

Machbarkeitsstudie

Errichtung und Betrieb eines Nahwärmenetzes
Schulstraße in Altenglan



Eine Studie von

F|B Wärmeplanung
Dipl.-Ing. Friedrich Beck
Beratender Ingenieur
Remigiusbergstraße 21
66869 Kusel

Projektbeteiligte:

Auftraggeber: Verbandsgemeinde Kusel-Altenglan
Bürgermeister
Dr. Stefan Spitzer
Marktplatz 1
66869 Kusel
Tel.. 06381 – 60 80 – 0
Mail: info@vgka.de

Auftragnehmer: Stadtwerke Kusel GmbH
Geschäftsführer
Bernd Bohn
Lehnstraße 32
66969 Kusel
Tel.: 06381 – 42 07 – 0
Mail: stadtwerke@kusel.de

Projektbearbeitung: F|B – Wärmeplanung
Dipl.-Ing. Friedrich Beck
Beratender Ingenieur
Remigiusbergstraße 21
66869 Kusel
Tel.: 0177 49 07 336
Mail: friedrich.beck@kusmail.de

Beteiligte:

1	Zusammenfassung.....	7
2	Einleitung.....	10
3	Ist-Analyse des Untersuchungsgebietes	11
3.1	Kennzahlen	11
3.2	Wärmebedarfsanalyse	13
3.1.1	Szenario 1: Nur öffentliche Gebäude und direkte Anlieger (Anschlussquote 60 %)	14
3.1.2	Szenario 2: Öffentliche Gebäude mit angrenzendem Wohngebiet (Anschlussquote 60 %)	17
3.1.3	Einsparpotential	18
4	Potenzialanalyse erneuerbarer Energien und Abwärme	20
4.1	PV und Solarthermie auf Dachflächen	20
4.2	Photovoltaik- und Solarthermieanlagen auf Freiflächen	23
4.3	Biomassepotenzial.....	25
4.3.1	Potenzial aus der Forstwirtschaft.....	25
4.3.2	Potenzial aus der Landwirtschaft	27
5	Soll-Analyse der Wärmeversorgung.....	28
5.1	Nahwärmenetz	29
5.2	Rohrmaterial	34
5.3	Netzverluste.....	35
5.4	Thermische Energiespeicher	36
5.5	Hausübergabestationen	37
5.6	Förderung	38
5.6.1	Förderung Gebäudenetze nach BEG EM.....	38
5.6.2	Förderung des Netzanschlusses.....	38
5.7	Wärmeerzeugung	39
5.7.1	Szenario 1 - Variante 1: Holzhackschnitzel-Anlage ohne solare Unterstützung	39
5.7.2	Szenario 1 - Variante 2: Holzhackschnitzel-Anlage mit solarer Unterstützung	42
5.7.3	Szenario 1 - Variante 3: Wärmepumpe plus Erdgas-Kessel	46
5.7.4	Szenario 1 - Variante 4: Wärmepumpe plus Erdgas-BHKW	50
5.7.5	Szenario 1 – Variante 5 : Solarer Langzeitspeicher mit Erdgas-Kessel.....	52
6	Kostenrahmen und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung.....	56
6.1	Rahmenbedingungen	56
6.2	Wärmegestehungskosten (Vollkostenrechnung).....	57

6.2.1	Investitionen.....	58
6.2.2	Wärmegestehungskosten	59
6.3	Wirtschaftlichkeitsberechnung	60
6.4	Wärmekosten für die Endkunden	61
6.4.1	Privater Endkunde	62
6.4.2	Öffentliche Gebäude	63
7	CO _{2e} – Emissionsbilanz und Treibhausgasneutralität	65
8	Mögliche Betreibermodelle	67
8.1	Kommunaler Betreiber oder kommunale Betriebsgesellschaft.....	68
8.2	Contracting-Modell.....	69
8.3	Genossenschaftliches Modell	70
8.4	Vergaberecht	71
9	Abkürzungsverzeichnis.....	72
10	Literaturverzeichnis.....	73

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Co2-Emissionen.....	8
Abbildung 2: Schulstraße, Luftbild , Quelle: google earth	12
Abbildung 3:Wärmebedarfsdichte im Untersuchungsgebiet, Quelle: THERMOS- Wärmenetzmodell (eu">https://www.thermos-project.-wbr />eu)	13
Abbildung 4: Bestehendes Inselnetz , Quelle: gs-Plan, Otterberg,	14
Abbildung 5: NT-Gaskessel und Erdgas-BHKW im Verwaltungsgebäude der VG	15
Abbildung 6: Erdgas-Kessel mit WW-Bereitung in der KiTa.....	15
Abbildung 7: Klimaschutzziele Quelle: https://www.bundesregierung.de/breg- de/aktuelles/klimaschutzgesetz-2197410	19
Abbildung 8: PV-Potenzial Dachflächen ; Quelle: Solarkataster Rheinland Pfalz	21
Abbildung 9: Solarthermisches Potenzial Dachflächen.....	21
Abbildung 10: Potenzialflächen für ST-Freiflächenanlage	23
Abbildung 11:gesetzlich festgelegte Hochwassergebiete.....	24
Abbildung 12: Wärmeerzeugung ST-Anlage 250 m ² , Quelle: scenocalc.....	25
Abbildung 13: Potenzial Energieholz in der VG Kusel-Altenglan	26
Abbildung 14: Heizzentral - Standort Realschule.....	29
Abbildung 15: Heizzentrale - Standort Geh- und Radweg	29
Abbildung 16:Heizzentrale - südlich Bahnlinie.....	30
Abbildung 17: Freifläche südlich der Bahnlinie.....	31
Abbildung 18: Nahwärmenetz Szenario 1 - schematisch.....	31
Abbildung 19: nahwärmenetz Szenario 2 - schematisch	32
Abbildung 20: Wärmenetz-Dimensionierung - Szenario 1.....	33
Abbildung 21: Wärmenetz-Dimensionierung - Szenario 2.....	33
Abbildung 22: Rohrmaterialien für Wärmenetze , Quelle: Fraunhofer, Leitfaden Nahwärme	34
Abbildung 23: Grabenprofil für Wärmeleitungen ; Quelle: Fraunhofer, Leitfaden Nahwärme	35

Abbildung 24: Hausübergabestation , Kompaktanlage , Quelle: Yados, Standardisierte Wärmeübergabestation, Hoyerswerda.....	37
Abbildung 25: Energieflussbild: HHS plus Erdgas-Kessel; Quelle: nPro Energy GmbH , Am Lerchenpfad 35, 41812 Erkelenz.....	40
Abbildung 26: Holzhackschnitzelanlage – Modulbauweise, Systemschaubild ; Quelle: Fa. Hargassner.....	40
Abbildung 27: HHS-Heizzentralen – Beispiele; Quelle: Fa. Hargassner GmbH, Simbach/Inn, Heizmodul Lösungen	41
Abbildung 28: Freiflächen-Solarthermie-Anlagen - Beispiele.....	43
Abbildung 29: Wärmeerzeugung Solartnermieanleg 250 m ² ; Quelle: scenocalc.....	44
Abbildung 30: Energieflussbild - Variante 2.....	44
Abbildung 31:Dezentrale Nutzung von solarer Wärme in dem Gebäude	45
Abbildung 32: Dezentrale Solareinspeisung in das Wärmenetz	46
Abbildung 33: V-Kühler auf einer Dachfläche; Quelle: https://www.rehsler-kuehlsysteme.de/index.php?Freikuehler-Kuehlsystem	48
Abbildung 34: Energieflussbild - Variante 3.....	49
Abbildung 35: Energieflussbild – Variante 4	50
Abbildung 36: Arten von Langzeitspeichern	53
Abbildung 37: Mögliche Freifläche für eine solathermische Anlage	54
Abbildung 38: Anlagenschema solarunterstützter Langzeitspeicher	54
Abbildung 39: Auslegung eines saisonalen Speicher mit solarthermischer Wärmeerzeugung.....	55
Abbildung 40: CO ₂ -Bilanz.....	66

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Wärmeerzeugungsvarianten – Übersicht.....	7
Tabelle 2: Wärmegestehungskosten der Erzeugungs-Varianten.....	8
Tabelle 3: Wirtschaftlichkeit gem. VDI 2067 der Erzeugungsvarianten	9
Tabelle 4: Wärmebedarf Szenario 1 : nur öffentliche Gebäude und direkte Angrenzer....	16
Tabelle 5 : Wohngebiet - Bausubstanz.....	17
Tabelle 6: Wärmebedarf Szenario 2 : Öffentliche Gebäude und Wohngebiet.....	18
Tabelle 7: Vorhandene PV-Anlagen-Kapazität	21
Tabelle 8: PV- und ST-Potenzial - Übersicht.....	22
Tabelle 9: Nachhaltiges Energieholzpotenzial in der VG	26
Tabelle 10: Ausbaupotenzial Energieholz in der VG	27
Tabelle 11: Biomassepotenzial in der VG Kusel-Altenglan	28
Tabelle 12: Netzlängen - Übersicht	32
Tabelle 13: Wärmeerzeugung-varianten - Übersicht.....	39
Tabelle 14: Wärmeerzeugung und Lastgang - Variante 1.....	41
Tabelle 15: Wärmeerzeugung und Lastgang - Variante 2.....	44
Tabelle 16: Wärmeerzeugung und Lastgang - Variante 3.....	49
Tabelle 17: Wärmeerzeugung und Lastgang - Variante 4.....	51
Tabelle 18: Investitionen - Kostenschätzung	58
Tabelle 19: Wärmegestehungskosten der Varianten - Übersicht.....	60
Tabelle 20: Wirtschaftlichkeit aus Sicht des Netzbetreibers	61
Tabelle 21: Möglicher Wärmepreis für den Endkunden	61
Tabelle 22: Heizkostenvergleich (vereinfacht) aus Sicht des Endkunden.....	62
Tabelle 23: CO ₂ -Bepreisung auf Heizöl - Prognosen.....	63
Tabelle 24: CO ₂ -Bilanz.....	66

1 Zusammenfassung

Das Ingenieurbüro FB-Wärmeplanung wurde durch die Stadtwerke Kusel Dezember 2023 mit der Erstellung einer Machbarkeitsstudie zur Errichtung und dem Betrieb eines Nahwärmenetzes in der Schulstraße in Altenglan beauftragt.

Gegenstand der Studie ist es, die energetischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen und Realisierungsmöglichkeiten für eine zentrale Wärmeversorgung mit einem angeschlossenen Wärmenetz in der Ortsgemeinde zu erarbeiten und zu bewerten. Die zu erreichende Minderung des CO₂-Ausstoßes soll aufgezeigt werden. Dazu sollen mögliche Varianten der Wärmeerzeugung auf Basis Erneuerbarer Energien untersucht und hinsichtlich ihres wirtschaftlichen Betriebs geprüft werden. Maßgebend dabei ist ein marktgerechter Wärmepreis für die Anschlussnehmer.

Folgende technische Konzepte (Varianten) zur Wärmeerzeugung wurden verglichen:

Tabelle 1: Wärmeerzeugungsvarianten – Übersicht

	Variante 1 nur HHS - Kessel	Variante 2 HHS-Kessel plus Solar	Variante 3 WP plus Erdgaskessel	Variante 4 WP plus BHKW	Variante 5 Solarer Langzeitspeicher
Wärmeerzeugung	1 Stück Holzhackschnitzel- kessel	1 Stück Holzhackschnitzel- kessel	1 Stück Groß-Wärmepumpe	1 Stück Groß-Wärmepumpe	1 Stück Solarthermische Freiflächenanlage
	1 Stück Erdgaskessel (Spitzenkessel)	Solarthermie- Freiflächenanlage ca. 250 m ² Kollektorfläche	1 Stück Erdgaskessel (Spitzenkessel)	1 Stück Erdgas-BHKW	1 Stück Erdgas-Kessel
Pufferspeicher	10.000 Liter	10.000 Liter	10.000 Liter	10.000 Liter	1.800 m ³ Erdspeicher
Energielieferant	HHS - Lieferant (Fremdbezug)	HHS - Lieferant (Fremdbezug)	Stromlieferant / PV-Anlagen	Stromlieferant / PV-Anlagen	Stromlieferant / PV-Anlagen
	Gaslieferant		Gaslieferant	Gaslieferant	Gaslieferant
Netzbetrieb	Contractor Genossenschaft	Contractor Genossenschaft	Contractor Genossenschaft	Contractor Genossenschaft	Contractor Genossenschaft

Legende:

Variante 1: Holzhackschnitzel-Anlage (HHS) ohne solare Unterstützung

Variante 2: Holzhackschnitzel-Anlage (HHS) mit solarer Unterstützung

Variante 3: Groß-Wärmepumpe (Luft-Wasser) mit Erdgaskessel

Variante 4: Groß-Wärmepumpe (Luft-Wasser) mit Erdgas-BHKW

Variante 5: Solarer Langzeitspeicher mit Erdgas-Spitzenkessel Kessel

Zur ökologischen Bewertung der Varianten wurde eine CO₂-Emissionsbilanz erstellt:

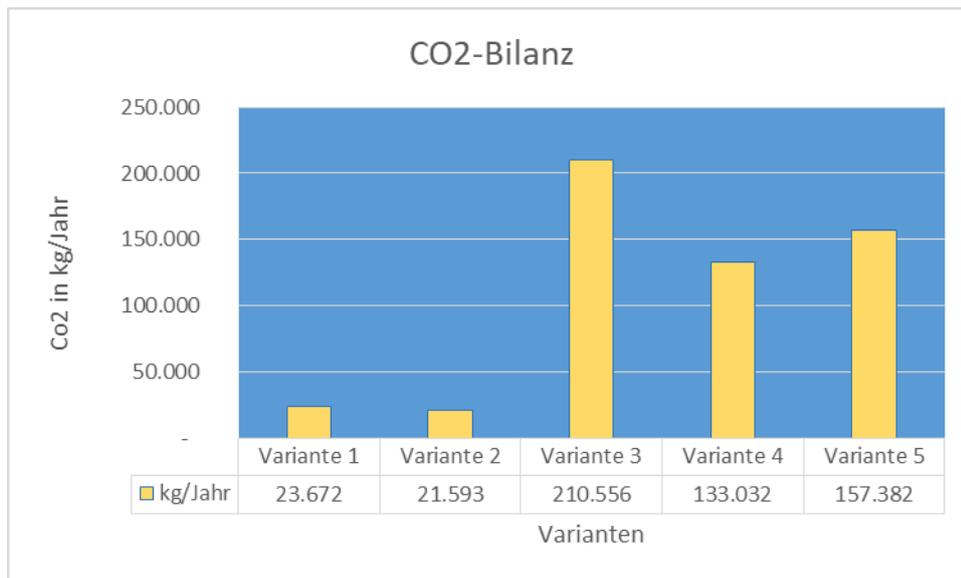


Abbildung 1: Co₂-Emissionen

Die Jahresgesamtkosten und die Wärmegestehungskosten korrelieren stark mit den erforderlichen Investitionen und den erforderlichen Energiebezugskosten. Die Investition in das Wärmenetz bestimmt dabei den größten Anteil am Wärmepreis, so dass die Wärmegestehungskosten der Varianten sich nur unwesentlich voneinander unterscheiden.

Die Berechnung der Wärmegestehungskosten sowie die Wirtschaftlichkeit der Wärmeversorgung aus Betreibersicht erfolgt angelehnt an die VDI-Richtlinie 2067.

Tabelle 2: Wärmegestehungskosten der Erzeugungs-Varianten

	Variante 1 nur HHS - Kessel	Variante 2 HHS-Kessel plus Solar	Variante 3 WP plus Erdgaskessel	Variante 4 WP plus BHKW	Variante 5 solarer Langzeitspeicher
Investitionskosten	926.500	1.128.000	961.000	1.061.000	2.143.000
Finanzierungsbedarf	426.900	547.800	447.600	571.600	1.180.800
Kapitalkosten	31.412	40.308	32.935	42.059	86.885
Verbrauchsdaten	36.093	33.102	75.785	83.671	65.000
Betriebskosten	14.005	15.450	9.790	16.115	8.000
Sonstige Kosten	5.169	6.339	5.322	6.060	4.000
Stromvergütung				- 20.412	
Jahreskosten gesamt	86.679	95.199	123.832	127.493	163.885
Wärmegestehungskosten netto	10,57	11,61	15,10	15,55	19,99
Wärmegestehungskosten brutto	12,58	13,82	17,97	18,50	23,78

Legende:

Variante 1: Holzhackschnitzel-Anlage (HHS) ohne solare Unterstützung

Variante 2: Holzhackschnitzel-Anlage (HHS) mit solarer Unterstützung

Variante 3: Groß-Wärmepumpe (Luft-Wasser) mit Erdgas-BHKW

Variante 4: Groß-Wärmepumpe (Luft-Wasser) mit HHS-Kessel

Variante 5: Solarer Langzeitspeicher mit Erdgas-Kessel

Ein wesentlicher Punkt für die Erreichung der Wirtschaftlichkeit ist die Förderfähigkeit der Investitionskosten gem. dem BEW (Bundesförderung für effiziente Wärmenetze). Diese Richtlinie fordert für den Neubau von Wärmenetzen einen Mindestanteil von 75 % erneuerbarer Energie und Abwärme bei der Wärmeerzeugung sowie einen Pfad zur Treibhausgasneutralität bis spätestens 2045. Beide Forderungen werden mit den untersuchten Varianten erfüllt.

Der wirtschaftliche Betrieb der zentralen Wärmeversorgung hängt im Wesentlichen von zwei Faktoren ab:

- dem Wärmepreis für den Endkunden und
- der Anschlussquote.

Der Endkundenpreis wurde so angesetzt, dass bei der Wirtschaftlichkeit ein positiver Kapitalwert und eine Amortisationszeit von ca. 15 Jahren zu erwarten ist.

Unter diesen Voraussetzungen sind alle Varianten gem. VDI 2067 wirtschaftlich zu betreiben:

Tabelle 3: Wirtschaftlichkeit gem. VDI 2067 der Erzeugungsvarianten

		Variante 1 nur HHS - Kessel	Variante 2 HHS-Kessel plus Solar	Variante 3 WP plus Erdgaskessel	Variante 4 WP plus BHKW	Variante 5 solarer Langzeitspeicher
Investitionen	€	926.500	1.128.000	961.000	1.061.000	2.143.000
BKZ	€	215.000	215.000	215.000	215.000	215.000
Förderung	€	- 284.600	- 365.200	- 298.400	- 274.400	- 747.200
Finanzierungsbedarf	€	426.900	547.800	447.600	571.600	1.180.800
jährliche Kosten	€/Jahr	86.679	95.199	123.832	127.493	163.885
Erlöse aus Wärmeverkauf	€/Jahr	86.920	95.120	123.820	135.300	172.200
durchschnittlicher erf. Wärmepreis	ct/kWh	10,60	11,60	15,10	16,50	21,00
Kapitalwert	€	142.326	183.423	117.281	102.323	148.191
Amortisationsdauer	Jahre	11,30	11,30	12,60	12,00	16,10
Interner Zinsfuß	%	6,32	6,43	5,91	5,59	5,06

Je nach der gewünschter Kapitalverzinsung oder Amortisationszeit kann der Wärmepreis für die Endkunden noch angepasst werden. Dies ist eine unternehmerische Entscheidung und kann in dieser Studie nicht festgelegt oder empfohlen werden.

2 Einleitung

Der Begriff „Nahwärme“ bezieht sich auf die Bereitstellung von Wärmeenergie für Gebäude, Industrieanlagen oder andere Verbraucher in räumlicher Nähe zu einer Wärmequelle. Im Gegensatz zur Fernwärme, bei der Wärme oft über lange Strecken transportiert wird, handelt es sich bei Nahwärme um eine lokal begrenzte Versorgung.

Nahwärme wird typischerweise in kleinerem Maßstab eingesetzt, um mehrere Gebäude oder eine kleinere Siedlung mit Wärme zu versorgen. Eine häufige Quelle für Nahwärme ist ein Heizkraftwerk oder eine Wärmepumpe in der Nähe der Verbraucher, die Wärme erzeugt und über ein Netz von isolierten Rohrleitungen an die Verbraucher liefert. Die Wärme kann für Heizzwecke, Warmwasserbereitung und andere Anwendungen genutzt werden.

Nahwärme bietet eine Reihe von Vorteilen für Quartiere und Gemeinden:

1. **Energieeffizienz:** Nahwärme ermöglicht eine effiziente Nutzung von Energiequellen, da Verluste durch den Wärmetransport über lange Distanzen minimiert werden. Die Wärme wird lokal erzeugt und direkt an die Verbraucher geliefert, was zu geringeren Energieverlusten führt.
2. **Umweltfreundlichkeit:** Durch die Nutzung erneuerbarer Energiequellen wie Biomasse, Solarthermie oder Geothermie kann Nahwärme dazu beitragen, den CO₂-Ausstoß zu reduzieren und die Umweltbelastung zu verringern. Dies unterstützt die Bemühungen um eine nachhaltige Energieversorgung und den Klimaschutz.
3. **Wirtschaftliche Vorteile:** Nahwärmesysteme können dazu beitragen, die Energiekosten für die Bewohner eines Quartiers langfristig zu senken, insbesondere wenn günstige Energiequellen verwendet werden. Zudem können lokale Wertschöpfungseffekte entstehen, wenn die Energieproduktion und der Betrieb der Nahwärmeinfrastruktur in der Region verbleiben.
4. **Versorgungssicherheit:** Nahwärmequellen sind oft zuverlässiger als einzelne Heizsysteme in Gebäuden, da sie professionell gewartet und überwacht werden. Dies trägt zur Sicherstellung einer kontinuierlichen Wärmeversorgung bei, auch in kalten Wintermonaten.
5. **Platzersparnis:** Da Nahwärme für mehrere Gebäude oder sogar ein ganzes Quartier genutzt werden kann, entfällt die Notwendigkeit von individuellen Heizsystemen in jedem Gebäude. Dies spart Platz und ermöglicht eine effizientere Nutzung der verfügbaren Fläche.
6. **Flexibilität bei Energiequellen:** Nahwärmesysteme können verschiedene Energiequellen nutzen, je nach den lokalen Gegebenheiten und den Bedürfnissen der Gemeinde. Dies ermöglicht eine Anpassung an verfügbare Ressourcen und kann auf erneuerbare Energien umgestellt werden, wenn diese verfügbar werden.
7. **Einfache Integration erneuerbarer Energien:** Nahwärmesysteme sind gut geeignet, um erneuerbare Energiequellen in den Energiemix einzubinden.

Solarenergie, Biomasse oder Geothermie können effizient genutzt werden, um Wärme für das Quartier zu erzeugen.

8. **Förderung der Gemeinschaft:** Nahwärme kann zur Schaffung einer stärkeren Gemeinschaft beitragen, da es die Möglichkeit bietet, gemeinsame Ressourcen zu nutzen und gemeinsam an umweltfreundlichen Lösungen zu arbeiten.

Zusätzlicher Vorteil:

Der Austausch einer fossilen Heizungsanlage und der Anschluss an ein Wärmenetz, das die „EE65“-Vorgaben des GEG erfüllt, wird mit bis 70 % bezuschusst. Dadurch sinken die einmaligen Kosten für die Heizungserneuerung deutlich.

Insgesamt kann Nahwärme dazu beitragen, die Energieeffizienz zu steigern, die Umweltbelastung zu reduzieren und die Lebensqualität in Quartieren zu verbessern.

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung stellen eine Grundlage für den Vergleich unterschiedlicher Versorgungsvarianten im Hinblick auf eine realisierbare Ausführung dar. Machbarkeitsstudien sind hinsichtlich Detailschärfe nicht mit einer Planung bzw. Entwurfsplanung zu verwechseln, sondern sollen plausible und realistische Daten für eine Entscheidungsfindung liefern.

Die in der vorliegenden Machbarkeitsstudie enthaltenen Kostenschätzungen beruhen auf Mittelwerten, die das Büro FB aus der Auswertung bereits ausgeführter Anlagen und Nahwärmenetze sowie aus Angeboten von Herstellern und Baufirmen gewonnen hat.

3 Ist-Analyse des Untersuchungsgebietes

3.1 Kennzahlen

Altenglan liegt in Rheinland-Pfalz in der Verbandsgemeinde Kusel-Altenglan. 2.756 Einwohner wohnen und leben in insgesamt 1.077 Gebäuden mit 1.432 Wohnungen. Damit wohnen im Schnitt 2,6 Personen in einem Gebäude. 821 Gebäude (76 %) der Gebäude haben nur eine Wohnung. In 200 Gebäuden (18,5) gibt es zwei Wohneinheiten.

Fast 1/3 der Einwohner befindet sich bereits im Rentenalter:

Einwohner von 65 bis 79 Jahre:	20 %
Einwohner über 80 Jahre:	9,5

Die gesamte Bodenfläche von Altenglan beträgt 13,6 km². Davon sind 1,84 km² Siedlungsfläche. Der überwiegende Teil der Gemarkungsfläche ist landwirtschaftlich genutzt (5,3 km²) oder bewaldet (5 km²).

Im Untersuchungsgebiet „Schulstraße“ befinden sich überwiegend **öffentliche** Gebäude und Einrichtungen. Dies sind die

- Realschule plus
- Verbandsgemeindeverwaltung
- KiTa Altenglan

Einige privatgenutzte Gebäude, z.T. mit mehreren Wohnungen, grenzen an die Schulstraße an. Zusätzliche befinden sich gewerblich genutzte Immobilien in der Nähe, u.a. ein Gärtnereibetrieb mit Gewächshäusern und Verkaufsraum, ein Optikergeschäft, ein Montagebetrieb für Haustüren mit Ausstellungsraum sowie ein Medizinisches Versorgungszentrum mit Einliegerwohnungen.



Abbildung 2: Schulstraße, Luftbild, Quelle: google earth

3.2. Wärmebedarfsanalyse

Der Wärmebedarf stellt sich wie folgt dar:



Abbildung 3: Wärmebedarfsdichte im Untersuchungsgebiet, Quelle: THERMOS-Wärmenetzmodell (<https://www.thermos-project.-wbr />eu>)

Gut zu erkennen sind die Wärmesenken bei den öffentlichen Gebäuden (rote Einfärbung). Auch die Gärtnerei mit hallen und Verkaufsgebäude hat eine höheren Wärmebedarf. Ansonsten handelt es sich Wohngebäude aus den 60 – 80 iger Jahren, sie nicht besonders eingefärbt sind.

Zur Ermittlung der Wärmebedarfe in den angrenzenden Gebäuden wurden an die Gebäudeeigentümer Fragebogen verschickt, mit der Bitte, diese bei Interesse an den Berater zurückzusenden. Für die Verwaltungsgebäude und Schulen wurde der Primärenergieverbrauch der Vorjahre abgefragt.

Sofern keine Rückmeldungen der Gebäudeeigentümer vorlagen, wurden diese auf Grundlage von durchschnittlichen spezifischen Verbräuchen pro qm geschätzt.

Hierzu wird die frei verfügbare **THERMOS-Software** verwendet (<https://www.thermos-project.-wbr />eu>). Für weitere Informationen über THERMOS wenden Sie sich bitte an das Zentrum für nachhaltige Energie (<https://www.cse.org.uk>).

Das Tool gibt die Wärmebedarfe und Leistungen entsprechend der Nutzungsart an. Außerdem ermöglicht es eine Abschätzung der erforderlichen Wärmeleitungen (Länge und Dimensionen).

Je nach Anschlussquote und Ausweitung des Wärmeversorgungsgebietes kommt man auf verschiedene Wärmebedarfe.

3.1.1 Szenario 1: Nur öffentliche Gebäude und direkte Anlieger (Anschlussquote 60 %)

Die vorhandenen öffentlichen Gebäude werden derzeit unterschiedlich beheizt.

Für die **Realschule plus** existiert bereits ein Nahwärmenetz an das die beiden Schulgebäude, die Gymnastikhalle, die Turnhalle und der sog. Pavillon angeschlossen sind.

Versorgt wird dieses Netz durch eine Kombination aus

- 3 St Erdgas-Brennwertkessel á 100 kW
- 3 St Erdgas-BHKW mit insgesamt 50 kWel bzw. 100 kWth im Voll-Last-Betrieb

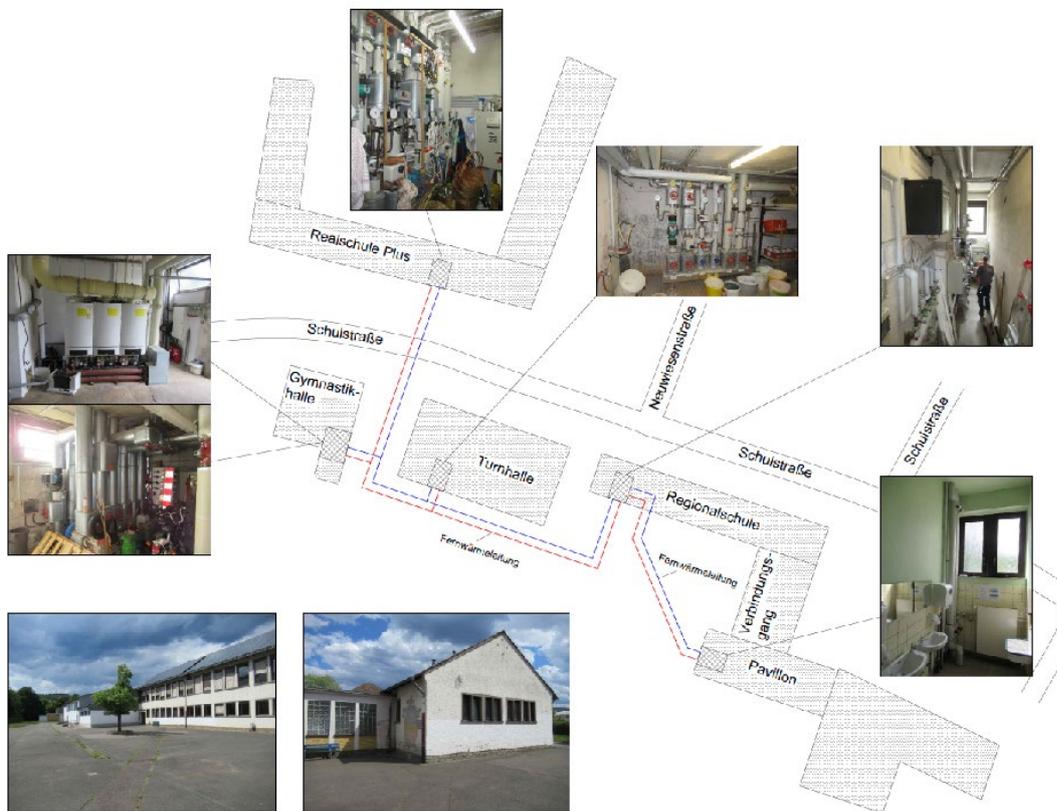


Abbildung 4: Bestehendes Inselnetz, Quelle: gs-Plan, Otterberg,

Die BHKW's produzieren neben der Wärme auch Strom, der z.T. direkt im Schulgebäude verbraucht wird.

Das **Verwaltungsgebäude** der Verbandsgemeinde Kusel-Altenglan mit dem Neubau wird über eine gemeinsame Heizzentrale versorgt:



Abbildung 5: NT-Gaskessel und Erdgas-BHKW im Verwaltungsgebäude der VG

Die Kesselleistung beträgt 225 kW. Die elektrische Leistung des BHKW's beträgt 5,5 kWel, die thermische Leistung ist mit max. 12,5 kW angegeben.

Die technische Nutzungsdauer des BHKW's ist bereits abgelaufen.

Die **Kindertagesstätte** der evangelischen Kirchengemeinde wird über einen NT-Gaskessel mit WW-Bereitung aus dem Jahr 1994 beheizt:



Abbildung 6: Erdgas-Kessel mit WW-Bereitung in der KiTa

Insgesamt ergibt sich folgender Wärmebedarf bei einem Anschluss der öffentlichen Gebäude sowie der interessierten Eigentümer, die einen Fragebogen abgegeben haben:

Da die **Realschule plus** bis spätestens 2026 energetisch saniert wird und die Gymnastikhalle neu errichtet wird, ist von einem deutlich geringeren Wärmebedarf gegenüber dem derzeitigen Stand auszugehen. Dieser wurde aus den vorliegenden Heizlastberechnungen der VG **geschätzt** (gelbes Feld):

Tabelle 4: Wärmebedarf Szenario 1 : nur öffentliche Gebäude und direkte Angrenzer

Gebäude	Strasse	HsNr	beheizte Fläche in m ²	spez. Wärmebedarf in kWh/m ² *Jahr	Wärmebedarf in kWh/Jahr	Vollbenutzungsstunden	Gebäudeheizlast berechnet in kW
Wärmenetz Realschule plus	Schulstraße	14 + 21	5.000	60	300.000	1.200	250
Kita	Rathausweg	2	470	110	51.700	1.200	43
VG-Verwaltung	Schulstraße	3,5,7	1.860	62	115.000	1.200	96
Ärztelhaus	Schulstraße	1	600	153	92.000	1.200	77
Mischgebäude	Schulstraße	2	220	78	17.200	1.400	12
Mischgebäude	Schulstraße	4	200	170	34.000	1.400	24
Wohngebäude	Schulstraße	13	150	170	25.500	1.600	16
Wohngebäude	Neuwieserstraße	13	150	170	25.500	1.600	16
Wohngebäude	Neuwieserstraße	22	110	182	20.000	1.600	13
Gärtnerei Clos	Neuwieserstraße	3a	660	107	70.580	1.000	71
Mischgebäude	Bahnhofstraße	24	290	99	28.750	1.400	21
Wohngebäude	Bahnhofstraße	22	240	169	40.500	1.600	25
Gesamt			9.950	82	820.730		663
Benutzungsstunden/a - Leistungsbedarf							1.238
Gleichzeitigkeitsfaktor							0,9
erforderliche installierte Leistung							597

Erläuterung:

	Ist-Werte aus Fragebogen
	Geschätzte Werte anhand Grundfläche und spez. Wärmebedarf

Der Gleichzeitigkeitsfaktor wird mit 0,9 sehr hoch angesetzt, da die öffentlichen Gebäude eine sehr einheitliche Beheizungsstruktur haben. D.h., die Aufheizphasen finden weitgehend gleichzeitig statt, so dass dies zu einer höheren installierten Leistung der zentralen Kessel führt.

3.1.2 Szenario 2: Öffentliche Gebäude mit angrenzendem Wohngebiet (Anschlussquote 60 %)

Weitet man das Untersuchungsgebiet auf das angrenzende Wohngebiet „Neuwieserstraße-Schulstraße“ aus, so ergeben sich weitere Wärmepotenziale:

Die Gebäude im Wohngebiet stammen aus den Jahren 1960 bis 1980 und sind überwiegend nicht gedämmt. Alle Anwohner wurden mit einem Fragebogen gebeten ihre Heizungsdaten und Verbräuche zur genaueren Planung zur Verfügung zu stellen.



Tabelle 5 : Wohngebiet - Bausubstanz

Der ermittelte Wärmebedarf für das gesamte Untersuchungsgebiet wurde ebenfalls weitgehend abgeschätzt.

Alle Eigentümer wurden mit Fragebögen angeschrieben und um die Verbrauchsdaten ihrer Gebäude gebeten. Allerdings wurden lediglich 6 von 25 Fragebögen ausgefüllt zurückgeschickt.

Tabelle 6: Wärmebedarf Szenario 2 : Öffentliche Gebäude und Wohngebiet

Gebäude	Strasse	HsNr	beheizte Fläche in m ²	spez. Wärme- bedarf in kWh/m ² *Jahr	Gebäudeheizlast berechnet in kW	Wärmebedarf in kWh/Jahr
Wärmenetz Realschule plus	Schulstraße	14 + 21	5.016	60	250	300.000
Ev. Kita	Rathausweg	2	796	44	29	35.000
VG-Verwaltung	Schulstraße	3,5,7	1.857	62	82	115.000
Ärztelhaus	Schulstraße	1	620	148	66	92.000
Gärtnerei Clos	Neuwieserstraße	3a	660	107	59	70.580
Wohngebäude	Schulstraße	8	186	100	20	18.600
Wohngebäude	Schulstraße	15	130	123	15	16.000
Wohngebäude	Schulstraße	17	130	142	18	18.400
Reserve (2 Gebäude)	Schulstraße				36	40.000
Wohngebäude	Neuwieserstraße	3	178	100	18	17.800
Wohngebäude	Neuwieserstraße	9	150	144	18	21.650
Wohngebäude	Neuwieserstraße	16	150	217	25	32.500
Wohngebäude	Neuwieserstraße	18	135	141	20	19.000
Reserve (4 Gebäude)	Neuwieserstraße				80	80.000
Wohngebäude Bahnhofstraße	Bahnhofstraße	22	288	141	30	40.500
Gesamt			10.296		766	917.030
Benutzungsstunden/a - Leistungsbedarf				1200	1.197	
Gleichzeitigkeitsfaktor					0,8	
erforderliche installierte Leistung					613	kW

Der Gleichzeitigkeitsfaktor kann auf 0,8 abgesenkt werden, da sich die Aufheizzeiten stärker verteilen, je mehr Haushalte an das Netz angeschlossen sind.

3.1.3 Einsparpotential

Mit dem 2021 novellierten Bundes-Klimaschutzgesetz wurde das langfristige Ziel eines klimaneutralen Gebäudebestandes auf das Jahr 2045 vorgezogen. Die maximal zulässige Emissionsmenge im Jahr 2030 wurde von ursprünglich 70 auf 67 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalent verringert.



Abbildung 7: Klimaschutzziele Quelle: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/aktuelles/klimaschutzgesetz-2197410>

Das Klimaschutzgesetz ist der Kern der nationalen Klimapolitik. Mit gesetzlich verbindlichen nationalen Klimazielen hat Deutschland international Standards gesetzt. Bis 2045 soll Deutschland treibhausgasneutral sein.

Energetische Sanierungen der Gebäudehülle sind eine zentrale Effizienzmaßnahme zur Reduktion des Raumwärmebedarfs und der damit verbundenen THG-Emissionen. Dabei spielen sowohl die Sanierungsrate, als Maß für die Häufigkeit getätigter Sanierungsmaßnahmen, als auch die Qualität bzw. Sanierungstiefe der durchgeführten Sanierungsmaßnahmen eine Rolle.

Der gesetzliche Rahmen gibt Vorgabe sowohl für den Neubau von Wohngebäude als auch für die Bestandsgebäude. Maßgeblich ist seit dem 1. November 2020 das Gebäudeenergiegesetz (GEG). Für Neubauten wird davon ausgegangen, dass diese die Mindestanforderungen des GEG erfüllen. Auch für Bestandsgebäude sind bereits Ziele definiert, die in den nächsten Jahren zu erreichen sind:

bis 2030 Energieeffizienzklasse E	< 160 kWh/m ² *a
bis 2033 Energieeffizienzklasse D	< 130 kWh/m ² *a

Sollte das Ziel der energetischen Sanierung bis 2033 erreicht werden, würde sich der Wärmebedarf etwas reduzieren. Damit entstehen in dem geplanten Netz Reserven, die ggf. für den Anschluss weiterer Gebäude genutzt werden können.

4 Potenzialanalyse erneuerbarer Energien und Abwärme

Grundlegend für die Entwicklung eines Wärmekonzeptes und somit für die Erreichung von Klimaschutzziele ist die Darstellung von Potenzialen. Diese bestehen einerseits aus den bereits genutzten Potenzialen (Bestand) sowie noch nicht umgesetzter Anlagen oder Maßnahmen. Andererseits umfassen die Potenziale die darüber hinaus verfügbaren, bisher ungenutzten **Möglichkeiten** (Ausbau).

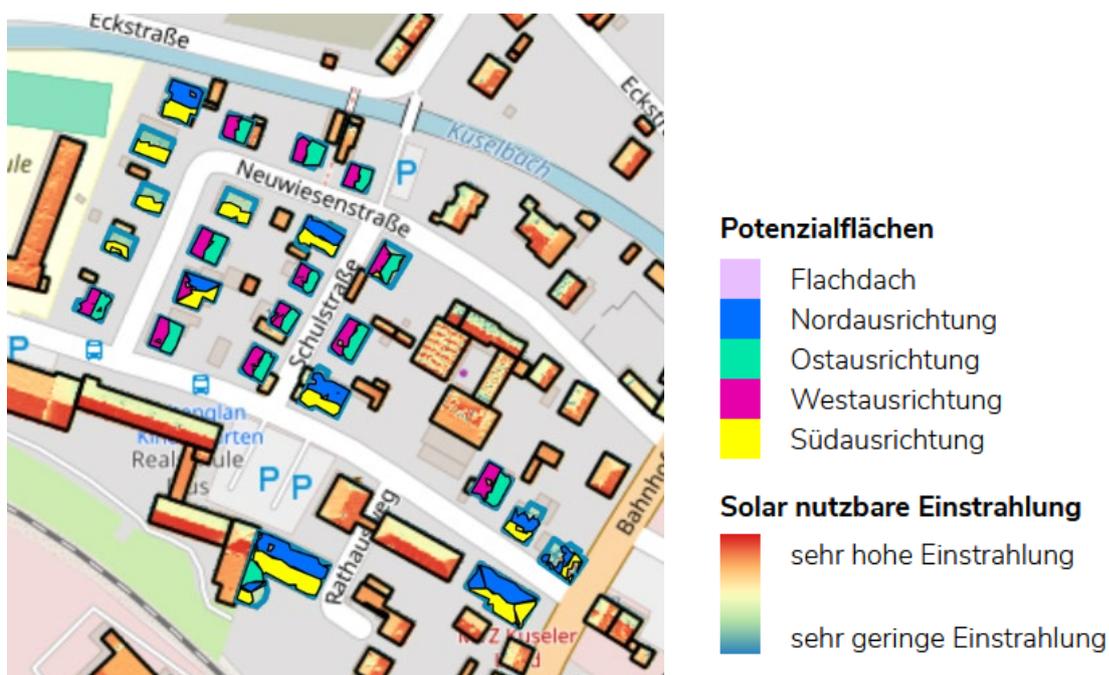
Die Ermittlung von Potenzialen erfolgt im Folgenden für die erneuerbaren Energieträger in den Bereichen PV, Solarthermie sowie Forts- und Landwirtschaft. Das Potenzial stellt darin jeweils eine Größe dar, die aus heutiger Sicht im Maximum erreicht werden kann.

Die Darstellung der Potenziale bildet demzufolge zunächst eine grundsätzliche, theoretische und maximal mögliche Nutzung von Potenziale im Bereich der VG Kusel-Altenglan ab.

4.1 PV und Solarthermie auf Dachflächen

Die bereits vorhandene PV-Strom-Kapazität auf den öffentlichen Gebäuden beträgt: Die Strom-Erzeugungsmenge pro Jahr beträgt gem. Solarkataster ca. **237.740 kWh**.

Im gesamten Wohngebiet stehen noch folgende PV-Kapazitäten zur Verfügung:



Ausrichtung	geeignete Modulfläche [m ²]	nutzbare Einstrahlung [kWh/m ² *Jahr]	max. Leistung [kWp]	potenzieller Stromertrag [kWh/Jahr]
<input type="checkbox"/> Nord	924	840,273	179,5	127.120
<input type="checkbox"/> Ost	871	1.030,118	168,7	156.190
<input type="checkbox"/> Süd	1.144	1.134,421	222,1	220.078
<input type="checkbox"/> West	804	889,6	156	118.898
Gesamt	3.743	994,403	726,3	622.286

Abbildung 8: PV-Potenzial Dachflächen ; Quelle: Solarkataster Rheinland Pfalz

Bereits vorhanden sind PV-Anlagen auf folgenden Gebäuden:

Tabelle 7: Vorhandene PV-Anlagen-Kapazität

Gebäude	Ausrichtung	Fläche (m ²)	kWp	pot. Ertrag (kWh/a)
Realschule +	Flach	387	75	80.000
Realschule +	Süd	336	65	67.250
Realschule +	Süd	181	35	36.090
VG-Verwaltung	Süd	180	35	35.650
		1.084	210	218.990

Das Potenzial für **solarthermische Wärmeerzeugung** auf den Dächern beträgt:

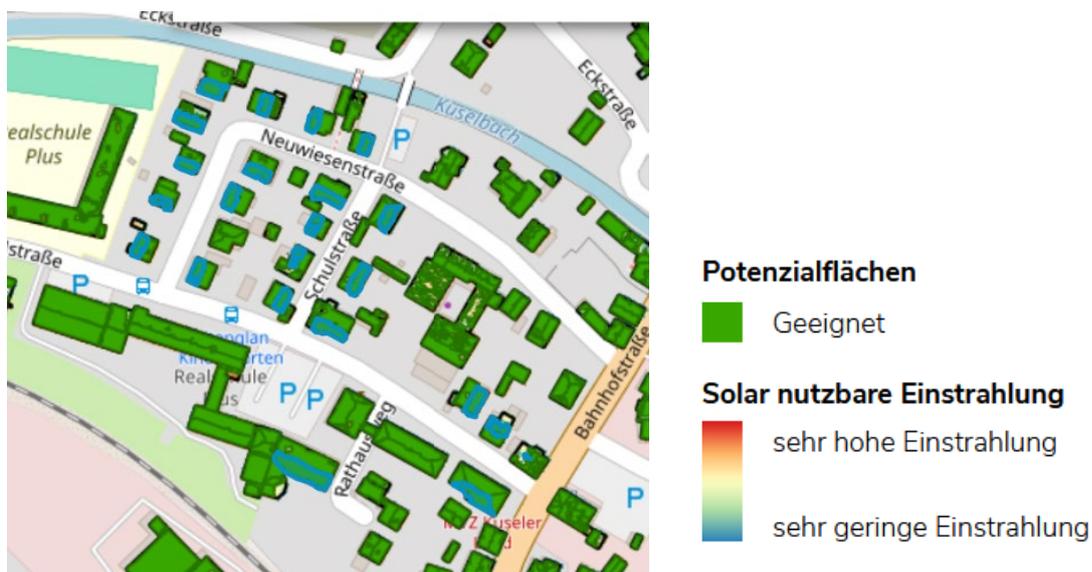


Abbildung 9: Solarthermisches Potenzial Dachflächen
Quelle: Solarkataster Rheinland-Pfalz

Solarpotenzial der gewählten Dachfläche:

geeignete Kollektorfläche 1.706 m²
nutzbare Einstrahlung 23.958 kWh/m²*Jahr
potenzieller Wärmeertrag 1.099.723 kWh/Jahr

Die Erhebung der Solarpotenziale auf Dachflächen basiert auf der Verarbeitung von Gebäudegrundrissen des Solarkatasters Rheinland-Pfalz. Die Potenziale wurden für Photovoltaik und Solarthermie (ST) gesondert ermittelt, ohne auf eine Flächenkonkurrenz einzugehen. Bei Flächenkonkurrenz sollte der ST ein Vorrang eingeräumt werden, da die Solarenergie bei solarthermischen Anlagen sehr effizient umgewandelt werden kann und Wärme generell schwerer zu erschließen ist als Strom. Außerdem soll die fossile Wärmeerzeugung im Sinne der Decarbonisierung primär gesenkt werden.

Tabelle 8: PV- und ST-Potenzial - Übersicht

Potenzial	Nutzbare Dachfläche (m ²)	Installierte Leistung (kWp)	Stromertrag (kWh/a)	Solarthermieertrag (kWh/a)
24 Gebäude	3.743	726	622.286	
24 Gebäude	1.706			1.099.723

Das Gesamtpotential im Bereich Solarthermie beläuft sich auf eine Kollektorfläche von ca. 1.703 m², wodurch jährlich rund 1.100 MWh Wärmeenergie produziert werden können. Das entspricht einem Heizöläquivalent von rund 110.000 Liter pro Jahr.

Diese dargestellten PV- und Solarthermiefpotenziale sind ausschließlich dezentral in den angeschlossenen Gebäuden nutzbar. D.h., sie können in den angeschlossenen Gebäuden dazu beitragen, den Wärmebezug aus dem Wärmenetz zu reduzieren. Dies ist möglich durch eine direkte Einspeisung von Wärme aus der Solarthermieanlage in einen dezentralen Pufferspeicher in dem Gebäude. Oder durch einen zusätzlichen Heizstab in dem Pufferspeicher des Gebäudes (s. a. S. 45 ff).

4.2 Photovoltaik- und Solarthermieanlagen auf Freiflächen

Die Erhebung der PV-FFA Potenziale stützt sich auf die GIS-basierte Auswertung von geographischen Basisdaten mit dem Ziel, Flächen zu identifizieren, die den Kriterien des EEG hinsichtlich Vergütungsfähigkeit und branchenüblichen technischen Restriktionen entsprechen.

Als „EEG-Flächen“ kommen u. a. Standorte entlang von Autobahnen und Schienenwegen sowie Konversionsflächen in Frage. Solche Flächen sind im Untersuchungsgebiet nicht vorhanden.

Die Mindestfläche für eine PV- oder solarthermische Freiflächenanlage sollte von 2.500 m² betragen. Als weiteres Kriterium ist die räumliche Nähe zu dem geplanten Wärmenetz, so dass die Länge der Zuleitung zu einer möglichen Heizzentrale max. 100 m beträgt.

Als geeignete Flächen wurden folgende Flächen identifiziert:

Auch hier ist zu beachten, dass es sich um die theoretisch möglichen Flächen handelt, die den Bau von Erneuerbaren-Energien-Anlagen aus heutiger Sicht nicht grundsätzlich ausschließen. Dies können auch Flächen sein, bei denen rechtlich für den Bau von Erneuerbaren - Energie-Anlagen eine Einzelfallprüfung vorgesehen ist. Anhand der Ermittlung energetischer Potenziale wird zunächst ein größtmögliches Potenzial ausgewiesen, das versucht, den ganzen Handlungsspielraum im Bereich der regionalen Energiewende zu erfassen.



Abbildung 10: Potenzialflächen für ST-Freiflächenanlage

Die Flächengrößen betragen:

Fläche 1 (Privat):	ca. 3.000 m ²	mögliche Kollektorfläche: ca. 1.200 m ²
Fläche 2 (öffentlich):	ca. 2.790 m ²	mögliche Kollektorfläche: ca. 1.140 m ²

Die Fläche 1 liegt in einem vorläufig sichergestellten Überschwemmungsgebiet gem. WHG:

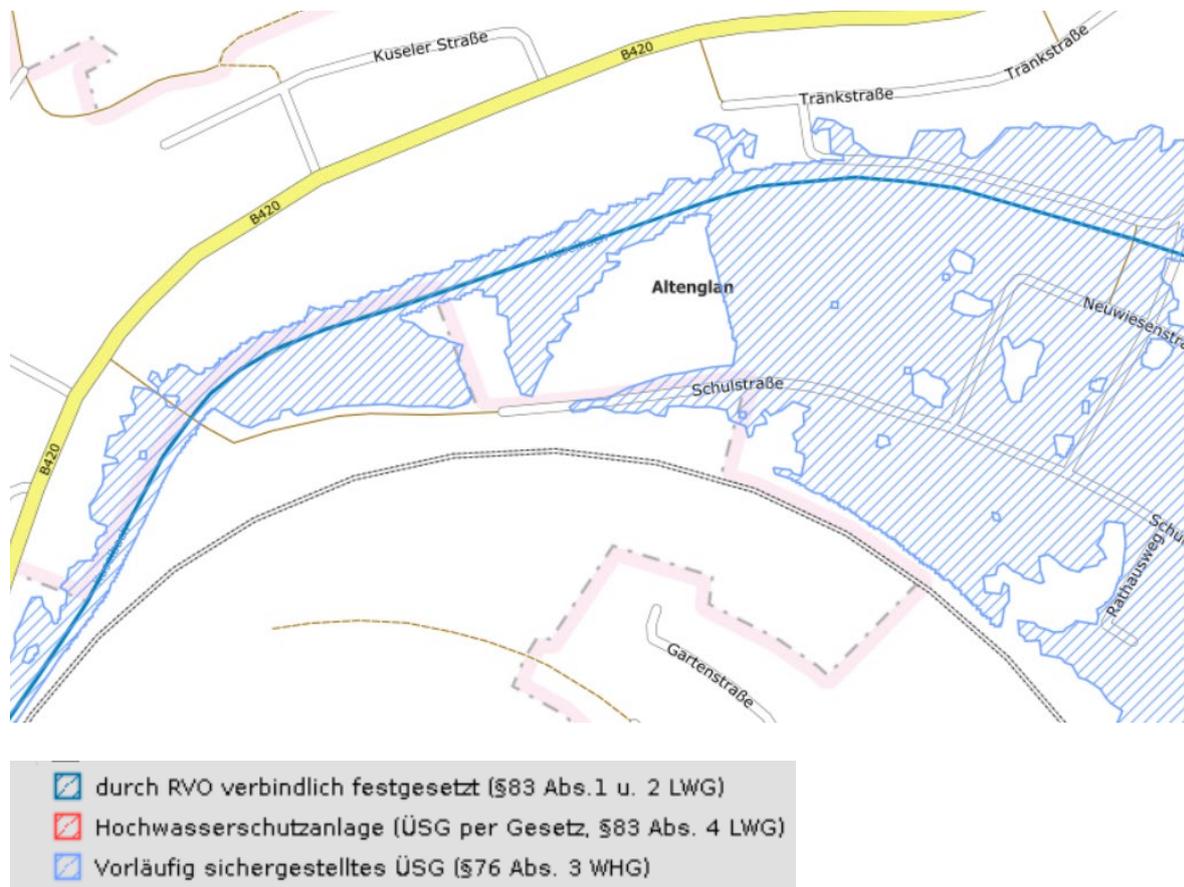


Abbildung 11: gesetzlich festgelegte Hochwassergebiete

Quelle: <https://wasserportal.rlp-umwelt.de/geoexplorer>

Durch eine entsprechende Aufständigung der Module ist eine Nutzung für eine Solarthermieanlage u.E. jedoch möglich.

Das ermittelte solarthermische Wärme-Potenzial beträgt bei 1.000 m² Kollektorfläche ca. **288.000 kWh/Jahr:**

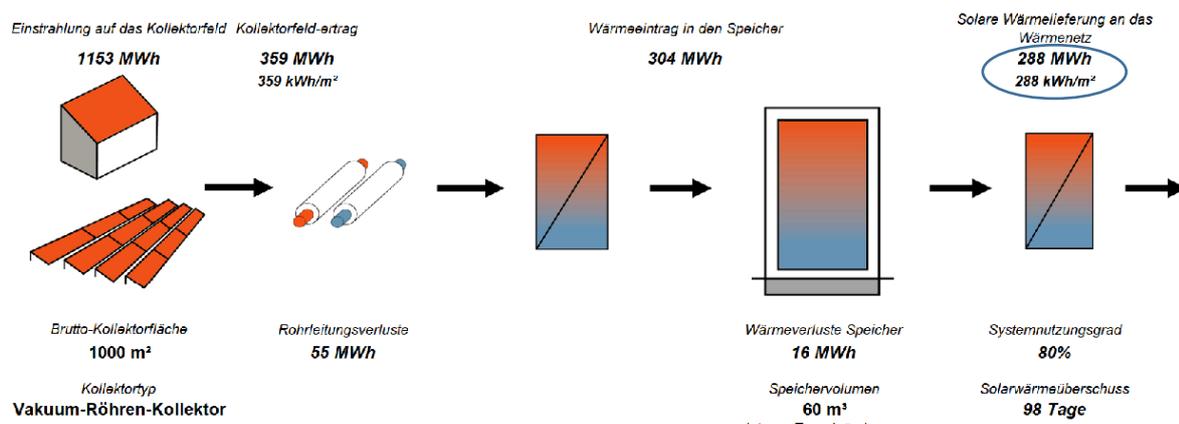


Abbildung 12: Wärmeerzeugung ST-Anlage 250 m², Quelle: scenocalc

Auf beiden o.a. Flächen könnten somit bis zu 580.000 kWh pro Jahr an Wärme erzeugt und in das Netz eingespeist werden.

4.3 Biomassepotenzial

4.3.1 Potenzial aus der Forstwirtschaft

Die folgenden Daten sind dem vorliegenden „Integrierten Klimaschutzkonzept der VG Kusel-Altenglan“, welches durch die ifas im Jahre 2019 erstellt wurde, entnommen und wurden für diese Machbarkeitsstudie nicht weiter verifiziert oder überprüft.

Die Waldfläche in der Gemarkung der Verbandsgemeinde Kusel-Altenglan umfasst ca. 4.960 ha. Der kommunale Waldbesitz, mit etwa 2.720 ha (55 % der Gesamtwaldfläche) bildet den höchsten flächenbezogenen Anteil. Die restlichen Waldanteile verteilen sich auf den privaten Waldbesitz mit 29 % (1.460 ha) und den staatlichen Waldbesitz mit 16 % (770 ha).

Der Anteil an Energieholz beträgt in der VG ca. 53 %:

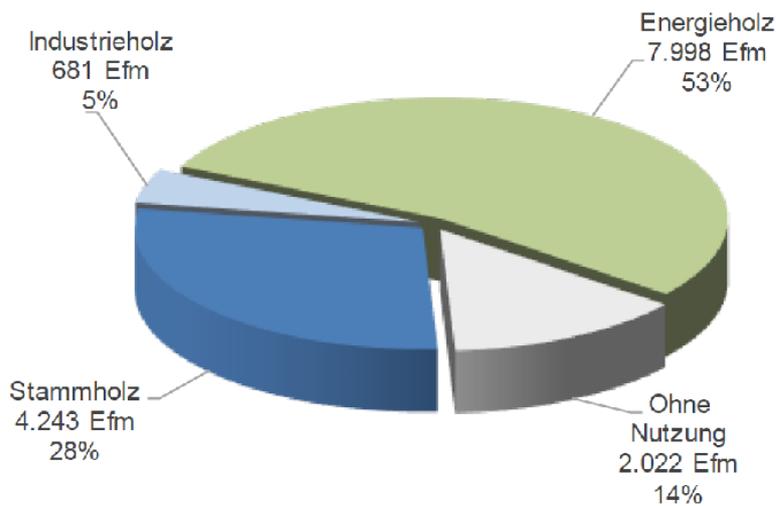


Abbildung 13: Potenzial Energieholz in der VG Kusel-Altenglan

Quelle: Integriertes Klimaschutzkonzept der VG Kusel-Altenglan, ifas,

Das nachhaltige Potenzial beschreibt das vorliegende Klimaschutzkonzept die aktivierbare Energie- und Industrieholzmenge für die Verbandsgemeinde Kusel-Altenglan.

Demnach würde der Gesamtenergieholzanfall im Betrachtungsgebiet über alle Planungszeiträume in etwa **konstant bleiben** und das Industrieholz ab 2040 von jährlich rund 700 Efm auf ca. 1.100 Efm und ab 2050 auf knapp 1.300 Efm pro Jahr erhöht.

Im Energieholzbereich bleiben die Mengen konstant:

Tabelle 9: Nachhaltiges Energieholzpotenzial in der VG

	Nachhaltiges Potenzial				
	2018	2020	2030	2040	2050
Industrieholz [Efm]	680	680	680	1.140	1.290
Energieholz [Efm]	8.000	8.000	8.000	8.030	8.100
Energieholz [t]	6.730	6.730	6.730	6.750	6.800
Energieholz [MWh]	20.280	20.280	20.280	20.340	20.520

Quelle: Integriertes Klimaschutzkonzept der VG Kusel-Altenglan, ifas,

Nachfolgende Tabelle zeigt die forstlichen Ausbaupotenziale für die Verbandsgemeinde Kusel-Altenglan. Es wird für den Zeitraum von 2018 bis 2040 kein zusätzliches Energieholzpotenzial ausgewiesen.

Tabelle 10: Ausbaupotenzial Energieholz in der VG

	Ausbaupotenzial			
	2020	2030	2040	2050
Energieholz [Efm]	0	0	30	100
Energieholz [t]	0	0	20	70
Energieholz [MWh]	0	0	60	240

Quelle: Integriertes Klimaschutzkonzept der VG Kusel-Altenglan, ifas,

Somit steht in der Zukunft nur ca. 20 bis 70 t zusätzliches Energieholz in der Verbandsgemeinde, z.B. für die Verwendung in Hackschnitzelkesseln, zur Verfügung. Damit können ca. 60 bis 240.000 kWh Wärme pro Jahr produziert werden.

4.3.2 Potenzial aus der Landwirtschaft

Künftig könnte durch den Anbau von Energiepflanzen ebenfalls ein Beitrag zur Energie- und Wärmeversorgung erzielt werden.

Aus der ifas-Studie geht für die VG Kusel-Altenglan von folgenden Potenzialen für den Anbau von Energiepflanzen aus:

Flächenpotenzial: gesamt: ca. 460 ha

Bereits für Biomasse genutzt: ca. 220 ha (für Biogasanlagen)

Zusätzliche Nutzungsmöglichkeit: ca. 170 ha für Agrarhölzer im Kurzumtrieb
Ca. **6.200.000 kWh/Jahr**

Generell kann auch Stroh als Bioenergieträger angesehen werden. Allerdings führt der vergleichsweise hohe Bedarf an Stroh als Humusverbesserer auf den Ackerflächen sowie als Streumaterial (Festmistanteil) mittelfristig zu Nutzungseinschränkungen, die sich durch Auflagen zur Humusreproduktion oder den Handel von Stroh als Einstreumaterial ergeben.

In der Gruppe der Biogassubstrate liegt ein Potenzial in der Nutzung von Getreidekorn. Die Diskussion, um die energetische Verwertung von Getreidekorn beschränkt sich allerdings aufgrund aktueller wirtschaftlicher Erwägungen weitgehend auf die Nutzung von minderwertigem Sortier- bzw. Ausputzgetreide, was in etwa 5% der Getreideernte ausmacht. Diese Menge ist zu vernachlässigen.

Auch Straßenbegleitgrün oder die Nutzung von Grünschnittabfällen der Gemeinde (Gartenabfälle) lassen keine nachhaltigen Potenziale für die Energienutzung erwarten, zumal die Aufbereitung auch aufwändig ist.

Die ifas hat im Klimaschutzkonzept folgende Mengen ermittelt:

Tabelle 11: Biomassepotenzial in der VG Kusel-Altenglan

Biomassepotenziale aus der Landschaftspflege	Stoffgruppe	Potenzial		Gesamt- Heizwert [MWh/a]
		[km]	[t FM/a]	
Straßenbegleitgrün	Festbrennstoffe	123	303	912
Schienenbegleitgrün	Festbrennstoffe	13	207	625
Gewässerbegleitgrün	Festbrennstoffe	197	605	1.823

Quelle: Integriertes Klimaschutzkonzept der VG Kusel-Altenglan, ifas,

Durch die Nutzung dieser Biomasse könnten ca. **3.360.000 kWh Wärme pro Jahr** produziert werden. Voraussetzung ist eine zentrale Aufbereitung der Biomasse zu qualitativ hochwertigen Hackschnitzeln und die Errichtung der entsprechenden Heizzentralen mit Wärmenetzen.

Fazit:

Die vorhandenen Potenziale an Dachflächen, an Freifläche und an Biomasse übertreffen den Wärmebedarf in dem Untersuchungsgebiet um ein Vielfaches, so dass eine Wärmeerzeugung aus regenerativen Energien problemlos vor Ort möglich ist.

5 Soll-Analyse der Wärmeversorgung

Im Folgenden wird die Auslegung des Wärmenetzes und der erforderliche Heizzentrale zur Wärmeerzeugung durchgeführt.

Folgende Varianten werden in Abstimmung mit der Gemeinde näher analysiert:

Variante 1: Holzhackschnitzel-Anlage (HHS) ohne solare Unterstützung

Variante 2: Holzhackschnitzel-Anlage (HHS) mit solarer Unterstützung

Variante 3: Groß-Wärmepumpe mit Erdgaskessel

Variante 4: Groß-Wärmepumpe mit Erdgas-BHKW

Variante 5: Solarer Langzeitspeicher mit Erdgas-Kessel

5.1 Nahwärmenetz

Als mögliche Standorte einer Heizzentrale (Containerbauweise) mit Anlieferungsfläche für Holzhackschnitzel wurden u.a. Plätze ermittelt. Diese befinden sich beide auf kommunalen Flächen:



Abbildung 14: Heizzentrale - Standort Realschule



Abbildung 15: Heizzentrale - Standort Geh- und Radweg

Als weitere kommunale Fläche steht die Fläche westlich des Baugrundstückes für die geplante neue Kindertagesstätte zur Verfügung:



Abbildung 16:Heizzentrale - südlich Bahnlinie

Diese Fläche stellt derzeit ein Öko-System dar, in dem viele Vögel vorzufinden sind. Es besteht ein Höhenversatz von ca. 1,50 m gegenüber dem vorgesehenen Bauplatz der KiTa (s. Foto unten).

Der konkrete Standort einer möglichen Heizzentrale in diesem Bereich muss mit der Planung der vorgesehenen KiTa der Gemeinde intensiv abgestimmt und untersucht werden.

Die Wärmeleitungen (Vor- und Rücklauf) mit einem Durchmesser von **jeweils** ca. 300 mm (DN 100 plus Dämmung) müssen bei diesem Standort unter dem Gleiskörper der Bahn hindurchgeführt werden.

Für eine Anbindung der neuen Kita wäre nur ein Hausanschluss mit einem Duo-Rohr, 2 x DN 32 mit einem Außen-Durchmesser von 175 mm erforderlich, was die Baukosten deutlich reduziert.



Abbildung 17: Freifläche südlich der Bahnlinie

Aus den o.g. Gründen ist diese Fläche südlich der Bahnlinie nicht als Standort für eine Heizzentrale geeignet und wird nicht weiter untersucht.

Daraus ergeben sich für das mögliche Wärmenetz folgende Alternativen:

Szenario 1 : Anschluss der öffentlichen Gebäude und der direkten Anlieger

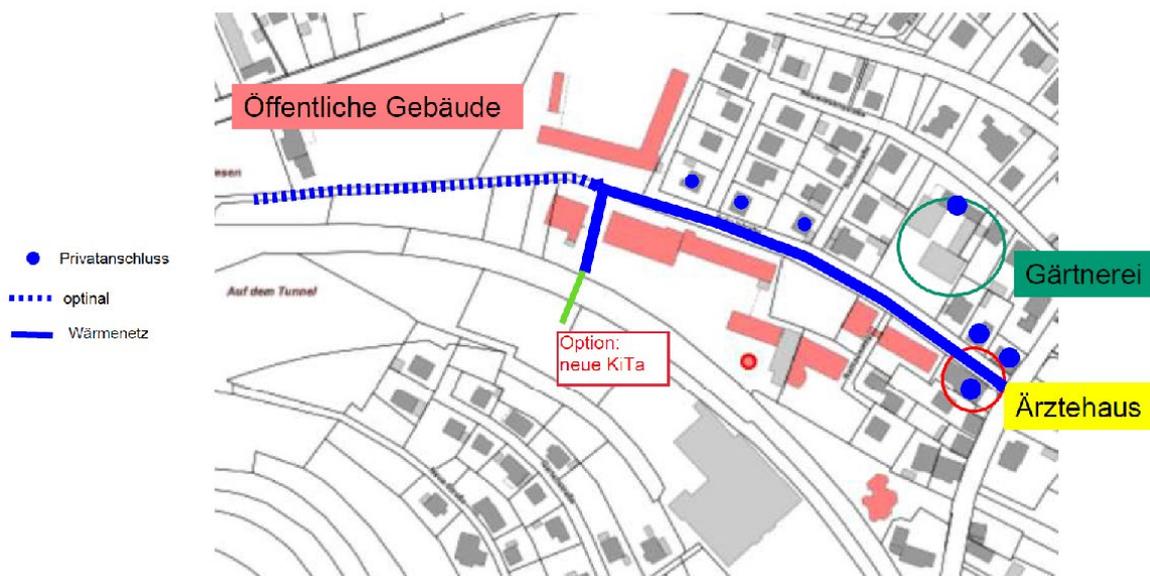


Abbildung 18: Nahwärmenetz Szenario 1 - schematisch

Szenario 2 : Anschluss der öffentlichen Gebäude und des angrenzenden Wohngebiets

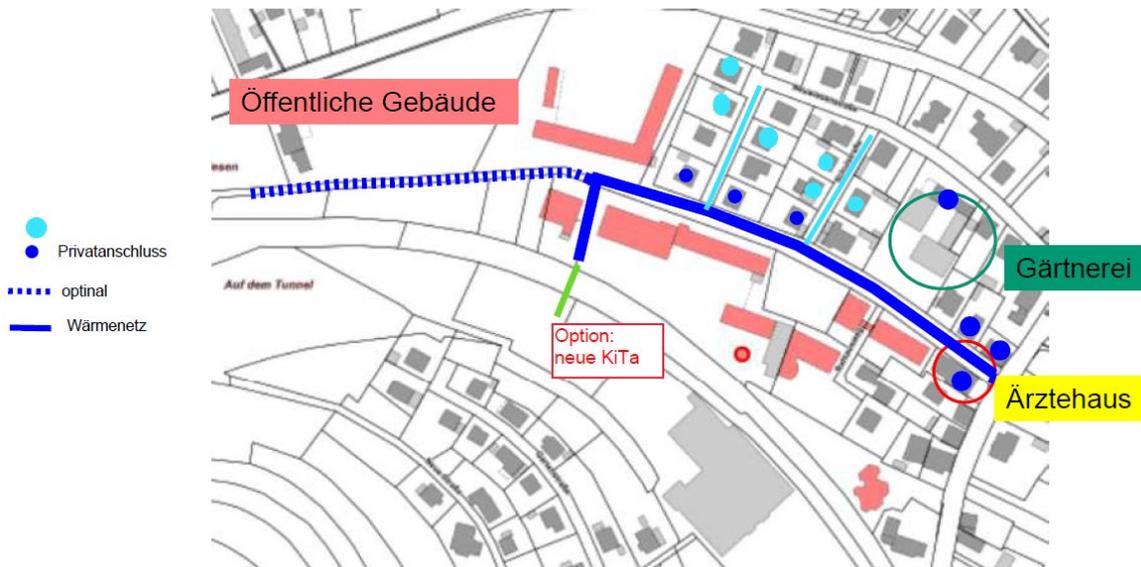


Abbildung 19: nahwärmnetz Szenario 2 - schematisch

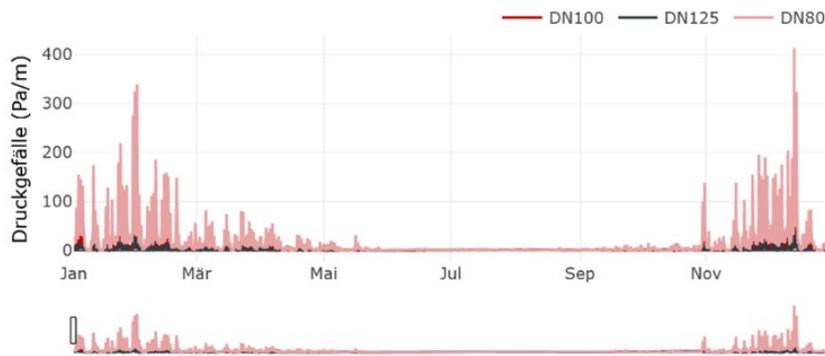
Daraus ergeben sich folgende Netzlängen (Hauptleitung ohne Hausanschlüsse)

Tabelle 12: Netzlängen - Übersicht

Standort Hz-Zentrale	Szenario 1 - ohne Wohngebiet	Szenario 2 - mit Wohngebiet
Realschule Plus	Ca. 300 m	Ca. 520 m
Fuß- und Radweg	Ca. 460 m	Ca. 690 m

Eine grobe Netzauslegung ergibt folgende Kennwerte:

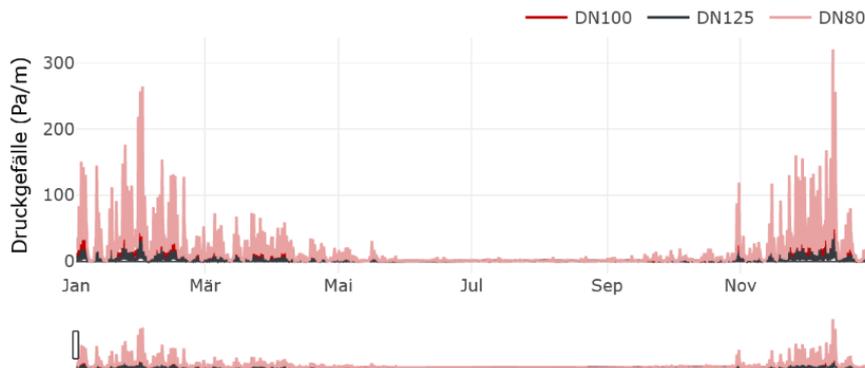
Szenario 1 – Standort der Heizzentrale bei Realschule Plus



	DN80	DN100	DN125
Max. Druckgefälle (Pa/m)	413	129	40,5
Max. Strömungsgeschwindigkeit (m/s)	1,6	1	0,67
Spez. jährl. Pumparbeit (kWh/m/a) ?	0,34	0,11	0,034
Max. Volumenstrom	29,4 m³/h (8,2 l/s)		
Max. Massenstrom	8 kg/s (28,9 t/h)		

Abbildung 20: Wärmenetz-Dimensionierung - Szenario 1

Szenario 2 – Standort der Heizzentrale am Geh- und Radweg



	DN80	DN100	DN125
Max. Druckgefälle (Pa/m)	321	109	37
Max. Strömungsgeschwindigkeit (m/s)	1,8	1,2	0,75
Spez. jährl. Pumparbeit (kWh/m/a) ?	0,39	0,13	0,045
Max. Volumenstrom	33,2 m³/h (9,2 l/s)		
Max. Massenstrom	9,1 kg/s (32,6 t/h)		

Abbildung 21: Wärmenetz-Dimensionierung - Szenario 2

Die Nahwärmeleitungen werden mittels drehzahl geregelter Netzpumpen ausgehend vom Verteiler der Wärmeerzeugungseinheit und dem zugehörigen Wärmespeicher gespeist. Die Netzpumpe baut den erforderlichen Differenzdruck auf, um sowohl das Heizwasser durch die Rohre des Nahwärmsnetzes fließen zu lassen, als auch die Strömungswiderstände in den jeweiligen Heizwärmeverteilungen der Gebäude zu überwinden.

5.2 Rohrmaterial

Flexible Kunststoffmediumrohre (PMR) sind im Gegensatz zu den flexiblen Metallmediumrohren (MMR) preiswerter sowie leichter und einfacher zu biegen (kleinere Radien). Aufgrund dieser Vorteile werden Kunststoffmediumrohre den Metallmediumrohren vorgezogen, sofern die niedrigere Druck- und Temperaturbeständigkeit dieser Rohre ausreicht. Gegenüber dem KMR ist die variable, einfache Trassenführung von Vorteil, so dass der Rohrverlauf den lokalen Gegebenheiten (Fremdleitungen, Topographie) angepasst werden kann.

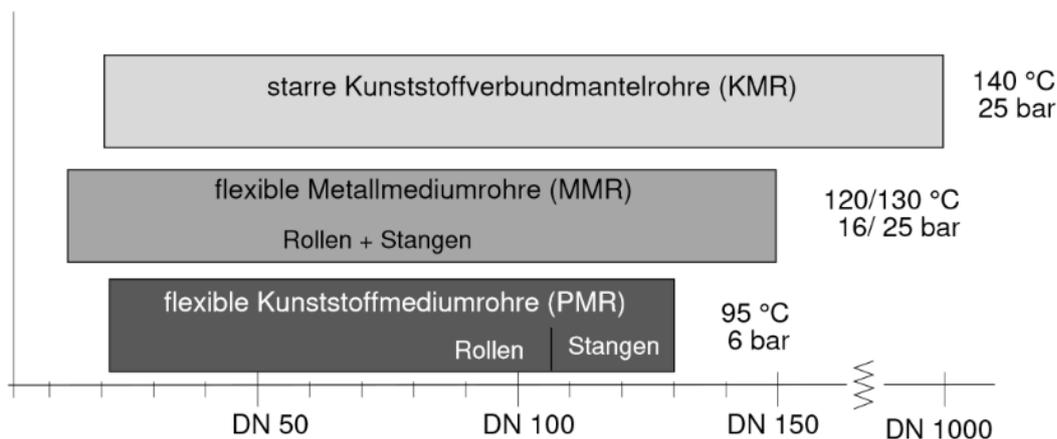


Abbildung 22: Rohrmaterialien für Wärmenetze, Quelle: Fraunhofer, Leitfaden Nahwärme

Die Anforderungen an den Tiefbau und die Verlegung der PMR sind gering, so dass sich diese Rohre schnell und kostengünstig verlegen lassen. Da flexible Kunststoffmediumrohre in fast allen Nennweiten auch als Rollen angeboten werden, reduziert sich die Anzahl der erdverlegten Verbindungen auf das Notwendige (T-Stücke etc.). Von Nachteil gegenüber dem KMR ist der höhere Preis für Rohre und Formstücke, der für größere Rohre überproportional ansteigt. Die niedrigeren Verlegekosten kompensieren erfahrungsgemäß bei Rohrleitungen bis etwa DN 65 den höheren Materialpreis.

Es werden jeweils zwei Mediumrohre benötigt. Die Vorlaufleitung transportiert das Heizwassers mit max. 80°C (Winter), min. 70°C (Sommer) zum Wärmeabnehmer. Die Rücklaufleitung dient dem Rücktransport des abgekühlten Heizwassers (60 – 40°C) zum Wärme-erzeuger. Dabei wird das Heizwasser im Kreislauf geführt. Die

Rücklauftemperatur ist zum wirtschaftlichen Betrieb des Nahwärmenetzes möglichst weit abzusenken, optimal sind 50 - 40°C.

Geringere Wärmeverluste als bei Einzelrohrverlegung fallen beim Einsatz von Doppelrohren an. Dabei befinden sich zwei Rohre innerhalb eines gemeinsamen Mantelrohres. Die Ausführung als Doppelrohr erreicht bei derselben Dämmserie jeweils bessere Dämmwerte (15 – 40 %). Die Doppelrohrverlegung stellt höhere Anforderungen an die Rohrmontage und kann bei schwierigen Verlegverhältnissen ggf. nicht eingesetzt werden.

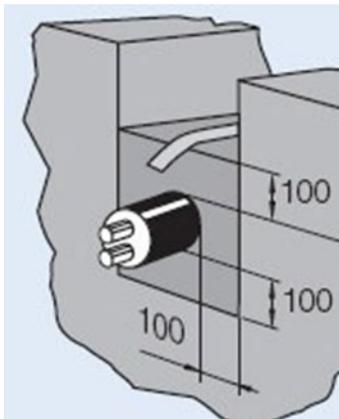


Abbildung 23: Grabenprofil für Wärmeleitungen ; Quelle: Fraunhofer, Leitfaden Nahwärme

Die Verlegetiefe der Rohrleitungen richtet sich nach der erforderlichen Überdeckung. Diese liegt bei mindestens 500 mm im unbefestigten Gelände ohne Befahrung und bis 1000 mm im Bereich von übergeordneten Verkehrswegen. Aus rohrstatischen Gründen ist eine Überdeckungshöhe von 600 bis 800 mm optimal. Im öffentlichen Raum ist eine mittlere Überdeckung ab Rohrkuppe von 800 mm gebräuchlich.

5.3 Netzverluste

Insgesamt ist es möglich, bei der so optimierten Netzdimensionierung die kalkulatorischen Netzverluste auf 12,5 bis 18% zu begrenzen. Auch die durch Einsatz von Hausanschlussstationen mit direkter Versorgung mögliche Absenkung der Netztemperatur um bis zu 10 Kelvin hat Anteil an der vorgenannten Senkung der Wärmeverluste. Neben der Reduzierung der thermischen Netzverluste wird durch die erhöhte Spreizung zugleich der Stromverbrauch für die Netzumwälzpumpen erheblich niedriger ausfallen als bei Einsatz von indirekt betriebenen Hausanschlussstationen

Für die zukünftige Anpassung der Wärmeversorgung mittels Nahwärmenetz auf die Effizienz- Erfordernisse und versorgungstechnischen Gegebenheiten einer nachfossilen Ära, werden durch die Absenkung von Netzverlusten und Temperaturniveau optimale Voraussetzungen geschaffen. Damit ist auch ein wesentlicher Schritt getan, um zu einem späteren Zeitpunkt auf den Einsatz anderer Erneuerbarer Energiesystem zu wechseln. Dies wird dann der Fall sein, wenn z. B.

Holz vorrangig und im weit größeren Umfang als heute stofflich eingesetzt werden muss, beispielsweise in der Petrochemie als Ersatz für fossile Kohlenwasserstoffe.

5.4 Thermische Energiespeicher

Die grundsätzliche Aufgabe eines thermischen Energiespeichers ist die zeitliche Entkopplung der Wärmeerzeugung von der Wärmeabgabe. Dadurch lassen sich zum Beispiel Lastspitzen sowie Lastabsenkungen gut kompensieren. Je nach Dimensionierung des Energiespeichers lassen sich kürzere oder längere Zeiträume überbrücken. Bei Wärme-Kraft-Kopplung kann der Anlagenbetrieb flexibler gestaltet werden und vielfach lässt sich auch die Wärmeerzeugung kleiner dimensionieren.

Der Einsatz thermischer Energiespeicher bietet deshalb je nach System teilweise ein erhebliches Potenzial zur Optimierung des Anlagenbetriebs in Bezug auf Kosten und Primärenergieverbrauch.

Ein wesentliches Merkmal für alle Energiespeicher ist die Dauer des zu überbrückenden Zeitaums zwischen Laden und Entladen. **Kurzzeitspeicher** werden im Bereich von Stunden bis wenige Tage eingesetzt, während **Langzeitspeicher** Energie über Wochen bis zu einem Jahr speichern können. In der Regel müssen Langzeitspeicher große Mengen thermischer Energie bei relativ geringer Lade- und Entladeleistung speichern können, während Kurzzeitspeicher hohe thermische Leistungen und geringere gespeicherte Wärmemengen aufweisen.

Die Anwendung thermischer Energiespeichern im Wärmesektor und insbesondere im Fernwärmebereich kann sehr vielseitig sein. Das Augenmerk in dieser Studie wird auf die Anwendung in einem Heizwerk gelegt, wo zentral an einem Standort Wärme erzeugt und anschließend am Standort oder über ein Wärmeverteilnetz die Wärme verteilt wird. Hier besteht die Aufgabe des thermischen Energiespeichers hauptsächlich darin, Leistungsspitzen sowie Leistungssenkungen zu kompensieren, damit die Wärmeerzeugungsanlage genügend Zeit hat, um auf die ändernden Anforderungen zu reagieren. Dies ist insbesondere für Energieerzeuger mit großer Trägheit wie zum Beispiel Holzfeuerungen notwendig. Dadurch kann der Holzkessel kleiner dimensioniert werden, weist längere Laufzeiten auf, läuft effizienter und verursacht geringere Schadstoffemissionen. Daher handelt es sich dabei stets um Kurzzeitspeicher.

Die Verwendung eines Langzeitspeichers, um überschüssige Wärme im Sommer im Winter zu nutzen, setzt voraus, dass im Sommer eine sehr große Menge Strom oder Wärme produziert werden kann. Dazu sind große Freiflächenanlagen für Solarthermie oder PV erforderlich. Diese Großanlagen stehen in dem untersuchten Projekt nicht zur Verfügung.

Kleinere Mengen an „überschüssigem“ Strom können im Sommer über einen zusätzlichen Heizstab in den ohnehin eingesetzten Kurzzeitspeicher der heizzentrale „eingespeist“ werden, so dass die Kessellaufzeit im Sommer weiter reduziert werden kann. Solche Mengen können z.B. durch eine PV-Anlagen auf der Heizzentrale oder in deren Nähe

davon erzeugt werden.

5.5 Hausübergabestationen

Die Verbindung zwischen dem Wärmenetz und der Hausanlage des zu versorgenden Objektes erfolgt mittels Hausübergabestationen.

Die Hausanschluss-Stationen haben einen kompakten Aufbau und enthalten im

Wesentlichen die folgenden Komponenten:

- Filtersiebe sowohl im Vorlauf zum Nahwärmenetz hin als auch im Rücklauf zur Kundenanlage hin, zum Schutz der Hausanlage und des Nahwärmenetzes vor Schmutzeintrag.
- Differenzdruckregler für die Anpassung des Netzförderdrucks an den tatsächlich erforderlichen Förderdruck für das zu versorgende Gebäude.
- Mengenbegrenzer zur Einstellung der Leistung auf den erforderlichen Wert des zu versorgenden Objektes.
- Durchflussstellventil für die Regelung der Heizleistung. Hier kann bauseits ein Motorsteller aufgesetzt werden, der nach den Vorgaben der Haustemperaturreglung (z. B. im einfachsten Fall realisiert durch einen Uhrenthermostat) die Heizleistung regelt.
- Wärmemengenzähler zur stichtagsgenauen Erfassung der bezogenen Wärmemengen, des Heizwasserdurchsatz, der Monatsspitzenleistung und des Monatshöchstwertes für den Heizwasserdurchsatz.



Abbildung 24: Hausübergabestation , Kompaktanlage , Quelle: Yados, Standardisierte Wärmeübergabestation, Hoyerswerda

5.6 Förderung

5.6.1 Förderung Gebäudenetze nach BEG EM

Investitionen in ein neu zu errichtendes Gebäudenetz sowie die erforderlichen Wärmeerzeugungsanlagen werden nach der Richtlinie für die Bundesförderung für effiziente Gebäude Einzelmaßnahmen (BEG EM). Ein „Gebäudenetz“ ist ein Netz nach § 3 Absatz 1 Nummer 9a GEG zur ausschließlichen Versorgung mit Wärme und Kälte von mindestens **zwei und bis zu 16 Gebäuden** (Wohngebäude oder Nichtwohngebäude) und bis zu 100 Wohneinheiten. **Die Förderquote beträgt bis zu 50 % der förderfähigen Ausgaben.** Förderfähig sind ausschließlich Maßnahmen für ein Wärmenetz, das folgende Bedingungen erfüllt:

Gefördert wird die Errichtung, der Umbau oder die Erweiterung eines Gebäudenetzes mit folgenden förderfähigen Komponenten:

Wärmeverteilung auch außerhalb der Grundstücke angeschlossener Gebäude, Wärmeerzeugung nach Nummer 5.3 Buchstabe a bis f (solarthermische Anlagen, Biomasseheizungen, Wärmepumpen, Brennstoffzelle, wasserstofffähige Heizungen, innovative Heizungstechnik auf Basis regenerativer Energien), gegebenenfalls Wärmespeicherung, Steuer-, Mess- und Regelungstechnik, Wärmeübergabestationen. Förderfähig sind außerdem die Ausgaben für die Installation, Inbetriebnahme und Umfeldmaßnahmen.

Mit Gas, Öl oder Kohle betriebene Wärmeerzeuger sind nicht förderfähig mit Ausnahme von Brennstoffzellenheizungen nach Nummer 5.3 Buchstabe d und wasserstofffähigen Heizungen nach Nummer 5.3.

Diese Voraussetzung für eine Förderung nach dem BEW liegen im Falle der folgenden Planung vor.

5.6.2 Förderung des Netzanschlusses

Der Hauseigentümer, der sein Gebäude an ein Wärmenetz anschließt, erhält eine zusätzliche Förderung nach der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG EM). Auf Antrag werden sämtliche Investitionen, die für den Anschluss an das Wärmenetz und deren Nutzung erforderlich sind, erhält der Gebäudeeigentümer 30 % Zuschuss. Zusätzlich erhält er einen Geschwindigkeitsbonus, wenn die Umstellung bis Ende 2028 erfolgt. Liegt das Brutto-Jahreseinkommen des Gebäudeeigentümers unter 40.000 €, kann er eine weitere Förderung von 30 % erhalten. Insgesamt ist die Förderung auf 70 % gedeckelt.

5.7 Wärmeerzeugung

Für die Wärmeerzeugung werden **vier verschiedene Varianten** auf ihre Machbarkeit und ihre Wirtschaftlichkeit untersucht. Diese Varianten sind in der Tabelle 14 aufgeführt :

Tabelle 13: Wärmeerzeugung-varianten - Übersicht

	Variante 1 nur HHS - Kessel	Variante 2 HHS-Kessel plus Solar	Variante 3 WP plus Erdgaskessel	Variante 4 WP plus BHKW	Variante 5 Solarer Langzeitspeicher
Wärmeerzeugung	1 Stück Holzhackschnitzel- kessel	1 Stück Holzhackschnitzel- kessel	1 Stück Groß-Wärmepumpe	1 Stück Groß-Wärmepumpe	1 Stück Solarthermische Freiflächenanlage
	1 Stück Erdgaskessel (Spitzenkessel)	Solarthermie- Freiflächenanlage ca. 250 m ² Kollektorfläche	1 Stück Erdgaskessel (Spitzenkessel)	1 Stück Erdgas-BHKW	1 Stück Erdgas-Kessel
Pufferspeicher	10.000 Liter	10.000 Liter	10.000 Liter	10.000 Liter	1.800 m ³ Erdspeicher
Energielieferant	HHS - Lieferant (Fremdbezug)	HHS - Lieferant (Fremdbezug)	Stromlieferant / PV-Anlagen	Stromlieferant / PV-Anlagen	Stromlieferant / PV-Anlagen
	Gaslieferant		Gaslieferant	Gaslieferant	Gaslieferant
Netzbetrieb	Contractor Genossenschaft	Contractor Genossenschaft	Contractor Genossenschaft	Contractor Genossenschaft	Contractor Genossenschaft

Im folgendem wird nur das Szenario 1 – ohne das Wohngebiet betrachtet und analysiert.

Sofern dieses Szenario 1 erfolgsversprechend ist, ist dies auch für das Szenario 2 mit dem Wohngebiet anzunehmen.

5.7.1 Szenario 1 - Variante 1: Holzhackschnitzel-Anlage ohne solare Unterstützung

Als Referenzanlage wird eine Heizzentrale mit einem Holzhackschnitzel-Kesseln (HHS-Kessel) betrachtet. Die Anlage liefert Wärme aus 100 % regenerativer Energie und weist einen einfachen Aufbau auf. Die Module können als Containerlösung beschafft werden. Sie sind damit kostengünstiger und ohne großen Bauaufwand, der für eine frei geplante Heizzentrale erforderlich ist, aufzustellen.

Durch eine intelligente Steuerungskonzeption wird das Zusammenspiel von Wärmeerzeuger, Heizwärme-Pufferspeicher und Spitzenkessel optimiert. Der Holzhackschnitzel-Kessel wie der ggf. noch erforderliche Spitzenkessel können mit kontinuierlicher Leistung im Bereich des jeweils besten Wirkungsgrades und emissionsoptimiert betrieben werden. Bei Minderabnahme wird Wärme im Speicher eingelagert, die morgens und abends zur Deckung der Lastspitzen zur Verfügung stehen. Der Einsatz des Spitzenkessels wird minimiert und auf Zeiten größerer Kälte, Störungen der Wärmeerzeugungseinheit oder

Wartungsunterbrechungen beschränkt. In Zeiten minimalen Wärmeverbrauchs kann der Wärmeerzeugungseinheit im Intervallbetrieb mit vergleichsweise langen Laufzeiten zwischen den einzelnen Betriebspausen arbeiten.

Das folgende Energieflussbild zeigt den prinzipiellen Aufbau der Wärmeversorgung:

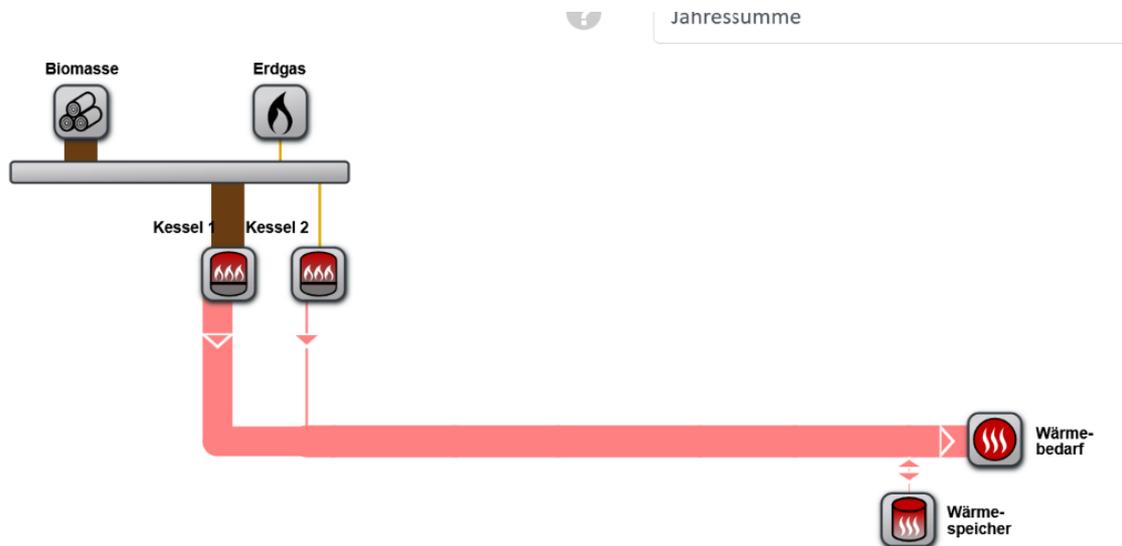


Abbildung 25: Energieflussbild: HHS plus Erdgas-Kessel; Quelle: nPro Energy GmbH, Am Lerchenpfad 35, 41812 Erkelenz

Die Heizzentralen in Systembauweise werden von verschiedenen Herstellern angeboten.

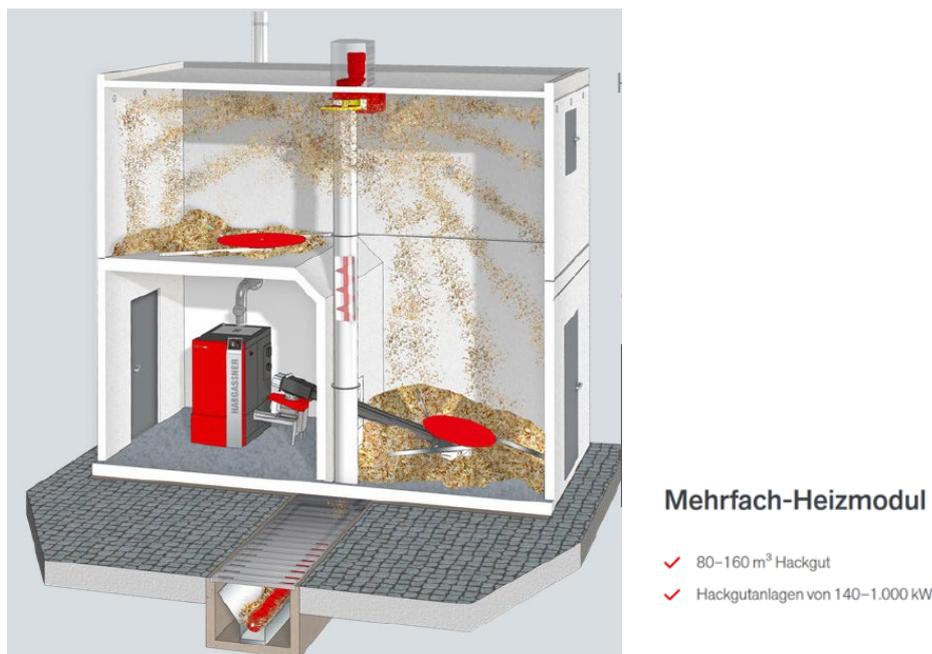


Abbildung 26: Holz hackschnitzelanlage – Modulbauweise, Systemschaubild ; Quelle: Fa. Hargassner



Wärmeleistung in MW, % = 100 kWh / Stunde

Abbildung 27: HHS-Heizzentralen – Beispiele; Quelle: Fa. Hargassner GmbH, Simbach/Inn, Heizmodul Lösungen

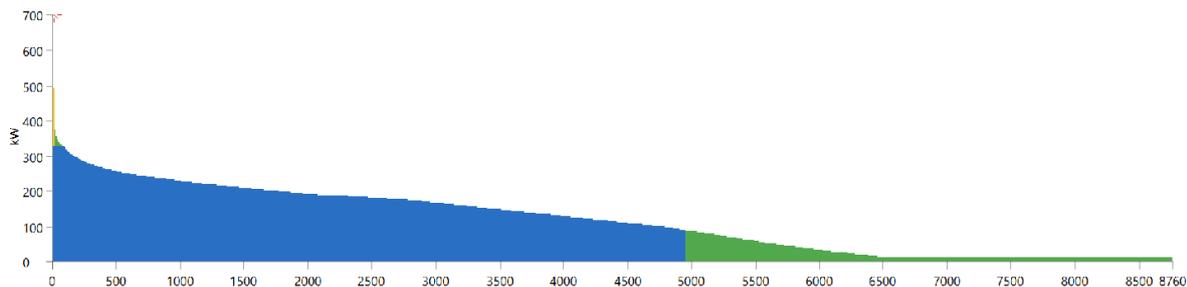
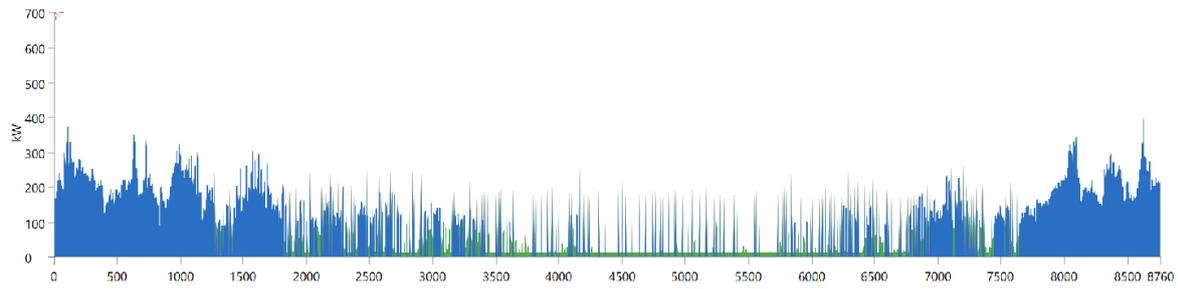
Für die Heizzentrale wird mit Standard-Hackschnitzelkessel mit gleichen Nennleistungen ausgewählt. Beide Hackschnitzelkessel decken zusammen die Grundlast ab. Auf Rang 1 befindet sich der Standard-Hackschnitzelkessel mit einer Nennleistung von max. 330 kW und einem Wirkungsgrad $\eta = 96,4 \%$, dieser Kessel wird mit ca. 2.760 Stunden bzw. zu 94 % des Jahres betrieben. Der Hackschnitzelkessels auf Rang 2 hat 400 kW Leistung und einen Wirkungsgrad von $\eta = 96,4 \%$. Er wird ca. 70 Stunden pro Jahr betrieben und deckt die restlichen 2 % des Wärmebedarfs ab.

In den Sommermonaten vom 15. Juli bis zum 01. September wird der Betrieb für den Kessel unterbrochen, da in dieser Zeit weniger Wärmeenergie benötigt wird. Die Spitzenlast und Redundanz auf Rang 3 wird von einem Gas-Kessel mit einer Nennleistung von 400 kW abgedeckt. Dieser kann mit Erdgas oder Biomethan betrieben werden. Der Kessel wird im Wesentlichen zur Ausfallsicherung für den Notfall vorgehalten. In der u.a. Tabelle sind die verwendeten Wärmeerzeuger mit den zugeordneten Rängen und ihren Nennleistungen sowie der verwendete Pufferspeicher mit seiner Speicherkapazität von 10.000 Liter aufgeführt

245 Tonnen Hackschnitzel entspricht einer Menge von ca. 1.133 Raummeter (Srm). Das Vorratsvolumen der Container beträgt ca. 150 m³, so dass dieser pro Jahr ca. 8 bis 9 Mal aufgefüllt werden muss.

Tabelle 14: Wärmeerzeugung und Lastgang - Variante 1

Wärmeerzeuger	Rang	Nennleistung	Brennstoffverbrauch	Erzeugte Wärme	Anteil
■ HHS-Kessel 1	1 - Grundlast	330 kW	Mischung (70% Wh, 30% Hh): 236 t	874.637 kWh	100 %
■ BW-Kessel	3 - Spitzenlast	400 kW	Erdgas: 81 m ³	733 kWh	0 %
■ Pufferspeicher		10.000 L		102.215 kWh	12 %



Name	Heizlast	Wärmebedarf
Gärtnerei	85 kW	101.519 kWh
KiTa Alt	30 kW	35.402 kWh
Realschule	297 kW	356.277 kWh
Sporthalle	42 kW	49.879 kWh
VG Nebengebäude	30 kW	30.363 kWh
VG Verwaltung	84 kW	101.210 kWh
Wohngebäude 60%	71 kW	85.720 kWh
Ärztzhaus	50 kW	59.687 kWh
Netzverluste	6 kW	49.071 kWh
Pufferspeicherverluste		6.071 kWh
Summe	694 kW	875.199 kWh

Quelle: C.A.R.M.E.N. e.V. Centrales Agrar-Rohstoff Marketing- und Energie-Netzwerk e.V., sophena Vers. 2.1

5.7.2 Szenario 1 - Variante 2: Holzhackschnitzel-Anlage mit solarer Unterstützung

Die Solarthermie hat sich in Deutschland als Technologie zur Warmwasserbereitung und Unterstützung der Raumheizung in Wohngebäuden mit großer Verbreitung bewährt. Thermische Sonnenkollektoren und die zugehörigen Systemlösungen haben einen hohen technischen Standard erreicht, der den Einsatz der Solarthermie auch in kälteren Klimazonen und für höhere Anwendungstemperaturen bis 120 °C ermöglicht

Zur kostengünstigen und großtechnischen Integration der Solarthermie bietet sich die Nutzung von Wärmenetzen in besonderem Maß an. Solare Wärmenetze, oftmals auch als solare Nahwärme oder solare Fernwärme bezeichnet, beruhen auf dem Einsatz solarthermischer Großanlagen, die in Wärmenetze eingebunden sind und auf diese Weise zur Versorgung Quartieren, Wohngebieten, Dörfern oder Städten beitragen. Die erforderlichen großen Kollektorfelder werden hierbei auf Freiflächen installiert oder in Gebäudedachflächen integriert. Es kommen dabei beide Kollektorarten, Flachkollektoren und Vakuumröhrenkollektoren, zum Einsatz und die Kollektorfeldgrößen reichen dabei von 500 m² bis 150.000 m² bei den derzeit größten auf internationaler Ebene realisierten Anlagen. Solarthermische Großanlagen sind oft so ausgelegt, dass sie 10 bis 20 Prozent des Gesamtwärmebedarfs des jeweiligen Versorgungsgebiets abdecken.

Solarthermische Großanlagen in Kombination mit Wärmenetzen wurden bereits seit Ende der 1980er Jahre in Forschungs- und Demonstrationsanlagen errichtet und betrieben.



Abbildung 28: Freiflächen-Solarthermie-Anlagen - Beispiele

Für das Wärmenetz „Schulstraße“ wurde Freiflächenanlage mit 250 m² Kollektorfläche angenommen. Auf die Fläche 1 mit ca. 3.000 m² Grundfläche können deutlich mehr Kollektoren installiert werden. Max. ca. 1.000 m². Allerdings ist eine solch große Anlage wegen der hohen Investitionskosten nicht wirtschaftlich zu betreiben.

Die Anlage mit 250 m² Kollektorfläche produziert ca. 78.000 kWh Wärme pro Jahr. Davon können ca. 40.000 kWh ins Wärmenetz eingespeist werden.

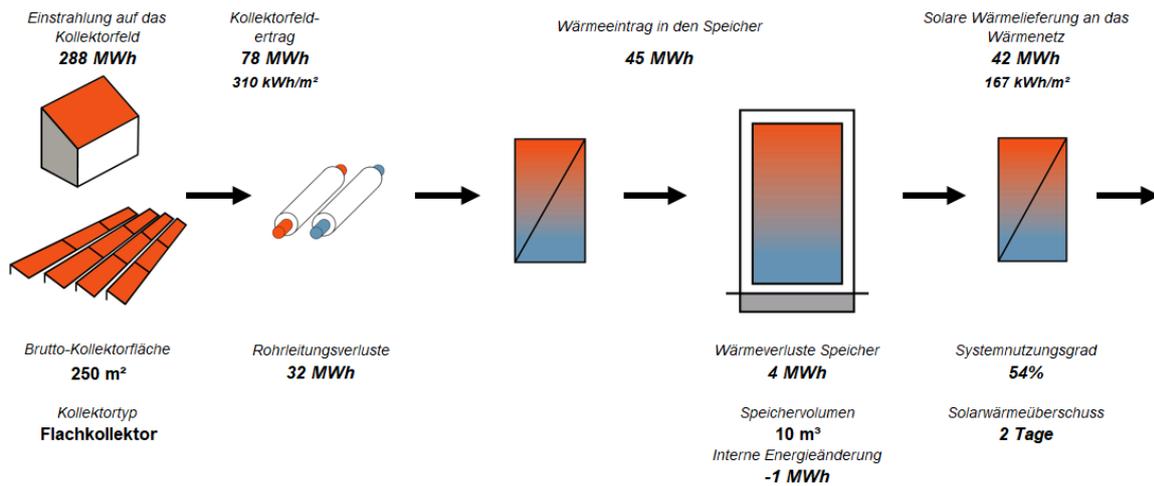


Abbildung 29: Wärmeerzeugung Solarthermieanlage 250 m²; Quelle: scenocalc

Eingebunden wird die Solarthermieanlage in das Wärmenetz über den vorhandenen Pufferspeicher. Daraus ergibt sich folgendes Energieflussbild:

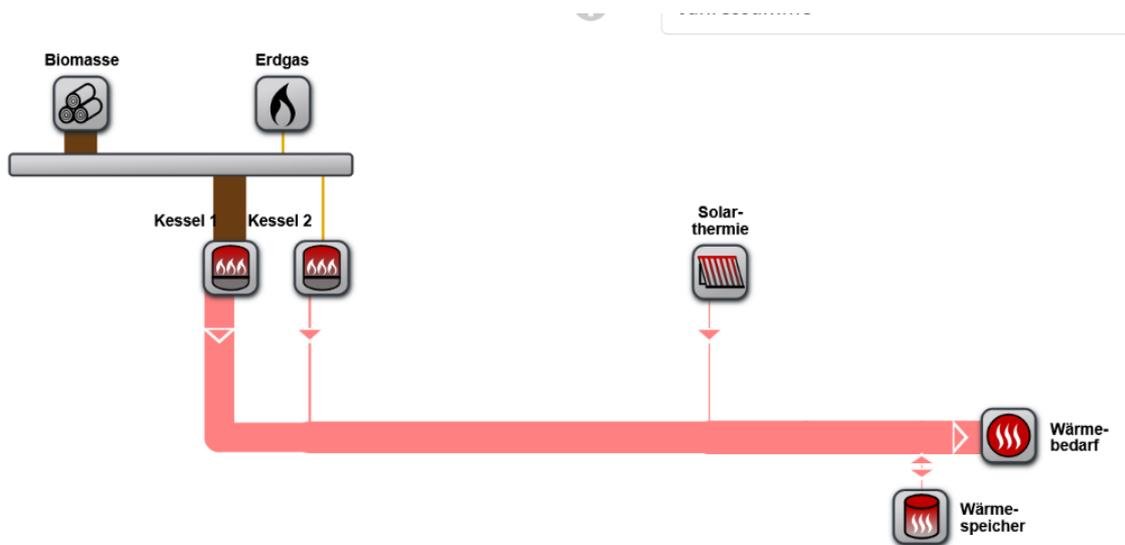
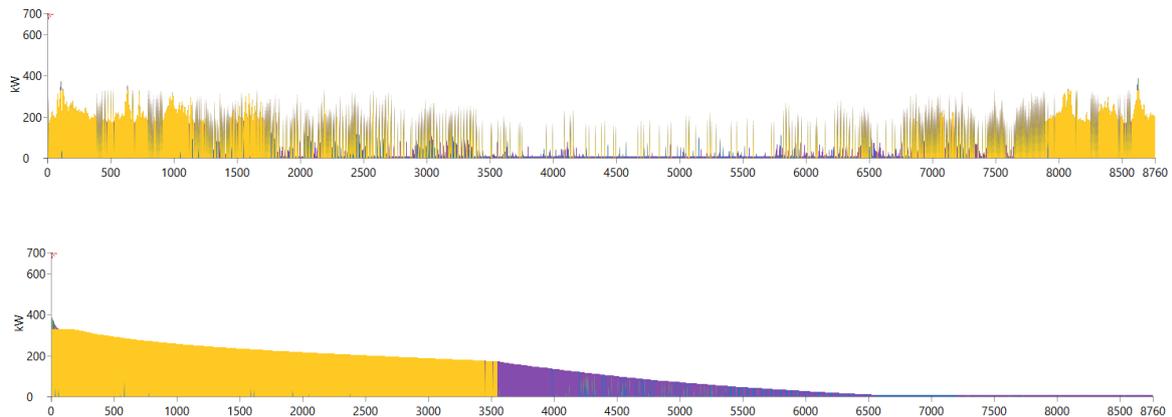


Abbildung 30: Energieflussbild - Variante 2

Tabelle 15: Wärmeerzeugung und Lastgang - Variante 2

Wärmeerzeuger	Rang	Nennleistung	Brennstoffverbrauch	Erzeugte Wärme	Anteil
Solar	1 - Grundlast	159 kW	Warmwasser: 40.203 kWh	40.203 kWh	5 %
HHS	2 - Grundlast	330 kW	Mischung (70% Wh, 30% Hh): 225 t	834.396 kWh	95 %
Erdgas-BW	3 - Spitzenlast	200 kW	Biomethan: 2.278 m ³	733 kWh	0 %
Ungedeckte Leistu...		-6 kW			
Pufferspeicher		10.000 L		222.364 kWh	25 %



Quelle: C.A.R.M.E.N. e.V. Centrales Agrar-Rohstoff Marketing- und Energie-Netzwerk e.V., sophena Vers. 2.1

Alternativ: Dezentrale solare Wärmeerzeugung

In dieser Alternative wird die dezentral erzeugte solarer Wärme in dem Wärmeversorgungskonzept genutzt.

Die Wärmeerzeugung erfolgt dann über thermische Solaranlagen auf den Dächern der angeschlossenen Gebäude, welche auch beheizt werden sollen. Die solare Wärme wird einem dezentralen Pufferspeicher in den Gebäuden zugeführt und reduziert somit den Wärmebezug aus dem Wärmenetz insbesondere im Sommer:

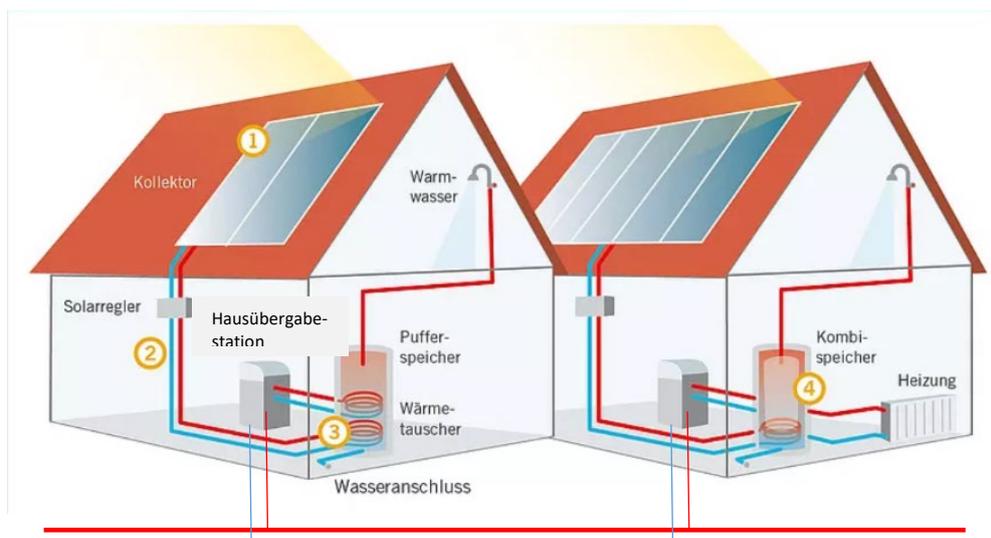


Abbildung 31: Dezentrale Nutzung von solarer Wärme in dem Gebäude

Quelle: Michael Wigbels, Fraunhofer UMSICHT Institut

Alternativ kann die solar erzeugte Wärme von Dächern auch in ein Wärmenetz eingespeist werden. Diese Wärme kann dann zur Spitzenlastdeckung oder bei unzureichender Wärmeerzeugung zusätzlich eingesetzt werden.

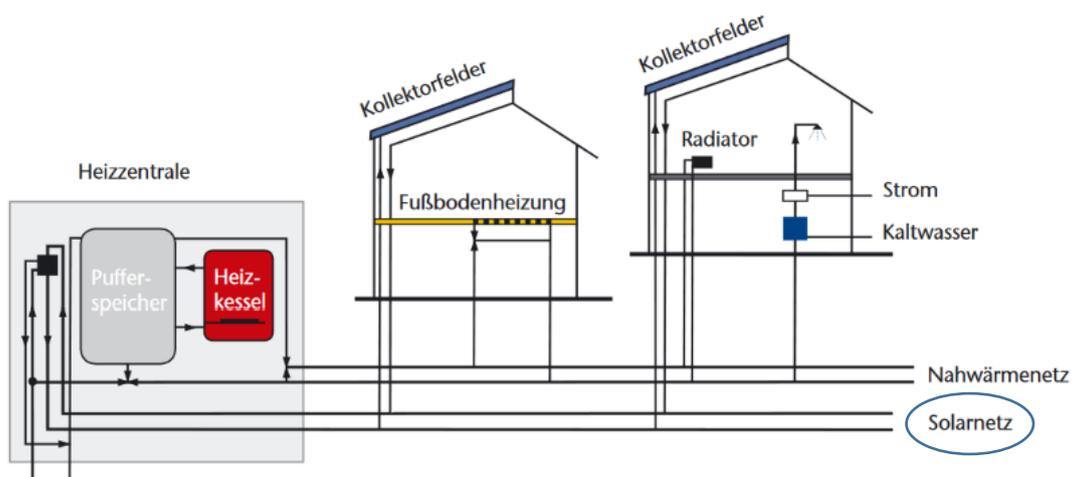


Abbildung 32: Dezentrale Solareinspeisung in das Wärmenetz

Quelle: Michael Wigbels, Fraunhofer UMSICHT Institut

Nachteil der Technologie ist die aufwändige Bauweise insbesondere des Verteilsystems. Es muss für die Einspeisung der dezentral erzeugten Wärme in den zentralen Pufferspeicher ein eigenes Wärmenetz für die solare Wärme errichtet werden. Aus diesem Grund lassen sich derartige Ansätze voraussichtlich nur in dicht bebauten Neubausiedlungen einsetzen, in denen die spezifischen Aufwendungen für die Rohrleitungssysteme geringer sind. Darüber hinaus sind die Vorlauftemperaturen im Nahwärmesystem verhältnismäßig gering, sodass in den Häusern zur Brauchwassererwärmung jeweils eine elektrische Nacherhitzung notwendig ist.

5.7.3 Szenario 1 - Variante 3: Wärmepumpe plus Erdgas-Kessel

Wärmepumpen sind aus technischen Gründen auf eine vorhandene Wärmequelle angewiesen. Der wichtigste Faktor ist dabei das lokale Angebot. Die Quelle sollte eine möglichst hohe Verfügbarkeit aufweisen und möglichst hohe und konstante Quelltemperaturen liefern. Denn je geringer die Temperaturdifferenz zwischen Wärmequelle und Wärmesenke desto effizienter kann die Wärmepumpe arbeiten.

Zudem wirken sich ein hoher Grad an Verfügbarkeit sowie nahezu konstante Quelltemperaturen positiv auf die Einsatzplanung und Verfügbarkeit der Wärmepumpe aus. Grundsätzlich gibt es wenige Beschränkungen hinsichtlich der Wärmequelle, weshalb sich ein breites Spektrum an möglichen CO₂-freien Wärmequellen für eine Wärmepumpe anbietet.

Umgebungsluft

Die (Umgebungs-)Luft als Wärmequelle ist am häufigsten vorhanden und steht nur in Ausnahmefällen nicht zur Verfügung, weist aber einige Charakteristiken auf, die den Betrieb einer Wärmepumpe einschränken. Über Ventilatoren wird die entsprechende Luftmenge angesaugt, gibt die thermische Energie an einen Wärmeübertrager ab und wird dann wieder der Umgebung zugeführt. Luft hat witterungsbedingt sehr starke, auch untertägige Temperaturschwankungen und kann diese nicht durch Wärmeträgheit ausgleichen. Eine Wärmepumpe muss dementsprechend für diese schwankenden Bedingungen ausgelegt sein.

Aufgrund der saisonalen Temperaturschwankung (Sommer/Winter) und geringen Wärmeträgheit haben Luft-Wärmepumpen eine stark gegenläufige Wärmeerzeugung im Vergleich zum Wärmebedarf im Netz. Während die Wärmepumpe bei hohen Temperaturen (Sommer) den höchsten COP und die höchste Wärmeleistung hat, ist der höchste Wärmebedarf des Fernwärmenetzes bei niedrigen Temperaturen (Winter). Deshalb eignen sich Luft-Wärmepumpen vor allem zur Deckung der Grundlast im Sommer bis in die Übergangszeiten.

Gewässer

Fließende Gewässer oder auch stehende Gewässer eignen sich ebenfalls als Wärmequelle, wobei meist über Pumpen eine entsprechende Wassermenge dem Fluss oder See entnommen wird, über einen Wärmeübertrager die Wärme entzogen und die Wassermenge danach wieder dem Gewässer zugeführt wird. Diese Gewässer-Wärmequellen haben ebenfalls witterungsbedingte Temperaturschwankungen. Auf Grund der Speicherkapazität des Wassers und der dadurch entstehenden Wärmeträgheit gegenüber Temperaturschwankungen der Außenluft, fallen diese jedoch geringer aus als bei der Wärmequelle Umgebungsluft. Auf Grund dieser Trägheit haben Gewässer-Wärmequellen in der Regel eine höhere Verfügbarkeit, da Wärmepumpen die Übergangszeiten länger ausnutzen können. Bei einer angenommenen Mindest-Quelltemperatur von 7 °C ergaben Gutachten an unterschiedlichen Standorten in Deutschland eine Nutzungsdauer für Flusswasser-Wärmequellen von 6.000 bis 6.500 Stunden im Jahr.

Grundwasser

Im Bereich der Grundwasser-Wärmepumpen liegen bisher nur Erfahrungen für kleine Leistungsklassen und bei Einzelheizsystemen (für Ein- bzw. Mehrfamiliennäuser) vor. Das Funktionsprinzip lässt sich aber auch auf den Bereich der Fernwärme übertragen und

auch die grundsätzlichen genehmigungsrechtlichen Gesichtspunkte sollten übertragbar sein.

Eine Grundwasser-Wärmepumpe nutzt die thermische Energie von Wasser analog zu einer Flusswasser-Wärmepumpe. Zur Nutzung des Grundwassers müssen zunächst zwei Brunnen geschachtet werden - ein Saugbrunnen und ein Sickerbrunnen. Über den Saugbrunnen wird das Grundwasser durch Pumpen zunächst angesaugt, wird dann durch die Wärmepumpe abkühlt und danach über den Sickerbrunnen wieder dem Erdreich zugeführt. Je tiefer das Grundwasser entnommen wird, umso konstanter sind die Temperaturen im Jahresverlauf.

Luft-Wasser-WP

Für die Planung wird von einer Luft-Wasser-WP ausgegangen. Diese ist in der Lage, aus einer Umgebungsluft-Temperatur von bis zu minus 10 Grad eine Vorlauftemperatur von ca. 80 °C zu erzeugen. Für die Rückkühlung der Luft sind sog. V-Kühler erforderlich, die in der Nähe der Heizzentrale aufgestellt werden:



Abbildung 33: V-Kühler auf einer Dachfläche; Quelle: <https://www.rehler-kuehlsysteme.de/index.php?Freikuehler-Kuehlsystem>

Das Energieflussbild einer **Luft-Wasser-WP** mit Erdgaskesseln sieht wie folgt aus:

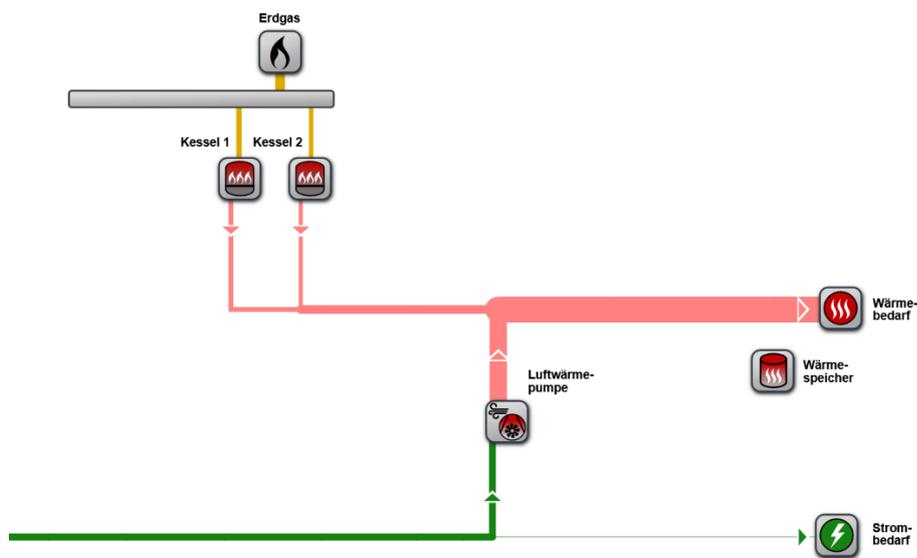
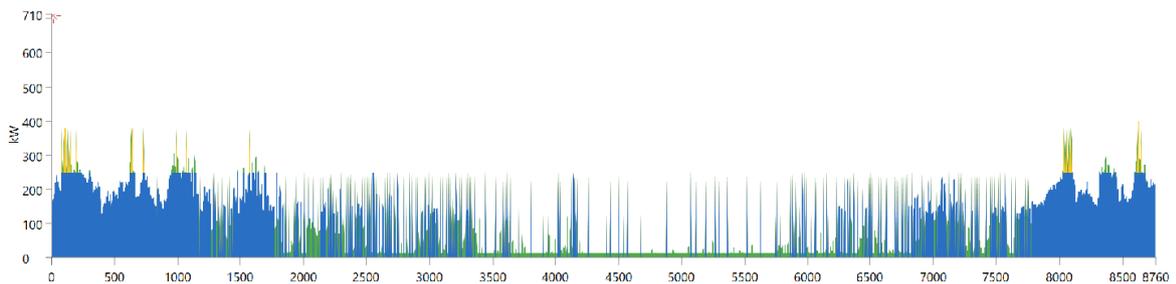


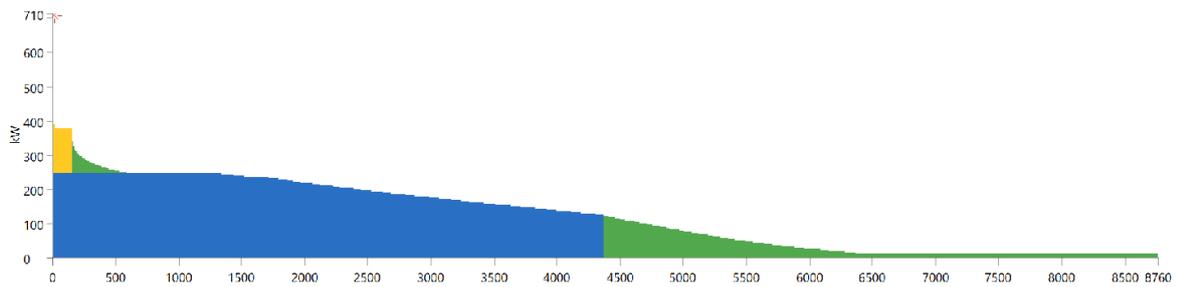
Abbildung 34: Energieflussbild - Variante 3

Folgende Wärmemengen werden durch die einzelnen Wärmeerzeuger bereitgestellt:

Tabelle 16: Wärmeerzeugung und Lastgang - Variante 3

Wärmeerzeuger	Rang	Nennleistung	Brennstoffverbrauch	Erzeugte Wärme	Anteil
WP	1 - Grundlast	250 kW	Strom (Strommix): 357.947 kWh	894.867 kWh	98 %
BW-Kessel	2 - Spitzenlast	460 kW	Erdgas: 2.078 m ³	18.705 kWh	2 %
Pufferspeicher		10.000 L		171.944 kWh	19 %





Quelle: C.A.R.M.E.N. e.V. Centrales Agrar-Rohstoff Marketing- und Energie-Netzwerk e.V., sophena Vers. 2.1

5.7.4 Szenario 1 - Variante 4: Wärmepumpe plus Erdgas-BHKW

Eine weitere Variante stellt die Kombination aus Wärmepumpe und einem BHKW dar. In diesem Fall kann die erzeugte Strommenge des BHKW's sowohl in dem Schulgebäude als auch zur Versorgung der Wärmepumpe genutzt werden. Der Überschussstrom wird gegen Vergütung in das allgemeine Stromnetz eingespeist.

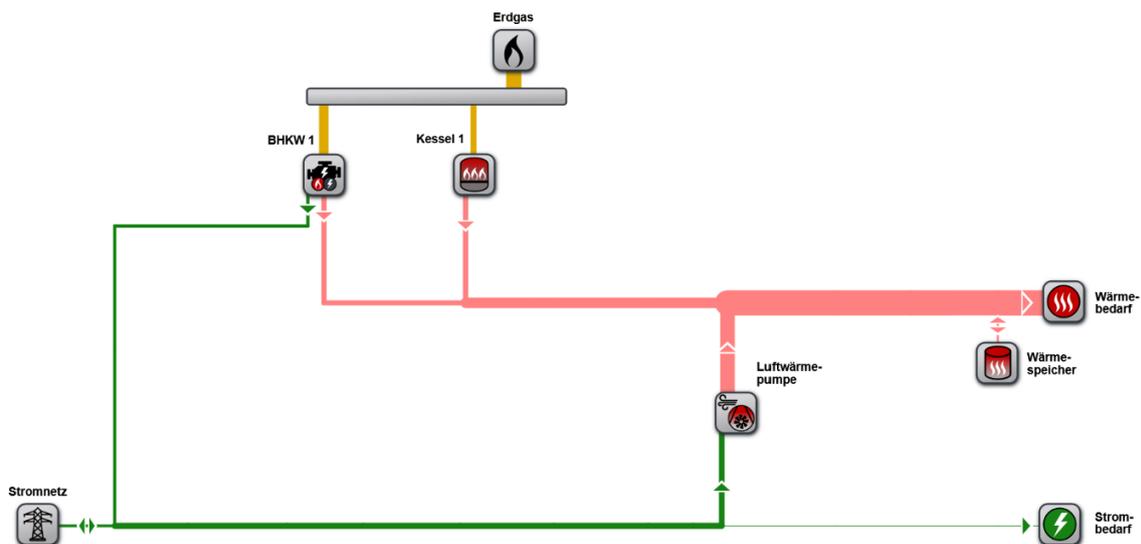


Abbildung 35: Energieflussbild – Variante 4

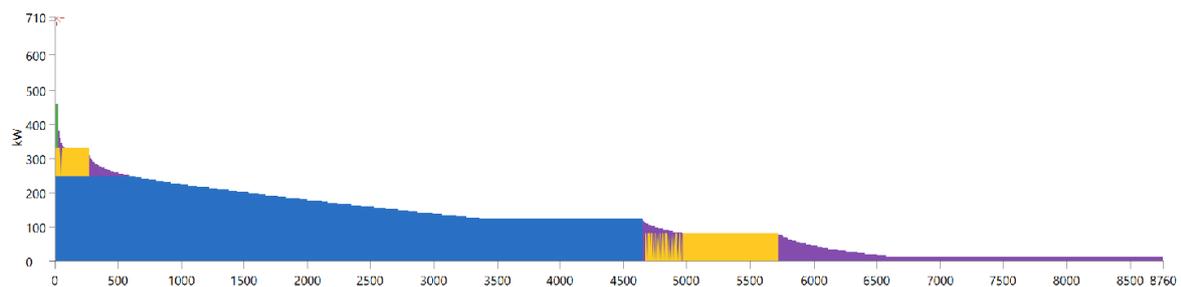
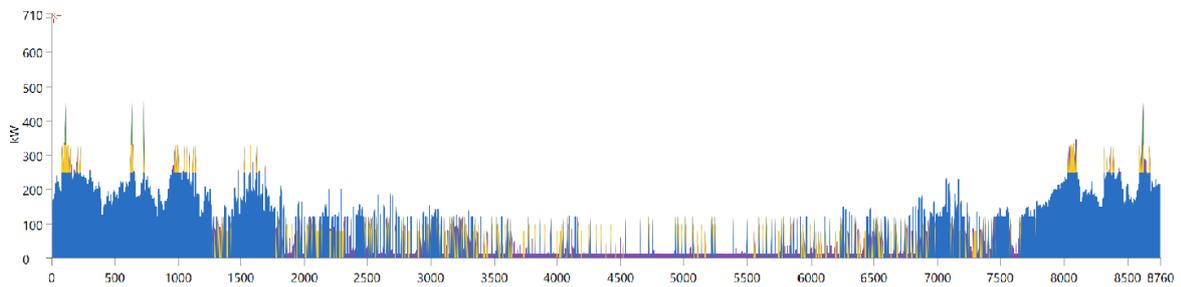
Die produzierten Wärmemengen der verschiedenen Wärmeerzeuger teilen sich wie folgt auf:

Tabelle 17: Wärmeerzeugung und Lastgang - Variante 4

Wärmeerzeuger	Rang	Nennleistung	Brennstoffverbrauch	Erzeugte Wärme	Anteil	Volllaststunden
WP - Luft	1 - Grundlast	91 kW	Strom (Strommix): ...	549.269 kWh	59 %	6.010 h
BHKW	2 - Grundlast	80 kW	Erdgas: 46.588 m3	253.440 kWh	27 %	3.168 h
BW-Kessel	3 - Spitzenlast	320 kW	Erdgas: 16.126 m3	131.961 kWh	14 %	413 h
Pufferspeicher		10.000 L		97.440 kWh	10 %	

Die Luft-Wasser-WP wurde bewusst kleiner dimensioniert, um die Laufzeit des BHKW's zu erhöhen.

Wärmeerzeuger	Rang	Nennleistung	Brennstoffverbrauch	Erzeugte Wärme	Anteil
Standard-Wärm...	1 - Spitzenlast	250 kW	Strom (Strommix): 319.387 kWh	798.468 kWh	87 %
BHKW	2 - Grundlast	117 kW	Erdgas: 19.829 m3	113.684 kWh	12 %
BW-Kessel	3 - Spitzenlast	460 kW	Erdgas: 29 m3	258 kWh	0 %
Pufferspeicher		10.000 L		102.027 kWh	11 %



Quelle: C.A.R.M.E.N. e.V. Centrales Agrar-Rohstoff Marketing- und Energie-Netzwerk e.V., sophena Vers. 2.1

5.7.5 Szenario 1 – Variante 5 : Solarer Langzeitspeicher mit Erdgas-Kessel

Wärmespeicher können grundsätzlich in 3 Kategorien eingeteilt werden:

sensibel: sensible Speicher verändern beim Lade- oder Entladevorgang ihre „fühlbare“ Temperatur

latent: latente Speicher verändern beim Lade- oder Entladevorgang nicht ihre „fühlbare“ Temperatur, sondern das Wärme-Speichermedium ändert seinen Aggregatzustand. Meist ist das der Übergang von fest zu flüssig (bzw. umgekehrt). Das Speichermedium kann über seine Latentwärmekapazität hinaus be- oder entladen werden, was erst dann zu einer Temperaturerhöhung führt.

thermochemisch: Hier wird die Energie, die durch Bindung von unterschiedlichen Molekülen z.B. durch Sorption frei wird, genutzt. Wird z.B. Wasserdampf und eine trockene hochporöse Struktur wie Silica Gel zusammengeführt, wird aufgrund von Adsorptionseffekten Wärme frei. Die Speicherung der Wärme erfolgt durch getrennte Aufbewahrung beider Reaktionspartner.

Die Idee der Speicherung solarer Wärme im Sommer für den Winter (Langzeitspeicher) wurde erstmals in Schweden vor ca. 30 Jahren umgesetzt. Auch in Deutschland wird auf dem Gebiet seit Jahren geforscht und staatlich gefördert.

Zur Nutzung saisonal schwankender Energien in Fernwärmenetzen, werden in einigen Pilotanlagen saisonale Wärmespeicher zur zeitlichen Entkopplung von Produktion und Verbrauch eingesetzt. Dadurch ist es möglich, im Sommer gewonnene Wärme im Winter zu nutzen.

Dabei wurden vier Speichtypen entwickelt und in Pilotprojekten erprobt.

Abbildung 33 zeigt die verschiedenen Typen von Langzeitspeichern:

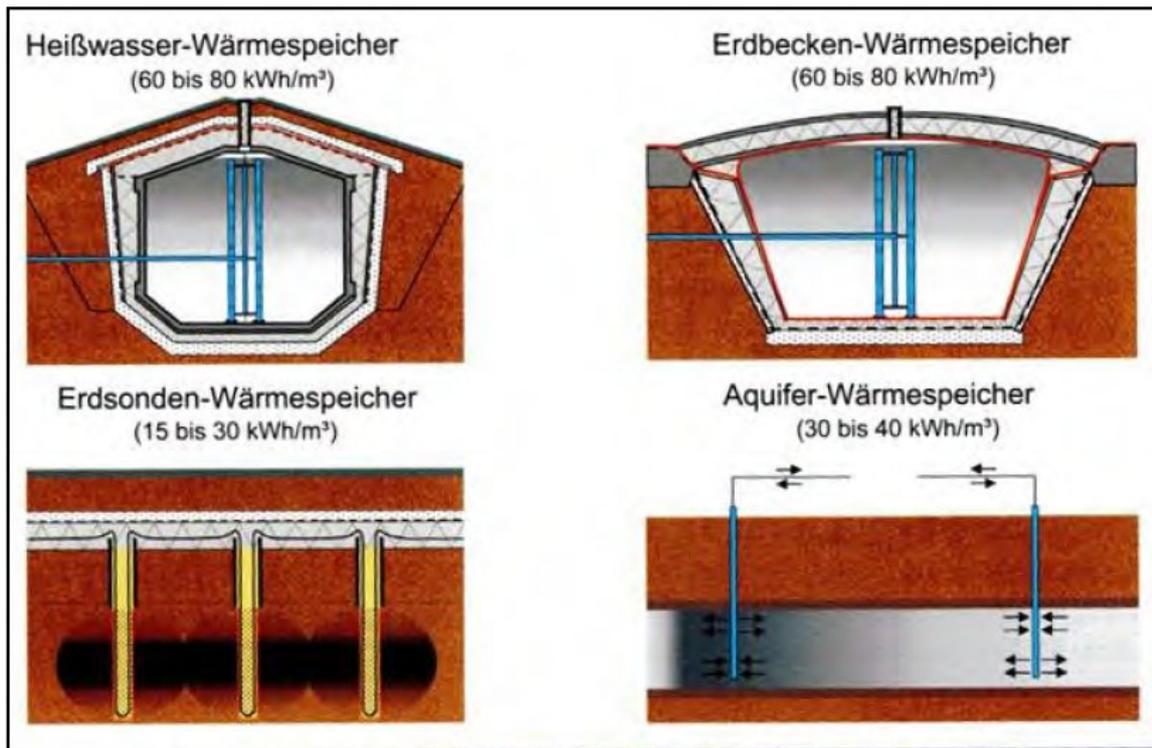


Abbildung 36: Arten von Langzeitspeichern

Quelle: Mangold, Dirk und Brenner, M. 2001. *Solarthermie-2000 TP 3: Solar unterstützte Nahwärme- Ergebnisse der wissenschaftlichen Begleitforschung*. Stuttgart, 2001.

Die am weitesten verbreitete Form ist die **sensible** Wärmespeicherung mittels Wasser.

Die Auswahl des Speichertyps ist von der jeweiligen geologischen und hydrogeologischen Situation vor Ort abhängig. Vor allem für Aquifer- und Bohrlochspeicher ist eine vorhergehende geologische Untersuchung des Untergrundes nötig.

*Voraussetzung zur Nutzung eines Langzeitspeichers ist die Verfügbarkeit von **überschüssiger Wärme** in den Sommermonaten. Diese kann über solarthermische Anlagen direkt oder über eine PV-Anlage mittels Power-to-heat indirekt erzeugt werden. Diese Wärme steht dann im Winter „kostenfrei“ zur Verfügung.*

Solarthermische Wärmeerzeugung

Im Folgenden wird davon ausgegangen, dass die Wärme im Sommer durch eine solarthermische Freiflächenanlage erzeugt wird. Die einzige sinnvoll verfügbare Fläche ist eine Privatfläche (s. Abbildung 34).

Die nutzbare Fläche beträgt ca. 3.000 m². Darauf lässt sich eine Kollektorfläche von ca. 1.200 m² errichten.



Abbildung 37: Mögliche Freifläche für eine solothermische Anlage

Um ein Kollektorfeld und einen saisonalen Speicher zu dimensionieren, ist eine möglichst genaue Kenntnis des Systemverhaltens und des Verbrauchsprofils erforderlich. Dazu sollte dynamische Simulationen des Gesamtsystems durchgeführt werden.

Folgende Anlagenkonstellation wird dabei untersucht:

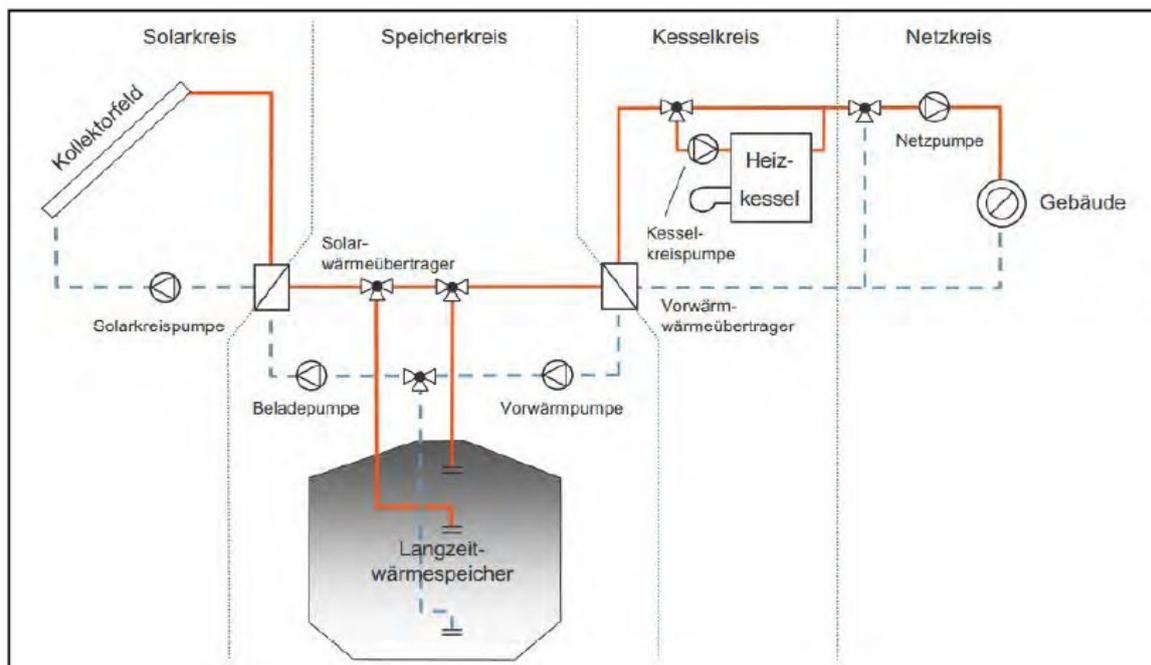


Abbildung 38: Anlagenschema solarunterstützter Langzeitspeicher

Quelle: Deschaintre, Laure. 2013. Development of a solar district heating online calculation tool. Stuttgart: Solites- Steinbeis Forschungsinstitut für solare und zukunftsfähige thermische Energiesysteme, 2013.

Um eine valide Aussage zu dem Systemverhalten geben zu können, wird ein Online-Berechnungstool von Solites -Steinbeis Forschungsinstitut für solare und zukunftsfähige thermische Energiesysteme- auf Grundlage eines dynamischen TRNSYSModells8 genutzt. Das Solites hat ein Großteil bereits realisierter Projekte zur saisonalen Wärmespeicherung wissenschaftlich betreut. Auf Grundlage dieser Erfahrungen wurde das Tool entwickelt um die Integration der Solarthermie und der saisonalen Wärmespeicherung in Nahwärmenetze zu erleichtern. Es basiert auf einer linearen Interpolation der Ergebnisse zweier in TRNSYS abgebildeter Referenzmodelle, bei denen die systemrelevanten Parameter variiert werden können. Dies ermöglicht eine **erste Abschätzung** zur Dimensionierung und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung eines Nahwärmenetzes.

Das Tool ist über die Online-Adresse www.sdh-online.solites.de ab Oktober 2013 abrufbar.

Geht man von einer verfügbaren Kollektorfläche von 1.200 m² und einem Wärmebedarf von ca. 913.000 kWh/a incl. der Netzverluste aus, so ergibt sich ein erforderlichen Speichervolumen von 3.000 m³. damit ist eine Zykluszahl von 1,5 erreichbar. D.h., der Speicher wird etwa 1,5 Mal pro Jahr beladen und wieder entladen. Die Zykluszahl sollte nahe bei 1 liegen.

Der solare Nutzwärmeertrag über das gesamte Jahr hinweg beträgt ca. 344.000 kWh. Dies bedeutet, dass ca. 571.000 kWh noch zusätzlich durch eine Nachheizung erzeugt werden müssen.

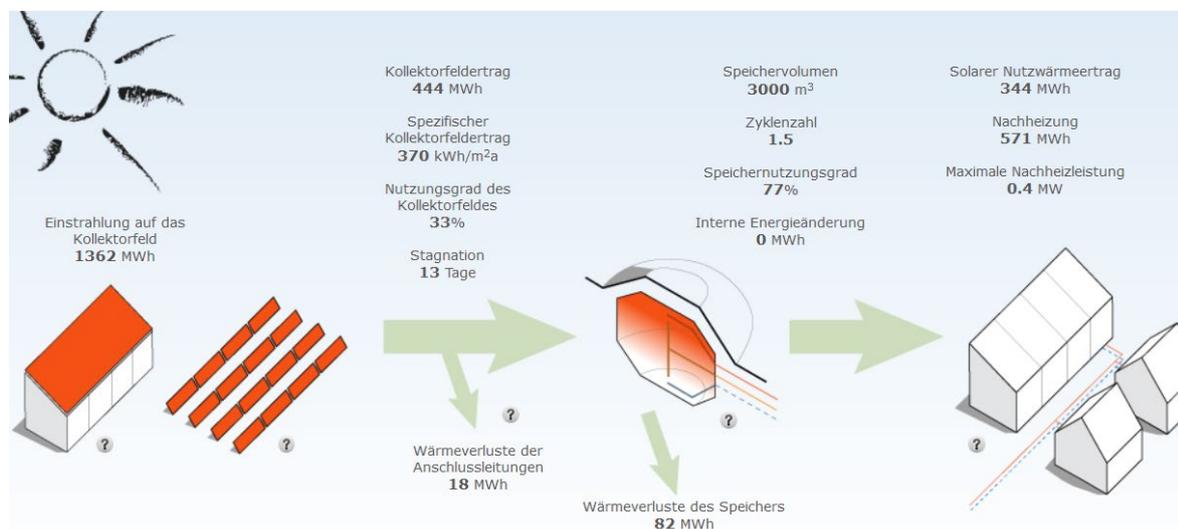


Abbildung 39: Auslegung eines saisonalen Speichers mit solarthermischer Wärmeerzeugung

Quelle: www.sdh-online.solites.de

Der solare Deckungsgrad bei dieser Variante beträgt ca. 38 %.

Für den Erdspeicher mit 3.000 m³ Inhalt wird bei einer angenommenen Tiefe von 10 m eine Fläche von ca. 900 m² benötigt. Diese müsste zusätzlich in der Nähe der Wärmeleitungen vorhanden sein.

6 Kostenrahmen und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Die Wirtschaftlichkeitsberechnungen erfolgen in Anlehnung an die VDI-Richtlinie 2067 und gem. der einschlägigen AfA-Tabellen (Bundesministerium der Finanzen, 2000). Die Investitionskosten wurden durch Anfragen von Richtpreisangeboten bei führenden Herstellern ermittelt. Sofern keine Richtpreisangebote vorliegen wurden diese überschlägig abgeschätzt. Die jährlichen Wärmegestehungskosten werden aus den kapitalgebundenen, den verbrauchsgebunden sowie den betriebsgebunden Kosten bestimmt.

Zusätzlich werden die Fördermittel aus dem Bundesprogramm für effiziente Wärmenetze (BEW) vom 15.09.2022 berücksichtigt. Dieses Programm fördert sowohl die Errichtung des Wärmenetzes als auch die Wärmeerzeugungsanlagen. Diese Förderung ist nicht mehr an einen Mindestwärmeabsatz pro Trassenmeter gebunden. Damit können auch Wärmenetze in ländlichen Gegenden profitieren.

Zusätzlich kann der Anschlussnehmer beim Anschluss an ein Wärmenetz aus dem Bundesprogramm für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen (BEG EM) gefördert werden.

6.1 Rahmenbedingungen

Zur Bestimmung der verschiedenen Kostenanteile wird von folgenden Rahmenbedingungen ausgegangen:

Kapitalgebundene Kosten

Fremdkapital-Zinssatz	4 %
Abschreibung Sole/Wasser-WP	20 a
Abschreibung HHS-Kessel	18 a
Abschreibung Pufferspeicher	20 a
Abschreibung Regeltechnik/Elektro	15 a
Abschreibung warme Nahwärmeleitung (PMR)	30 a
Abschreibung Containeranlage / Gebäude	30 a
Abschreibung Übergabestationen	20 a

Verbrauchsgebundene Kosten (Preisstand: 02/2024)

Spez. HHS-Preis	130,0 €/t
Mittlerer Strompreis für WP	21,0 ct/kWh
Mittlerer Erdgaspreis	7,0 ct/kWh

Üblicher Preis Stromeinspeisung BHKW:	8,3	ct/kWh
KWK-Zuschlag BHKW – Eigenverbrauch	8,0	ct/kWh
KWK-Zuschlag BHKW – Einspeisung:	16,0	ct/kWh

Betriebsgebundene Kosten

Wartung und Instandhaltung HHS-Kessel	2,0 % der Investitionskosten
Wartung und Instandhaltung WP	1,0 % der Investitionskosten
Wartung und Instandhaltung Erdgas-Kessel:	0,5 % der Investitionskosten
Wartung und Instandhaltung HÜS	0,5 % der Investitionskosten
Wartung und Instandhaltung Gebäude	0,5 % der Investitionskosten
Wartung und Instandhaltung Techn. Anlagen	1,5 % der Investitionskosten
Wartung und Instandhaltung Nahwärmenetz	0,3 % der Investitionskosten
Kosten laufender Betrieb	ca. 100 Std pro Jahr
Stundensatz:	65,- € /Stunde

Alle Preisangaben sind *netto*.

6.2 Wärmegestehungskosten (Vollkostenrechnung)

Zur Berechnung der Wärmegestehungskosten wurde für alle Wärmeerzeugungs-Varianten von dem Vollausbau des Wärmenetzes und einem Anschluss aller öffentlicher Gebäude und der direkt angrenzenden Gebäude gem. Szenario 1 , (s. Abbildung 15) ausgegangen.

Es wird vorausgesetzt, dass die Wärmegestehungskosten durch den zusätzlichen Anschluss des Wohngebiets (Szenario 2) nicht schlechter werden. Der Mehrpreis für den Netzausbau und die Leistungserhöhung in der Heizzentrale wird durch die zusätzlichen Erlöse für den Wärmeverkauf ausgeglichen.

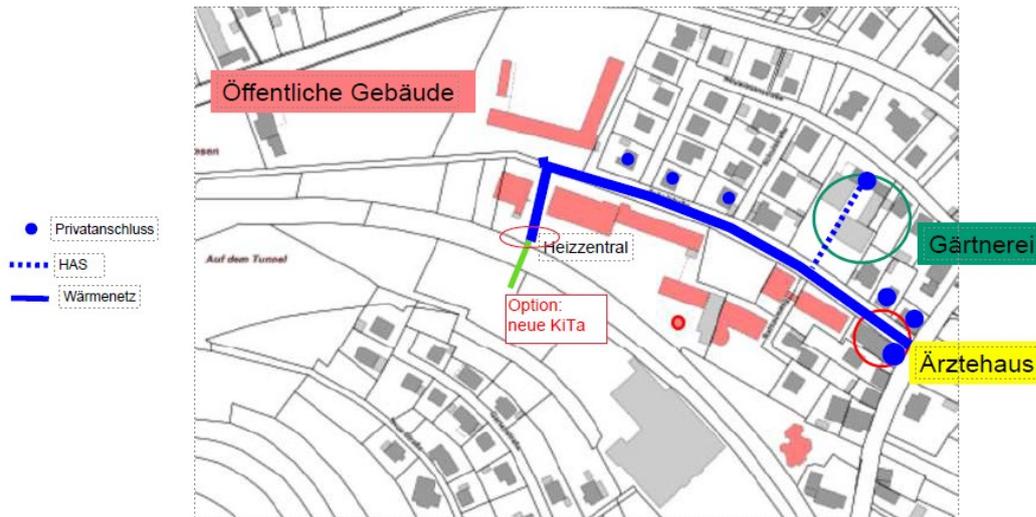
Pro Anschluss an das Wärmenetz wird von dem Anschlussnehmer ein Baukostenzuschuss erhoben. Dieser wird für die öffentlichen Gebäude nach Aufwand berechnet. Für Privatanschlüsse wird von 6.000,- € brutto für den Hausanschluss und weiteren 6.000,- € für die Installation der Hausübergabestation ausgegangen. Diese Kosten trägt jeweils der Anschlussnehmer.

Ebenfalls wird davon ausgegangen, dass ein Zuschuss auf die Errichtung des Wärmenetzes einschl. Heizzentrale gem. der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) in Höhe von 40 % auf alle ansetzbaren Kosten gewährt wird.

6.2.1 Investitionen

Unter Berücksichtigung der möglichen BKZ-Einnahmen und der BEW-Förderung ergeben sich für die einzelnen Varianten folgende Investitionskosten und Finanzierungshöhen:

Als Standort der Heizzentrale wird von der **günstigsten Variante** ausgegangen:



Die Trassenlänge für die Hauptleitung beträgt ca. 300 m. Die Hausanschlusslänge zur Gärtnerei ca. 60 m.

Tabelle 18: Investitionen - Kostenschätzung

	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4	Variante 5
	nur HHS - Kessel	HHS-Kessel plus Solar	WP plus Erdgaskessel	WP plus BHKW	Solarer Langzeitspeicher
HHS-Kessel 330 kW	60.000 €	60.000 €			
Erdgas-BW-Kessel 440 kW	35.000 €		60.000 €	60.000 €	60.000 €
Erdgas-BW-Kessel 250 kW		30.000 €			
Luft-Wasser-WP 115 kW			150.000 €	150.000 €	
Solarthermieanlage		200.000 €			480.000 €
Erdgas-BHKW 100 kWel				100.000 €	
Heizzentrale mit Nebenanlagen und Hydraulik	80.000 €	80.000 €	63.000 €	63.000 €	30.000 €
Regelung, Fernüberwachung	30.000 €	30.000 €	30.000 €	30.000 €	30.000 €
Pufferspeicher 10 m ³	15.000 €	15.000 €	15.000 €	15.000 €	
Erdbecken-Wärmespeicher					900.000 €
HHS-Zuführung	20.000 €	20.000 €			
HHS-Austragung	20.000 €	20.000 €			
Filteranlagen	18.000 €	10.000 €			
Entaschung	5.500 €	20.000 €			
Wärmeleitungen m. Verl. HL 300 m	105.000 €	105.000 €	105.000 €	105.000 €	105.000 €
Wärmenetz HL - Erdarbeiten 300 m	270.000 €	270.000 €	270.000 €	270.000 €	270.000 €
Hausanschluss HAS mit Erdarbeiten	75.000 €	75.000 €	75.000 €	75.000 €	75.000 €
Hausübergabestationen HÜS	163.000 €	163.000 €	163.000 €	163.000 €	163.000 €
Erschließungskosten	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €
Planungskosten	20.000 €	20.000 €	20.000 €	20.000 €	20.000 €
Gesamt	926.500 €	1.128.000 €	961.000 €	1.061.000 €	2.143.000 €
BKZ	- 215.000 €	- 215.000 €	- 215.000 €	- 215.000 €	- 215.000 €
Förderung gem. BEW	- 284.600 €	- 365.200 €	- 298.400 €	- 274.400 €	- 747.200 €
Finanzierungssumme	426.900 €	547.800 €	447.600 €	571.600 €	1.180.800 €

6.2.2 Wärmegestehungskosten

Die nachfolgend ermittelten Wärmegestehungskosten in ct/kWh werden aus den Jahresvollkosten unter Berücksichtigung der Fördermittel, der BKZ, der Verbrauchs- und Betriebskosten sowie der Kapitalkosten (Zinsen) bezogen auf die absetzbare Wärmemenge berechnet. Die Wärmegestehungskosten geben die Erzeugungskosten von einer kWh Wärme von der Wärmeerzeugung bis zum Endkunden wider. Es handelt sich hierbei nicht um den Verkaufspreis an die Endkunden.

Tabelle 19: Wärmegestehungskosten der Varianten - Übersicht

	Variante 1 nur HHS - Kessel	Variante 2 HHS-Kessel plus Solar	Variante 3 WP plus Erdgaskessel	Variante 4 WP plus BHKW	Variante 5 solarer Langzeitspeicher
Investitionskosten	926.500	1.128.000	961.000	1.061.000	2.143.000
Finanzierungsbedarf	426.900	547.800	447.600	571.600	1.180.800
Kapitalkosten	31.412	40.308	32.935	42.059	86.885
Verbrauchskosten	36.093	33.102	75.785	83.671	65.000
Betriebskosten	14.005	15.450	9.790	16.115	8.000
Sonstige Kosten	5.169	6.339	5.322	6.060	4.000
Stromvergütung				20.412	
Jahreskosten gesamt	86.679	95.199	123.832	127.493	163.885
Wärmegestehungskosten netto	10,57	11,61	15,10	15,55	19,99
Wärmegestehungskosten brutto	12,58	13,82	17,97	18,50	23,78

Quelle: C.A.R.M.E.N. e.V. Centrales Agrar-Rohstoff Marketing- und Energie-Netzwerk e.V., sophena Vers. 2.1

6.3 Wirtschaftlichkeitsberechnung

Die Wirtschaftlichkeitsanalyse erfolgt ebenfalls in Anlehnung an die VDI-Richtlinie 2067. Mithilfe der VDI 2067 können technische Anlagen normgerecht finanziell bewertet werden. Auf Grundlage der Investitionskosten, der üblichen Nutzungszeiträume sowie der Kosten und Einnahmen wird über die Kapitalwert-, die internen Zinsfuß-, sowie der Amortisationsmethode die Wirtschaftlichkeit des Betriebes ermittelt. Durch die Berechnung von Vergleichsvarianten kann die Wirtschaftlichkeit einer Anlage beurteilt werden.

Als Wirtschaftlichkeitskriterien werden angenommen, dass ein möglicher Errichter und Betreiber Nahwärmenetzes (Netzbetreiber) folgende Wirtschaftlichkeitskenndaten anstrebt:

- Amortisationszeit von weniger als 15 Jahren und
- eine interne Verzinsung von mind. 5,0 %

Dementsprechend wurde der durchschnittliche Wärme-Verkaufspreis in der dynamischen Vollkostenrechnung gem. VDI 2067 angepasst.

Für die untersuchten Varianten konnten folgende Wirtschaftlichkeitskennwerte ermittelt werden:

Tabelle 20: Wirtschaftlichkeit aus Sicht des Netzbetreibers

		Variante 1 nur HHS - Kessel	Variante 2 HHS-Kessel plus Solar	Variante 3 WP plus Erdgaskessel	Variante 4 WP plus BHKW	Variante 5 solarer Langzeitspeicher
Investitionen	€	926.500	1.128.000	961.000	1.061.000	2.143.000
BKZ	€	215.000	215.000	215.000	215.000	215.000
Förderung	€	- 284.600	- 365.200	- 298.400	- 274.400	- 747.200
Finanzierungsbedarf	€	426.900	547.800	447.600	571.600	1.180.800
jährliche Kosten	€/Jahr	86.679	95.199	123.832	127.493	163.885
Erlöse aus Wärmeverkauf	€/Jahr	86.920	95.120	123.820	135.300	172.200
durchschnittlicher erf. Wärmepreis	ct/kWh	10,60	11,60	15,10	16,50	21,00
Kapitalwert	€	142.326	183.423	117.281	102.323	148.191
Amortisationsdauer	Jahre	11,30	11,30	12,60	12,00	16,10
Interner Zinsfuß	%	6,32	6,43	5,91	5,59	5,06

Alle Varianten können mit dem angenommenen Wärmeverkaufspreis gem. Tabelle 19 wirtschaftlich betrieben werden. Über den Betrachtungszeitraum von 20 Jahren stellt sich Variante 1 am wirtschaftlichsten dar. Sie hat die kürzeste Amortisationsdauer sowie die größte interne Verzinsung.

6.4 Wärmekosten für die Endkunden

Für die Versorgung der Endkunden werden die ermittelten Wärmegestehungskosten in einen

- Grundpreis pro kW-Anschlussleistung und einen
- Arbeitspreis pro verbrauchter kWh Wärme

umgerechnet.

Aus den durchschnittlichen Wärmegestehungskosten lässt sich folgende Endkundenpreisstellung ableiten:

Tabelle 21: Möglicher Wärmepreis für den Endkunden

		Variante 1 nur HHS - Kessel	Variante 2 HHS-Kessel plus Solar	Variante 3 WP plus Erdgaskessel	Variante 4 WP plus BHKW	Variante 5 solarer Langzeitspeicher
Leistung gesamt	kW	690				
Wärmeabsatz gesamt	kWh/a	820000				
GP	€/kW	46	58	48	61	126
AP	ct/kWh	6,77	6,68	11,08	11,37	10,40
GP brutto	€/kW	54	70	57	73	150
AP brutto	ct/kWh	8,06	7,95	13,19	13,53	12,38

6.4.1 Privater Endkunde

Die Jahresgesamtkosten für die Endkunden werden gem. VDI 2067 (Vollkosten) ermittelt. Für ein Bestandsgebäude mit einem Jahreswärmebedarf von 27.500 kWh incl. WW-Bereitung und einer Anschlussleistung von 20 kW werden folgende vereinfachte Vergleichskosten ermittelt:

Tabelle 22: Heizkostenvergleich (vereinfacht) aus Sicht des Endkunden

Heizungsdaten		Öl-Kessel	Holzpelletkessel	Nahwärmeanschluss
Installierte Leistung	kW	25	25	20
Brennstoffverbrauch	l/kg/kWh	3.000	6.000	-
Wirkungsgrad		0,90	0,90	1,00
Erzeugte Wärmemenge	kWh	27.000	27.000	27.000
Brennstoffpreis	€/l ; €/kg	1,10	0,36	
Grundpreis	€/kW			54,00
Wärmepreis	€/kWh			0,081
Verbrauchskosten	€/Jahr	3.300 €	2.160 €	3.256 €
Wartung / Instandsetzung		250 €	400 €	
Schornsteinfeger		80 €	100 €	
Gesamtkostenpro Jahr		3.630 €	2.660 €	3.256 €
Investitionen		20.000 €	35.000 €	12.000 €
Hydr. Abgleich		1.000 €	1.000 €	1.000 €
Sonstiges		1.900 €	10.300 €	600 €
abzgl. Förderung	20 / 50 %		- 9.060 €	- 6.800 €
Investition gesamt		22.900 €	37.240 €	6.800 €
Kapitalkosten pro Jahr ohne Zinsen	20 JAHRE	1.145 €	1.862 €	340 €
Gesamtkosten pro Jahr		4.775 €	4.522 €	3.596 €

Die Errichtung einer neuen Öl-Heizung wurde in der Tabelle lediglich zum Vergleich dargestellt. Diese Möglichkeit wird es aufgrund der neuen gesetzlichen Situation nicht mehr geben, da zukünftig ein Anteil von 65 % erneuerbarer Energien bei allen neu errichteten Heizungen vorgeschrieben ist.

Geht man einer deutlichen Erhöhung der CO₂-Bepreisung aus, so werden sich die Verbrauchskosten einer Öl-Heizung drastisch erhöhen. Sobald die CO₂-Zertifikate frei

gehandelt werden, könnte der Heizöl-Preis für nach VDI-Prognosen bis auf 3,0 € pro Liter ansteigen (s. Tabelle 22).

Damit würden sich die Jahreskosten für eine Öl-Heizung in der oben dargestellten Tabelle im besten Fall um ca. 3.000 € und im schlechtesten Fall um ca. 6.000,- € erhöhen!

Tabelle 23: CO₂-Bepreisung auf Heizöl - Prognosen

							Versteigerungsphase, CO ₂ Handel		
Entwicklung des CO ₂ Preises pro Liter Heizöl							auf Basis CO ₂ Preis 2022	erwartet, untere Prognose	Prognose VDI aus dem Jahr 2021
Heizöl, Diesel	2021	2023	2024	2025	2026	2027	2027	2027	
1 Tonne	25,00 €	30,00 €	35,00 €	45,00 €	65,00 €	120,00 €	300,00 €	700,00 €	
1 kg	0,025 €	0,030 €	0,035 €	0,045 €	0,07 €	0,12 €	0,30 €	0,70 €	
2,64 kgCO ₂ /l									
CO ₂ €/Liter	0,07 €	0,08 €	0,09 €	0,12 €	0,17 €	0,32 €	0,79 €	1,85 €	
Heizöl Preis pro Liter		1,19	1,28 €	1,31 €	1,36 €	1,51 €	1,98 €	3,04 €	

Quelle: Berechnung Ing-Büro Kurt Zimmer, Wiesweiler

Im Vollkostenvergleich aus Kundensicht (Tabelle 21) wird deutlich, dass die Anfangsinvestition beim Anschluss an ein Nahwärmenetz deutlich geringer ausfällt als bei einer sonstigen Erneuerung der Heizungsanlage. Diese belaufen sich unter Berücksichtigung der derzeit möglichen Einzel-Förderung gem. dem BEG EM auf 6.800,- € brutto. Der Kunde erhält dafür eine „neue“ Wärmeversorgungsanlage sowie die gesamte Wartungs- und Instandhaltungsleistungen ohne Mehrkosten. Außerdem entfallen Kosten für Schornsteinfeger und es wird kein Platz für die Brennstofflagerung im Gebäude benötigt.

6.4.2 Öffentliche Gebäude

6.4.2.1 Realschule plus

Der Kostenvergleich für die Realschule plus sieht wie folgt aus:

			IST-Kosten (Stand 2023) BHKW + BW-Kessel	SOLL-Kosten nur HHS - Kessel
GP brutto			3618,- €/mon	54,- €/kW
AP brutto	ct/kWh		13,84	8,06
Wärmebedarf	kWh/a	406.830		
Leistungsbedarf	kW	300		
Strombedarf Schule	kWh/a	60.000		
Stromerzeugung BHKW	kWh/a	125.000		
Selbstverbrauch in Schule	kWh/a	20.000		
Reststrombezug von EVU	kWh/a	40.000		
Einspeisevergütung BHKW	kWh/a	105.000		
Wärmekosten	€/Jahr	GP	43.416,0 €	16.200,0 €
	€/Jahr	AP	56.305,0 €	32.723,6 €
Strombezugskosten EVU	€/Jahr	35 ct/kWh	14.000 €	21.000 €
Einspeisevergütung von BHKW	€/Jahr	-	7.000 €	- €
Gesamtkosten	€/Jahr		106.721 €	69.924 €

Trotz des Wegfalls der Strom-Eigennutzung und der Einspeisevergütung für den BHKW-Strom entstehen deutlich geringere Gesamtkosten bei der Wärmeversorgung mit reiner HHS-Heizung.

6.4.2.2 Verwaltungsgebäude der Verbandsgemeinde

Bei dem Kostenvergleich wird davon ausgegangen, dass das Mini-BHKW seine technische Nutzungsdauer bereits überschritten hat und für eine Wärme- und Stromversorgung nicht mehr zur Verfügung steht.

Damit ergeben sich folgende jährliche Wärmekosten für die VG:

			IST-Kosten (Stand 2023) BW-Kessel + Klein-BHKW	SOLL-Kosten nur HHS - Kessel
GP brutto			150,- €/Jahr	54,- €/kW
AP brutto	ct/kWh		11,2	8,06
Wärmebedarf	kWh/a	120.000		
Erdgasverbrauch	kWh/a	140.000		
Leistungsbedarf	kW	80		150
Wärmekosten	€/Jahr	GP	150,0 €	4.320,0 €
	€/Jahr	AP	15.680,0 €	9.672,0 €
Gesamtkosten	€/Jahr		15.830 €	13.992 €

7 CO_{2e} – Emissionsbilanz und Treibhausgasneutralität

Eine ökologische Bewertung der Wärmeversorgungsvarianten erfolgt mit einer CO_{2e}-Emissionsbilanz. Dazu werden spezifischen Emissionsfaktoren der Bundesregierung herangezogen (Entwurf eines Gesetzes zur Vereinheitlichung des Energieeinsparrechts für Gebäude, Drucksache 19/16716).

Verwendete CO_{2e}-Kennwerte:

Holzhackschnitzel:	20 g/kWh
Allg. Strommix (Netz):	560 g/kWh
Erdgas:	240 g/kWh
Verdrängungsstrom:	860 g/kWh

Quelle: Deutscher Bundestag, Gebäudeenergiegesetz (GEG), Anlage 9, Umrechnung in Treibhausgasemissionen, Drucksache 19/16716

Tabelle 24: CO2-Bilanz

		Variante 1 nur HHS	Variante 2 HHS + Solar	Variante 3 WP + BW Kessel	Variante 4 WP + BHKW	Variante 5 Solarer Langzeitspeicher
Leistungsbedarf	kWh th	700				
Gleichzeitigkeitsfaktor		1				
Auslegungsleistung		630				
Wärmebedarf	kWh/a	820.000	820.000	820.000	820.000	820.000
Wärmeverluste Trasse	kWh/a	92.540	92.540	92.540	92.540	92.540
Wärmeproduktion	kWh/a	913.540	913.540	913.540	913.540	913.540
Wärmeerzeugung						
HHS Kessel	kWh/a	912.630	823.880			
ST-Freiflächenanlage	kWh/a		89.015			344.000
Wärmepumpe	kWh/a			894.870	798.570	
Erdgas-BW-Kessel	kWh/a	1.140	843	18.705	260	571.000
Erdgas-BHKW					113.685	
Strombedarf						
Wärmepumpe	kWh/a			357.950	319.390	
Hilfsenergie	kWh/a	9.135	9.135	9.135	9.135	9.135
Stromproduktion					117.000	
CO2-Emission (g CO2/kWh)						
HHS	20	18.253	16.478			
Solarthermie	0		-			
Erdgas	240	304		4.988	49.677	152.267
Allgemeiner Strommix	560	5.116	5.116	205.568	183.974	5.116
Verdrängungsstrom	860			-	100.620	-
SUMME CO2	kg/a	23.672	21.593	210.556	133.032	157.382

Die nachfolgende Abbildung verdeutlicht das Ergebnis:

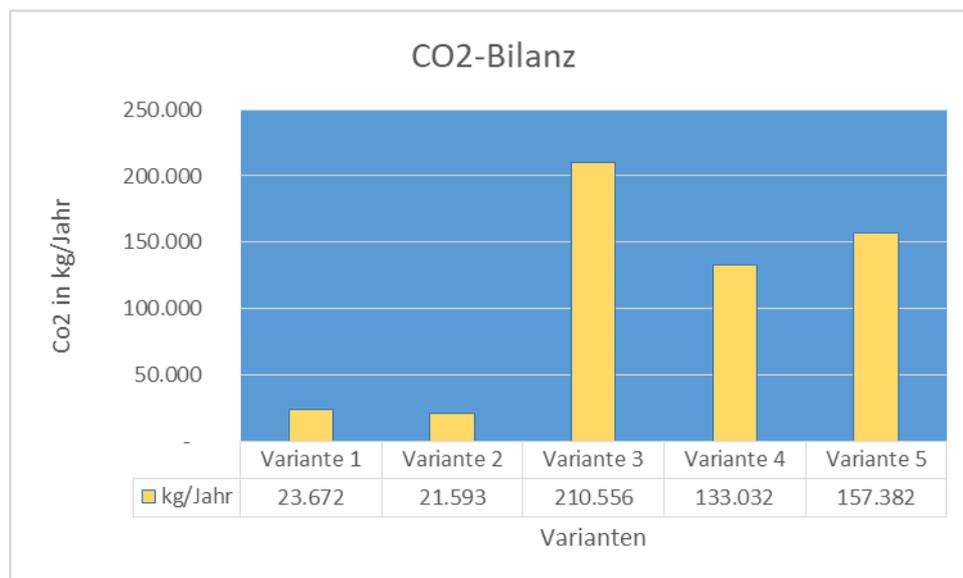


Abbildung 40: CO2-Bilanz

Eine Darstellung des Pfades zur Treibhausgasneutralität bis zum Jahr 2045 entfällt, da bei allen Varianten bereits von Anfang an eine 100%ige Deckung der Wärmeerzeugung durch erneuerbare Energien gewährleistet ist.

8 Mögliche Betreibermodelle

Es gibt verschiedene Betreibermodelle für den Betrieb eines örtlichen Wärmenetzes, je nach den örtlichen Gegebenheiten, den Zielen und den beteiligten Parteien. Hier sind einige gängige Betreibermodelle aufgeführt:

- **Kommunaler Betreiber:**

Die örtliche Kommune betreibt das Wärmenetz selbst oder durch eine Tochtergesellschaft. Dieses Modell bietet eine direkte Kontrolle über den Betrieb und ermöglicht es der Kommune, die Energiepolitik und Preise zu beeinflussen.

- **Gemeinsame kommunale Betriebs-GmbH:**

Die Kommune hält eine Mehrheitsbeteiligung an einer gemeinsamen Gesellschaft und hat somit die Entscheidungsbefugnisse.

- **Energieversorgungsunternehmen (EVU):**

Ein kommerzielles Energieversorgungsunternehmen betreibt das Wärmenetz. EVUs haben oft die erforderliche technische Expertise und Infrastruktur, um ein effizientes Netzwerk zu betreiben.

- **Contracting-Modell:**

Ein Dienstleistungsunternehmen bietet Contracting-Dienstleistungen für das Wärmenetz an. Dabei übernimmt das Unternehmen Planung, Bau, Betrieb und Wartung des Wärmenetzes. Dieses Modell kann für Gemeinden attraktiv sein, die nicht über die Ressourcen für den Eigenbetrieb verfügen.

- **Genossenschaftliches Modell:**

Eine Genossenschaft, bestehend aus lokalen Einwohnern oder Unternehmen, betreibt das Wärmenetz gemeinschaftlich. Dieses Modell fördert die lokale Beteiligung und kann die Akzeptanz in der Gemeinschaft erhöhen.

- **Öffentlich-Private Partnerschaft (ÖPP):**

Bei einer ÖPP arbeiten öffentliche und private Organisationen zusammen, um das Wärmenetz zu betreiben. Dieses Modell kann die Finanzierung und den Know-how-Transfer erleichtern.

Die Wahl des besten Betreibermodells hängt von verschiedenen Faktoren ab, einschließlich der finanziellen Möglichkeiten, der technischen Infrastruktur, der politischen Ziele und der Präferenzen der Gemeinschaft. In jedem Fall ist eine sorgfältige Analyse und Planung erforderlich, um das geeignetste Modell für ein örtliches Wärmenetz zu finden.

8.1 Kommunalen Betreiber oder kommunale Betriebsgesellschaft

Die Energieagentur des Landes Rheinland-Pfalz äußert sich in ihrem „Praxisleitfaden zur Nahwärmeversorgung“ wie folgt:

„Versorgt eine Kommune nicht nur ihre eigenen Liegenschaften mit Wärme, sondern auch externe Dritte, zum Beispiel über ein Nahwärmenetz, so ist die Kommune als Energielieferant wirtschaftlich tätig. Die rechtlichen Voraussetzungen, unter denen eine Kommune wirtschaftlich tätig werden kann und darf, sind in den Gemeinde- und Kreisordnungen festgelegt.“

Nach der Rheinland-Pfälzischen Gemeindeordnung darf eine Gemeinde ein wirtschaftliches Unternehmen im Bereich der Energieversorgung nur dann errichten, wenn das Unternehmen in einem angemessenen Verhältnis zur Leistungsfähigkeit der Gemeinde steht. Im Hinblick auf die kommunale Verschuldung sowie die personelle Ausstattung ist dies für kleine Kommune i.d.R. kaum zu erfüllen.

Die Gemeinden können als Betreiber des Wärmenetzes jedoch durch Satzung für Grundstücke den Anschluss an das Wärmenetz vorschreiben, sofern dafür ein öffentliches Interesse besteht bzw. es sich um eine dem Gemeinwohl dienende Einrichtung handelt (Anschlusszwang). Gleichzeitig wird dann auch die Benutzung dieser dem Gemeinwohl dienender Einrichtungen vorgeschrieben (Benutzungszwang).

Die Gemeinde kann die Energieversorgung vertraglich auf einen privaten Anbieter übertragen, der seinerseits mit den Eigentümern Energielieferverträge abschließt (Contracting). Die Erfüllung öffentlicher Aufgaben der Gemeinde durch Private ist grundsätzlich möglich. Allerdings muss die Gemeinde dann entsprechende Einflussmöglichkeiten behalten. Soll zugunsten eines Privaten ein Anschluss und Benutzungszwang angeordnet werden,

„ist die Gemeinde jedoch – um den Charakter als öffentliche Einrichtung zu wahren – verpflichtet, durch entsprechende Vereinbarungen sicherzustellen, dass die öffentliche Einrichtung den Einwohnern wie eine durch die Gemeinde selbst betriebene zur Verfügung steht. Dies bedingt, dass sich die Gemeinde soweit Einfluss verschafft, dass das allgemeine

und grundsätzlich gleiche Benutzungsrecht aller Einwohner zu angemessenen Bedingungen gesichert ist."

Quelle: OVG Münster, Beschl. v. 13.3.2018 – 15 A 971/17, KommJur 2018, 303; ebenso VG Göttingen, Beschl. v. 27.11.2019, 3 B 179/19 sowie gleichlautend 3 B 181/19, Amtl. Umdruck S. 4 (nicht rechtskräftig)

Die Gemeinde muss dazu einen "maßgeblichen Einfluss auf die wesentlichen Fragen der Betriebsführung" haben. D.h., sie muss wesentliche Entscheidungen zur technischen Umgestaltung der bestehenden Fernwärmeversorgungsanlage und Erweiterungen letztverbindlich bestimmen können. Dies betrifft auch Entgelterhöhungen und Regelungen über den Fortbestand der Benutzungsrechte im Fall der Insolvenz.

Denkbar ist auch, mit einem privaten Partner **gemeinsam eine Betriebs-GmbH** zu gründen, an der die Gemeinde eine entsprechende Mehrheitsbeteiligung und Entscheidungsbefugnisse hat. Auch in diesem Fall ist ein Anschluss- und Benutzungszwang durchaus möglich. Dies ist bei größeren Projekten, bei denen die Beschränkung der Haftung ein wichtiges Kriterium ist, sinnvoll. Die Gesellschafter haften jeweils mit ihrer Kapitaleinlage.

Die Führung der Gesellschaft obliegt dem Gesellschafter mit dem größten Gesellschaftsanteil. Es ist möglich, Bürger der Gemeinde oder sonstigen Private Anleger an der Gesellschaft zu beteiligen.

Die Gesellschaft (GmbH) zahlt stets Gewerbesteuer. Freibeträge gibt es nicht. Der Gewinn der Gesellschaft unterliegt der Körperschaftsteuer.

8.2 Contracting-Modell

Das Contracting-Modell bietet der Gemeinde mehrere Vorteile. Hier sind einige der wichtigsten Vorteile des Contracting-Modells aufgeführt:

- Geringes oder kein finanzielles Risiko: Beim Contracting-Modell übernimmt ein Dienstleistungsunternehmen (Contractor) die Investitionskosten für die Planung, den Bau und den Betrieb der Wärmeversorgungsanlage. Dies reduziert das finanzielle Risiko für die Gemeinde erheblich, da sie keine großen Kapitalinvestitionen tätigen muss. Allerdings geht die Gemeinde ein langfristiges vertragliches Verhältnis ein.
- Kosteneffizienz: Der Contractor hat oft Zugang zu effizienteren Technologien und kann Skaleneffekte nutzen, um die Kosten für den Betrieb der Anlage zu senken. Dies kann dazu führen, dass die Wärmeenergie zu wettbewerbsfähigeren Preisen angeboten wird
- Fachwissen und Know-how: Das Dienstleistungsunternehmen verfügt über die erforderliche Fachkompetenz und das Know-how der Fachkräfte für die Planung, den Bau und vor allem den Betrieb der Anlage. Dies gewährleistet einen

reibungslosen und effizienten Betrieb, ohne dass die Gemeinde selbst Fachpersonal einstellen muss.

- Entlastung der Verwaltung: Die Gemeinde muss keine eigenen Fachkräfte und Ressourcen für den technischen Betrieb einstellen oder vorhandene Verwaltungskräfte mit der Abrechnung etc. beschäftigen.
- Langfristige Partnerschaften: In der Regel werden Contracting-Verträge über einen längeren Zeitraum abgeschlossen (z.B. 10-20 Jahre). Dies fördert langfristige Partnerschaften zwischen der Gemeinde und dem Contractor, was eine kontinuierliche und zuverlässige Wärmeversorgung gewährleisten kann.
- Energieeffizienz und Nachhaltigkeit: Der Contractor hat oft ein Interesse daran, die Energieeffizienz der Anlage zu maximieren, da dies seine Betriebskosten senkt. Dies kann zu einer umweltfreundlicheren und nachhaltigeren Energieversorgung für die Gemeinde führen.
- Flexibilität: Das Contracting-Modell bietet Gemeinden Flexibilität bei der Auswahl der Energiequelle (z.B. Fernwärme, Biomasse, Geothermie) und der Vertragsgestaltung, um die spezifischen Bedürfnisse der Gemeinde zu erfüllen.
- Transparenz und Kontrolle: Gemeinden haben oft die Möglichkeit, den Betrieb und die Leistung der Anlage zu überwachen und sicherzustellen, dass die vereinbarten Standards eingehalten werden.

8.3 Genossenschaftliches Modell

Das genossenschaftliche Modell weist folgende Möglichkeiten auf:

- Lokale Beteiligung: In einer Genossenschaft haben lokale Einwohner, Unternehmen und Interessengruppen die Möglichkeit, sich direkt an der Energieversorgung zu beteiligen. Dies fördert die lokale Mitbestimmung und das Engagement in der Gemeinschaft.
- Gemeinschaftliche Entscheidungsfindung: Genossenschaftsmitglieder haben demokratische Mitspracherechte und können gemeinsam über wichtige Entscheidungen im Zusammenhang mit der Energieversorgung abstimmen. Dies ermöglicht eine transparente und partizipative Entscheidungsfindung.
- Unabhängigkeit: Die Genossenschaft kann die Kontrolle über die Energieversorgung und -nutzung in der Gemeinde behalten und unabhängig von großen Energieversorgungsunternehmen agieren.
- Langfristige Ausrichtung: Genossenschaften sind oft auf langfristige Nachhaltigkeit und das Wohl der Gemeinschaft ausgerichtet, da ihre Mitglieder langfristig von der Energieversorgung profitieren wollen.
- Wirtschaftliche Vorteile: Genossenschaftsmitglieder können von den finanziellen Vorteilen der Energieerzeugung und -nutzung profitieren, sei es durch niedrigere Energiekosten oder die Teilhabe an den Gewinnen der Genossenschaft.
- Bildung und Bewusstseinsbildung: Genossenschaften können Bildungsprogramme und Initiativen zur Energieeffizienz und -bewusstseinsbildung in der Gemeinschaft unterstützen.

- Flexibilität bei der Organisationsstruktur: Die Organisationsstruktur einer Genossenschaft kann an die Bedürfnisse der Gemeinschaft angepasst werden, sei es als Energieerzeuger, -verteiler oder -dienstleister.
- Stärkung der sozialen Bindungen: Die Zusammenarbeit und Beteiligung in einer Genossenschaft kann die sozialen Bindungen in der Gemeinschaft stärken und das Gemeinschaftsgefühl fördern.

Alle Anschlussnehmer treten als Mitglied in die Genossenschaft ein und sind somit stimmberechtigt, was maßgeblich zur Akzeptanz beiträgt.

Die Betriebsführung kann die Genossenschaft vertraglich an einen Dienstleister, z.B. ein EVU, ausgliedern. Der Dienstleister stellt somit sein Know-how und seine Fachkräfte zur Verfügung, die Genossenschaft das Kapital.

Die Finanzierung der Genossenschaft erfolgt über die einzuzahlenden Geschäftsguthaben ihrer Mitglieder. Es gibt kein festgelegtes Mindestkapital. Allerdings sollte die Eigenkapitalquote ca. 30 % betragen. D.h., bei einem Sachanlagenwert von ca. 2,5 Mio. € sollte als Eigenkapital ca. 500.000 bis 750.000 € vorhanden sein. Dieses müsste durch die Mitglieder aufgebracht werden. Die Hinzunahme von neuen Mitgliedern ist jederzeit möglich, wodurch sich das Vermögen der Genossenschaft erhöhen lässt.

Ein weiterer Vorteil ist, dass die Genossenschaft die Wärme zu Selbstkosten an die Mitglieder abgeben kann. Erwirtschaftete Überschüsse werden als Rückvergütung an die Mitglieder vor Erstellung des Jahresabschlusses ausgezahlt.

8.4 Vergaberecht

Zum Vergaberecht führt der „Praxisleitfaden Nahwärme“ der energieagentur RLP folgendes aus:

„Je nach Wahl der Rechtsform sind auch vergaberechtliche Vorgaben zu beachten. So kann z. B. die schuldrechtliche Beteiligung Auswirkungen auf die sogenannte „In-House-Fähigkeit“ des betreffenden Unternehmens haben. Eine Kommune ist nur dann von der Durchführung eines Vergabeverfahrens befreit, wenn sie über den Auftragnehmer die gleiche Kontrolle ausübt wie über ihre eigene Dienststelle. Des Weiteren muss der Auftragnehmer seine Tätigkeit auch im Wesentlichen für die Kommune verrichten, die ihn kontrolliert.“

Abweichend davon stellt sich bei der Neu-Gründung einer Gesellschaft die Frage, inwieweit kommunale Akteure die Gesellschaft direkt mit Leistungen beauftragen können. Deshalb müssen Kommunen genau prüfen, ob eine direkte Vergabe ausnahmsweise zulässig ist.

Bei Energielieferverträgen (Contracting) handelt es sich um den Einkauf von Wärme. Dies gilt als öffentlicher Auftrag, der an die Vergabevorschriften gebunden ist.“

9 Abkürzungsverzeichnis

a	Jahr
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
CO _{2e}	Kohlenstoffdioxid-Äquivalent (carbon dioxide equivalent, nach ISO 14067-1 Pre-Draft)
DHH	Doppelhaushälfte
EFH	Einfamilienhaus
EEWärmeG	Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz
EnEV	Energieeinsparverordnung
EWS	Erdwärmesonde
g	Gramm
GEG	Gebäudeenergiegesetz
Index f	Endenergie, DIN V 18599
Index th	Wärme
Index el	elektrische Energie
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
kWh	Kilowattstunden
kW	Kilowatt
L/W-WP	Luft/Wasser-Wärmepumpe
m ²	Quadratmeter
MFH	Mehrfamilienhaus
MWh	Megawattstunden
NBG	Neubaugebiet
PV	Photovoltaik
S/W-WP	Sole/Wasser-Wärmepumpe
t	Tonne
THG	Treibhausgase

10 Literaturverzeichnis

BAFA. Bundesförderung für effiziente Wärmenetze, technische Anforderungen der Module 1 bis 4, Version: 1.1, 14.02.2023

BAFA. Bundesförderung für effiziente Wärmenetze, Modul 1: Auftragserstellung und Verwendungsnachweis, Version 2, 14.02.2023

BAFA. Bundesförderung für effiziente Wärmenetze, Modul 2: Antragsstellung, Informationsschrift Version2., 14.02.2023

BAFA. Bundesförderung für effiziente Wärmenetze, Modul 4: Antragsstellung, Informationsschrift, Version 1, 27.02.2023

Energieagentur Rheinland-Pfalz, Praxisleitfaden Nahwärme, 22.03.2022,

Fraunhofer, Leitfaden Nahwärme, Fraunhofer Umsicht,
<https://www.umsicht.fraunhofer.de/content/dam/umsicht/de/dokumente/kompetenz/energie/leitfaden-nahwaerme.pdf>

Agentur für Erneuerbare Energien e.V., Energiegenossenschaften - Bürger, Kommunen und lokale Wirtschaft in guter Gesellschaft, Reinhardtstr. 18, 10117 Berlin

BMWi. (30. Dezember 2019). 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

Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz und des Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen, GEG 2024 – Referentenentwurf,
https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/P-R/20230331-referentenentwurf-2-geg-novelle.pdf?__blob=publicationFile&v=4

GEMIS. (April 2017). GEMIS (Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme) Version 4.94 - Stand: April 2017.

Landesamt für Geologie u. Bergbau RLP. (10. 11 2020). Online-Karten Geothermie. Von <https://www.lgb-rlp.de/karten-und-produkte/online-karten/online-karten-geothermie.html> abgerufen

Prof. Giel. (4. April 2017). Kalte Nahwärme ist kein Widerspruch sondern eine Chance. Vortrag am 12. Gebäudeenergie-tag Rheinland-Pfalz an der TH Bingen. Bingen.

Kreisverwaltung Rhein-Hunsrück-Kreis (Hrsg), Leitfaden Bürgernahwärmenetze im Rhein-Hunsrück-Kreis, M. A. Caterina Orlando, Dr. Alexander Reis, Dipl.-Betriebswirt Pascal Thome, ifas, Birkenfeld

Umweltgutachten, Biogasanlage Rutz, Saalstadt, Projektbüro für neue Energien, Dr. Markus Neusius, Betriebsjahr 2022

Manuel Zeller, Bachelorarbeit im Studiengang Umwelttechnik Fakultät Life Sciences Einsatzmöglichkeiten und Perspektiven von solarunterstützten, saisonalen Wärmespeichern

Bauer, Heidemann, Marx, u.a., Solar unterstützte Nahwärme und Langzeit-Wärmespeicher, Institut für Thermodynamik und Wärmetechnik (ITW), Universität Stuttgart, Juni 2005 bis Juli 2008,

Köfinger, Basciotti, Lager, u.a., Innovative saisonale Wärmespeicher für urbane Wärmenetze, Berichte aus der Energie- und Umweltforschung, 21/2018, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie,