu ermöglichen. Zur Einbindung der Wärmepumpe sind Umbauarbeiten am Heizkreisverteiler notwendig. Dies betrifft auch die Beimisch-Schaltung im Heizkreis der Fußbodenheizung. Es

wurde angenommen, dass das gekoppelte Wärmesystem bivalent betrieben wird (ein Wärmeanteil von rund 74 % konnte für die S/W-WP abgeschätzt werden) und auf jedem Gebäude eine Photovoltaikanlage installiert wird, um einen Teil des Stromverbrauchs der Wärmepumpe zu decken. Sie ist entsprechend der geeigneten Dachfläche ausgelegt. Nach dieser Dimensionierung kann der Stromverbrauch der Wärmepumpe je nach Gebäudetyp bis zu etwa einem Drittel mit Solarstrom gedeckt werden. Weil Sole/Wasser-Wärmepumpen im Vergleich zu Luft/Wasser-Wärmepumpen eine höhere Energieeffizienz aufweisen, resultiert für gewöhnlich ein etwas höherer Autarkiegrad<sup>13</sup>. Der verbleibende Solarstrom kann anteilig für den Allgemeinstrombedarf genutzt und der Stromüberschuss ins öffentliche Stromnetz eingespeist werden. Zu beachten ist hierbei, dass in dem Neubau des MVZ der Solarstrom nur von den Wärmepumpen verbraucht und ggf. dem Allgemeinstrombedarf (Treppenhausbeleuchtung) zu Gute kommt. Inwiefern Solarstrom für die Wohnungen genutzt werden kann, ist nicht Bestandteil dieser Machbarkeitsstudie. Dazu bedarf es eines Stromversorgungskonzepts, um die rechtliche, technische und wirtschaftliche Umsetzbarkeit zu ermitteln.

Ein zentrales Erdwärmesondenfeld erschließt Erdwärme, die über das kalte Nahwärmenetz den Wärmepumpen in den Gebäuden zur Verfügung gestellt wird. Mit einer Photovoltaikanlage auf jedem Gebäude kann ein Teil des Stromverbrauchs der Wärmepumpe gedeckt werden. Für das kalte Nahwärmenetz wird keine zentrale Netzpumpe vorgesehen, stattdessen werden die dezentralen Wärmepumpen mit ihren eigenen Solepumpen die benötigte Energie aus dem kalten Nahwärmenetz entnehmen, sodass es sich um ein passives Wärmenetz handelt. Als Grundlage wurde davon ausgegangen, dass die Erdwärmesonden maximal 100 m tief sein werden.



**Abbildung 2-1 Anlagenschema zur kalten Nahwärme mit zentralem Erdwärmesondenfeld (Prof. Giel, 2017)**

Es besteht die Möglichkeit einer passiven Temperierung über eine Fußbodenheizung, indem die Wärme über das kalte Nahwärmenetz in das Erdreich abgeführt wird. Somit regeneriert der Wärmeeintrag im Sommer die geothermische Wärmequelle. Im MVZ ist ein sogenanntes 4-

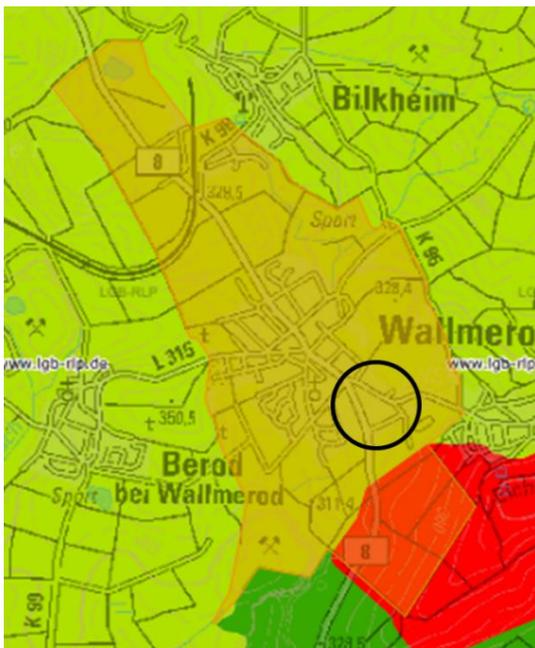
<sup>13</sup> Der Autarkiegrad beschreibt das Verhältnis des vor Ort verbrauchten, nicht in das öffentliche Netz eingespeisten PV-Stroms zum Gesamtstromverbrauch des Gebäudes (Haushaltsstromverbrauch + Wärmepumpenstromverbrauch).

Leiter-System sinnvoll, um im Sommer eine dezentrale Trinkwassererwärmung und gleichzeitiges Temperieren in den Wohnungen zu ermöglichen. Beim 4-Leiter-System werden ein Vor- und Rücklauf für die Fußbodenheizung zum Heizen und Temperieren sowie ein Vor- und Rücklauf für die Trinkwassererwärmung in jede Wohnung geführt.

Als Wärmequelle für eine kalte Nahwärme kommen beispielsweise ein zentrales Erdwärmesondenfeld oder oberflächennahes Grundwasser in Frage.

Wasser/Wasser-Wärmepumpen, die über Brunnen ihre Wärmequelle aus dem Grundwasser erschließen, weisen eine höhere Energieeffizienz als erdgekoppelte Wärmepumpen auf. Nahezu ganzjährig beträgt die Grundwassertemperatur etwa 10 °C. Ob oberflächennahes Grundwasser als Wärmequelle geeignet ist, hängt stark von der Hydrogeologie ab, was nicht untersucht wurde. Es wird Grundwasser in ausreichender Menge, Temperatur, Qualität und in nicht zu großer Tiefe benötigt. Die geologische Machbarkeit muss geprüft werden.

Aus den Veröffentlichungen des Landesamts für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz (LGB) ging hervor, dass Erdwärmesonden am Standort genehmigungsfähig sind<sup>14</sup>. Abgeleitet aus regionalen Erfahrungswerten wurde von einer Wärmeentzugsleistung von 40 W<sub>th</sub> pro Meter Erdwärmesonde ausgegangen.



#### EWS Standortbewertung

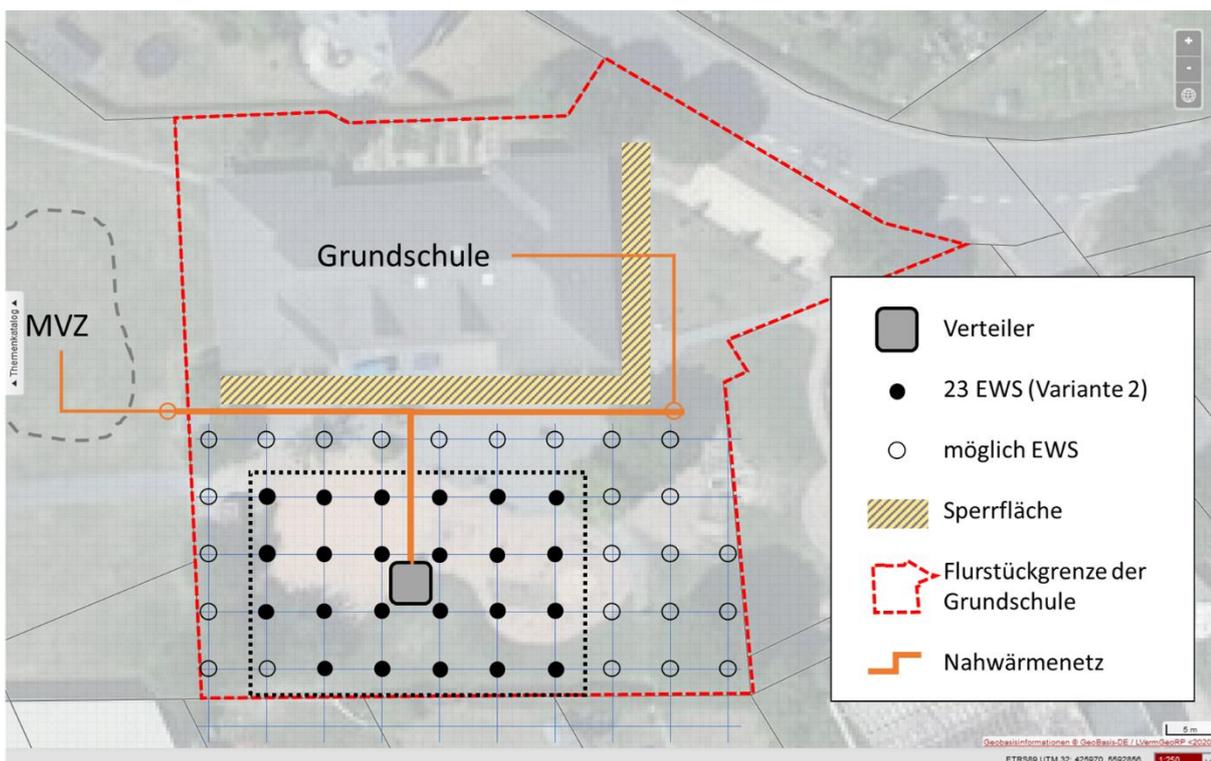
- Erdwärmesonden sind bei Einhaltung der Standardauflagen ohne Einschränkungen genehmigungsfähig.
- Erdwärmesonden sind genehmigungsfähig. Es werden zusätzliche Hinweise zu den Untergrundverhältnissen gegeben, die unter Umständen die Einhaltung zusätzlicher Auflagen erfordern.
- Erdwärmesonden sind bei Einhaltung zusätzlicher Auflagen in der Regel genehmigungsfähig.
- Erdwärmesonden sind nur in Ausnahmefällen genehmigungsfähig.

**Abbildung 2-2 Auszug aus Erdwärmesonden Standortbewertung (Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz)**

<sup>14</sup> Zusätzliche Hinweise werden zu den Untergrundverhältnissen gegeben

Nach dem derzeitigen Informationsstand, der auf Veröffentlichungen des LGB beruht, erscheinen Erdwärmesonden (EWS) zur Wärmequellenerschließung als geeignet. Für weitreichendere Informationen wird ein geologisches Gutachten benötigt. Als alternative Wärmequelle käme anstatt EWS oberflächennahes Grundwasser in Frage. Für eine solche Betrachtung müssten nähere Untersuchungen der Geologie, in Bezug auf Brunnen, durchgeführt werden. Die verfügbaren und veröffentlichten Unterlagen liefern dazu keine fundierten Daten.

Unter Berücksichtigung einer Gleichzeitigkeit im Wärmenetz wird unter dem derzeitigen Kenntnisstand eine Gesamtlänge aller Erdwärmesonden in einer Größenordnung von ca. 2.300 m benötigt. Um 23 Erdwärmesonden mit 100 m Länge zu realisieren, wird eine Fläche für das Erdwärmesondenfeld von etwa 500 m<sup>2</sup> benötigt. Das Erdwärmesondenfeld kann eingeschränkt auch anderweitig genutzt werden, wie z. B. als Grünfläche, Spielplatz oder ähnliches. So könnte z. B. das Erdwärmesondenfeld auf dem Grundschulgelände platziert werden (Abbildung 2-3). Eine Ausweitung des dargestellten Sondenfelds um etwa weitere 25 EWS an diesem Standort ist denkbar, um weitere Gebäude mit Wärme zu versorgen. Zudem bieten die umliegenden Flächen weiteres Potenzial für ein größeres Sondenfeld. Hierzu wäre im Vorfeld zu klären, welche Flächen als geeignet betrachtete werden können und welche nicht.



**Abbildung 2-3 Erdwärmesondenfeld - Veränderte Darstellung nach LANIS RLP**

Die kalte Nahwärme basierend auf Erdwärme bietet die Möglichkeit einer passiven Kühlung bzw. Temperierung der Gebäude. Voraussetzung ist, dass die Gebäude eine Fußbodenheizung besitzen und eine „Kühlstation“ die Wärmepumpe ergänzt. Die Kühlstation umgeht die

Wärmepumpe und führt die Wärme über einen Wärmetauscher in das kalte Nahwärmenetz ab. Somit weist die kalte Nahwärme einen weiteren Vorteil auf. Um den zusätzlichen Nutzen wirtschaftlich zu bewerten, wird für das Versorgungszentrum ein Vergleich mit einer aktiven Kühlung mittels reversibler Luft/Wasser-Wärmepumpe und Verteilung über eine Fußbodenheizung zur Temperierung vorgenommen. Für die Grundschule werden in diesem Vergleich Klimasplitgeräte betrachtet, da die vorhandenen Erdgas-Brennwert-Therme keine Kühlmöglichkeit wie eine Wärmepumpe bietet.

### 2.3 Variante 3: zentrale Wärmeerzeugung mit einem Biomassekessel auf Basis von Holzpellets, Verteilung in einem „warmen“ Nahwärmenetz

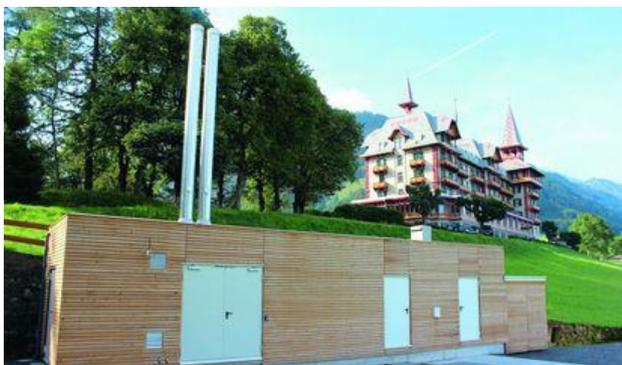
Ausschließlich in einer Heizzentrale erzeugt ein Biomassekessel mit ca. 130 kW<sub>th</sub> Wärmeleistung die gesamte benötigte Wärme für die Gebäude auf der innerörtlichen Fläche einschließlich der Wärmenetzverluste. Die bestehende Erdgas-Brennwert-Therme würde ausgebaut werden und könnte in eine andere, von der Wärmeleistung und dem Energieträger her passende, Liegenschaft mit Wärme installiert werden. Über gedämmte Nahwärmeleitungen wird jedes Gebäude an die zentrale Wärmeversorgung angeschlossen. Dazu befindet sich in jedem Gebäude eine Hausübergabestation zur hydraulischen Trennung des Gebäudeheizsystems und des Nahwärmenetzes. Als Standort des Heizhauses bietet sich die östliche Fläche neben der Grundschule, angrenzend an die Molsbergerstraße (L315) an. Auch die südliche Grünfläche, unter dem ehemaligen Kirmesareal (Standort MVZ) und an die Frankfurter-Str. (B8) angrenzend wird als geeigneter Standort angesehen. Für den Standort des Heizhauses ist es wichtig, dass der LkW-Verkehr zur Anlieferung der Holzpellets gut möglich ist und die Anwohner möglichst nicht beeinträchtigt werden. In der Konzeption wurde die Fläche neben der Grundschule als geeignete Fläche angenommen (Abbildung 2-4).



Abbildung 2-4 warme Nahwärme - Veränderte Darstellung nach LANIS RLP

Abbildung 2-4 zeigt einen möglichen Trassenverlauf des warmen Nahwärmenetzes und die oben als geeignet deklarierte Fläche für das Heizhaus. Zudem wird der für das Versorgungszentrum angenommene Gebäudegrundriss skizziert (MVZ). Das Heizhaus mit Pelletlager und Pufferspeicher wurde als Containerbauweise angenommen. Es besteht aus zwei benachbarten Containern (40 + 20 Fuß), welche auf bauseitig vorliegenden Betonstreifenfundamente installiert werden. Pellet-Anlieferungen würden von der Molsbergerstraße aus mittels Silo-LKW problemlos und ohne Einfluss auf die Pelletqualität (Staubbildung) erfolgen. Die Entfernung zwischen dem Pelletlager und der Molsbergerstraße beträgt weniger als 30 m.

Denkbar ist auch eine Containerlösung bei der diese übereinander (vertikal) angeordnet sind um Aufstellfläche zu sparen. Für eine bessere optische Eingliederung in das umliegende Städtebild, können die Container beispielsweise mit einer Holzfassade versehen werden. (Abbildung 2-5)



**Abbildung 2-5 Heizcontainerlösungen (v. o. l.: Streifenfundament, Doppelcontainer mit Lager, holzverkleideter Heizcontainer, Kompaktlösung – mittlere Leistungsklasse)**

Zur Bewertung der passiven Gebäudetemperierung in einer kalten Nahwärmeversorgung werden in dieser Variante sowohl für die Grundschule als auch den Neubau Klimasplitgeräte betrachtet, weil eine Holz Nahwärmeversorgung keine Kühlfunktion bietet.

## 2.4 Photovoltaikanlagen

Anhand von zur Verfügung stehenden Bauplänen, öffentlichen Kartenmaterial, Daten des Solardachkataster Westerwald sowie Gebäudefotos, wurden für die betrachteten Gebäude, die für die Installation einer Photovoltaikanlage zur Verfügung stehende Dachfläche abgeschätzt.

Für das Wohnquartier „Eichbergblick“, ist in der Erstellungsphase der Machbarkeitsstudie das Interesse an einer gemeinsamen Wärmeversorgung ausgeblieben und wurde daher in den Varianten zur Wärmeversorgung nicht weiter betrachtet. Die Auswertungen zum Energiebedarf, die Auswahl/Auslegung zu den je nach Variante benötigten Wärmeerzeugungsanlagen sowie die Untersuchungen zu den Photovoltaikanlagen waren bereits abgeschlossen. Die Dachanlagen der Mehrfamilienhäuser werden zur Vollständigkeit der bislang ausgewerteten Daten mit aufgenommen und dargestellt.

Alle Dächer bieten ausreichend Fläche, um eine Photovoltaikanlage mit einer Leistung von mindestens 15 kW<sub>p</sub> zu installieren. Die Grundschule bietet das größte Potenzial für eine PV Anlage<sup>15</sup>. Die Flachdächer der Mehrfamilienhäuser sind kleiner. Für das Versorgungszentrum wurde eine Dachfläche abgeschätzt, die denen eines Mehrfamilienhauses größtmäßig entspricht.

Den gesetzlichen Rahmen stellt das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG 2017) auf. Die Einspeisevergütung des in das öffentliche Netz eingespeisten überschüssigen Solarstroms sinkt ab einer installierten Leistung größer 10 kW<sub>p</sub>. Nach der aktuellen Fassung des EEG muss auf eigenverbrauchten Solarstrom aus Anlagen mit einer Leistung größer 10 kW<sub>p</sub> anteilig EEG-Umlage bezahlt werden. Gemäß der neuen EU-Richtlinie „zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen“ sollen die Rechte für Prosumer gestärkt und PV-Anlagenbetreiber mit Anlagen bis zu 30 kW<sub>p</sub> zukünftig von der anteiligen EEG-Umlage auf eigenverbrauchten Solarstrom entlastet werden (Art. 21 EE-Richtlinie 2018/2001). Die nationalen Gesetzgeber haben für die Umsetzung in nationales Recht bis Mitte 2021 Zeit (Art. 36 EE-Richtlinie 2018/2001). Darunter fallen hier alle PV-Anlagen, ausgenommen die auf dem Dach der Grundschule mit einer Leistung größer 30 kW<sub>p</sub>. Grundsätzlich empfiehlt es sich, geeignete Dachflächen auf allen Gebäuden möglichst voll-ständig mit Photovoltaik zu belegen. Ob die Anlage eine um 20 % oder 30% größere Leistung hat, verändert das Mengengerüst kaum und erhöht die Investitionskosten nicht wesentlich. In die Pflicht der Direktvermarktung treten keine PV-Anlage, da alle eine installierte Leistung kleiner 100 kW<sub>p</sub> aufweisen.

Zur Abschätzung der anteiligen Eigennutzung des Solarstroms für den Wärmepumpenbetrieb sowie zur anteiligen Deckung des allgemeinen Stromverbrauchs<sup>16</sup>, wurde für jedes Gebäude unter Berücksichtigung eines abgeschätzten Wärmepumpenstrombedarfs (Vgl. Kapitel 3) eine

---

<sup>15</sup> Das PV-Potential (installierte Leistung, Stromertrag, CO<sub>2</sub>e-Einsparung) für die Grundschule am Eichberg liegt lt. Solaratlas (iKSK Wallmerod) bei rund 49 kW<sub>p</sub>, 47.700 kWh<sub>el</sub>/a, - 31 t CO<sub>2</sub>e/a

<sup>16</sup> Nur Grundschule am Eichberg, da ansonsten bei den Neubauten mit Wohneinheiten voraussichtlich die Personenidentität nicht gegeben ist.

Photovoltaikanlage simuliert.<sup>17</sup> Dazu wurde die Software PV\*SOL premium 2019 (R5) verwendet, in der Standardlastprofile für den Stromverbrauch eines Wärmepumpenbetriebs hinterlegt sind. Die Software berücksichtigt Wetterdaten wie die Windgeschwindigkeit, die Globaleinstrahlung und Außentemperaturen für den relevanten Standort aus umliegenden Wetterstationen.

In den Simulationen wurden neben dem Klimadaten auch die Ausrichtungen und Neigungen der verschiedenen Dachflächen berücksichtigt. Simuliert wurden jeweils „3D, Netzgekoppelte PV-Anlage mit elektrischen Verbrauchern“. Die Wärmepumpen (Heizen und Warmwasser) stellen die Verbraucher bei den Neubauten dar. Für die Grundschule (nur Variante 2) liegt neben dem Stromverbrauch der Wärmepumpe (nur Heizen) noch der Allgemeinstromverbrauch vor. Hierbei kann nicht physisch zwischen selbstverbrauchten Allgemeinstrom und selbstverbrauchten Wärmepumpenstrom unterschieden werden. Die Simulationsergebnisse sind in den nachfolgenden Tabellen aufgeführt.

**Tabelle 2-1 Solarstromerzeugung und Eigenverbrauch in den Neubauten mit Luft/Wasser-Wärmepumpe**

<b>Luft/Wasser-Wärmepumpe</b>	Wohnquartier Eichbergblick MFH 1 Flachdach	Wohnquartier Eichbergblick MFH 2 Flachdach	MVZ Flachdach
Basisvariante (Variante 1)			
Dach-Ausrichtung:	Ost-West	Ost-West	Ost-West
installierte Leistung	17,6 kW <sub>p</sub>	15,1 kW <sub>p</sub>	22,7 kW <sub>p</sub>
Gesamtsolarstromerzeugung	15.150 kWh/a	13.000 kWh/a	18.510 kWh/a
Stromverbrauch WP	14.400 kWh/a	15.800 kWh/a	28.600 kWh/a
PV-Strom für Luft/Wasser-Wärmepumpe	3.730 kWh/a	3.670 kWh/a	6.010 kWh/a
Autarkiegrad <sup>13</sup>	26 %	23 %	21 %

Für die Basisvariante, ohne Grundschule, liegt die installierte PV-Leistung für das Wohnprojekt bei ca. 18 und 15 kW<sub>p</sub>, die Gesamtsolarstromerzeugung bei 15.150 kWh<sub>el</sub>/a und 13.000 kWh<sub>el</sub>/a. Vom Stromverbrauch der Luft/Wasser-Wärmepumpen können 26 % und 23 % durch PV-Strom gedeckt werden.

Das Medizinische Versorgungszentrum bietet mit einer etwas größeren (angenommenen)

<sup>17</sup> Für die Grundschule liegen zudem die Stromverbräuche der Jahre 2016-2018 vor und flossen als gemittelte Monatswerte in die Betrachtung mit ein.

Dachfläche eine installierte PV-Leistung von rund 23 kW<sub>p</sub>. Hier kommt eine Wärmepumpe mit höherem Stromverbrauch (28.600 kWh<sub>el</sub>/a) zum Einsatz, da die zu beheizende Fläche ggü. dem Wohnprojekt höher ausfällt (Vgl. Tabelle 1-1). Vom Stromverbrauch können rund 6.010 kWh/a (21 %) durch den selbsterzeugten PV-Strom (18.510 kWh/a) gedeckt werden. (Tabelle 2-1)

**Tabelle 2-2 Solarstromerzeugung und Eigenverbrauch in den Gebäudetypen mit Sole/Wasser-Wärmepumpe (kalte Nahwärme)**

<b>Sole/Wasser-Wärmepumpe (Variante 2)</b>	Grundschule am Eichberg	Wohnquartier Eichbergblick MFH 1	Wohnquartier Eichbergblick MFH 2	MVZ
Dach-Typ	Walm-Kehldach	Flachdach	Flachdach	Flachdach
Dach-Ausrichtung:	Ost-Süd-West	Ost-West	Ost-West	Ost-West
installierte Leistung	52,6 kW <sub>p</sub>	17,6 kW <sub>p</sub>	15,1 kW <sub>p</sub>	22,7 kW <sub>p</sub>
Gesamtsolarstromerzeugung	45.950 kWh/a	15.150 kWh/a	13.000 kWh/a	18.510 kWh/a
Stromverbrauch (WP und Allgemeinstrom <sup>18</sup> )	22.900 kWh/a	8.500 kWh/a	9.200 kWh/a	19.100 kWh/a
PV-Strom für Wärmepumpe <sup>19</sup>	3.590 kWh/a	2.870 kWh/a	2.910 kWh/a	4.630 kWh/a
PV-Strom für Allgemeinstrombedarf	2.280 kWh/a	- kWh/a	- kWh/a	- kWh/a
Autarkiegrad (nur WP)	- %	34 %	32 %	24 %
Autarkiegrad (WP- und Allgemeinstrom) <sup>20</sup>	26 %	- %	- %	- %

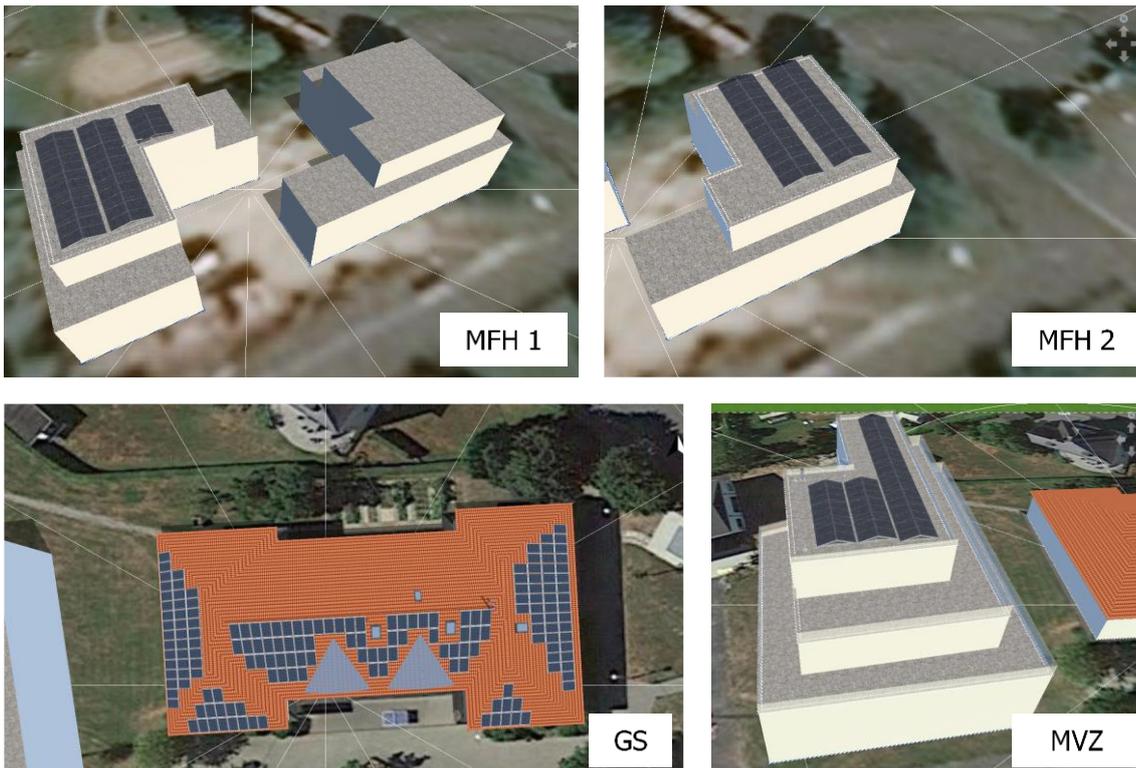
Tabelle 2-2 stellt analog die Ergebnisse für Variante mit der kalten Nahwärme dar. Die effizienteren Sole/Wasser-Wärmepumpen haben einen geringeren Energiebedarf. Für das

<sup>18</sup> Allgemeinstrom nur bei der Grundschule, 8.870 kWh<sub>el</sub>/a

<sup>19</sup> Eine Differenzierung zwischen Solartromverbrauch für Allgemeinstrombedarf und WP bei der Grundschule, ist in hier nicht möglich. Die Anteile wurden über den Autarkiegrad und den entsprechenden Strombedarf ermittelt

<sup>20</sup> Bezogen auf den Gesamtstromverbrauch der Grundschule (22.900 kWh<sub>el</sub>/a)

Versorgungszentrum liegt dieser beispielsweise bei 19.100 kWh<sub>el</sub>/a. Ein Variantenvergleich ist hier nur für die Neubauten möglich. Die Grundschule (GS) kann jedoch mit deren Potenzial (Fußnote 15; 49 kW<sub>p</sub>, 47.700 kWh<sub>el</sub>/a, - 31 t CO<sub>2e</sub>/a) verglichen werden. Demnach konnte in der Simulation eine größere Anlagenleistung (52,6 kW<sub>p</sub>) ausgeführt werden. Die Solarstromerzeugung fällt jedoch in der Simulation aufgrund des geringeren Stromertrages (Klimastandort „Montabaur“) niedriger aus (45.950 kWh<sub>el</sub>/a). Bei den Neubauten erhöhte sich der Autarkiegrad wie erwartet, jeweils um mehrere Prozentpunkte. Bei den Mehrfamilienhäusern auf mehr als 30 % und beim Versorgungszentrum um 3 % auf 24 %.



**Abbildung 2-6 Simulierte Photovoltaikanlagen, Ausschnitte aus 3D Ansicht (PV\*SOL)**

Unter den aktuellen Rahmenbedingungen ist der Eigenverbrauch des Solarstroms die maßgebliche Größe zum wirtschaftlichen Betrieb einer PV-Anlage. Der Eigenverbrauch kann durch eine intelligente Steuerung von Verbrauchern (Wärmepumpe mit Wettervorhersage) als auch durch den Einsatz von Batteriespeichern gesteigert werden. Das Land Rheinland-Pfalz hat hierzu ein Förderprogramm für Solarstromspeicher ins Leben gerufen.<sup>21</sup>

Zudem kann durch eine Temperierung (aktiv oder passiv) zusätzlicher PV-Strom durch reversible Wärmepumpen oder solche mit Kühlstation verbraucht werden und dadurch die ökologische Bewertung des Wärmepumpenbetriebs verbessern. Für die Grundschule, mit vorhandener Stromleitung über dem Dach, wird die Installation von Leistungsoptimierern empfohlen. Diese regulieren die Leistungsverteilung im Falle einer Teilverschattung der Moduloberfläche.

<sup>21</sup> <https://www.energieagentur.rlp.de/service-info/foerderinformationen/solar-speicher-programm/>

### 3 Energiebilanz

Basierend auf den in der Ist-Analyse aufgezeigten Wärmeverbräuchen (Tabelle 1-1) wurden für die in Kapitel 2 vorgestellte Variante 1 (Basisvariante) und Variante 2 die Stromverbräuche der Wärmepumpen abgeschätzt. Diese wurden zudem in der Betrachtung der Photovoltaikanlagen benötigt.

**Tabelle 3-1 Abschätzung der WP-Stromverbräuche (ohne Primärpumpe)**

	Einheit	Grundschule am Eichberg	Wohnquartier Eichbergblick MFH 1	Wohnquartier Eichbergblick MFH 2	Versorgungszentrum inkl. Wohnen
<b>Jahreswärmebedarf</b>	kWh <sub>th</sub> / a	84.950	38.060	41.580	85.850
<b>Basisvariante</b>					
Wärmeanteil WP		keine WP	100%	100%	100%
JAZ (L/W-WP) <sup>22, 23</sup>		-	3,0	3,0	3,0
Stromverbrauch WP	kWh <sub>el</sub> / a	-	12.700	13.900	28.600
<b>Variante 2</b>					
Wärmeanteil WP <sup>24</sup>		74%	100%	100%	100%
JAZ (S/W-WP) <sup>22, 23</sup>		4,5	4,5	4,5	4,5
Stromverbrauch WP	kWh <sub>el</sub> / a	14.000	8.500	9.200	19.100

Zusammengefasst läge demnach ein Jahreswärmeverbrauch von insgesamt 250.440 kWh<sub>th</sub>/a (inkl. Wohnquartier Eichbergblick) bzw. 170.800 kWh<sub>th</sub>/a für Die Grundschule und das Versorgungszentrum mit Wohnungen vor. Die in der Tabelle oben gezeigten Stromverbräuche, beinhalten den Anteil an Hilfsenergie, der an der Wärmepumpe direkt anfällt. Die Stromverbräuche der Primärpumpe<sup>25</sup> (S/W-WP,) und der Hilfsenergieanteil der restlichen Heizungsanlage<sup>26</sup> ist nicht enthalten, werden jedoch in der nachfolgenden Tabellen berücksichtigt.

In der Basisvariante liegen die Stromverbräuche der Luft/Wasser-Wärmepumpen zwischen 12.700 und 28.600 kWh<sub>el</sub>/a. Die abgeschätzte Jahresarbeitszahl (JAZ) liegt jeweils bei etwa 3,0. Für Variante 2 sind die Jahresarbeitszahlen aufgrund der höheren Quellentemperatur größer. Sie wurden mit 4,5 angenommen. Der Stromverbrauch der Sole/Wasser-Wärmepumpen reicht von 8.500 bis 19.100 kWh<sub>el</sub>/a. (Tabelle 3-1)

<sup>22</sup> In Abstimmung mit führenden Herstellern angenommener, gewichteter Mittelwert (Betriebspunkt)

<sup>23</sup> Quellentemperatur +7°C (Luft), +10°C (Sole); Vorlauf WP 35°C (RH), 55°C (WW)

<sup>24</sup> Annahme TSB (Grundschule)

<sup>25</sup> Annahme 10 % vom Stromverbrauch der Wärmepumpe

<sup>26</sup> Annahme 1% des Wärmeverbrauch

In der Energiebilanz ohne Wohnquartier Eichbergblick<sup>1</sup> sind die umgesetzten Energiemengen für die Varianten zur Wärmeversorgung inkl. Hilfsenergien und einschließlich der Solarstromversorgung der Gebäude auf der innerörtlichen Fläche in Wallmerod aufgeführt. Die Bilanz wird für die benannten Varianten dargestellt.

**Tabelle 3-2 Energiebilanz der Variante 1 / Basisvariante (dezentrale Wärmeversorgung)**

<b>Energiebilanz</b>		<b>Grundschule am Eichberg</b>	MVZ Wohnen DG	MVZ Wohnen 2. OG	MVZ med. Versorgung 1. OG	MVZ öffentl. Versorgung EG	<b>MVZ Gesamt</b>	<b>Summe</b>
<b>Variante 1</b> Basisvariante								
<b>Wärmeleistungsbedarf</b>	kW <sub>th</sub>	<b>63</b>	9	13	16	16	<b>54</b>	<b>117</b>
<b>Jahreswärmebedarf</b>	kWh <sub>th</sub> /a	<b>84.950</b>	11.500	18.150	29.150	27.000	<b>85.850</b>	<b>170.800</b>
<b>Strombedarf Wärmepumpe (Heizen)</b>	kWh <sub>el</sub> /a	-	-	-	-	-	<b>28.600</b>	<b>28.600</b>
<b>Solarstrom für WP (Heizen)</b>	kWh <sub>el</sub> /a	-	-	-	-	-	<b>5.300</b>	<b>5.300</b>
<b>Netzstrom für WP (Heizen)</b>	kWh <sub>el</sub> /a	-	-	-	-	-	<b>23.300</b>	<b>23.300</b>
<b>Erdgasbedarf</b>	kWh <sub>HS</sub> /a	<b>95.400</b>	-	-	-	-	-	<b>95.400</b>
<b>Hilfsenergiebedarf Strom</b>	kWh <sub>el</sub> /a	<b>850</b>	-	-	-	-	-	<b>850</b>
<b>Kühlbedarf</b>	kWh <sub>K</sub> /a	<b>20.800</b>	-	-	-	-	<b>21.400</b>	<b>42.200</b>
<b>Netzstrom für Kühlung</b>	kWh <sub>el</sub> /a	<b>4.150</b>	-	-	-	-	<b>2.400</b>	<b>6.550</b>
<b>Solarstrom für Kühlung<sup>27</sup></b>	kWh <sub>el</sub> /a	<b>4.150</b>	-	-	-	-	<b>2.400</b>	<b>6.550</b>

<sup>27</sup> Annahme TSB, 50% Eigenverbrauch von Solarstrom für Kühlen/Temperieren, eher höher

**Tabelle 3-3 Energiebilanz der Variante 2 (Kalte Nahwärme)**

<b>Energiebilanz</b> <b>Variante 2 kalte Nahwärme</b>		<b>Grundschule am Eichberg</b>	<b>MVZ Gesamt</b>	<b>Summe</b>
<b>Jahreswärmebedarf</b>	kWh <sub>th</sub> /a	84.950	85.850	170.800
<b>Wärmeleistungsbedarf</b>	kW <sub>th</sub>	63	54	117
<b>Nennwärmeleistung Wärmepumpe nach DIN EN 14511 (B0/W35)</b>	kW <sub>th</sub>	42,8	2 · 28,7	100,2
<b>Nennwärmeleistung Erdgas-Brennwert-Therme</b>	kW <sub>th</sub>	63	-	63
<b>Wärmeleistung Gleichzeitigkeit berücksichtigt</b>	kW <sub>th</sub>	-	-	115
<b>Entzugsleistung der Wärmequelle</b>	kW <sub>th</sub>	-	-	89
<b>Wärmeentzug Erdwärmesonden</b>	kWh <sub>th</sub> /a	-	-	115.600
<b>Strombedarf Wärmepumpe (Heizen)</b>	kWh <sub>el</sub> /a	15.400	21.000	36.400
<b>Solarstrom für Wärmepumpe</b>	kWh <sub>el</sub> /a	3.590	4.630	8.220
<b>Netzstrom für Wärmepumpe</b>	kWh <sub>el</sub> /a	10.480	14.450	24.930
<b>Strombedarf Wärmepumpe (passives Temperieren) <sup>27</sup></b>	kWh <sub>el</sub> /a	80	200	280
<b>Erdgasbedarf</b>	kWh <sub>Hs</sub> /a	24.800	-	24.800
<b>Hilfsenergiebedarf Strom (Erdgastherme)</b>	kWh <sub>el</sub> /a	220	-	220
<b>Vermiedener PV-Stromverbrauch wegen besserer JAZ durch passives Temperieren</b>	kWh <sub>el</sub> /a	-300	-400	-700
<b>vermiedener Netzstromverbrauch wegen besser JAZ durch passives Temperieren</b>	kWh <sub>el</sub> /a	-900	-1.100	-2.000

Die Wärmepumpe in der Grundschule (Variante 2) deckt einen Großteil der Wärme ab (rund 62.860 kWh<sub>th</sub>/a). Die restliche Wärme wird von der vorhandenen Erdgas-Brennwerttherme geliefert.

**Tabelle 3-4 Energiebilanz der Variante 3 (warme Nahwärmeversorgung)**

<b>Energiebilanz</b>		<b>Grundschule am Eichberg</b>	<b>MVZ Gesamt</b>	<b>Summe</b>
<b>Variante 3 „warme“ Nahwärme</b>				
<b>Jahreswärmebedarf</b>	kWh <sub>th</sub> /a	84.950	85.850	170.800
<b>Jahreswärmebedarf inkl. 10% Netzverluste</b>	kWh <sub>th</sub> /a	-	-	187.900
<b>Jahreswärmebedarf Warmwasser</b>	kWh <sub>th</sub> /a	-	-	8.100
<b>Jahreswärmebedarf Raumheizung</b>	kWh <sub>th</sub> /a	-	-	162.700
<b>Netzverluste</b>	kWh <sub>th</sub> /a	-	-	17.100
<b>Vollbenutzungsstunden</b>	h/a	-	-	1.445
<b>Wärmeleistung Gleichzeitigkeit berücksichtigt</b>	kW <sub>th</sub>	-	-	130
<b>Länge Nahwärmenetz</b>	m	-	-	150
<b>spez. Wärmeabsatz</b>	kWh <sub>th</sub> /(m <sub>Tr</sub> a)	-	-	1.253
<b>Hilfsenergiebedarf Strom</b>	kWh <sub>el</sub> /a	-	-	4.000
<b>Strombezug aus dem öffentlichen Netz für Klimakälte (Klimasplitgerät)</b>	kWh <sub>el</sub> /a	8.300	12.900	21.200

Der spezifische Wärmeabsatz liegt mit rund 1.250 kWh<sub>th</sub>/(m<sub>Tr</sub> a) bei einem guten Wert. Wärmenetze, die einen spezifischen Wärmeabsatz von kleiner 500 kWh<sub>th</sub>/(m<sub>Tr</sub> a) ausweisen, werden als wirtschaftlich ungünstig angesehen und nicht gefördert.

## 4 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Die Wirtschaftlichkeitsberechnung erfolgt in Anlehnung an die VDI-Richtlinie 2067<sup>28</sup> und der Afa-Tabelle (Bundesministerium der Finanzen, 2000). Die Investitionskosten werden überschlägig abgeschätzt. Die jährlichen Wärmegestehungskosten werden aus den Kapital-, Verbrauchs- und Betriebskosten bestimmt. Zum jetzigen Zeitpunkt steht noch nicht fest, in welcher Betriebsform eine zentrale (Nahwärme)-Versorgung erfolgen könnte.

Derzeit bestehen zwei Wege, um Fördermittel für die Umsetzung einer kalten Nahwärmeversorgung einzubinden. Einerseits kann das gesamte Vorhaben über das Landesprogramm „Zukunftsfähige Energieinfrastruktur“ gefördert werden. Eine höhere Förderquote lässt sich erzielen, wenn das Erdwärmesondenfeld und das kalte Nahwärmenetz über das Landesprogramm gefördert wird und die Wärmepumpen der Gebäudeeigentümer über das Bundesprogramm „Richtlinien zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt“ bezuschusst werden. Das Bundesprogramm „Wärmenetzsysteme 4.0“ eignet sich für dieses Vorhaben nicht, da es u. a. weniger als 20 Anschlussnehmer sind. Derzeit wird eine Überarbeitung der Bundesförderung für Wärmenetze u. a. im Hinblick auf Vereinfachungen für kleine Netze diskutiert.

### Landes- und Bundesförderprogramme für kalte Nahwärme

Im rheinland-pfälzischen Förderprogramm „Zukunftsfähige Energieinfrastruktur“ besteht grundsätzlich die Möglichkeit, eine Zuwendung für den Bau von Wärmenetzen, die u. a. aus geothermischer Energie gespeist werden (ZEIS, 2018) zu beantragen. Im zugehörigen Merkblatt wird zur kalten Nahwärme ausgeführt, dass diese unter Berücksichtigung der gesetzlichen Anforderungen mit einem reduzierten Satz gefördert werden. Nach Auskunft des Fördermittelgebers kann die Hälfte der förderfähigen Kosten einen Zuschuss von 20 % erhalten (10 % Förderung für Wärmenetzbetreiber), wenn der Wärmebedarf durch Einsatz von Geothermie zu 100 % gedeckt wird. Im Rahmen der RLP-Corona-Konjunkturhilfe ist eine Aufstockung von 20 auf 30 % geplant<sup>29</sup>. In der Wirtschaftlichkeitsberechnung ist ein Zuschuss von 15 % für den Wärmenetzbetreiber berücksichtigt.

Zu den förderfähigen Investitionen zählen das Erdwärmesondenfeld und das kalte Nahwärmenetz. Die zugehörigen Wärmepumpen werden dann als förderfähig eingestuft, wenn diese effizient und mit Photovoltaik kombiniert sind sowie Grünstrom beziehen.

---

<sup>28</sup> Verein Deutscher Ingenieure (VDI): VDI-Richtlinie 2067 Blatt 1, Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen, Grundlagen und Kostenberechnung, September 2012

<sup>29</sup> E-Mail vom 27.08.2020 von Energieagentur RLP GmbH

Nach Auskunft der KfW<sup>30</sup> ist ein kaltes Nahwärmenetz nicht im Rahmen des Förderprogramms „Erneuerbare Energien-Premium“ förderfähig (BMW, 2015).

Nach der Richtlinie zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt werden u. a. Sole/Wasser-Wärmepumpen in Neubauten nur dann gefördert, wenn deren Jahresarbeitszahl min. 4,5 beträgt. Sole/Wasser-Wärmepumpen in bestehenden Nichtwohngebäuden müssen als Jahresarbeitszahl min. 4,0 aufweisen. Der Fördersatz beläuft sich auf 35 %.

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) spricht mit der Bundesförderung „Wärmenetzsysteme 4.0“ (BAFA, 2020) innovative, effiziente Wärmenetze mit überwiegendem Anteil erneuerbarer Energien an. Allerdings werden u. a. min. 20 Anschlussnehmer vorausgesetzt<sup>31</sup>, was von dem Vorhaben in Wallmerod nicht erfüllt wird, sodass dieses Förderprogramm nicht berücksichtigt wurde.

Zur Umsetzung kommen verschiedene Betreiberformen in Frage. Welche Betreiberform sich für Wallmerod anbietet hängt abseits steuerlicher und wirtschaftlicher Aspekte von weiteren Faktoren ab. Förderprogramme mit ihren jeweiligen Anforderungen können die Wahl der Betreiberform ebenfalls beeinflussen.

Kommunale Werke wie die **Verbandsgemeindewerke Wallmerod** könnten eine Nahwärmeversorgung betreiben und die Wärmelieferung an die Verbandsgemeinde Wallmerod und an private Abnehmer abrechnen. Sie verfügen bereits über ein Abrechnungswesen der Eigenbetriebe Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung. Es existieren viele Beispiele zu realisierten Nahwärmeprojekten, die 100 % kommunale Unternehmen wie z. B. Verbandsgemeindewerke betreiben und Wärme auch an private Abnehmer liefern. Kommunale Gebietskörperschaften, Zweckverbände, Körperschaften und Anstalten des öffentlichen Rechts und Eigengesellschaften kommunaler Gebietskörperschaften sind für das rheinland-pfälzische Förderprogramm „Zukunftsfähige Energieinfrastruktur“ antragsberechtigt.

Die Umsetzung mit einer **Genossenschaft** würde eine Chance bieten, um auch Private und Nutzer\*innen finanziell zu beteiligen. Allerdings stoßen die ehrenamtlichen Strukturen in einer Genossenschaft an Grenzen, um eine Nahwärmeversorgung mit eigenem Personal betreiben zu können. Von daher kann die kaufmännische und technische Betriebsführung an Externe vergeben werden. Im Förderprogramm „Zukunftsfähige Energieinfrastruktur“ sind Energiegenossenschaften antragsberechtigt.

Darüber hinaus sind viele Nahwärmeprojekte als **GmbH** realisiert. Diese könnte als gemeinsame Gesellschaft von kommunaler und privater Seite, hier sowohl mit dem Ziel der Beteiligung

---

<sup>30</sup> E-Mail vom 11.04.2019 von der KfW Bankengruppe, Infocenter

<sup>31</sup> Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) – Modellvorhaben Wärmenetzsystem 4.0 (Merkblatt Modul II)

von Bürger\*innen und Nutzer\*innen als auch mit dem Ziel der Umsetzung mit externer Expertise, getragen werden. Hinsichtlich einer Förderung im Rahmen des Förderprogramms „Zukunftsfähigen Energieinfrastruktur“ ist zu beachten, dass nur kleine und mittlere Unternehmen (KMU) Zuwendungsempfänger sein können.

Abhängig von der Betreiberform ist im Zusammenhang mit in Frage kommenden Förderprogrammen das Beihilfe-, Zuwendungs- und Vergaberecht zu prüfen. Beispielsweise ist in De-minimis-Regeln der Schwellenwert der Beihilfe zu beachten.

Je nach Geschäftsmodell unterscheidet sich die Förderfähigkeit. In den weiteren Berechnungen wurde angenommen, dass ein Betreiber das Erdwärmesondenfeld und das kalte Nahwärmenetz betreibt und dafür Landesfördermittel erhält (ZEIS), während die Gebäudeeigentümer die Wärmepumpen betreiben und dafür Bundesfördermittel (KfW 271) erhält. Denkbar ist, dass der Betreiber der kalten Nahwärme einen einmaligen Baukostenzuschuss für die Erdwärmesonden und das kalte Nahwärmenetz kalkuliert.

### **Landes- und Bundesförderprogramme für „warme“ Nahwärme**

Im rheinland-pfälzischen Förderprogramm „Zukunftsfähige Energieinfrastruktur“ werden Holznahwärmeprojekte gefördert, die als Mindestwärmeabsatz  $500 \text{ kWh}_{\text{th}} / (\text{m}_{\text{Tr}} \cdot \text{a})$  nachweisen. In dem Areal wird die Mindestvorgabe überschritten, sodass Landesfördermittel berücksichtigt werden konnten. Sie belaufen sich auf 20 % der förderfähigen Kosten, wobei die geplante Erhöhung auf 30 % im Rahmen der RLP-Corona-Konjunkturhilfe in der Wirtschaftlichkeitsberechnung berücksichtigt wurde.

Die KfW fördert im Rahmen des Förderprogramms „Erneuerbarer Energien-Premium“ den Biomassekessel, in Kombination mit einem Pufferspeicher<sup>32</sup> und einem Abgasreinigungssystem, mit bis zu 50 €/kW<sub>th</sub>. Darin enthalten ist die Grundförderung (20 €/kW), die Bonusförderung für niedrige Staubemissionen<sup>33</sup> (20 €/kW) und die Bonusförderung für die Errichtung eines Pufferspeichers (10 €/kW). Nahwärmenetze werden pro Trassenmeter mit 60 € gefördert. Zusätzlich erhält man pro Hausübergabestation eine Zuschussung von 1.800 €.

Die Photovoltaikanlagen werden insofern in die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung eingebunden, indem spezifische Stromgestehungskosten bestimmt werden, mit denen der Eigenverbrauch des Solarstroms für den Wärmepumpenbetrieb (Heizen und Temperierung) bewertet wird. Der

---

<sup>32</sup> Ein Mindestspeichervolumen von 30 Liter pro Kilowatt Nennwärmeleistung wird vorausgesetzt

<sup>33</sup> Zusätzliche Kosten für ein hochwertiges Abgas-Reinigungssystem wurden in Variante 3 (warme Nahwärme) nicht berücksichtigt | Förderung: 30 €/kW

zusätzliche Nutzen, dass auch ein Teil des Allgemeinstroms mit Solarstrom gedeckt werden kann, wird nicht wirtschaftlich bewertet. Die Ermittlung der spezifischen Stromgestehungskosten erfolgt in einem Zwischenschritt der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung.

### Rahmenbedingungen

Mehrwertsteuer	19%
Mehrwertsteuer für Holzpellets	7% <sup>34</sup>

### Bestimmung der kapitalgebundenen Kosten

Zinssatz	1,0% <sup>35</sup>
Abschreibungsdauer Luft/Wasser-Wärmepumpe	18 a <sup>36</sup>
Abschreibungsdauer Sole/Wasser-Wärmepumpe inkl. Kühlstation	20 a <sup>36</sup>
Abschreibungsdauer Klimasplitgerät	12 a <sup>36</sup>
Abschreibungsdauer Photovoltaikanlage	20 a <sup>37</sup>
Abschreibungsdauer zentrales Erdwärmesondenfeld mit Regeneration durch passive Temperierung	30 a <sup>35</sup>
Abschreibungsdauer kalte Nahwärmeleitungen	30 a <sup>35</sup>
Abschreibungsdauer warme Nahwärmeleitungen	40 a <sup>35</sup>
Abschreibungsdauer Containeranlage mit Biomassekessel und Brennstofflager	20 a <sup>35</sup>
Abschreibungsdauer Übergabestationen „warme“ Nahwärme	20 a <sup>36</sup>

---

<sup>34</sup> Telefonische Auskunft von Carmen e. V.

<sup>35</sup> TSB: Annahme in Anlehnung an Normen, Richtlinien (VDI 2067, AfA-Tabelle)

<sup>36</sup> Verein Deutscher Ingenieure (VDI): VDI-Richtlinie 2067 Blatt 1, Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen, Grundlagen und Kostenberechnung, September 2012

<sup>37</sup> Bundesministerium der Finanzen: AfA-Tabelle für die allgemein verwendbaren Anlagegüter (AfA-Tabelle "AV"), 15.12.2000

### Spezifische Investitionskosten für Photovoltaikanlagen

- Dachanlage 1.200 €/kW<sub>p</sub><sup>38</sup>
- Dachanlage aufgeständert 1.400 €/kW<sub>p</sub><sup>38</sup>

### Bestimmung der verbrauchsgebundenen Kosten

Grundpreis Wärmepumpentarif	50,4 €/a zzgl. MwSt. <sup>39</sup>
Arbeitspreis Wärmepumpentarif	17,06 ct/kWh <sub>el</sub> zzgl. MwSt. <sup>39</sup>
spez. Stromgestehungskosten Photovoltaikanlage	siehe Tabelle 4-1
Grundpreis Erdgas	120 €/a zzgl. MwSt. <sup>40</sup>
Arbeitspreis Erdgas	4,96 ct/kWh <sub>HS</sub> zzgl. MwSt. <sup>40</sup>
Spez. Holzpelletspreis	240 €/t zzgl. MwSt. <sup>41</sup>
Mittlerer Strompreis	26,52 ct/kWh <sub>el</sub> zzgl. MwSt. <sup>42</sup>
Spez. CO <sub>2</sub> -Preis	50 €/t zzgl. MwSt. <sup>43</sup>

### Bestimmung der betriebsgebundenen Kosten

Wartung und Instandhaltung (W & I) Wärmepumpe	2 % der Investitionskosten <sup>36</sup>
W & I Biomassekessel	2 % der Investitionskosten <sup>35</sup>
W & I Hausübergabestationen	1 % der Investitionskosten <sup>36</sup>
W & I Klimasplitgerät	4 % der Investitionskosten <sup>36</sup>
W & I Bautechnik	1 % der Investitionskosten <sup>36</sup>
W & I Wärmenetz / Wärmeverteilung	2 % der Investitionskosten <sup>36</sup>
W & I EWS und kaltes Nahwärmenetz	0,5 % d. Investitionskosten <sup>35</sup>
Technische Betreuung Photovoltaikanlage	2 % der Investitionskosten <sup>35</sup>

---

<sup>38</sup> Annahme TSB

<sup>39</sup> EVM: Wärmepumpentarif Eintarifzähler, Strom Natur Wärmepumpe, Stand 18.10.2020

<sup>40</sup> EVM: evm-FixGas 08/2020

<sup>41</sup> Carmen e. V.: Holzpellet-Preis-Index, Jahresmittelwerte bis 2019 (Liefermenge: 20t)

<sup>42</sup> EVM: evm-FixStrom 08/2020

<sup>43</sup> TSB: Annahme mittlerer, erwarteter CO<sub>2</sub>-Preis (konservativer Ansatz)

#### 4.1 Bestimmung der spez. Stromgestehungskosten der Photovoltaikanlagen

Für die Grundschule und das Versorgungszentrum wurde unabhängig von der Art der Wärmepumpe eine Photovoltaikanlage zu Grunde gelegt. In Variante 1 wurde nur für das Versorgungszentrum eine Wärmepumpe vorgesehen, da in der Grundschule der Weiterbetrieb der Erdgas-Brennwert-Therme angenommen wurde (keine PV Anlage auf dem Dach der Grundschule in Variante 1).

Während für das Versorgungszentrum eine Ost- und Westaufständerung auf dem Flachdach angenommen wurde, wurde für die Grundschule aufgrund der komplexen Dachgestaltung eine multivariante Ausrichtung (Ost – Süd – West-Ausrichtung) angesetzt (Variante 2).

In Variante 1 können Gestehungskosten von rund 13 Ct/kWh<sub>el</sub> erwartet werden. Kommt die größere PV-Anlage der Grundschule hinzu (Vgl. Tabelle 2-2), liegen die spez. Stromgestehungskosten bei rund 11,2 Ct/kWh<sub>el</sub>.

**Tabelle 4-1 spez. Stromgestehungskosten der Photovoltaikanlagen**

Alle Kosten zzgl. MwSt.		"Variante 1 (Basisvariante) Weiterbetrieb Erdgas- Brennwert-Therme in GS Luft/Wasser-WP für MVZ Photovoltaikanlagen für an- teiligen Eigenverbrauch (WP-Strom)"	"Variante 2 kaltes Nahwärmenetz mit dezentralen Sole-Wasser-WP Erdwärmesonden Photovoltaikanlagen für an- teiligen Eigenverbrauch (WP-Strom)"
Investitionskosten	€	32.000	95.000
Kapitalkosten	€/a	1.800	5.300
Verbrauchskosten	€/a	0	0
Betriebskosten	€/a	600	1.900
<b>Jahresgesamtkosten</b>	<b>€/a</b>	<b>2.400</b>	<b>7.200</b>
PV-Stromerzeugung	kWh <sub>el</sub> /a	18.510	64.460
<b>Spez. Stromgestehungskosten</b>	<b>Ct/kWh<sub>el</sub></b>	<b>13,0</b>	<b>11,2</b>

## 4.2 Variantenvergleich der Vollkosten zur Wärmeversorgung des Areals

Auf den zuvor genannten Grundlagen basiert die Berechnung der jährlichen Gesamtkosten für die Wärmeversorgung der Grundschule und des MVZ.

Die abgeschätzten Investitionskosten basieren auf Richtpreisangeboten und Erfahrungswerten. Die Jahreskosten werden für die drei Vergleichsvarianten angegeben.

Je nach Geschäftsmodell ergeben sich Unterschiede in der Beantragung von Fördermitteln für eine kalte Nahwärmeversorgung.

**Tabelle 4-2 Investitionskostenschätzung**

Alle Kosten sind inkl. MwSt.		Variante 1	Variante 2 *	Variante 3 **
		Erdgas-Brennwert-Therme L/W-WP + PV Photovoltaik	Kalte Nahwärme S/W-WP+PV Photovoltaik	„warme“ Nahwärme Holzpellets
<b>Investitionskosten</b>	€	94.600	340.430***	244.941***
<b>Kapitalkosten</b>	€/a	5.800	14.600***	12.400***
<b>Verbrauchskosten</b>	€/a	11.600	8.600	10.500
<b>CO<sub>2</sub>-Bepreisung</b>	€/a	1.300	300	-
<b>Betriebskosten</b>	€/a	2.000	4.000	9.600
<b>Jahreskosten</b>	<b>€/a</b>	<b>20.700</b>	<b>27.500</b>	<b>32.500</b>
<b>Wärmegestehungskosten</b>	<b>Ct/kWh<sub>th</sub></b>	<b>12,1</b>	<b>16,1</b>	<b>19,0</b>

\* einschließlich Fördermittel: Landesförderung (ZEIS) für Erdwärmesondenfeld und Netz sowie Bundesförderung (MAP - BAFA) für Wärmepumpen

\*\* einschließlich Fördermittel: Landesförderung (ZEIS) mit Kumulierung der Bundesförderung (KfW) für Biomassekessel mit Pufferspeicher und Nahwärmenetz

\*\*\* Investitionskosten und Kapitalkosten sind je nach Geschäftsmodell des Betreibers zu definieren. Üblich ist ein Baukostenzuschuss.

In der Konzeptionierung ist die Basisvariante mit dem Weiterbetrieb der Erdgas-Brennwert-Therme in der Grundschule und der Wärmeversorgung des medizinischen, öffentlichen Versorgungszentrums (inkl. Wohnen) mittels dezentraler Luft/Wasser-Wärmepumpenkaskade inkl. Photovoltaikanlage für die anteilige Nutzung des Solarstroms durch die Wärmepumpen die kostengünstigste Variante.

Die Wärmegestehungskosten einer kalten Nahwärme sind etwa ein Drittel höher als in der Basisvariante und liegen im Mittelfeld des Variantenvergleichs.

Eine „warme“ Holz-Nahwärmeversorgung erfordert im Vergleich die höchsten Wärmegestehungskosten.

Bisher wurde der zusätzliche Nutzen einer Gebäudetemperierung monetär nicht bewertet. Zur Vervollständigung der Vergleichsbetrachtung wird im nächsten Kapitel eine wirtschaftliche Bewertung der Gebäudetemperierung vorgenommen.

### **4.3 Wirtschaftlichkeitsbewertung der Temperierung in einer kalten Nahwärme**

Eine kalte Nahwärmeversorgung basierend auf Erdwärmesonden ermöglicht als zusätzlichen Nutzen eine passive Temperierung der Gebäude. Voraussetzungen sind, dass eine Fußbodenheizung vorhanden ist und eine passive Kühlstation zusätzlich zu einer Sole/Wasser-Wärmepumpe installiert ist. Viele Hersteller bieten für ihre Wärmepumpen passende passive Kühlstationen an, die im Wesentlichen aus einem Wärmetauscher bestehen, über den die Wärme aus dem Gebäude über die kalte Nahwärme ins Erdreich abgeführt wird.

Ein großer Vorteil der passiven Kühlung ist, dass abhängig von der Geologie die Temperatur des Erdreichs eine gewisse Regenerierung erfährt und somit die Energieeffizienz des Gesamtsystems steigert. Außerdem erhöht sich die Temperatur im kalten Nahwärmenetz in einem gewissen Maß, was ebenfalls zu einer höheren Effizienz des Wärmepumpenbetriebs beiträgt. Dies trifft insbesondere auf die Übergangsjahreszeiten zu, in denen gleichzeitig Gebäude beheizt und temperiert werden.

Zur wirtschaftlichen Bewertung einer passiven Temperierung wird in der Basisvariante eine Temperierung über die Fußbodenheizung mit aktivem Kühlbetrieb der Luft/Wasser-Wärmepumpe im MVZ sowie Klimasplitgeräten in der Grundschule gegenübergestellt. In der Holznahwärmevariante (Variante 3) werden sowohl für die Grundschule als auch das MVZ Klimasplitgeräte betrachtet. Hierbei ist zu beachten, dass das passive Temperieren an Grenzen stoßen kann.

Die wesentlichen Unterschiede der beiden Kühlsysteme sind:

**Tabelle 4-3 Unterschiede zwischen Temperierung und Klimasplitgerät**

Temperierung über Fußbodenheizung	Klimasplitgerät
Keine Klimakälte	Klimakälte
Jeder Raum wird über Fußbodenheizung temperiert	Nur in einem Raum, in dem sich das Klimasplitgerät befindet, wird die Raumluft gekühlt
Träges System	Schnellere Reaktionszeit
Freie Kühlung verbessert Wirtschaftlichkeit der kalte Nahwärme nochmals (weniger Erdwärmesonden, bessere Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe)	
Reversible Luft/Wasser-Wärmepumpe erfordert bei der aktiven Kühlung einen höheren Stromeinsatz als die passive Temperierung einer kalten Nahwärme	

Die wirtschaftliche Bewertung beruht auf diesen Rahmenbedingungen:

**Abschätzung des Kühlbedarfs**

- Spez. Wärmeleistungsabfuhr der Fußbodenkühlung:  $25 \text{ W}_{\text{th}}/\text{m}^2$
- Vollbenutzungsstunden einer Temperierung: 800 h/a

Es wird vereinfacht angenommen, dass der Stromverbrauch zur Temperierung zur Hälfte mit Solarstrom gedeckt werden kann.

Unabhängig vom Kühlsystem resultiert daraus für die Gebäudetypen eine Kühlleistung und eine Kältearbeit.

Bereits in Kapitel 4.2 sind in den Investitionskosten der Luft/Wasser-Wärmepumpe und der Sole/Wasser-Wärmepumpe die Investitionskosten der „Kühlfunktion“ enthalten.

**Tabelle 4-4 Jahreskosten zur Gebäudetemperierung**

<b>Wirtschaftlichkeit Gebäudetemperierung</b> Alle Kosten inkl. MwSt.		<b>Variante 1</b> GS: Klimasplitgeräte MVZ: aktive Gebäudetemperierung über L/W-WP	<b>Variante 2</b> Passive Gebäudetemperierung über kalte Nahwärme	<b>Variante 3</b> GS + MVZ: Klimasplitgeräte
Investitionskosten	€	17.100	0	54.300
Kapitalkosten	€/a	1.500	0	4.800
Verbrauchskosten	€/a	3.200	50	4.700
Betriebskosten	€/a	600	0	1800
vermiedene Stromkosten	€/a	0	-500	0
<b>Jahreskosten</b>	<b>€/a</b>	<b>5.300</b>	<b>-450</b>	<b>11.300</b>

Der Vergleich verdeutlicht, dass eine passive Gebäudetemperierung einen nennenswerten, wirtschaftlichen Zusatznutzen für die Gebäudebewohner/-nutzer darstellt.

Werden sowohl das Heizen als auch eine Gebäudetemperierung gemeinsam wirtschaftlich bewertet, ergeben sich daraus folgende Jahreskosten der drei Varianten.

**Tabelle 4-5 Jahreskosten zur Wärmeversorgung und Gebäudetemperierung**

<b>Wirtschaftlichkeit Wärmeversorgung und Gebäudetemperierung</b> Alle Kosten inkl. MwSt. (ohne Förderung)		<b>Variante 1</b> GS: Erdgas-Brennwert-Therme + Klimasplitgeräte MVZ: L/W-WP mit aktiver Gebäudetemperierung + PV	<b>Variante 2</b> Kalte Nahwärme S/W-WP inkl. Kühlstation + PV	<b>Variante 3</b> „warme“ Nahwärme Holzpellets Klimasplitgeräte
Investitionskosten	€	111.700	431.700	438.300
Kapitalkosten	€/a	7.300	19.000	23.600
Verbrauchskosten	€/a	16.100	8.950	15.200
Betriebskosten	€/a	2.600	4.000	11.400
vermiedene Stromkosten	€/a	0	-500	0
<b>Jahreskosten</b>	<b>€/a</b>	<b>26.000</b>	<b>31.450</b>	<b>50.200</b>

Der Vergleich zeigt, dass sich die Jahreskosten der Basisvariante und einer kalten Nahwärme annähern. Die Jahreskosten einer kalten Nahwärme liegen um etwa 20 % höher. Für eine „warme“ Nahwärme und Klimasplitgeräten ergeben sich deutlich höhere Jahreskosten

## 5 CO<sub>2</sub>e-Emissionsbilanz

Eine ökologische Bewertung der Wärmeversorgungsvarianten erfolgt mit einer CO<sub>2</sub>e-Emissionsbilanz. Dazu werden spezifischen Emissionen aus entsprechender Datenbank (Szenario zum Vergleich von Heizsystemen) des Internationalen Instituts für Nachhaltigkeitsanalysen und -strategien (IINAS) herangezogen (GEMIS, 2017).

Die Bilanz wird als Summe für das gesamte Areal aufgestellt. Die Emissionen für fossile Brennstoffe werden in der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung verwendet, um Kosten für einen CO<sub>2</sub>-Preis zu ermitteln. In allen Varianten wird davon ausgegangen, dass ausschließlich Ökostrom genutzt wird. Hierfür wird ein gemittelter CO<sub>2</sub>e-Kennwert angesetzt.

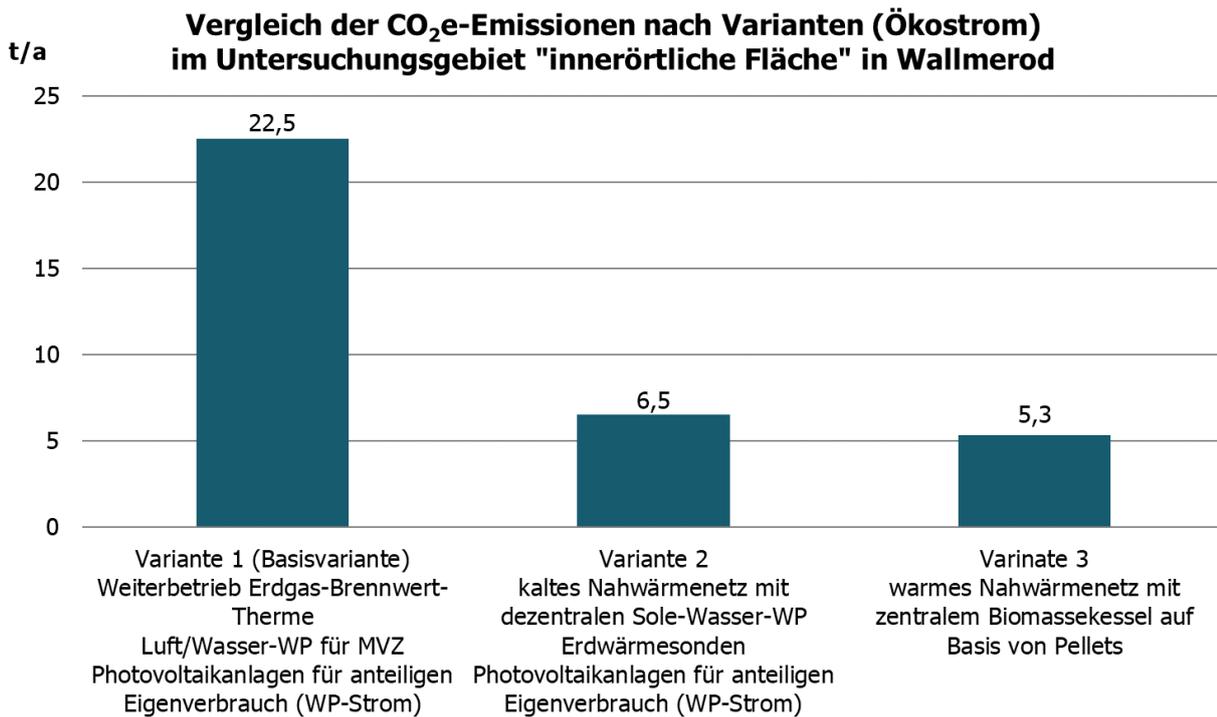
Verwendete CO<sub>2</sub>e-Kennwerte:

- Ökostrom: 30 g/kWh<sub>el</sub>
- Solarstrom: 27 g/kWh<sub>el</sub>
- Erdgas: 245 g/kWh<sub>Hi</sub>
- Holzpellets: 25 g/kWh<sub>th</sub>

**Tabelle 5-1 CO<sub>2</sub>e-Emissionsbilanz für die innerörtliche Fläche in Wallmerod**

<b>CO<sub>2</sub>e-Emissionsbilanz</b>		<b>Variante 1</b>	<b>Variante 2</b>	<b>Variante 3</b>
<b>innerörtliche Fläche (Areal)</b>		<b>(Basisvariante)</b>	<b>(kalte Nahwärme)</b>	<b>(„warme“ Nahwärme)</b>
CO <sub>2</sub> e-Emissionen Photovoltaikstrom für WP	t/a	0,16	0,22	
CO <sub>2</sub> e-Emissionen Öko-Netzstrom für WP	t/a	0,68	0,84	
CO <sub>2</sub> e-Emissionen Öko-Netzstrom für Hilfsenergie	t/a	0,03	0,01	0,12
CO <sub>2</sub> e-Emissionen Erdgas	t/a	21,24	5,54	
CO <sub>2</sub> e-Emissionen Holzpellets	t/a			4,70
CO <sub>2</sub> e-Emissionen Temperierung mit WP (Öko-Netzstrom)	t/a	0,07	0,00	
CO <sub>2</sub> e-Emissionen Klimakälte mit Klimasplitgeräte (Öko-Netzstrom)	t/a	0,25		0,51
CO <sub>2</sub> e-Emissionen Temperierung mit WP (PV-Strom)	t/a	0,06	0,00	
vermiedene CO <sub>2</sub> e-Emissionen durch Temperierung mit WP, bessere JAZ (Öko-Netzstrom)	t/a		-0,02	
vermiedene CO <sub>2</sub> e-Emissionen durch Temperierung mit WP, bessere JAZ (PV-Strom)	t/a		-0,06	
<b>CO<sub>2</sub>e-Emissionen gesamt</b>	<b>t/a</b>	<b>22,5</b>	<b>6,5</b>	<b>5,3</b>

Die beiden Nahwärmevarianten weisen um mehr als 70 % niedrigere Treibhausgasemissionen als die Basisvariante auf, was auf deren großen Anteil erneuerbarer Energien zurückzuführen ist. Etwas geringere CO<sub>2</sub>e-Emissionen erzielt eine „warme“ Nahwärme im Vergleich zur kalten Nahwärme. Die beiden Nahwärmevarianten werden im Rahmen der Konzeptunsicherheit als gleichwertig angesehen.



**Abbildung 5-1 CO<sub>2</sub>e-Emissionsbilanz für die innerörtliche Fläche in der VG Wallmerod**

Aus ökologischer Sicht empfiehlt sich die Umsetzung einer der beiden Nahwärmevarianten für die innerörtliche Fläche in der VG Wallmerod. Die können anhand ihrer Treibhausgasemissionen als Gleichwertig angesehen werden.

## Literaturverzeichnis

- BAFA. (8. Juli 2020). *Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (Wärmenetzsysteme 4.0)*. Von [https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Waermenetze/waermenetze\\_node.html](https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Waermenetze/waermenetze_node.html) abgerufen
- BMWi. (11. März 2015). Richtlinie zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt. Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie.
- Bundesministerium der Finanzen. (15. Dezember 2000). *AfA-Tabelle für die allgemein verwendbaren Anlagegüter (AfA-Tabelle "AV")*. Abgerufen am 15. Mai 2017 von [http://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Standardartikel/Themen/Steuern/Weitere\\_Steuerthemen/Betriebspruefung/AfA-Tabellen/2000-12-15-afa-103.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](http://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Standardartikel/Themen/Steuern/Weitere_Steuerthemen/Betriebspruefung/AfA-Tabellen/2000-12-15-afa-103.pdf?__blob=publicationFile&v=3)
- GEMIS. (April 2017). GEMIS (Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme) Version 4.95 - Stand: April 2017. IINAS (Internationales Institut für Nachhaltigkeitsanalysen und -strategien).
- Heizmann.ch (Fundament)*. (22. 10 2020). Von [https://www.heizmann.ch/fileadmin/\\_processed\\_/7/a/csm\\_fundament-heizmodul-heizmann\\_ac40f19036.jpg](https://www.heizmann.ch/fileadmin/_processed_/7/a/csm_fundament-heizmodul-heizmann_ac40f19036.jpg) abgerufen
- Heizmann.ch (Holzverkleidestes Heizmodul)*. (22. 10 2020). Von [https://www.heizmann.ch/fileadmin/\\_processed\\_/0/3/csm\\_heizmodul-hotel-paxmontana-heizmann\\_a672c2e317.jpg](https://www.heizmann.ch/fileadmin/_processed_/0/3/csm_heizmodul-hotel-paxmontana-heizmann_a672c2e317.jpg) abgerufen
- Heizmann.ch (Pelletheizung)*. (22. 10 2020). Von [https://www.heizmann.ch/fileadmin/\\_processed\\_/a/4/csm\\_heizmodul-pelletheizung-mittlerer-leistungsbereich-heizmodul\\_ecd7d86ba1.jpg](https://www.heizmann.ch/fileadmin/_processed_/a/4/csm_heizmodul-pelletheizung-mittlerer-leistungsbereich-heizmodul_ecd7d86ba1.jpg) abgerufen
- Prof. Giel. (4. April 2017). Kalte Nahwärme ist kein Widerspruch sondern eine Chance. *Vortrag am 12. Gebäudeenergietag Rheinland-Pfalz an der TH Bingen*. Bingen.
- Viessmann.de (Heizcontainer)*. (22. 10 2020). Von [https://www.viessmann.de/content/dam/vi-brands/DE/Kommunen/Container/Container-Heizanlae-01.jpg/\\_jcr\\_content/renditions/original./Container-Heizanlae-01.jpg](https://www.viessmann.de/content/dam/vi-brands/DE/Kommunen/Container/Container-Heizanlae-01.jpg/_jcr_content/renditions/original./Container-Heizanlae-01.jpg) abgerufen
- ZEIS. (28. November 2018). Zukunftsfähige Energieinfrastruktur. *Verwaltungsvorschrift des Ministeriums für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten vom 28 November 2018 (1083)*. Ministerialblatt der Landesregierung Rheinland-Pfalz.

## Abkürzungsverzeichnis

a	Jahr
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BGF	Bruttogrundfläche
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
CO <sub>2</sub>	Kohlenstoffdioxid
CO <sub>2</sub> e	Kohlenstoffdioxid-Äquivalent (carbon dioxide equivalent, nach ISO 14067-1 Pre-Draft)
EFH	Einfamilienhaus
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EWS	Erdwärmesonde
g	Gramm
GEG	Gebäudeenergiengesetz
Index f	Endenergie, DIN V 18599
Index Hi	Heizwert (lat. interior)
Index Hs	Brennwert (lat. superior)
Index K	Kälte
Index th	Wärme
Index el	elektrische Energie
Index Tr	Trasse
iKSK	Integriertes Klimaschutzkonzept
kNW	kalte Nahwärme
kWh	Kilowattstunden
kW	Kilowatt
LANIS	Landschaftsinformationssystem
L/W-WP	Luft/Wasser-Wärmepumpe
MAP	Marktanreizprogramm
m <sup>2</sup>	Quadratmeter
MFH	Mehrfamilienhaus
MVZ	Medizinisches Versorgungszentrum
MWh	Megawattstunden

NGF	Nettogrundfläche
OG	Ortsgemeinde (Kommune) / Obergeschoss (Gebäude)
PV	Photovoltaik
RLP	Rheinland-Pfalz
S/W-WP	Sole/Wasser-Wärmepumpe
t	Tonne
THG	Treibhausgase
ZEIS	Zukunftsfähige Energieinfrastruktur, rheinland-pfälzisches Förderprogramm