

Energienutzungsplan für die Gemeinde Fridolfing

Prüfung zum Aufbau einer Wärmeverbundlösung

Autor:

Sven Schuller
Abteilung Kommunalunternehmen

Institut für Energietechnik IfE GmbH
Kaiser-Wilhelm-Ring 23a
92224 Amberg

Energienutzungsplan für die Gemeinde Fridolfing

Auftraggeber:

Gemeinde Fridolfing

Hadrianstraße 28

83413 Fridolfing

Auftragnehmer:

Institut für Energietechnik IfE GmbH

an der Ostbayerischen Technischen Hochschule Amberg-Weiden

Kaiser-Wilhelm-Ring 23a

92224 Amberg

Gefördert durch das

Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie

Bearbeitungszeitraum:

Mai 2021 bis Februar 2022

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Abbildungsverzeichnis	V
Tabellenverzeichnis	IX
Nomenklatur	X
Formelzeichen, Indizes und Einheiten	XIII
1 Einleitung / Projektbeschreibung	14
2 Untersuchungsgebiet und Rahmenbedingungen	17
2.1 Betrachtungsgebiet.....	17
2.2 Erfassung des energetischen Ist-Zustandes / Angaben zum Energiebedarf.....	20
2.2.1 Nahwärmeverbund im Ausgangszustand.....	21
2.2.2 Wärmenetzerweiterung / Neubauten.....	25
2.2.2.1 Gemeindewiese.....	25
2.2.2.2 Kindergarten und Kindertagesstätte.....	27
2.2.2.3 Gebietsumgriff „Graspoint“	28
3 Gesamtwärmebedarf je Versorgungslösung	30
3.1 Allgemeines.....	30
3.2 Erweiterung Heizzentrale Bestand.....	33
3.3 Erweiterung des Wärmeverbundes um sekundäre Heizzentrale	34
3.3.1 Heizzentrale im Seniorenzentrum an der Gemeindewiese	34
3.3.2 Heizzentrale Haslaustraße	35
3.3.3 Heizzentrale Römerweg / St.-Johann-Straße	35
3.4 Fernleitungsanschluss Geothermie.....	38
3.5 Gebietsumgriff - Graspoint (erweitertes Betrachtungsgebiet).....	42
3.6 Insellösung - Gemeindewiese	44
3.7 Insellösung - Kindergarten und Kindertagesstätte	48

4	Zentrale Versorgungslösungen	51
4.1	Erweiterung des Wärmeverbundes der EZF	51
4.1.1	Dimensionierung Trassenführung / Randbedingungen	52
4.1.2	Ökonomische Bewertung (Investitionskostenschätzung)	53
4.1.2.1	Investitionskostenprognose	55
4.1.2.2	Jährliche Ausgaben.....	57
4.1.2.3	Jahresgesamt- und Netzdurchleitungskosten	58
4.1.2.4	Sensitivitätsbetrachtung	60
4.1.3	Ökologische Bewertung (CO ₂ -Bilanz).....	61
4.2	Erweiterung Verbund um sekundäre Heizzentrale (Römerweg / St.-Johann-Straße)	63
4.2.1	Dimensionierung Trassenführung / Randbedingungen	63
4.2.2	Ökonomische Bewertung (Netzdurchleitungskosten)	64
4.2.2.1	Investitionskostenprognose	65
4.2.2.2	Jährliche Ausgaben.....	66
4.2.2.3	Jahresgesamt- und Netzdurchleitungskosten	66
4.2.2.4	Sensitivitätsbetrachtung	68
4.2.3	Ökologische Bewertung (CO ₂ -Bilanz).....	69
4.3	Fernleitungsanschluss Geothermie.....	70
4.3.1	Dimensionierung Trassenführung / Randbedingungen	70
4.3.2	Ökonomische Bewertung (Netzdurchleitungskosten)	71
4.3.2.1	Investitionskostenprognose	72
4.3.2.2	Jährliche Ausgaben.....	73
4.3.2.3	Jahresgesamt- und Netzdurchleitungskosten	74
4.3.2.4	Sensitivitätsbetrachtung	75

4.3.3	Ökologische Bewertung (CO ₂ -Bilanz).....	76
5	Dezentrale Versorgungslösungen (Inselversorgung).....	78
5.1	Insellösung - Gemeindewiese	78
5.1.1	Dimensionierung dezentraler Wärmeversorgungsvarianten	78
5.1.1.1	Variante 1.0: Pelletkessel	83
5.1.1.2	Variante 1.1: Pelletkessel + Solarthermieanlage.....	85
5.1.1.3	Variante 1.2: Flüssiggas-BHKW + Pelletkessel + Flüssiggaskessel	87
5.1.1.4	Variante 1.3: Pelletkessel + Flüssiggaskessel	89
5.1.1.5	Variante 1.4: Flüssiggaskessel + Solarthermieanlage.....	91
5.1.1.6	Variante 1.5: Luft-/Wasser-Wärmepumpe (Kaskade) + Flüssiggaskessel	93
5.1.2	Ökonomische Bewertung	95
5.1.2.1	Investitionskostenprognose	97
5.1.2.2	Jährliche Ausgaben und Einnahmen	99
5.1.2.3	Jahresgesamt- und Wärmegestehungskosten	100
5.1.2.4	Sensitivitätsanalyse	102
5.1.3	Ökologische Bewertung (CO ₂ -Bilanz).....	106
5.2	Insellösung - Kindergarten und Kindertagesstätte	108
5.2.1	Dimensionierung dezentraler Wärmeversorgungsvarianten	108
5.2.1.1	Variante 1.0: Pelletkessel	111
5.2.1.2	Variante 1.1: Pelletkessel + Solarthermieanlage.....	113
5.2.1.3	Variante 1.2: Kaskade aus 2 Pelletkesseln	115
5.2.1.4	Variante 1.3: Pelletkessel (Grund- und Mittellast) + Flüssiggaskessel	117
5.2.1.5	Variante 1.4: Flüssiggaskessel + Solarthermieanlage (fossile Referenz).....	119
5.2.1.6	Variante 1.5: Luft-/Wasser-Wärmepumpe + Flüssiggaskessel.....	121

5.2.2	Ökonomische Bewertung	123
5.2.2.1	Investitionskostenprognose	124
5.2.2.2	Jährliche Ausgaben.....	125
5.2.2.3	Jahresgesamt- und Wärmegestehungskosten	126
5.2.2.4	Sensitivitätsanalyse	128
5.2.3	Ökologische Bewertung (CO ₂ -Bilanz).....	132
6	Endergebnis - Zusammenfassung	134
	Anhang	147
A.	Anhang 1: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung in Anlehnung an die Richtlinie VDI 2067	147
B.	Anhang 2: Treibhausgasemissionen - Ökonomische Bewertung	154
C.	Anhang 3: Sensitivitätsanalyse - Vorgehen	155
D.	Anhang 4: Förderprogramme.....	156
a.	Energieversorgung	157
b.	Wärme- / Energienetze	163

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Gebietsumgriff Wärmeverbund im Bestand mit Heizzentrale (grün = Trassenverlauf / angeschlossene LS privat; rot = öffentliche LS)	17
Abbildung 2: Gebietsumgriff im Teil-ENP – Erweiterung Verbund inkl. neuer Liegenschaften (orange)	18
Abbildung 3: Gebietsumgriff im Teil-ENP - Erweiterung Anbindung sekundäre Heizzentrale östlich des Schulstandortes	19
Abbildung 4: Monatliche Wärmebedarfswerte der EZF im Bestand (Ist-Zustand)	22
Abbildung 5: Geordnete Jahresdauerlinie des Gesamtwärmebedarfs der EZF (Ist-Zustand) inkl. Netzwärmeverluste	23
Abbildung 6: Geordnete Jahresdauerlinie des Gesamtwärmebedarfs der EZF (Ist-Zustand) inkl. Wärmeerzeuger (Leistung Spitzenlast nicht bekannt = schematische Darstellung)	23
Abbildung 7: Betrachtungsgebiet Graspoint – Erweiterung Wohngebiet in Kombination Kindergarten / Kindertagesstätte	29
Abbildung 8: Verbundvariante bei eigenständiger Versorgung zwischen den LS der Gemeindewiese und der Haslaustraße.....	32
Abbildung 9: Anbindung Heizzentrale an der St.-Johann-Straße (beispielhafte Darstellung Trassenverlauf / Standort HZ)	36
Abbildung 10: Potenzieller Trassenverlauf einer Fernleitung zur Einbindung geothermaler Wärme aus Kirchanschöring in die EZF (Quelle: geoservices.bayern.de, Bayerische Vermessungsverwaltung, EuroGeographics; Bearbeitung IfE)	39
Abbildung 11: Monatliche Wärmebedarfswerte der EZF inkl. Netzerweiterung; Trassenwärmeverluste Fernleitung.....	40
Abbildung 12: Geordnete Jahresdauerlinie des Gesamtwärmebedarfs der EZF inkl. Netzerweiterung und Trassenwärmeverluste der Fernleitung zur Nutzung geothermaler Abwärme	41
Abbildung 13: Untersuchungsgebiet Graspoint - Erweiterung Kindergarten / Kindertagesstätte inkl. potenziellem Trassenverlauf.....	43
Abbildung 14: Skizzierte Darstellung der Insellösung „Gemeindewiese“	44

Abbildung 15: Prognostizierte, monatliche Wärmebedarfswerte der Liegenschaften im Bereich der Gemeindewiese.....	46
Abbildung 16: Geordnete Jahresdauerlinie des Gesamtwärmebedarfs der Liegenschaften im Bereich der Gemeindewiese.....	47
Abbildung 17: Skizzierte Darstellung der Insellösung „Kindergarten und Kindertagesstätte“	48
Abbildung 18: Prognostizierte, monatliche Wärmebedarfswerte der Liegenschaften Kindergarten und Kindertagesstätte	49
Abbildung 19: Geordnete Jahresdauerlinie des Gesamtwärmebedarfs der Liegenschaften Kindergarten und Kindertagesstätte	50
Abbildung 20: Anbindung Abschnitt 1 an EZF (Übergabepunkt Rupertistraße) - prognostizierte Investitionskosten.....	55
Abbildung 21: Anbindung Abschnitt 2 an EZF (Übergabepunkt Rupertistraße / Simon-Spannbrucker-Str.) – prognostizierte Investitionskosten.....	56
Abbildung 22: Anbindung Abschnitt 1 an EZF (Übergabepunkt Rupertistraße) – Sensitivitätsbetrachtung.....	60
Abbildung 23: Anbindung Abschnitt 2 an EZF (Übergabepunkt Rupertistraße) - Sensitivitätsbetrachtung.....	61
Abbildung 24: Anbindung sekundäre Heizzentrale an EZF (Übergabepunkt Schulstandort) - prognostizierte Investitionskosten	65
Abbildung 25: Sensitivitätsbetrachtung - Anbindung sekundäre Heizzentrale Schule / EZF	68
Abbildung 26: Anbindung Geothermie mittels Fernleitung an den Verbund der EZF (Übergabepunkt: Heizzentrale EZF) – prognostizierte Investitionskosten.....	72
Abbildung 27: Anbindung Geothermie mittels Fernleitung an den Verbund der EZF (Übergabepunkt: Heizzentrale EZF) – Sensitivitätsbetrachtung.....	75
Abbildung 28: Darstellung möglicher und bereits geplanter Dachformen der Liegenschaften an der Simon-Spannbrucker Straße / Rupertistraße [Quelle: Machbarkeitsstudie 2019 - Felix&Jonas Architekten]	81
Abbildung 29: Insellösung Gemeindewiese – Jahresdauerlinie der Variante 1.0.....	83
Abbildung 30: Insellösung Gemeindewiese— Jahresdauerlinie der Variante 1.1.....	86
Abbildung 31: Insellösung Gemeindewiese - Jahresdauerlinie der Variante 1.2.....	88

Abbildung 32: Insellösung Gemeindewiese - Jahresdauerlinie der Variante 1.3.....	90
Abbildung 33: Insellösung Gemeindewiese - Jahresdauerlinie der Variante 1.4.....	92
Abbildung 34: Insellösung Gemeindewiese - Jahresdauerlinie der Variante 1.5.....	94
Abbildung 35: Insellösung Gemeindewiese - prognostizierte Investitionskosten (ohne Berücksichtigung von Fördermitteln).....	97
Abbildung 36: Insellösung Gemeindewiese - jährliche Ausgaben (ohne Berücksichtigung von Fördermitteln).....	99
Abbildung 37: Insellösung Gemeindewiese - Jahresgesamt- und Wärmegestehungskosten (exkl. Fördermittel).....	100
Abbildung 38: Insellösung Gemeindewiese - Jahresgesamt- und Wärmegestehungskosten (inkl. Fördermittel).....	101
Abbildung 39: Insellösung Gemeindewiese - Sensitivitätsanalyse der Variante 1.0.....	102
Abbildung 40: Insellösung Gemeindewiese - Sensitivitätsanalyse der Variante 1.1.....	103
Abbildung 41: Insellösung Gemeindewiese - Sensitivitätsanalyse der Variante 1.2.....	103
Abbildung 42: Insellösung Gemeindewiese - Sensitivitätsanalyse der Variante 1.3.....	104
Abbildung 43: Insellösung Gemeindewiese - Sensitivitätsanalyse der Variante 1.4 (fossile Referenzvariante).....	104
Abbildung 44: Insellösung Gemeindewiese - Sensitivitätsanalyse der Variante 1.5.....	105
Abbildung 45: Insellösung Gemeindewiese - CO ₂ -Bilanz (dezentrale Wärmeversorgung).....	106
Abbildung 46: Insellösung Kindergarten / Kindertagesstätte - Jahresdauerlinie der Variante 1.0.....	111
Abbildung 47: Insellösung Kindergarten / Kindertagesstätte - Jahresdauerlinie der Variante 1.1.....	113
Abbildung 48: Insellösung Kindergarten / Kindertagesstätte - Jahresdauerlinie der Variante 1.2.....	115
Abbildung 49: Insellösung Kindergarten / Kindertagesstätte - Jahresdauerlinie der Variante 1.3.....	118
Abbildung 50: Insellösung Kindergarten / Kindertagesstätte - Jahresdauerlinie der Variante 1.4.....	119
Abbildung 51: Insellösung Kindergarten / Kindertagesstätte - Jahresdauerlinie der Variante 1.5.....	122
Abbildung 52: Insellösung Kindergarten / Kindertagesstätte - prognostizierte Investitionskosten (ohne Berücksichtigung von Fördermitteln).....	124
Abbildung 53: Insellösung Kindergarten / Kindertagesstätte - jährliche Ausgaben (ohne Berücksichtigung von Fördermitteln).....	125

Abbildung 54: Insellösung Kindergarten / Kindertagesstätte - Jahresgesamt- und Wärmegestehungskosten (exkl. Fördermittel).....	126
Abbildung 55: Insellösung Kindergarten / Kindertagesstätte - Jahresgesamt- und Wärmegestehungskosten (inkl. Fördermittel)	127
Abbildung 56: Insellösung Kindergarten / Kindertagesstätte— Sensitivitätsanalyse der Variante 1.0	128
Abbildung 57: Insellösung Kindergarten / Kindertagesstätte - Sensitivitätsanalyse der Variante 1.1	129
Abbildung 58: Insellösung Kindergarten / Kindertagesstätte - Sensitivitätsanalyse der Variante 1.2	129
Abbildung 59: Insellösung Kindergarten / Kindertagesstätte - Sensitivitätsanalyse der Variante 1.3	130
Abbildung 60: Insellösung Kindergarten / Kindertagesstätte - Sensitivitätsanalyse der Variante 1.4 (fossile Referenzvariante).....	130
Abbildung 61: Insellösung Kindergarten / Kindertagesstätte - Sensitivitätsanalyse der Variante 1.5	131
Abbildung 62: Insellösung Kindergarten / Kindertagesstätte - CO ₂ -Bilanz (dezentrale Wärmeversorgung).....	132
Abbildung 63: Insellösung Gemeindewiese - CO ₂ -Bilanz (dezentrale Wärmeversorgung).....	140
Abbildung 64: Insellösung Kindergarten / Kindertagesstätte - CO ₂ -Bilanz (dezentrale Wärmeversorgung).....	141
Abbildung 65: KWK-Zuschläge nach KWK-G 2020 [ASUE: KWK-G 2020 in Zahlen].....	151
Abbildung 66: Übersicht der KWK-Förderdauern nach KWK-G 2020	151
Abbildung 67: EEX-Preis - Entwicklung für die KWK-Stromvergütung [BHKW-Infozentrum]	152
Abbildung 68: CO ₂ -Emissionsfaktoren lt. GEG (Ausfertigungsdatum: 08.08.2020; Anlage 9 Nr.3 GEG).....	154
Abbildung 69: Exemplarische Sensitivitätsanalyse	155
Abbildung 70: Förderübersicht zur Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)	163

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Insellösung Gemeindewiese - Variante 1.0 - Eckdaten	84
Tabelle 2: Insellösung Gemeindewiese - Variante 1.1 - Eckdaten	86
Tabelle 3: Insellösung Gemeindewiese - Variante 1.2 - Eckdaten	88
Tabelle 4: Insellösung Gemeindewiese - Variante 1.3 - Eckdaten	90
Tabelle 5: Insellösung Gemeindewiese - Variante 1.4 - Eckdaten	92
Tabelle 6: Insellösung Gemeindewiese - Variante 1.5 - Eckdaten	94
Tabelle 7: Insellösung Kindergarten / Kindertagesstätte - Variante 1.0 - Eckdaten	112
Tabelle 8: Insellösung Kindergarten / Kindertagesstätte - Variante 1.1 - Eckdaten	114
Tabelle 9: Insellösung Kindergarten / Kindertagesstätte - Variante 1.2 - Eckdaten	116
Tabelle 10: Insellösung Kindergarten / Kindertagesstätte - Variante 1.3 - Eckdaten	118
Tabelle 11: Insellösung Kindergarten / Kindertagesstätte - Variante 1.4 - Eckdaten	120
Tabelle 12: Insellösung Kindergarten / Kindertagesstätte - Variante 1.5 - Eckdaten	122
Tabelle 13: Ergebnisse zur Kalkulation näherungsweise bestimmter Wärmebezugskosten (Vollkosten für Wärme- und Netzdurchleitung sowie Grundpreise lt. EZF) - LS Gemeindewiese	135
Tabelle 14: Ergebnisse zur Kalkulation näherungsweise bestimmter Wärmebezugskosten (Vollkosten für Wärme- und Netzdurchleitung sowie Grundpreise lt. EZF) - Kindergarten und Kindertagesstätte	135
Tabelle 15: Ergebnisse zur Kalkulation zu erwartender Netzdurchleitungskosten (Anbindung sek. Heizzentrale (Biomasse))	136
Tabelle 16: Ergebnisse zur Kalkulation zu erwartender Netzdurchleitungskosten (Anbindung Fernwärme Geothermie)	136
Tabelle 17: Dezentrale Energieversorgung der Liegenschaften an der Gemeindewiese	137
Tabelle 18: Dezentrale Energieversorgung der Liegenschaften Kindergarten / Kindertagesstätte....	137

Nomenklatur

abzgl.	abzüglich
AfA	Absetzung für Abnutzung
AG	Auftraggeber
APEE	Anreizprogramm Energieeffizienz
ASUE	Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V.
AQ	Anschlussquote
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BEG	Bundesförderung für effiziente Gebäude
BEW	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze
BHKW	Blockheizkraftwerk
BJ	Baujahr
BKZ	Baukostenzuschuss
bspw.	beispielsweise
bzgl.	bezüglich
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
d. h.	das heißt
DIN	Deutsches Institut für Normung
DN	Nennweite
EE	Erneuerbare Energien
EEG	Erneuerbarer Energien Gesetz
EEX	European Energy Exchange („Strombörse“ Leipzig)
el.	elektrisch(-e,-er)
EnEV	Energieeinsparverordnung
ENP	Energienutzungsplan

entspr.	entsprechend
etc.	et cetera
e. V.	eingetragener Verein
exkl.	exklusive
FW	Fernwärme
GEG	Gebäude Energie Gesetz
ggf.	gegebenenfalls
ggü.	gegenüber
GIS	Geoinformationssystem
HEL	leichtes Heizöl
HLS	Heizung, Lüftung, Sanitär
HÜS	Hausübergabestation (Wärmeverbund)
inkl.	inklusive
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KWK-G	Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz
LOD	Level of Detail (Detailstufe der GIS-Datensätze)
LS	Liegenschaft(en)
lt.	laut
max.	maximal
min.	minimal
MSR	Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik
MwSt.	Mehrwertsteuer
NGF	Nettogrundfläche
o. ä.	oder ähnliche(-r; -s)
pot.	potenziell

PV	Photovoltaik
RL	Rücklauf
sek.	sekundär(-e; -er; -es)
sog.	sogenante(-n; -r)
spez.	spezifisch(-e; -er; -es)
TfZ	Technologie- und Förderzentrum
THG	Treibhausgas(-e)
u. a.	unter anderem
UG	Untergeschoss
u. U.	unter Umständen
v. a.	vor allem
vbh	Vollbenutzungstunden
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
versch.	verschieden(-e)
vgl.	vergleiche
VL	Vorlauf
WGK	Wärmegestehungskosten
WW	Warmwasser
z. B.	zum Beispiel
z. T.	zum Teil
zzgl.	zuzüglich

Formelzeichen, Indizes und Einheiten

Einheiten		Indizes	
MWh	Megawattstunde	el	elektrisch
kWh	Kilowattstunde	th	thermisch
MW	Megawatt	Hi	Heizwert
kW	Kilowatt	Hs	Brennwert
W	Watt		
€	Euro		
Ct	Euro-Cent		
l	Liter		
a	Jahr		
h	Stunde		
km	Kilometer		
m	Meter		
cm	Zentimeter		
m ²	Quadratmeter		
m ³	Kubikmeter		
t	Tonne		
kg	Kilogramm		
%	Prozent		
°C	Grad Celsius		
K	Kelvin		

1 Einleitung / Projektbeschreibung

Der vorliegende Bericht befasst sich im Rahmen eines Teil-Energienutzungsplanes mit der Prüfung zur Umsetzung verschiedener Handlungsoptionen bzw. Varianten einer Wärmeverbundlösung in der Gemeinde Fridolfing. Das Betrachtungsgebiet umfasst den Bereich zwischen dem bestehenden gemeindlichen Kindergarten (Graspoint 11; Johann-Veichtner-Str. 1) im Nordosten und dem örtlichen Schulstandort (Grund- und Mittelschule) am Schulweg im Süden.

Die Erstellung des Konzeptes wird durch das Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie gefördert. In der Ausarbeitung werden die aggregierten Ergebnisse für die betreffenden Liegenschaften im Bestandsquartier und unter Einbezug künftig anstehender Erweiterungen ausführlich dargestellt.

Aufbauend auf der bereits bestehenden Nahwärmeversorgung aus dem Jahr 2009 / 2010 werden im Rahmen der weiteren Ortsentwicklung und den damit einhergehenden Planungen mögliche Erweiterungen untersucht. Hierbei liegt das Augenmerk besonders auf den in den kommenden Jahren neu zu erstellenden Gebäuden an der Rupertistraße / Simon-Spannbrucker-Straße (Gemeindegebäude und Seniorenwohneinrichtung; Bezeichnung: „Gemeindewiese“) und der Erweiterung des Kindergartens um den Neubau einer Kindertagesstätte in der Johannes-Veichtner-Straße / Haslaustraße.

Die aktuelle Nahwärmeversorgung über die Energie-Zentrale-Fridolfing (EZF) basiert überwiegend auf dem Energieträger Biomasse (Hackgut), wobei größere Liegenschaften im Verbund thermische Lastspitzen bei Bedarf anhand der installierten, fossilen Kesselanlagen, dezentral abfangen. Eine Erweiterung des Verbundnetzes wurde bereits bei der Planung und späteren Realisierung berücksichtigt. Daraus kann abgeleitet werden, dass die zur Verfügung stehenden Rohrleitungsdurchmesser für eine Erweiterung ausreichend dimensioniert sind.

Bei der Erstellung des Energienutzungsplanes werden Versorgungslösungen hinsichtlich verschiedener, künftig möglicher Optionen geprüft. Diese umfassen im Wesentlichen die Erweiterung der bestehenden Heizzentrale oder den Neubau und die Einbindung einer sekundären Heizzentrale an einem dafür geeigneten Standort. Ferner wird ein möglicher Anschluss an eine Fernversorgung mittels Wärme aus Geothermie (Nachbargemeinde: Kirchanschöring; Regionalwerk Chiemgau-Rupertiwinkel) als mittel- bis langfristige Versorgungsoption geprüft und anhand der zur Verfügung stehenden Daten beschrieben.

Als Referenz dient eine mögliche Eigenversorgung der neu zu erstellenden Liegenschaften als „Inselverbund“ (Verbund 1: Gemeindewiese; Verbund 2: Kindergarten und Kindertagesstätte).

Hierbei wird das Augenmerk nicht allein auf die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen gelegt, sondern vor allem auch auf mögliche Einsparpotenziale betreffend die mit der Wärmebereitstellung einhergehenden Treibhausgasemissionen im Gebäudesektor. Als Grundlage der Kalkulationen zum künftigen Wärmebedarf im Verbund dienen die aktuellen Energieabsatzzahlen (Bestand) sowie je nach Planungsstand bereits vorliegende Energiebedarfsberechnungen einzelner Liegenschaften. Für das Seniorenzentrum mit betreutem Wohnen wird auf typische, zu erwartende Energiebedarfswerte auf Grundlage der vorliegenden Machbarkeitsstudie (Felix+Jonas Architekten) zurückgegriffen.

Diese zentralen und dezentralen Energieversorgungsmöglichkeiten werden technisch und wirtschaftlich geprüft, um das Betrachtungsgebiet zukunftsweisend und wirtschaftlich mit Erneuerbaren Energien versorgen zu können und somit den künftigen Einsatz fossiler Energieträger zur Wärmebereitstellung zu minimieren.

Das Ergebnis liefert somit eine umfassende Wirtschaftlichkeitsbetrachtung sowie eine Abbildung zu erwartender Treibhausgasemissionen in Form einer CO₂-Bilanz je Energieversorgungsszenario als Entscheidungsgrundlage für den Gemeinderat.

Für das Gebiet werden im ersten Schritt die wärmetechnischen Standards der vorhandenen Gebäude anhand einer Datenerhebung, den Bebauungsplänen sowie aus weiteren, zur Verfügung gestellten Unterlagen definiert und festgelegt. Auf dieser Grundlage wird im Anschluss der Gesamtwärmebedarf im Quartier bzw. für die verschiedenen Varianten berechnet. Basierend auf den kalkulierten Wärmebedarfswerten erfolgt anschließend die technische Dimensionierung sinnvoller Wärmeverbundlösungen ausgehend von der bisherigen Verbundlösung bzw. möglicher Variationen (z. B. Insellösung). In diesem Wärmeverbund werden dann verschiedene Energieversorgungsvarianten wirtschaftlich und ökologisch geprüft und untereinander verglichen.

Die einzelnen Arbeitsschritte erfolgen vereinfacht nach den folgenden sachlogischen Schritten:

- Auswertung der zur Verfügung gestellten Datensätze zum Wärmeverbrauch bzw. -bedarf der Liegenschaften im Gebietsumgriff
- Berechnung des künftig zu erwartenden Wärmebedarfs im Untersuchungsgebiet
- Erstellung einer thermischen Jahresdauerlinie im Nahwärmeverbund als Grundlage zur Dimensionierung ökonomisch und ökologisch sinnvoller Energieversorgungsvarianten
- Technische Dimensionierung möglicher Anlagen zur Wärmeversorgung mit Darstellung verschiedener Ansätze zum Standort einer Heizzentrale bzw. unterschiedlicher Verbundlösungen
- Auslegung zentraler Energieversorgungsvarianten im Ausgangszustand mit Hauptaugenmerk auf eine Versorgung mittels regenerativer Energien und ggf. hocheffizienter KWK
- Kalkulation dezentraler Referenzlösungen („Insellösungen“)
- Eingehende Wirtschaftlichkeitsanalyse für alle betrachteten zentralen und dezentralen Versorgungsszenarien (Vollkostenrechnung nach VDI 2067)
- Prüfung möglicher Fördermittel bei der Umsetzung
- Emissionsbilanz für alle zentralen und dezentralen Versorgungslösungen
- Schlussfolgerungen und Vergleich der Ergebnisse
- Erarbeitung von Handlungsempfehlungen / Ausblick / mögliche Entwicklung

Wichtiger Hinweis zum Datenschutz:

Der vorliegende Bericht enthält „gebäudescharfe“ Daten (bspw. Abbildung 1), welche u. U. Rückschlüsse auf einzelne Personen ermöglichen. **Es ist daher von einer Veröffentlichung des Berichts in umfassender Form abzusehen** (Verwendung nur für interne Zwecke).

2 Untersuchungsgebiet und Rahmenbedingungen

2.1 Betrachtungsgebiet

Das Betrachtungsgebiet umfasst neben den bereits mittels Nahwärme erschlossenen Straßenzügen (vgl. Abbildung 1) im Wesentlichen die Liegenschaften im nord-östlichen Bereich (vgl. Abbildung 2). Diese schließen im Detail die Simon-Spannbrucker-Straße, Merowingerstraße (teilw.), Haslaustraße in Richtung Kindergarten sowie die Straßen Graspoint, Wildshuter Straße und Johannes-Veichtner-Straße ein.

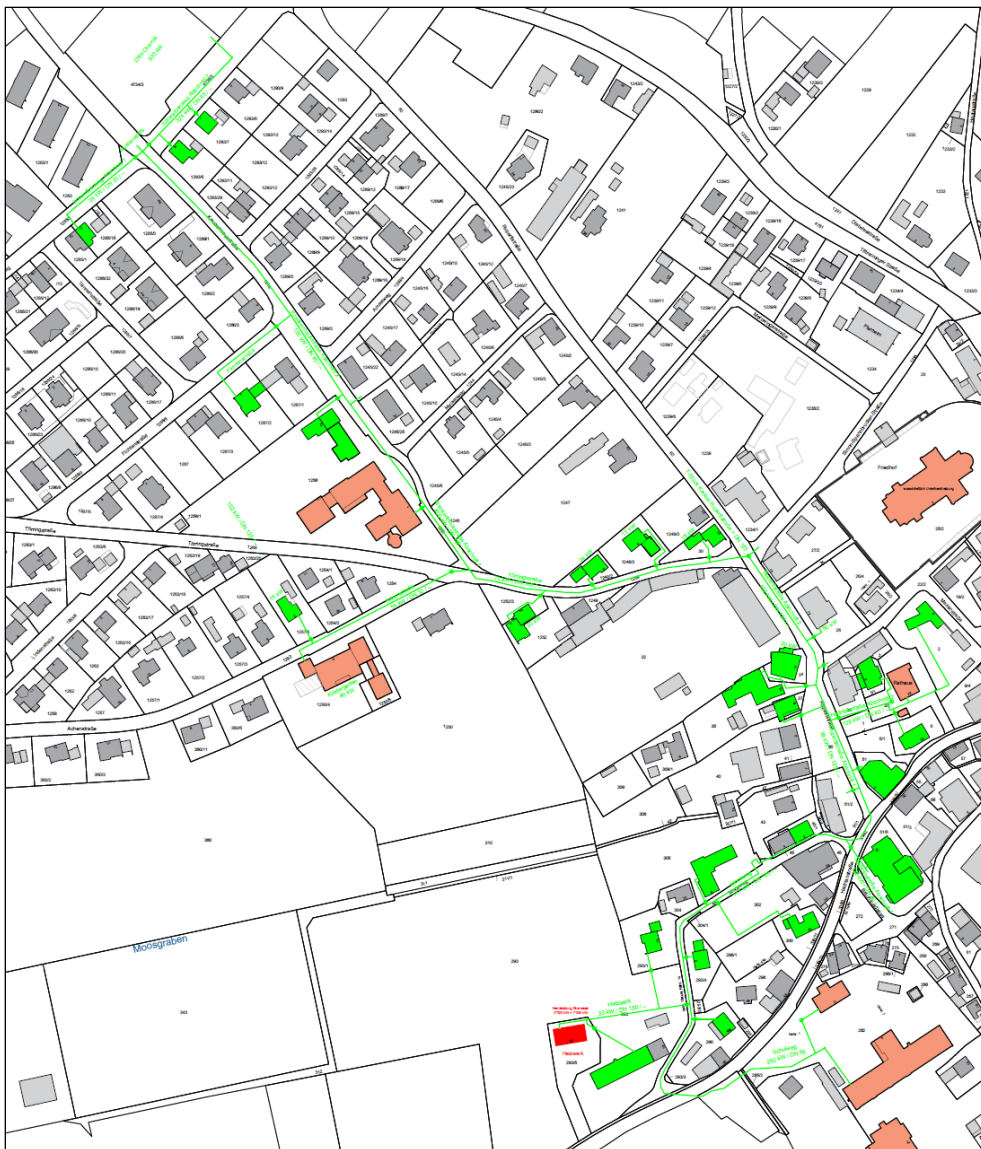


Abbildung 1: Gebietsumgriff Wärmeverbund im Bestand mit Heizzentrale (grün = Trassenverlauf / angeschlossene LS privat; rot = öffentliche LS)



Abbildung 2: Gebietsumgriff im Teil-ENP – Erweiterung Verbund inkl. neuer Liegenschaften (orange)

Vorangegangene Abbildung zeigt die neu zu erstellenden Gebäude in schraffierter Darstellung (Skizze, keine maßstäbliche Kubatur abzuleiten). Neben dem bereits bestehenden Kindergarten wird auf der gegenüberliegenden Straßenseite ein neuer Baukörper, welcher die Kindertagesstätte beherbergen wird, erstellt. Die neu zu versorgenden Gebäude an der Simon-Spannbrucker-Straße („Gemeindewiese“) umfassen neben den beiden gemeindeeigenen Liegenschaften („Nord-“ und „Südgebäude“) auch das angedachte Seniorenheim mit angegliederter Wohnanlage für betreutes Wohnen (Neubau IIa und IIb).

Hinweis:

Im Hinblick auf eine langfristige Planung des Energieverbrauchs im Quartier kann es zu einer weiteren, baulichen Entwicklung entlang der Haslaustraße kommen. Hierzu liegen jedoch aktuell keine konkreten Angaben zu Größe und Umfang sowie einem möglichen Zeitplan vor. Es erfolgt daher zunächst keine weitere Berücksichtigung in den angestellten Betrachtungen.

Eine Variante zur zusätzlichen Bereitstellung von Wärmeleistung bezieht die Erweiterung der bestehenden Wärmeversorgung um eine sekundäre Heizzentrale mit Standort östlich des Schulgeländes in die Betrachtungen ein (Option 2; über den Römerweg an der St.-Johann-Straße; vgl. Abbildung 3).



Abbildung 3: Gebietsumgriff im Teil-ENP - Erweiterung Anbindung sekundäre Heizzentrale östlich des Schulstandortes

Hintergrund hierfür sind die derzeitigen Planungen des Grundstückseigentümers an der St.-Johann-Straße eine Heizzentrale zur Versorgung der umliegenden Liegenschaften zu erstellen. Im Zuge dessen besteht das Angebot, die verfügbare Wärmeleistung bei einem Anschluss an den Verbund der EZF entsprechend anzupassen und so künftig als dezentraler Einspeiser („Wärmelieferant“) zu fungieren.

Grundsätzliches Ziel ist eine Versorgung des Bestandsgebiets inkl. der bereits dargestellten Netzerweiterungen betreffend den neu zu erstellenden Gebäuden auf der Gemeindewiese sowie eine Einbindung des bestehenden Kindergartens und dessen Erweiterungsneubau in der Haslaustraße.

Eine Einschränkung hierfür ist jedoch, dass eine Erweiterung der bereits bestehenden Heizzentrale der EZF (Energie-Zentrale-Fridolfing) hinsichtlich Leistung und Brennstofflagerung kaum möglich ist. Als weitere Hürde bei einer Erweiterung der Energiezentrale ist zudem darauf zu verweisen, dass bei Überschreiten einer installierten Nennleistung von 1.000 kW_{th} weitere gesetzliche Regularien bezüglich des Bundesimmissionsschutzgesetzes einzuhalten sind.

Darüber hinaus ist die schwierige Wahl eines möglichen Standortes zur Erweiterung der bisherigen Heizzentrale zu nennen (gemeindliche Liegenschaften im Bereich der Gemeindewiese befinden sich zum aktuellen Zeitpunkt bereits in Planung). In Abstimmung mit dem AG konnte für einen weiteren Standort einer Energiezentrale zum derzeitigen Planungsstand noch kein alternativer Standort festgelegt werden. Eine Möglichkeit, einen zweiten Standort in den Verbund mit einzubinden, stellt (perspektivisch betrachtet) der geplante Neubau des Seniorenwohnheims dar. Da der Bau dieser Liegenschaft im mittelfristigen Zeitrahmen anzusiedeln ist, wird dies bei den hier angestellten Betrachtungen noch nicht vollständig als Lösung betrachtet. Darüber hinaus gilt es bei einer Integration eines möglichen, zweiten Heizzentralen-Standortes in diesem Gebäude die Wahl des Energieträgers bzw. des Wärmeerzeugers sowie eventuelle bauliche Einschränkungen diesbezüglich zu beachten. Gleiches gilt ebenso in Bezug auf die künftigen Eigentumsverhältnisse der Liegenschaft.

2.2 Erfassung des energetischen Ist-Zustandes / Angaben zum Energiebedarf

Zur Ermittlung der relevanten Energieverbrauchsdaten im Betrachtungsgebiet werden sowohl die Bestandsliegenschaften entlang der neu zu überplanenden Trasse als auch der Wärmeabsatz der an die EZF angeschlossenen Liegenschaften abgefragt. Ergänzt wird dies durch energieverbrauchsrelevante Angaben zu den neu zu erstellenden Gebäuden der Gemeindewiese und der Kindertagesstätte. Hierzu hat die Gemeinde Fridolfing umfangreiche Daten zum aktuellen Netzbetrieb wie z. B. Lageplan inkl. Trassenverlauf und Dimensionen, Angaben zur Energiezentrale der EZF sowie zu den Liegenschaften (Verbrauchs- und Energiebedarfsdaten der öffentlichen Einrichtungen) bereitgestellt.

Der Energiebedarf von (neu anzuschließenden) Liegenschaften, für die zum aktuellen Projektstand noch keine detaillierten Energiebezugsdaten vorliegen, wird anhand einer überschlägigen Betrachtung aufgrund der Bebauungsstruktur berücksichtigt (basierend auf statistischen Daten aus dem Energienutzungsplan Wärme des Landkreises Traunstein 2020). Dies betrifft in erster Linie die Straßenzüge um den Bestandskindergarten (Erweiterung Gebietsumgriff - „Graspoint“).

Die gebildeten Kennwerte aus Energieverbrauchs- und bedarfsdaten, werden anschließend auf Grundlage der vom AG zur Verfügung gestellten Planunterlagen (Lageplan Fridolfing) auf das gesamte Quartier bezogen und anhand bereits genannter, verschiedener Versorgungsszenarien kalkuliert. Hieraus ergibt sich der jeweils anzusetzende Wärmebedarf im Modellgebiet bzw. je Variante. Aus der ermittelten Datengrundlage wird im nachfolgenden Schritt der energetische „Ist-Zustand“ bestimmt und abgebildet. Dieser dient allen weiteren Betrachtungen als Ausgangspunkt.

2.2.1 Nahwärmeverbund im Ausgangszustand

Basierend auf den zur Verfügung gestellten Daten zum derzeitigen Energieverbrauch der Bestandsliegenschaften ergänzt um die zu erwartenden Energiebedarfswerte der Neubauten konnten folgende Ergebnisse erzielt werden.

Bestehender Wärmeverbund:

Installierte Nennleistung:	3x 200 kW _{th} Hackgutkessel 1x 300 kW _{th} Hackgutkessel
Spitzenlastabdeckung:	keine Angaben über Höhe der Spitzenlast im Verbund; in größeren Liegenschaften dezentral (Heizölkessel) (Schule, Krankenhaus, Industriebetrieb(e))
Anzahl Anschlussnehmer:	32
Gemittelter Nutzwärmeabsatz:	2.647 MWh _{th} (witterungsbereinigt)
Gemittelter Trassenwärmeverlust:	537 MWh _{th}
Netzwärmeverluste:	18 - 19 %
Trassenlänge:	ca. 2.000 m
Temperaturniveau:	80°C Vorlauf - 55°C Rücklauf (Spreizung ca. 25 K)

Der jährliche Gesamtwärmebedarf der Nahwärmeverbundlösung wird aus der Summe des Wärmebedarfs der Abnehmer und dem Netzwärmeverlust berechnet. Außen vor bleiben hierbei die Wärmeanteile, welche zur Spitzenlastdeckung in den größeren Liegenschaften anfallen. Mit einem Netzverlust von rund 537 MWh_{th} ergibt sich ein jährlicher Gesamtwärmebedarf im Verbund von rund 3.184 MWh_{th} (witterungsbereinigter Mittelwert nach den Angaben des AG).

Mit Hilfe der so genannten Gradtagmethode können anschließend monatliche Bedarfswerte aus dem Jahresheizwärmebedarf abgeleitet werden. Die Grundidee der Gradtagmethode basiert auf empirisch ermittelten Monatsbedarfswerten und deren Anteil am Jahresbedarf (Quelle: Deutscher Wetterdienst). In Abbildung 4 ist der monatliche Heizwärmebedarf der Liegenschaften, der Energiebedarf zur Warmwasserbereitstellung sowie der Anteil der Trassenwärmeverluste (ca. 18 %) detailliert dargestellt.

Für den Energieanteil, welcher zur WW-Bereitung notwendig ist, wird aus Erfahrungswerten heraus zunächst ein prozentualer Anteil von ca. 15 % des Gesamtjahresnutzwärmebedarfs der LS angesetzt.

Der Wärmebedarfsanteil zur Trinkwarmwasserbereitung wird, wie auch die Leitungsverluste im Wärmenetz, vereinfacht konstant über das Jahr hinweg verteilt abgebildet.

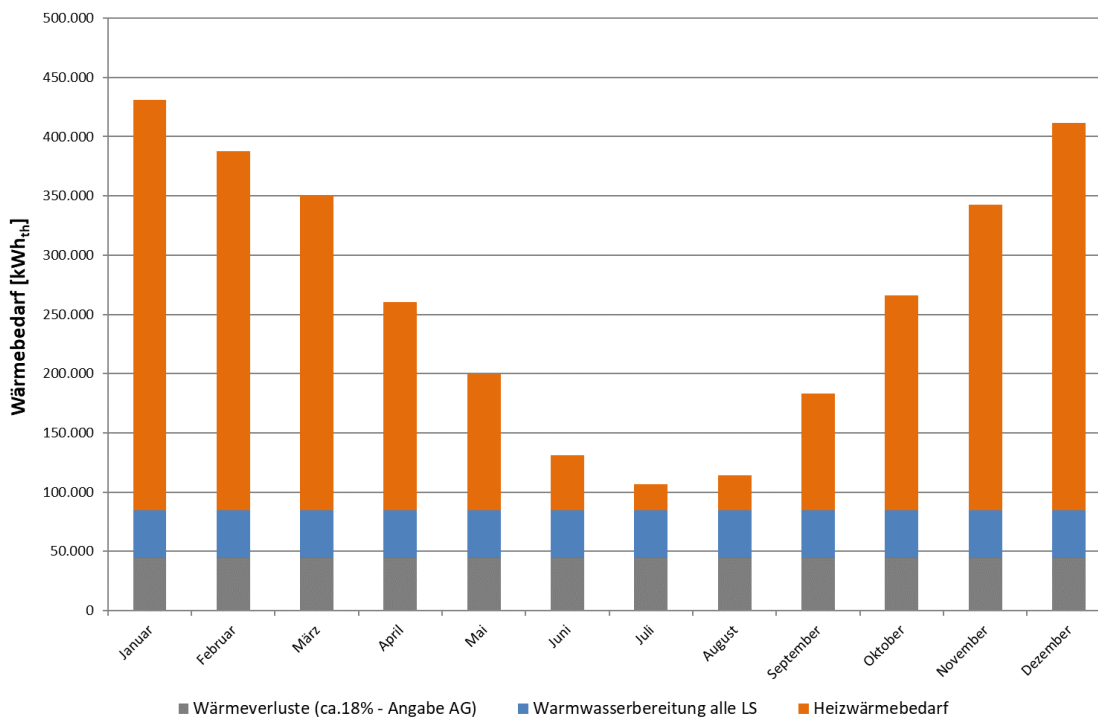


Abbildung 4: Monatliche Wärmebedarfswerte der EZF im Bestand (Ist-Zustand)

Anhand des monatlichen Gesamtwärmebedarfs wird die geordnete Jahresdauerlinie des thermischen Energiebedarfs erstellt. Die geordnete Jahresdauerlinie ist das zentrale Instrument für den Anlagenplaner. Die Fläche unter der Jahresdauerlinie entspricht dem Jahresnutzwärmebedarf. Idealerweise sollten sich die meist modular aufgebauten, d. h. in Grund-, Mittel- und Spitzenlastmodule untergliederten Heizanlagensysteme der Jahresdauerlinie weitestgehend annähern.

Werden Wärmeerzeuger in der Grafik flächendeckend eingetragen, kann auf die Laufzeiten und den Anteil an der Jahreswärmebereitstellung der einzelnen Wärmeerzeuger geschlossen werden. Die zu installierende Spitzenleistung richtet sich nach Kennwerten der Kesselvollbenutzungsstunden und dem Wärmebedarf. Dies beruht nicht auf einer Heizlastberechnung nach DIN und ersetzt nicht die technische Detailplanung für jede LS bzw. den Wärmeverbund.

In Abbildung 5 ist die geordnete Jahresdauerlinie des Gesamtwärmebedarfs der Nahwärmeverbundlösung im Ist-Zustand dargestellt. Abbildung 6 veranschaulicht die aktuell zur Wärmebereitstellung im Einsatz befindliche Anlagentechnik (Spitzenlast abgeschätzt; keine detaillierten Angaben vorliegend).

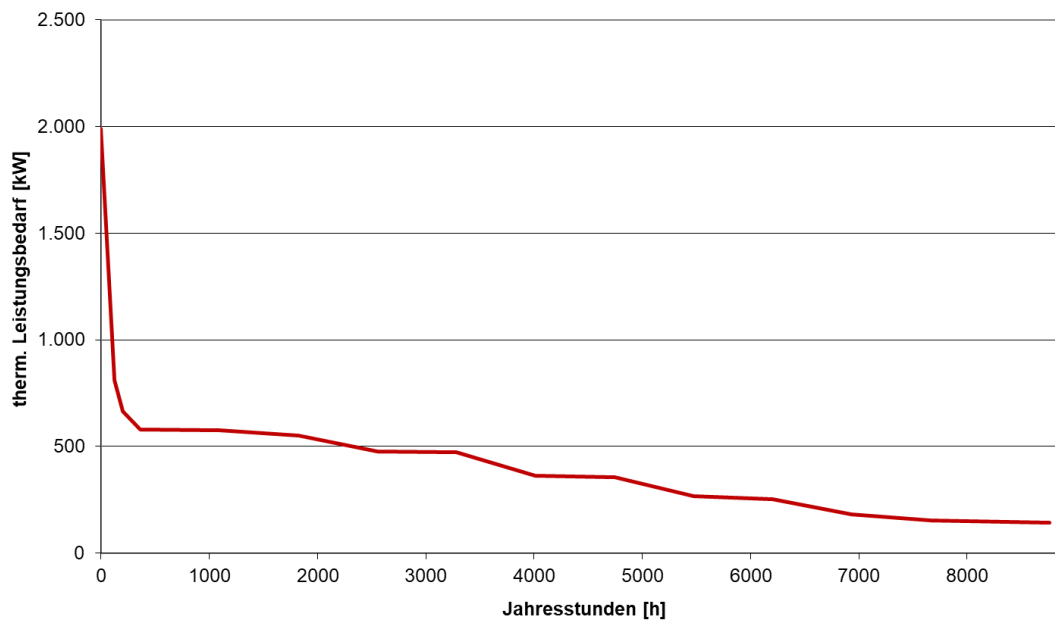


Abbildung 5: Geordnete Jahresdauerlinie des Gesamtwärmebedarfs der EZF (Ist-Zustand) inkl. Netzwärmeverluste

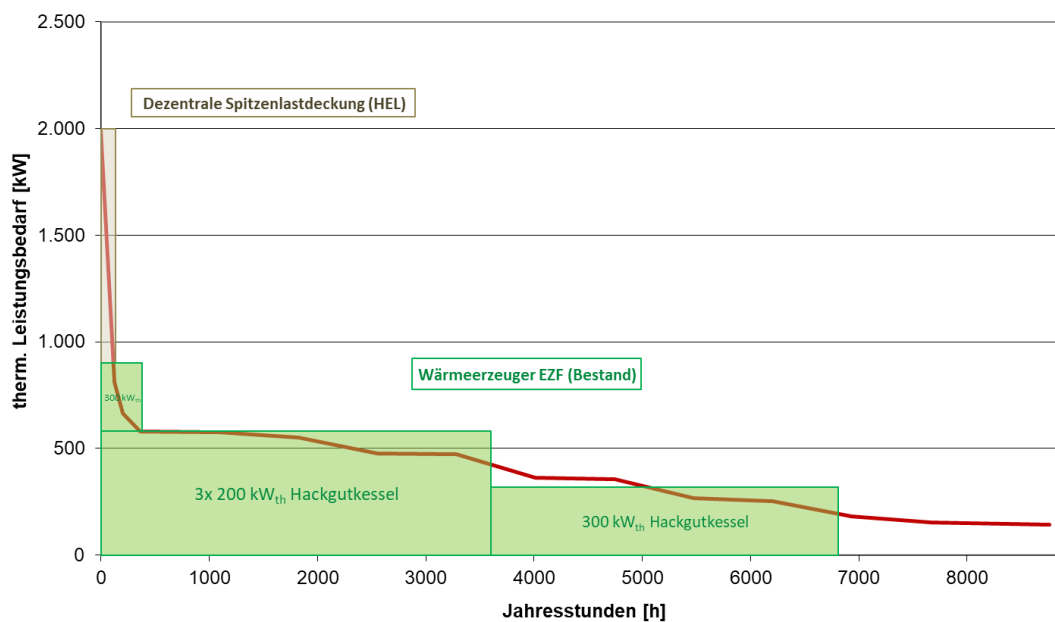


Abbildung 6: Geordnete Jahresdauerlinie des Gesamtwärmebedarfs der EZF (Ist-Zustand) inkl. Wärmeerzeuger (Leistung Spitzenlast nicht bekannt = schematische Darstellung)

Trassenanschlusspunkt Rupertistraße - Simon-Spannbrucker-Straße:

Bei der Installation der Nahwärmetrasse wurde bereits eine mögliche Erweiterung des Versorgungsgebiets berücksichtigt. Hierzu wurde die Hauptleitung bis zum Bereich der Kreuzung Rupertistraße - Simon-Spannbrucker-Straße mit einer Leitungsdimension von DN125 ausgeführt. Nach allgemeinen Kennwerten zur Leitungsdimensionierung ergibt sich hierbei eine ausreichende Leistungsreserve zum Anschluss weiterer Liegenschaften. Folgende Zahlen beschreiben die bisher abgerufene bzw. die überschlägig berechnete, noch zur Verfügung stehende Leistung an diesem Anschlusspunkt.

Bisher abgerufene Leistung (Kreuzung Rupertistraße - Simon-Spannbrucker-Straße):	ca. 900 kW _{th}
Maximal zur Verfügung stehende, mittlere Übertragungsleistung:	ca. 2.080 kW _{th}
Leistungsreserve für den Anschluss weiterer Liegenschaften:	ca. 1.180 kW _{th}

Angaben zum Leitungsverlauf sowie der bisher angeschlossenen Liegenschaften sind Abbildung 1 zu entnehmen. Bei den Angaben handelt es sich um rechnerische Maximalwerte, welche je nach Betriebsparameter des Wärmeverbundes variieren. Grundsätzlich kann jedoch davon ausgegangen werden, dass ein Anschluss sowohl der Liegenschaften auf der Gemeindewiese als auch des Kindergartens / der Kindertagesstätte sowie weiterer Anlieger im Gebietsumfang leistungstechnisch möglich ist.

Anschluss Grund- und Mittelschule:

Vor dem Hintergrund der Option einer sekundären Einspeisung mittels einer weiteren Heizzentrale sind für die Projektbearbeitung Angaben zum Anschluss der Grund- und Mittelschule von besonderer Bedeutung.

Anschlussleistung EZF - Schule:	210 kW _{th}	(ohne Spitzenlastdeckung)
	inkl. HEL Spitzenlast ca. 290 kW _{th} notwendig	
Wärmebedarf Schule:	ca. 345 MWh _{th} /a	(gemittelt, klimabereinigt)
	davon ca. 52,8 MWh _{th} /a mittels HEL-Spitzenlast	
Trassendimensionierung Anschluss Schule:	DN65	

Aus den Abgaben zur Anschlussleitung sowie nach Rücksprache mit den Ansprechpartnern bei der Gemeinde / EZF ergibt sich neben der Versorgung der Grund- und Mittelschule über eine weitere Heizzentrale auch die Möglichkeit, die bestehende Trasse der EZF künftig zur Rückspeisung in den Wärmeverbund zu nutzen. Eine entsprechende hydraulische Einbindung der sekundären Heizzentrale bzw. der Wärmeübergabestation im Schulgebäude wird vorausgesetzt.

2.2.2 Wärmenetzerweiterung / Neubauten

Der Wärmebedarf in den Liegenschaften, die über eine potenzielle Erweiterung des Wärmeverbundes versorgt werden sollen, setzt sich aus bereits bestehenden Gebäuden (Kindergarten, Pfarrheim) sowie aus geplanten Neubauten (Gemeindewiese, Kindertagesstätte) zusammen.

Für noch nicht erstellte Gebäude wird auf Angaben aus vorliegenden GEG-Nachweisen zum künftigen Energiebedarf zurückgegriffen. Liegenschaften, deren Wärmebedarf noch nicht mittels Energiebedarfsrechnung oder für die keine Verbrauchsdaten vorliegen, werden anhand statistisch ermittelter Wärmebedarfswerte berücksichtigt. Diese Werte beruhen im Wesentlichen auf allgemein anerkannten Richtwerten (vgl. VDI-Richtlinie 3807; Bekanntmachung der Regeln für Energieverbrauchskennwerte des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie, 2015). Für Anlieger des Gebietsumgriffs „Graspoint“ erfolgt die Energiebedarfsberechnung unter Berücksichtigung von baualtersspezifischen Richtwerten aus den Angaben des ENP Wärme des Landkreises Traunstein.

2.2.2.1 Gemeindewiese

Folgende Liegenschaften auf dem Gelände der „Gemeindewiese“ (Flurstücke 1239/6 und 1235/2) sollen künftig errichtet werden:

- Nordgebäude (Bücherei, Büroräume, Vereinsräume, Mehrzweckräume)
- Südgebäude (Vereinsräume, Jugendraum)
- Seniorenwohnheim mit Tagespflege
- Betreutes Wohnen

Darüber hinaus liegt das Pfarrheim gegenüber den zu errichtenden Gebäuden. Im Rahmen einer Versorgung der Liegenschaften der Gemeindewiese soll auch die Einbindung des Pfarrheims als nachhaltige Versorgungsoption geprüft werden (an Trassenführung Richtung Kindergarten / Kindertagesstätte).

Gemeindeliegenschaften:

Hinsichtlich der beiden gemeindeeigenen Gebäude liegen zum aktuellen Zeitpunkt bereits Werkplanungen inkl. dem bauphysikalischen Nachweis nach GEG vor. Im Folgenden wird sich daher auf die Angaben aus der Energiebedarfsrechnung nach GEG bezüglich dem zu erwartenden Jahresnutzwärmebedarf bezogen.

Der Energiebedarf zur Raumwärmebereitstellung (Nutzenergie) beläuft sich bei einem geplanten, energetischen Standard nach Effizienzgebäude-40 Niveau auf:

- Nordgebäude: 42.390 kWh_{th}/a
- Südgebäude: 46.110 kWh_{th}/a

Aufgrund des niedrigen Anteils am Gesamtwärmebedarf der Liegenschaften ist es zu empfehlen, die Warmwasserbereitung sowohl aus energetischer Sicht als auch aus hygienischen Gründen in beiden Nichtwohngebäuden ausschließlich bedarfsorientiert und mittels dezentraler, elektrischer Wärmeerzeuger (z. B. Durchlauferhitzer, Untertischboiler) zu gewährleisten. Der im GEG-Nachweis ausgewiesene Anteil am Gesamtwärmebedarf je Gebäude wird in den angestellten Kalkulationen daher nicht weiter berücksichtigt.

Seniorenwohnheim mit Tagespflege / betreutes Wohnen:

Für die Gebäude Seniorenwohnheim mit Tagespflege sowie betreutes Wohnen liegen derzeit noch keine konkreten Planungen vor. Als Grundlage für die Energiebedarfsabschätzung wird hierbei auf die vom Architekturbüro Felix+Jonas ausgearbeitete Studie zurückgegriffen. Im Rahmen der Studie konnten zwei mögliche Varianten einer späteren Realisierung erarbeitet werden. Weitere Ausführungen betreffend den künftigen Energiebedarf beziehen sich auf die Variante 2 der Studie. Auf Grundlage der beheizten Nutzfläche (4.052 m² und 596 m²) in den Gebäuden und einem spezifischen Richtwert zum Gesamtwärmebedarf in Höhe von ca. 105 kWh_{th}/(m²a) (angelehnt an Richtwerte für Betreuungseinrichtungen) ergeben sich folgende Bedarfswerte für Raumwärme und Warmwasser (pauschaler Anteil 20 %):

- Seniorenwohnheim mit Tagespflege: 425.470 kWh_{th}/a
- Betreutes Wohnen: 62.620 kWh_{th}/a

Ferner wird in den anschließenden Kalkulationen davon ausgegangen, dass die Gebäude in einer Energieeffizienz hin ausgerichteten Bauweise erstellt werden (Effizienzgebäude 40 o.ä.). Dies ist v.a. für die derzeit zu berücksichtigenden Fördermittel nach BEG von Bedeutung.

Pfarrheim:

Im erweiterten Umfang der Gemeindewiese wird auch der Anschluss des Pfarrheims in direkter Nachbarschaft geprüft (bei Anschluss Kindergarten / Kindertagesstätte und passender Trassenführung). Für das Pfarrheim kann nach Auskunft des AG ein Gesamtwärmebedarf von rund 21.420 kWh_{th} berücksichtigt werden (Heizölverbrauch ca. 2.000 – 3.000 l/a).

2.2.2.2 Kindergarten und Kindertagesstätte

Für den Kindergarten kann lediglich auf unvollständige Verbrauchsdaten zurückgegriffen werden, da seitens des bestehenden Heizölkessels, welcher zur Spitzenlastdeckung dient, keine hinreichend genaue Verbrauchserfassung verfügbar ist. Für die zu einem späteren Zeitpunkt in Betrieb gegangene Wärmepumpe mit 50 kW_{th} Nennwärmeleistung (A2/W35; vgl. Datenblatt) liegt eine Stromabrechnung vor. Jedoch können keine weiteren Betriebsparameter zugrunde gelegt werden, weshalb für die Hochrechnung des Wärmebedarfs der Liegenschaft eine Jahresarbeitszahl in Höhe von ca. 3,0 - 3,2 sowie ein minimaler Heizöleinsatz zur Spitzenlastdeckung berücksichtigt wird. Der ermittelte Wärmeverbrauchswert deckt sich zudem mit den aus der Literatur anzusetzenden spez. Verbrauchswerten in Bestandgebäuden gleichartiger Nutzung.

- Kindergarten: 63.450 kWh_{th}/a (inkl. WW-Bereitung)

Für die Kindertagesstätte kann aufgrund der bereits weit vorangeschrittenen Planungen (Bezug im Herbst 2022 geplant) ebenso wie bei den vorherigen gemeindlichen Liegenschaften auf einen GEG-Nachweis über die Einhaltung zur Erlangung eines Effizienzhaus-55-Gebäudeenergiestandards zurückgegriffen werden. Dieser weist für die Kindertagesstätte folgenden Wärmebedarf für Raumheizung und Warmwasser aus:

- Kindertagesstätte: 72.250 kWh_{th}/a (inkl. WW-Bereitung)

Die Warmwasserbereitung ist hier aufgrund eines höheren, zu erwartenden Bedarfs über das Heizsystem bereitzustellen (vgl. GEG-Nachweis).

2.2.2.3 Gebietsumgriff „Graspoint“

Abbildung 7 zeigt das erweiterte Betrachtungsgebiet um den Kindergarten und die künftige Kindertagesstätte mit den Straßenzügen Johannes-Veichtner-Straße, Graspoint und Wildshuter Straße. In den Fokus rückt dieser Teilabschnitt des Gebietsumgriffs da sich das Gebiet ausschließlich aus Bestandsgebäuden (größere Ein- und Zweifamilienhäuser) zusammensetzt und nach Einschätzung des Gemeindegremiums kurz- bis mittelfristig eine Erneuerung der Heizanlagen in einigen Gebäuden zu erwarten ist.

Hierbei handelt es sich zunächst um eine Abschätzung des zu erwartenden Energiebedarfs im Gebiet. Da in einem ersten Schritt keine Direktabfrage bei den Anliegern durchgeführt wird, handelt es sich zunächst um eine Grobprüfung anhand statistischer Wärmebedarfswerte (Auswertung auf Basis von GIS-Datensätzen im LOD1-Format; Wärme-ENP des Landkreises Traunstein 2020). Diese basieren nicht auf konkreten Energieverbrauchsdaten zu jeder Liegenschaft, sondern stellen Energieverbrauchskennwerte in Abhängigkeit des Baualters, der Gebäudekubatur sowie der Nutzung dar.

Anhand der von der Gemeinde Fridolfing zur Verfügung gestellten Datensätze und den entsprechenden Bebauungsplänen der Gemeinde (abgerufen über <https://geoportal.bayern.de/bayernatlas/>) erfolgt die weitere Auswertung und Spezifizierung der Quartiersdaten. Die Bestimmung der beheizten Nutzfläche erfolgt anschließend über fundierte Richtwerte zur Umrechnung der Flächenanteile.

- Mittlere Baualter (häufigste):	Bebauungsplan ab 1994	
- Anzahl der Liegenschaften:	27	
- Beheizte Nutzfläche:	ca. 4.570 m ²	
- Spez. Wärmebedarf:	98 kWh/(m ² a)	Richtwert lt. VDI 3807

Für die Kalkulation des Gesamtwärmebedarfs im Betrachtungsgebiet bezieht sich auf den Richtwert nach den Vorgaben der Richtlinie VDI 3807.



Abbildung 7: Betrachtungsgebiet Graspoint – Erweiterung Wohngebiet in Kombination Kindergarten / Kindertagesstätte

Ergebnis der Wärmebedarfshochrechnung:

In Summe ist für alle Liegenschaften im Betrachtungsgebiet Graspoint ein Gesamtwärmebedarf in Höhe von rund $584 \text{ MWh}_{\text{th}}$ pro Jahr zu erwarten. Die zur Bereitstellung der Wärme notwendige thermische Leistung kann näherungsweise mit einem Betrag von ca. $340 \text{ kW}_{\text{th}}$ beziffert werden.

Bei einer aus dem Teil-ENP hervorgehenden Umsetzung des Projekts ist die Anzahl möglicher Anschlussnehmer sowie der Wärmebedarf in jedem Fall weiter zu präzisieren und festzuhalten (Anschlussinteresse und Datenabfrage; ggf. verbindliche Interessensbekundung der Eigentümer vor Umsetzung).

3 Gesamtwärmebedarf je Versorgungslösung

3.1 Allgemeines

Auf Basis der ermittelten Wärmebedarfsdaten erfolgt anschließend die technische Dimensionierung der Wärmetrasse je Variante bzw. verschiedene Energieversorgungsstrategien je dezentraler Verbundlösung. Im Falle der Trassenplanung geschieht dies anhand der für jeden Straßenzug bzw. Teilabschnitt notwendigen thermischen Leistung (inkl. Wärmeverluste) sowie den aus den Faktoren Temperatur und Durchflussmenge hervorgehenden, notwendigen Leitungsdurchmessern bei Nennleistung. Die benötigte Wärmeleistung wird näherungsweise für jede Liegenschaft anhand einer mittleren Volllaststundenanzahl von 1.600 vbh pro Jahr berechnet. Dies ersetzt keine detaillierte Heizlastberechnung nach DIN 12831, welche im Zuge einer Umsetzung der Maßnahme eine Rechtsverbindlichkeit schafft.

Die auftretenden Wärmeverluste im Verbundnetz werden unter der Annahme eines mehrfach gedämmten Leitungsaufbaus berechnet (Dämmstufe 3). Ebenso ausschlaggebende Faktoren zur Bestimmung der Netzverluste sind die für den ganzjährigen Betrieb des Wärmenetzes vorzusehenden Vor- und Rücklauftemperaturen. Aufgrund der Altersstruktur der Gebäude im Quartier muss gebäudeintern mindestens mit einem Temperaturniveau des Heizsystems von 75°C für den Vor- und 55°C für den Rücklauf gerechnet werden (Ausnahme: Niedertemperaturheizsysteme z. B. Fußbodenheizung; Temperaturanpassung erfolgt in HÜS der angeschlossenen Gebäude). Aufgrund des vorherrschenden Temperaturniveaus im Bestandsnetz wird auch im erweiterten Wärmeverbund mit einer maximalen Vorlauftemperatur von bis zu 80°C kalkuliert. Für den Rücklauf werden bei einer angestrebten Spreizung von rund 25 K ca. 55°C festgelegt.

Diese Vorgaben gelten sowohl für die Netzerweiterung in Richtung Gemeindewiese bzw. bis hin zum bestehenden Kindergarten als auch für die Anbindung einer sekundären Heizzentrale im Bereich der Grund- und Mittelschule.

Für die beiden möglichen Insellösungen wird zunächst pauschal von einem konservativen Temperaturniveau im Bereich 70°C VL und 50°C RL ausgegangen (Angaben Heizsysteme lt. GEG-Nachweise der Liegenschaften). Für die Anbindung der Kindertagesstätte sowie das betreute Wohnen ist hier die hygienische Warmwasserbereitung (min. 65°C) von zentraler Bedeutung. Ein Anschluss der gemeindlichen Liegenschaften im Bereich der Gemeindewiese sind durch den Betrieb von Flächenheizsystemen niedrigere Temperaturen denkbar. Wie bereits erwähnt, sollte die Warmwasserbereitung in diesem Fall in dezentraler Ausführung (Durchlauferhitzer, Untertischboiler etc.) erfolgen.

Für die Liegenschaften an der Simon-Spannbrucker-Straße und der Haslaustraße sind folgende Rahmenbedingungen zu beachten:

- Gesamtwärmebedarf Gemeindewiese:	ca. 576,6 MWh _{th} /a
- Gesamtwärmebedarf Pfarrheim:	ca. 21,4 MWh _{th} /a
- Gesamtwärmebedarf Kindergarten:	ca. 63,5 MWh _{th} /a
- Gesamtwärmebedarf Kindertagesstätte:	ca. 72,3 MWh _{th} /a
- Heizlastabschätzung Gemeindewiese:	ca. 360 kW _{th}
- Heizlastabschätzung Pfarrheim:	ca. 14 kW _{th}
- Heizlastabschätzung Kindergarten / Kindertagesstätte:	je ca. 50 kW _{th}

Für den Verbund der Liegenschaften der Gemeindewiese und an der Haslaustraße (inkl. Pfarrheim) ist somit ein Gesamtwärmebedarf von ca. 733,7 MWh_{th} pro Jahr sowie eine Leistungsanforderung in Höhe von ca. 474 kW_{th} zu decken (ohne Berücksichtigung von Geichzeitigkeitsfaktoren).

Für die Anbindung der Liegenschaften untereinander bzw. an den Wärmeverbund der EZF sind hinsichtlich der Erweiterung der Wärmetrasse folgende Parameter zu berücksichtigen:

Anbindung der Liegenschaften Gemeindewiese an EZF:

- Gesamtwärmebedarf:	ca. 576,6 MWh _{th} /a
- Trassenlänge inkl. Anbindung EZF:	ca. 160 m
- Wärmebelegungsdichte:	ca. 3,6 MWh _{th} /(ma)
- Leitungstyp:	DUO DN65 / DN20 / DN25
- Trassenwärmeverluste:	ca. 19,5 MWh _{th} /a ≈ 3 %
- Betriebszeit:	8.760 h/a (ganzjährig)

Anbindung der Liegenschaften Kindergarten / Kindertagesstätte / Pfarrheim an EZF:

- Gesamtwärmebedarf:	ca. 157,1 MWh _{th} /a
- Trassenlänge inkl. Anbindung EZF:	ca. 395 m
- Wärmebelegungsdichte:	ca. 0,4 MWh _{th} /(ma)
- Leitungstyp:	DUO DN40 / DN20 / DN25
- Trassenwärmeverluste:	ca. 45,7 MWh _{th} /a ≈ 28 %
- Betriebszeit:	8.760 h/a (ganzjährig)

Abbildung 2 zeigt einen Lageplanausschnitt mit der eingezeichneten Trassenführung (rot) bei einer Anbindung der Liegenschaften an die EZF.

Der Aufbau einer separaten, d. h. eigenständigen Versorgungslösung der Liegenschaften an der Simon-Spannbrucker-Straße und der Haslaustraße wird in anschließender Abbildung 8 aufgezeigt (blau = Trassenverlauf).



Abbildung 8: Verbundvariante bei eigenständiger Versorgung zwischen den LS der Gemeindewiese und der Haslaustraße

Da selbst bei optimierter Trassenführung eine Versorgung der Liegenschaften der Haslaustraße (inkl. Pfarrheim) eine sehr niedrige Wärmebelegungsdichte von rund $0,4 \text{ MWh}_{\text{th}}/(\text{ma})$ zur Folge hat und die Anbindung einer sekundären Heizzentrale in der Haslaustraße selbst ebenso ausgeschlossen werden kann (vgl. 3.3.2), wird diese Versorgungsoption bereits nach einer wirtschaftlichen Grobprüfung nicht mehr weiterverfolgt.

Gleiches gilt für einen Anschluss der Haslaustraße (Kindergarten, Kindertagesstätte und Pfarrheim) an die EZF in konventioneller Betriebsweise (EZF und EZF + sekundäre Heizzentrale am Schulstandort).

Als Ausnahme hinsichtlich der Anbindung der Haslaustraße kann nach den Diskussionsergebnissen im Gemeindegremium davon ausgegangen werden, dass bei einem Fernleitungsanschluss der EZF an die Geothermieanlage in Kirchanschöring (Regionalwerke Chiemgau-Rupertiwinkel) auch eine Netzerweiterung in Richtung Kindergarten und ggf. weiterer, privater LS erfolgt.

3.2 Erweiterung Heizzentrale Bestand

Eine Erweiterung der bestehenden Heizzentrale der EZF hinsichtlich Leistung und Brennstofflagerung im notwendigen Umfang ist aufgrund verschiedener Randbedingungen zum derzeitigen Stand kaum möglich. Gründe die einen weiteren Ausbau der bisherigen Heizzentrale am Standort an der Haslaustraße 50 nicht zulassen sind u. a.:

- Begrenztes Raumangebot in der Heizzentrale selbst und auf dem dafür ausgewiesenen Flurstück 293/6 (weiterer Ausbau Anlagentechnik)
- Brennstofflagerung und Zuführung für weitere Erhöhung der Heizleistung nicht ausgelegt
- bei Überschreiten einer installierten Nennleistung von 1.000 kW_{th} greifen Regularien aus dem Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchV; TA-Luft → erhöhter Genehmigungs- und Betriebsaufwand)

Eine Erweiterung der Heizzentrale auf Basis alternativer Energieträger z. B. Umweltwärme mittels Wärmepumpe ist ebenfalls ausgeschlossen, da auch hier das begrenzte Raumangebot als wesentlicher Einflussfaktor zum Tragen kommt. Darüber hinaus ist durch das Temperaturniveau im Wärmeverbund lediglich der Einsatz von Hochtemperaturwärmepumpen möglich, die aufgrund der örtlichen Rahmenparameter jedoch eine niedrige Effizienz im Betrieb erwarten lassen.

Ergänzende Einbindung einer solarthermischen Anlage:

Die Einbindung einer (großflächigen) solarthermischen Anlage ist aufgrund der zur Verfügung stehenden Nutzfläche am Standort der Heizzentrale nur sehr eingeschränkt möglich (Nutzung umliegender Flurstücke ausgeschlossen). Auf dem Dach der EZF stehen lediglich ca. 140 m² zur Verfügung (188 m² Dachfläche abzüglich Abstandsflächen, Kamine etc.). Da die Dachfläche als Pultdach in nördlicher Ausrichtung ausgeführt ist, kann eine solarthermische Nutzung zudem ausschließlich in „aufgeständerter“ Bauweise (Ausrichtung Süden) erfolgen. Dies reduziert die tatsächliche Anlagennutzfläche (Apertur-Fläche) nochmals (ca. 84 m²). Eine Anlage dieser Größenordnung kann rund 46 MWh_{th} pro Jahr in das System einspeisen (ca. 1,3 % des IST-Zustandes → sehr niedriger Einfluss auf gesamte Wärmeversorgung). Eine Nutzung der zur Verfügung stehenden Dachfläche für die Einbindung einer zur Eigenstromversorgung dienenden PV-Anlage ist aus wirtschaftlicher Sicht empfehlenswerter (Grobprüfung am Standort).

3.3 Erweiterung des Wärmeverbundes um sekundäre Heizzentrale

Da ein weiterer Ausbau der bisherigen Heizzentrale der EZF nicht ohne weiteres möglich ist, stellt der Aufbau und die Einbindung eines zusätzlichen Standortes in den bestehenden Wärmeverbund ein adäquates Mittel des Ausbaus dar. Hierzu wurden im Projektverlauf verschiedene Standorte diskutiert. Drei wesentliche Standorte im Zuge dessen hierbei einer detaillierteren Prüfung unterzogen werden.

3.3.1 Heizzentrale im Seniorenzentrum an der Gemeindewiese

Wie bereits eingangs erwähnt könnten als mögliche Erweiterung der bestehenden Heizzentrale auch die künftigen Räumlichkeiten des Seniorenzentrums dienen (alternativ als separater Gebäudetrakt). Der Standort ist in Bezug auf die Nennleistung so auszuführen, dass eine Versorgung der geplanten Neubauten sowie der Bestandsgebäude sichergestellt werden kann. Hinzu kommen weiterhin noch auszugleichende Wärmeverluste durch die Leitungsführung zwischen den Liegenschaften.

Um einen wesentlichen Einfluss auch auf mögliche, künftige Erweiterungen des Bestandsverbundes zu erlangen ist darüber hinaus die Möglichkeit zur Erhöhung der Wärmeleistung bzw. des Anteils der neuen Heizzentrale am Verbund zu beachten. Soll die Heizzentrale über die Versorgung der Liegenschaften an der Simon-Spannbrucker-Str. (und ggf. der Haslaustraße) hinaus einen weiteren, signifikanten Beitrag zur nachhaltigen Wärmebereitstellung der EZF beitragen sind weitere Leistungsreserven vorzuhalten.

Der Errichtung einer Heizzentrale an diesem Standort stehen u. a. die konträre Zeitplanung zur Realisierung der Liegenschaften sowie noch nicht abschätzbare Eigentumsverhältnisse bei der Realisierung des Seniorenzentrums gegenüber.

Weitere Punkte, die einen nicht unerheblichen Einfluss auf den späteren Betrieb haben sind beispielsweise die Wahl des Energieträgers und den damit einhergehenden Faktoren wie z. B. Anlieferung und Lagerung (v. a. Hackgut / Pellets), Art und Umfang des Erzeugers bzw. die Anlagendimensionen (Kubatur des Gebäudes) sowie einzuhaltende Emissionen (Abgase, Schall im Wohngebiet).

In der weiteren Bearbeitung findet die Option einer Heizzentrale im Zusammenhang mit dem Gebäude des Seniorenzentrums daher lediglich in der Betrachtung zur Versorgungsvariante „Insellösung – Gemeindewiese“ Anwendung (vgl. Kapitel 5.1).

3.3.2 Heizzentrale Haslaustraße

In einem ersten, detaillierten Entwurf wurde die Einbindung einer sekundären Heizzentrale an der Haslaustraße geprüft und anschließend entsprechende Versorgungsvarianten erarbeitet. Diese Versorgungsvarianten umfassen neben einem Anschluss an das bestehende Wärmeverbundnetz auch den Aufbau einer separaten Verbundlösung (ausschließlich LS der Gemeindewiese, das Pfarrheim und Kindergarten / Kindertagesstätte). Im Laufe weiterer Abstimmungstermine konnte jedoch festgehalten werden, dass ein möglicher Standort an der Haslaustraße nicht weiter realisierbar erscheint. Ein Grund hierfür liegt in der zweckgebundenen Nutzung des Flurstücks, auf dem das neue Gebäude der Kindertagesstätte errichtet wird. Weiterhin hat das Gemeindegremium beschlossen, kein Gebäude zur zentralen Wärmebereitstellung im Verbund der EZF in direkter Umgebung der Kinderbetreuungseinrichtung zu errichten, weshalb auch diese Versorgungslösung ausgeschlossen werden kann.

Es ist somit nicht möglich auf einem Teilbereich des Flurstücks Nr. 1123/3 bzw. in der Haslaustraße einen weiteren Standort der EZF als sekundäre Heizzentrale zu errichten.

3.3.3 Heizzentrale Römerweg / St.-Johann-Straße

Im Laufe der Projektbearbeitung hatte sich als weitere, mögliche Option die Einbindung einer Energieversorgungslösung östlich der Schule an der St.-Johann-Straße ergeben (Flurstück 136). Hierbei handelt es sich um ein landwirtschaftliches Anwesen, auf welchem eine Heizzentrale für die dortigen Gebäude errichtet werden soll. Über die Bereitstellung der notwendigen Wärme der direkten Anlieger hinaus bietet sich nun auch die Möglichkeit, an diesem Standort eine Biomasseanlage entsprechender Leistungsklasse zu errichten.

Nach derzeitigem Stand ist nicht die EZF Betreiber dieser Anlage, sondern der Grundstückseigentümer selbst. Es wird daher davon ausgegangen, dass die EZF die notwendige Wärmemenge bzw. Heizleistung für den Netzbetrieb vom Wärmelieferant erwerben wird.

Aus technischer Sicht ist die Einbindung in den Verbund der EZF über eine Wärmetrasse zum örtlichen Schulstandort möglich. Ein denkbarer Trassenverlauf ist in Abbildung 9 im Lageplan dargestellt. Hintergrund der Vorgehensweise ist, dass es durch die (nahezu) vollständige Versorgung der Schule über die neue Heizzentrale eben diese Leistungskapazität für den Betrieb der EZF frei wird. Darüber hinaus erscheint es möglich, die bisherige Trasse zur Anbindung der Grund- und Mittelschule zur Rückspeisung in den Verbund bzw. direkt in die Heizzentrale der EZF zu nutzen.

Ziel hierbei ist es mindestens die benötigte Leistung bzw. Wärmemenge für die geplanten Liegenschaften an der Gemeindewiese zur Verfügung zu stellen. Zur Deckung der Versorgung der Liegenschaften an der Gemeindewiese ist näherungsweise eine thermische Leistung von rund $360 \text{ kW}_{\text{th}}$ notwendig (Wärmebedarf $596,1 \text{ MWh}_{\text{th}}/\text{a}$ inkl. Trassenwärmeverluste für die Anbindung).



Abbildung 9: Anbindung Heizzentrale an der St.-Johann-Straße (beispielhafte Darstellung Trassenverlauf / Standort HZ)

Für die Einbindung der sekundären Wärmeeinspeisung in das Wärmenetz der EZF nach dem beschriebenen Schema ergeben sich folgende Randbedingungen.

Direkte Versorgung der Grund- und Mittelschule:

- Anschlussleistung Schule: $290 \text{ kW}_{\text{th}}$ → Netzentlastung EZF $210 \text{ kW}_{\text{th}}$
- Wärmebedarf Schule: $345 \text{ MWh}_{\text{th}}/\text{a}$ (gemittelt, klimabereinigt)
davon ca. $52,8 \text{ MWh}_{\text{th}}$ mittels HEL Spitzenlast

Anbindung der Grund- und Mittelschule EZF - Trassendimension:

- Leitungsdimension Anschluss Schulstandort: DN65

Die übertragbare Leistung ist von verschiedenen Betriebsparametern (v. a. Temperatur und Volumenstrom) abhängig, jedoch kann in einer ersten, überschlägigen Betrachtung von folgenden Rahmenbedingungen ausgegangen werden:

- Temperaturniveau: 80°C VL / 55°C RL (vgl. Bestand EZF)
- Spreizung: $\Delta T = 25 \text{ K}$
- Übertragbares Leistungsniveau: min. 284 kW_{th} / max. 569 kW_{th}

Es kann somit festgehalten werden, dass durch die Ersatzversorgung des Schulstandorts unter Nutzung einer möglichen Rückspeisung in den Verbund der EZF ausgehend von einer möglichen Heizzentrale in der St.-Johann-Straße eine minimale Kapazitätssteigerung hinsichtlich der thermischen Leistung in Höhe von rund 494 kW_{th} zu erwarten ist (210 kW_{th} + 284 kW_{th}). Je nach Betriebsparameter im Verbund kann die thermische Leistung, welche über die Rückspeisung möglich ist, nochmals höher ausfallen (bis zu 569 kW_{th}).

Eine bilanzielle Versorgung der neu anzuschließenden Liegenschaften im Gebietsumgriff der Gemeindegewiese ist dahingehend als technisch möglich zu erachten.

Um die beschriebene Leistung sowohl für den Schulstandort als auch für die Rückspeisung in den Wärmeverbund der EZF gewährleisten zu können sind für die Anbindung der sekundären Heizzentrale anschließend angeführte Parameter zu berücksichtigen:

- Nennleistung (Schulstandort + Rückspeisung): min. 494 kW_{th}
- Nennleistung Gemeindegewiese (benötigt): ca. 360 kW_{th}
- Temperaturniveau: 80°C VL / 55°C RL
- Nenndurchmesser: DN80 (447 kW_{th} – 895 kW_{th})
- Trassenlänge: ca. 228 m
- Trassenwärmeverluste: ca. 28,2 MWh_{th} $\approx 4,3 \%$

Der Anteil der Wärmemenge, die durch die neue Heizzentrale in den Verbund rückgespeist werden soll, beläuft sich mindestens auf die durch die Erweiterung des Verbundes um die Liegenschaften der Gemeindegewiese benötigte Menge von rund 596,1 MWh_{th}/a.

Weiterhin kann bei entsprechender Ausführung der Heizzentrale und des Anschlusses der schulischen Liegenschaften ggf. auch der bisher separat gedeckte Energiebedarf aus Heizöl zur Spitzenlastdeckung (rund 52,8 MWh_{th}) bereitgestellt werden. Vorteil hierbei ist die Möglichkeit eines kompletten Ersatzes des fossilen Energieträgers sowie weiterhin die Außerbetriebnahme des Kessels und der Abgasführung in der Liegenschaft (verminderte Betriebskosten zum Ausgleich des Wärmebezugs über die sekundäre Heizzentrale).

Hieraus ergibt sich ein Gesamtwärmeabsatz, der über die zweite Heizzentrale in das Wärmenetz der EZF eingespeist werden müsste, in Höhe von rund 677,1 MWh_{th}/a inkl. Trassenwärmeverluste. Für den Abschnitt zur Anbindung an den EZF-Verbund ergibt sich somit eine Wärmebelegungsichte (bezogen auf den Wärmeabsatz exklusiv direkter Trassenwärmeverlust) von ca. 2,85 MWh_{th}/(ma).

3.4 Fernleitungsanschluss Geothermie

Ausgehend von den derzeitigen Planungen zum Aufbau eines geothermalen Kraftwerks sowie einer geplanten Wärmeauskopplung aus diesem, wird anschließend ein möglicher Anschluss der Gemeinde Fridolfing betrachtet. Die Vermarktung und der Betrieb einer solchen Fernleitungsanbindung ist über das neu gegründete Regionalwerk Chiemgau-Rupertiwinkel denkbar. Hierzu hatten bereits erste Informationsgespräche zu dieser Thematik stattgefunden. Nach aktuellem Informationsstand ist eine Wärmeauskopplung für den Betrieb von Wärmeverbundlösungen geplant.

Für weitere Betrachtungen hinsichtlich einer mittelfristig denkbaren Versorgung der EZF über Geothermie wird zunächst eine Grobprüfung in Bezug auf Trassenführung und -dimensionierung sowie mögliche Wärmeabnahme und Leistungsgrößen durchgeführt.

Die direkte Leitungsführung zwischen dem geplanten Standort des Wärmeübergabepunktes der Geothermieanlage in Kirchanschöring und der Heizzentrale der EZF in Fridolfing ist Abbildung 10 zu entnehmen. Die Trassenführung orientiert sich an einer möglichst direkten Anbindung entlang der Gemeindeverbindungsstraße aus Kirchanschöring kommend (Ortsteil Hipflham; Fridolfinger Straße). Nach einer Strecke von rund 5 km mündet die Fernleitung schließlich in der St.-Johann-Straße in Fridolfing. Entlang des Römerwegs und über das Schulgelände erfolgt schließlich die Anbindung der Zentrale der EZF an der Hadrianstraße (bestehender Trassenverlauf der bisherigen Wärmeleitung).



Abbildung 10: Potenzieller Trassenverlauf einer Fernleitung zur Einbindung geothermaler Wärme aus Kirchschoring in die EZF
(Quelle: geoservices.bayern.de, Bayerische Vermessungsverwaltung, EuroGeographics; Bearbeitung IfE)

Basierend auf der vorliegenden Betrachtung wird mindestens mittelfristig von einer Deckung des gesamten Wärmebedarfs des Wärmeverbundes der EZF über die Fernleitungsanbindung aus Geothermie ausgegangen (optimaler Fall). Somit bezieht sich die Trassendimensionierung sowie die anschließende Kalkulation möglicher Netzdurchleitungskosten für die Anbindung des Geothermiekraftwerks auf folgende Grundannahmen:

- | | | |
|-------------------------|----------------------------------|--------|
| - Wärmeabsatz EZF*: | ca. 4.400 MWh _{th} /a | |
| - Leistungsanforderung: | ca. 2.900 kW _{th} | |
| - Temperaturniveau: | ca. 90°C VL / 60°C RL | |
| - Trassenlänge: | ca. 6.000 m | |
| - Trassenwärmeverlust: | ca. 920 MWh _{th} /a | ≈ 21 % |
| - Leitungsaufbau: | DUO-Ausführung; Dämmstufe 3 | |
| - Wärmebelegungsdichte: | ca. 0,73 MWh _{th} /(ma) | |

Anschließende Abbildung zeigt die monatliche Verteilung des Wärmebedarfs im erweiterten Verbund der EZF inkl. der ausgleichenden Wärmeverluste für die Übertragung in der Fernleitung (grau).

*inkl. Netzerweiterung Simon-Spannbrucker-Straße / Haslaustraße / Graspoint; inkl. Wärmeverluste im Wärmeverbund der EZF + Erweiterung

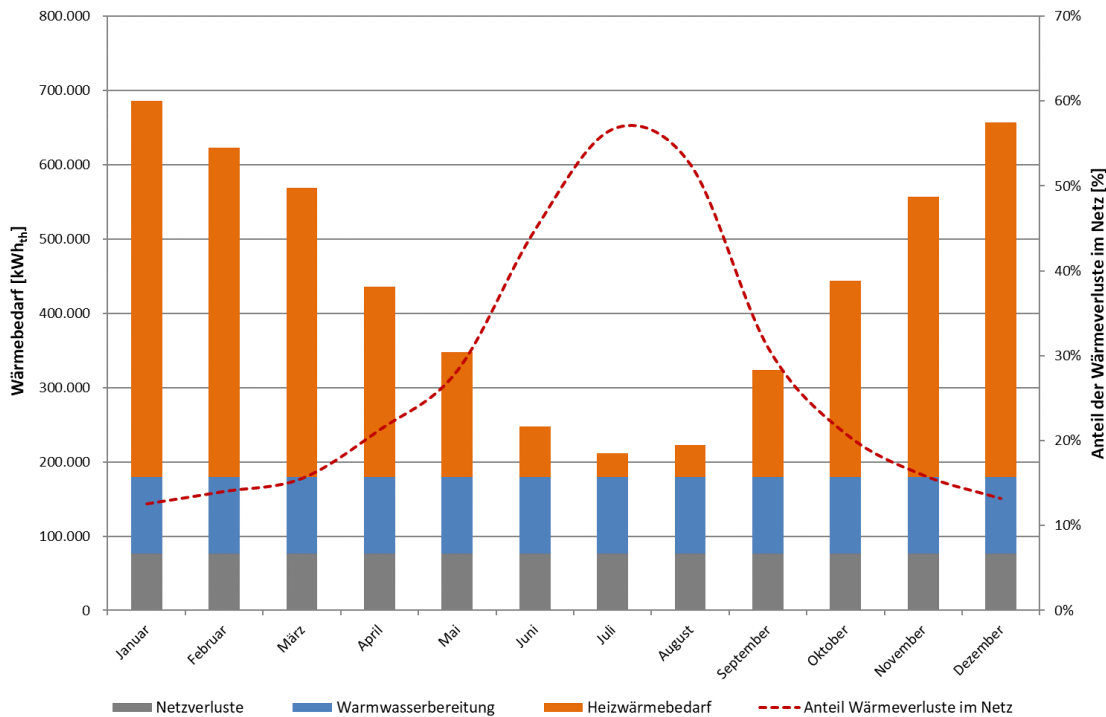


Abbildung 11: Monatliche Wärmebedarfswerte der EZF inkl. Netzerweiterung; Trassenwärmeverluste Fernleitung

Anhand des monatlichen Gesamtwärmebedarfs wird die geordnete Jahresdauerlinie des thermischen Energiebedarfs erstellt. Hierbei entspricht die Fläche unter der Jahresdauerlinie dem Jahresnutzwärmebedarf inkl. Trassenwärmeverluste. Werden Wärmeerzeuger in der Grafik flächendeckend eingetragen, kann auf die Laufzeiten und den Anteil an der Jahreswärmebereitstellung der einzelnen Wärmeerzeuger geschlossen werden. Die abzubildende Spitzenleistung richtet sich nach Kennwerten zu erwartender Kesselvollbenutzungsstunden und dem Wärmebedarf. Dies beruht nicht auf einer detaillierten Heizlastberechnung nach DIN 12831 und ersetzt nicht die technische Fach- bzw. Detailplanung. In Abbildung 12 ist die geordnete Jahresdauerlinie für die Wärmeverbundlösung der EZF (Bestand) inkl. der hier betrachteten Erweiterungen dargestellt.

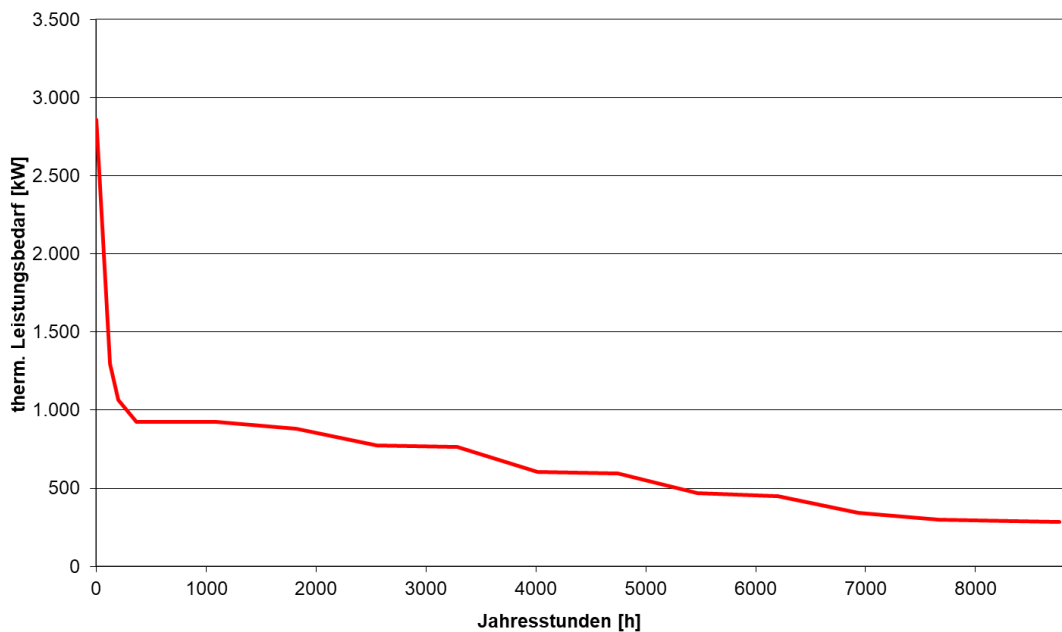


Abbildung 12: Geordnete Jahresdauerlinie des Gesamtwärmebedarfs der EZF inkl. Netzerweiterung und Trassenwärmeverluste der Fernleitung zur Nutzung geothermaler Abwärme

Über die dargestellte Möglichkeit einer Leitungsführung hinaus konnten im Gemeindegremium weitere Optionen einer Anbindung des Kernortes bei Aufbau einer großräumigen Versorgungslösung durch das Regionalwerk Chiemgau-Rupertiwinkel erläutert werden. Da hierzu noch keine ausführlicheren Angaben vorliegen und davon ausgegangen werden darf, dass ein Verbund in der angedachten Größenordnung weitere Vorteile ggü. einer singulären Anbindung mit sich bringen kann, wird an dieser Stelle noch nicht näher auf diese Option eingegangen. Grundsätzlich lässt sich festhalten, dass an einer Anbindung weiterer Wärmeabnehmer über das Gemeindegebiet des Nachbarortes hinaus seitens der Regionalwerke Interesse besteht bzw. bereits signalisiert wurde.

Hinweis:

Bei einem Anschluss des Wärmeverbundes der EZF an die aus Geothermie gespeiste Fernleitung ist davon auszugehen, dass die Netzerweiterung nicht auf die Liegenschaften der Gemeindewiese begrenzt ist, sondern in dieser Versorgungsvariante auch eine Anbindung der Liegenschaften in der Haslaustraße erfolgt. Ferner ist in diesem Fall davon auszugehen, dass der Wärmeverbund grundsätzlich auch auf weitere Liegenschaften (vgl. 3.5) ausgedehnt wird und ggf. auch das im nord-westlichen Ortsteil angesiedelte Industriegebiet mittelfristig ebenso versorgt werden kann.

3.5 Gebietsumgriff - Graspoint (erweitertes Betrachtungsgebiet)

Abbildung 13 zeigt das erweiterte Betrachtungsgebiet um den Kindergarten und die künftige Kindertagesstätte mit den Straßenzügen und dem darin eingezeichneten, der Machbarkeitsprüfung zugrunde liegendem, Trassenverlauf. Anhand der von der Gemeinde Fridolfing zur Verfügung gestellten Datensätze und den entsprechenden Bebauungsplänen der Gemeinde (abgerufen über <https://geoportal.bayern.de/bayernatlas/>) erfolgt die weitere Auswertung des Quartiers. Die Berechnung der beheizten Nutzfläche wird anschließend über fundierte Richtwerte zur Umrechnung der Flächenanteile kalkuliert.

Auf Basis der statistischen Hochrechnung der Wärmebedarfswerte ohne direkte Abfrage konkreter Verbrauchsdaten bei den Anliegern ergeben sich folgende Randbedingungen:

- Gesamtnutzwärmeabsatz: ca. 584 MWh_{th}/a
- Wärmeleistungsbedarf: ca. 340 kW_{th}
- Trassenlänge: ca. 750 m (davon 265 m Hausanschlussleitungen)
- Temperaturniveau: 80°C VL / 55°C RL
- Trassenwärmeverluste: ca. 84 MWh_{th}/a ≈ 14 %
- Leitungsaufbau: DUO-Ausführung; Dämmstufe 3

Die genannten Parameter beziehen sich auf die für das Gebiet erreichbaren Maximalwerte, d. h. bei einer Anschlussquote von 100 % (= alle Liegenschaften sind an den Wärmeverbund angeschlossen).

Anhand der Ausgangswerte kann für das Betrachtungsgebiet bei einer Beteiligung aller Anlieger an einem Wärmeverbund eine Wärmebelegungsdichte von ca. 0,8 MWh_{th}/(ma) ausgewiesen werden.

Um dem Umstand Rechnung zu tragen, dass sich beim Aufbau eines Wärmeverbundes meist nicht alle Anlieger an die zentrale Wärmeversorgung anschließen, erfolgt die Betrachtung zudem auf Basis einer mittelfristig realistisch anzunehmenden Anschlussquote im Untersuchungsgebiet von 60 %.

Hierdurch reduziert sich der zu erwartende Wärmebedarf auf rund 351 MWh_{th}. Ebenso verringert sich die effektive Wärmebelegungsdichte auf nunmehr ca. 0,56 MWh_{th}/(ma).

Anhand der Ergebnisse der zu erwartenden, niedrigen Wärmebelegungsdichte ist bei einem Anschluss des Gebiets Graspoint nicht davon auszugehen, dass dies einen deutlichen, positiven Einfluss auf den wirtschaftlichen Betrieb auch der Anbindung des Kindergartens und der Kindertagesstätte hat.

Eine Anhebung der sehr niedrigen Wärmebelegungsdichte, welche für die Trassenführung entlang der Haslaustraße ausgewiesen werden kann (ca. 0,4 MWh_{th}/(ma); vgl. Kapitel 3.1), ist lediglich in einem geringen Umfang anzunehmen (bei 60 % AQ gemittelt ca. 0,5 MWh_{th}/ma).

Hinweis:

Aufgrund des ländlich geprägten Charakters des Ortes Fridolfing bzw. des Untersuchungsgebiets, ist darüber hinaus davon auszugehen, dass ein nicht unerheblicher Anteil der Liegenschaften über separate Zusatzheizanlagen verfügt (z. B. Kamin- und Kachelöfen). Da diese Anlagen in der Regel auch bei einem Anschluss an einen Wärmeverbund meist in ähnlichem Umfang genutzt werden, kann dies die abzusetzende Wärmemenge nochmals reduzieren.

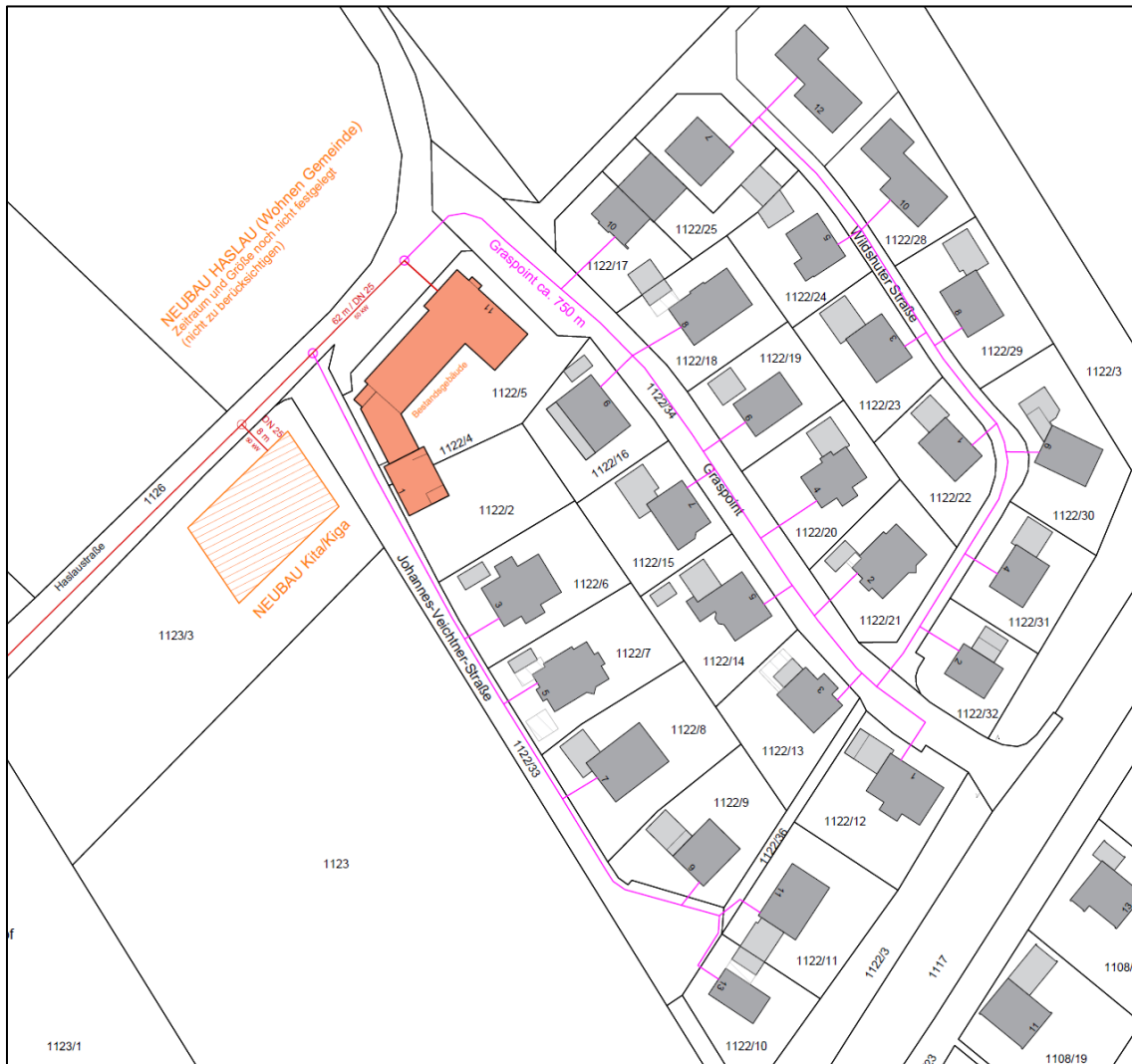


Abbildung 13: Untersuchungsgebiet Graspoint - Erweiterung Kindergarten / Kindertagesstätte inkl. potenziellem Trassenverlauf

In der weiteren Betrachtung wird der Anschluss des Wohngebiets Graspoint sowie des Kindergartens und der Kinderkrippe an das Bestandsnetz, mit Ausnahme der Variante eines möglichen Wärmebezugs mittels Geothermie, nicht weiter berücksichtigt.

3.6 Insellösung - Gemeindewiese

Bei nicht zustande kommen eines Anschlusses der Liegenschaften der Gemeindewiese an den Verbund der EZF (z. B. kein weiterer Ausbau der Heizleistung möglich) ist der Wärmebedarf in den Liegenschaften selbst zu decken. Als Möglichkeit zur Sicherstellung der Wärmeversorgung kann neben einer Einzelversorgung (jede LS hat einen eigenen Wärmeerzeuger) auch eine Verbundlösung im kleinen Maßstab (z. B. als sog. Gebäudenetz) umgesetzt werden. Dieser kleine Wärmeverbund ist an dieser Stelle als „Insellösung“ bezeichnet und umfasst lediglich die Liegenschaften, welche auf den Flurstücken 1239, 1239/6 und 1235/2 geplant sind.

Die Versorgung sowohl der gemeindlichen Liegenschaften als auch des Seniorenzentrums soll auf Basis einer gemeinsamen Heizzentrale im Gebäude des Seniorenzentrums erfolgen. Beispielhaft kann eine mögliche Einbindung anschließender Skizze entnommen werden (vgl. Abbildung 14).



Abbildung 14: Skizzierte Darstellung der Insellösung „Gemeindewiese“

Energiebedarfswerte der Liegenschaften im Bereich der Gemeindewiese:

- Nordgebäude Gemeinde:	42.390 kWh _{th} /a
- Südgebäude Gemeinde:	46.110 kWh _{th} /a
- Seniorenwohnheim mit Tagespflege:	425.470 kWh _{th} /a
- Betreutes Wohnen:	62.620 kWh _{th} /a

Insgesamt ergibt sich ein künftig zu erwartender Wärmebedarf in Höhe von ca. 576,6 MWh_{th} pro Jahr sowie ein abgeschätzter Leistungsbedarf von ca. 360 kW_{th} zur Versorgung des Betrachtungsgebiets.

Für die Anbindung der Liegenschaften untereinander werden rund 65 m Wärmetrasse benötigt. Bei einer berücksichtigten Betriebstemperatur von 60°C (VL) / 40°C (RL) ist ein Trassenwärmeverlust von ca. 3,3 % (4,8 MWh_{th}/a; DUO-Ausführung Dämmstufe 3; DN 32/25) zu beachten. Bei Niedertemperaturheizsystem und dezentral ausgeführter Warmwasserbereitung ggf. weiter absenkbar (bei Einbindung von Wärmepumpensystemen zu bevorzugen; Effizienzsteigerung bzgl. Anlagenbetrieb).

Der prognostizierte, jährliche Gesamtwärmebedarf der Verbundlösung für die Liegenschaften der Gemeindewiese beziffert sich inkl. Trassenwärmeverluste auf rund 581,4 MWh_{th}.

Anhand der so genannten Gradtagmethode erfolgt anschließend die Darstellung monatlicher Bedarfswerte, welche aus dem Jahresheizwärmebedarf abgeleitet werden. Der Wärmebedarfsanteil zur Trinkwarmwasserbereitung wird, wie auch die Wärmeverluste im Leitungsnetz, vereinfacht konstant über das Jahr hinweg verteilt (vgl. Abbildung 15).

Hinweis:

Um mögliche Beeinträchtigungen der Anwohner durch Anlieferung von Brennstoffen (z. B. Biomasse) auf ein möglichst niedriges Maß zu begrenzen, soll diese über eine Zufahrt aus Richtung der Gemeindegebäude an der Simon-Spannbrucker-Straße erfolgen (vgl. Abbildung 14).

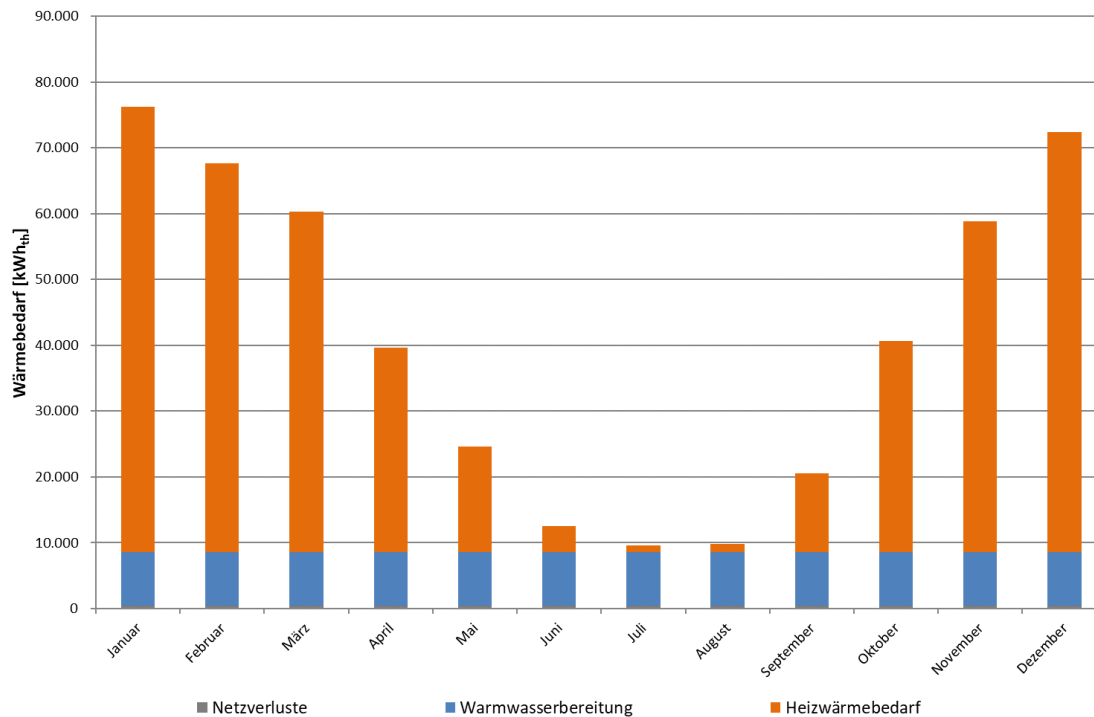


Abbildung 15: Prognostizierte, monatliche Wärmebedarfswerte der Liegenschaften im Bereich der Gemeindewiese

Anhand des monatlichen Gesamtwärmebedarfs wird die geordnete Jahresdauerlinie des thermischen Energiebedarfs erstellt. Hierbei entspricht die Fläche unter der Jahresdauerlinie dem Jahresnutzwärmebedarf. Werden Wärmeerzeuger in der Grafik flächendeckend eingetragen, kann auf die Laufzeiten und den Anteil an der Jahreswärmebereitstellung der einzelnen Wärmeerzeuger geschlossen werden (vgl. Kapitel 5.1). Die abzubildende Spitzenleistung richtet sich nach Kennwerten der Kesselvollbenutzungsstunden und dem Wärmebedarf. Dies beruht nicht auf einer Heizlastberechnung nach DIN 12831 und ersetzt nicht die technische Detailplanung. In Abbildung 16 ist die geordnete Jahresdauerlinie für die Liegenschaften der Gemeindewiese dargestellt.

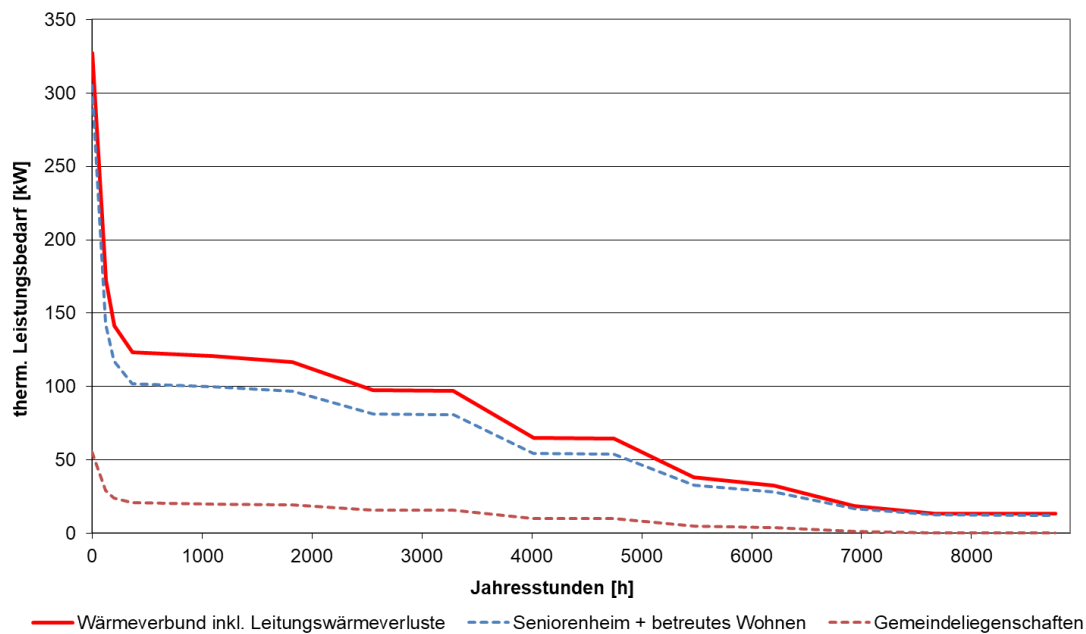


Abbildung 16: Geordnete Jahresdauerlinie des Gesamtwärmebedarfs der Liegenschaften im Bereich der Gemeindewiese

Hinweis:

Eine Anbindung des Pfarrheims kann über den Aufbau einer kleinen Verbundlösung auf der Gemeindewiese optional erfolgen. Jedoch ist anzumerken, dass sich für diese Anbindung, bedingt durch den niedrigen Nutzwärmebedarf der Liegenschaft (ca. 21.420 kWh_{th}/a), eine sehr niedrige Wärmebelegungs-dichte von ca. 0,315 MWh_{th}/(ma) ergibt. Es kann somit festgehalten werden, dass eine Anbindung lediglich bei einem entsprechend gestalteten Anschlusskostenbeitrag oder aber einem erhöhten Wärmepreis wirtschaftlich vertretbar ist. Grundsätzlich kann eine eigenständige Wärmeversorgung beruhend auf regenerativen Energien ggf. eine bessere Wahl darstellen. Das Pfarrheim wird daher bei der Kalkulation der Insellösung Gemeindewiese zunächst nicht weiter berücksichtigt.

3.7 Insellösung - Kindergarten und Kindertagesstätte

Wie sich bereits in Bezug auf eine mögliche Versorgung des Kindergartens und der Kindertagesstätte durch die EZF herausgestellt hat, ist eine Anbindung an diese mit einer sehr niedrigen Wärmebelegungs-dichte der Wärmetrasse verbunden. Im Folgenden wird daher näher auf einen Verbund zwischen den beiden Liegenschaften selbst als künftige Wärmeversorgungsstrategie eingegangen. Eine Einzelversor-gung der Liegenschaften ist nicht angestrebt, da die Wärmeerzeuger im Bestandsgebäude ebenfalls aus-getauscht werden sollen. Der kleine Wärmeverbund ist an dieser Stelle ebenso wie im vorangegangenen Kapitel als „Insellösung“ bezeichnet und umfasst lediglich die Liegenschaften, welche auf den Flurstü-cken bereits bestehen (1122/2, 1122/4, 1122/5) oder geplant (1123/3) sind.

Der bestehende Kindergarten wird aktuell mittels einer Luft-Wasser-Wärmepumpe sowie einem Heizöl-kessel als Spitzenlastaggregat mit Wärme versorgt. Eine solarthermische Anlage oder eine Photovolta-ikanlage ist derzeit nicht installiert.

Die Versorgung beider Liegenschaften soll künftig auf Basis einer gemeinsamen Heizzentrale im beste-henden Kindergarten (Graspoint 11) erfolgen. Beispielhaft kann eine mögliche Einbindung anschließen-der Skizze entnommen werden (vgl. Abbildung 17).

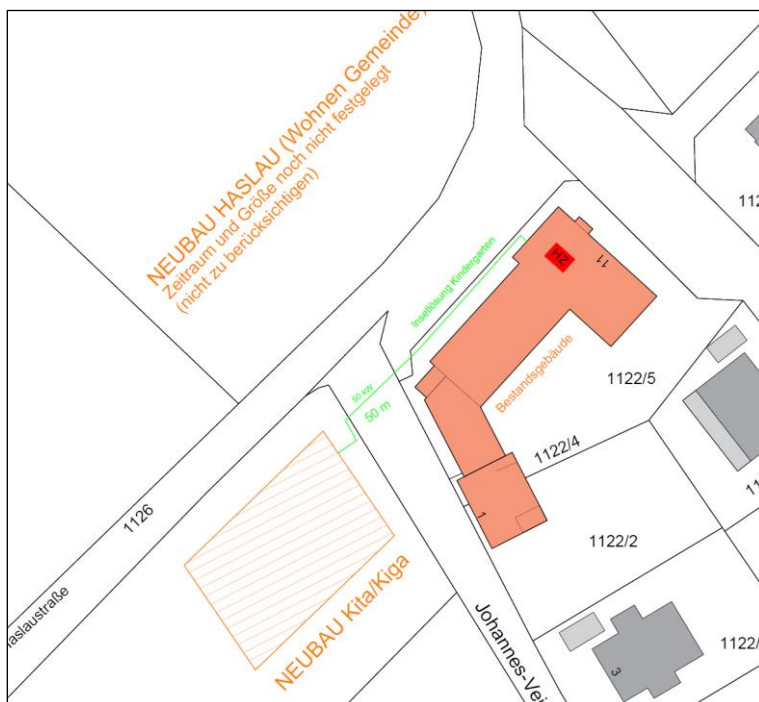


Abbildung 17: Skizzierte Darstellung der Insellösung „Kindergarten und Kindertagesstätte“

Auf Basis der in Kapitel 2.2.2.2 angeführten Daten zum Energiebedarf in den Liegenschaften ergibt sich ein künftig zu erwartender Gesamtwärmebedarf in Höhe von ca. 135,7 MWh_{th} pro Jahr sowie ein abgeschätzter Leistungsbedarf von ca. 100 kW_{th}.

Für die Anbindung der Liegenschaften untereinander werden rund 50 m Wärmetrasse berücksichtigt. Bei einer Betriebstemperatur von 60°C (VL) / 40°C (RL) ist ein Trassenwärmeverlust von ca. 5,6 % (3,8 MWh_{th}/a; DUO-Ausführung Dämmstufe 3; DN 32) zu beachten.

Der prognostizierte, jährliche Gesamtwärmebedarf der Verbundlösung für die Liegenschaften der Gemeindewiese beziffert sich inkl. Trassenwärmeverluste auf rund 139,5 MWh_{th}.

Anhand der sogenannten Gradtagmethode erfolgt anschließend die Darstellung monatlicher Bedarfswerte, welche aus dem Jahresheizwärmebedarf abgeleitet werden. Der Wärmebedarfsanteil zur Trinkwarmwasserbereitung wird, wie auch die Wärmeverluste im Leitungsnetz, vereinfacht konstant über das Jahr hinweg verteilt (vgl. Abbildung 18).

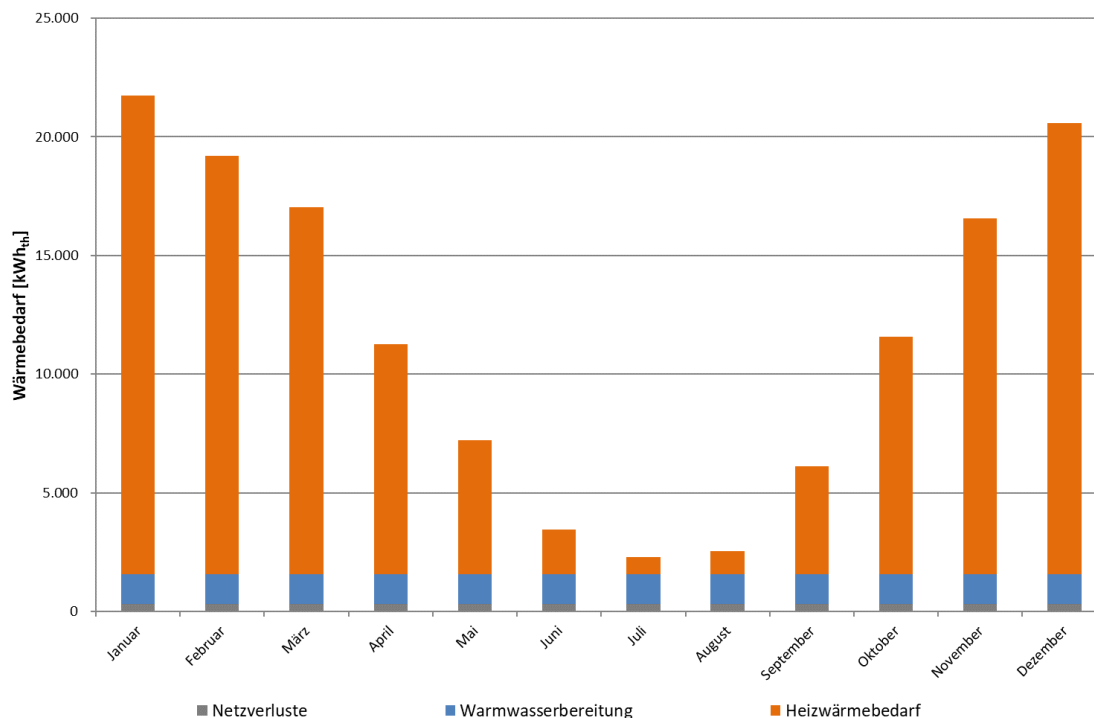


Abbildung 18: Prognostizierte, monatliche Wärmebedarfswerte der Liegenschaften Kindergarten und Kindertagesstätte

Anhand des monatlichen Gesamtwärmebedarfs wird die geordnete Jahresdauerlinie des thermischen Energiebedarfs erstellt. Hierbei entspricht die Fläche unter der Jahresdauerlinie dem Jahresnutzwärmebedarf.

Werden Wärmeerzeuger in der Grafik flächendeckend eingetragen, kann auf die Laufzeiten und den Anteil an der Jahreswärmebereitstellung der einzelnen Wärmeerzeuger geschlossen werden (vgl. Kapitel 5.2). Die abzubildende Spitzenleistung richtet sich nach Kennwerten der Kesselvollbenutzungstunden und dem Wärmebedarf. Dies beruht nicht auf einer Heizlastberechnung nach DIN und ersetzt nicht die technische Detailplanung. In Abbildung 19 ist die geordnete Jahresdauerlinie für die Liegenschaften der Gemeindewiese dargestellt.

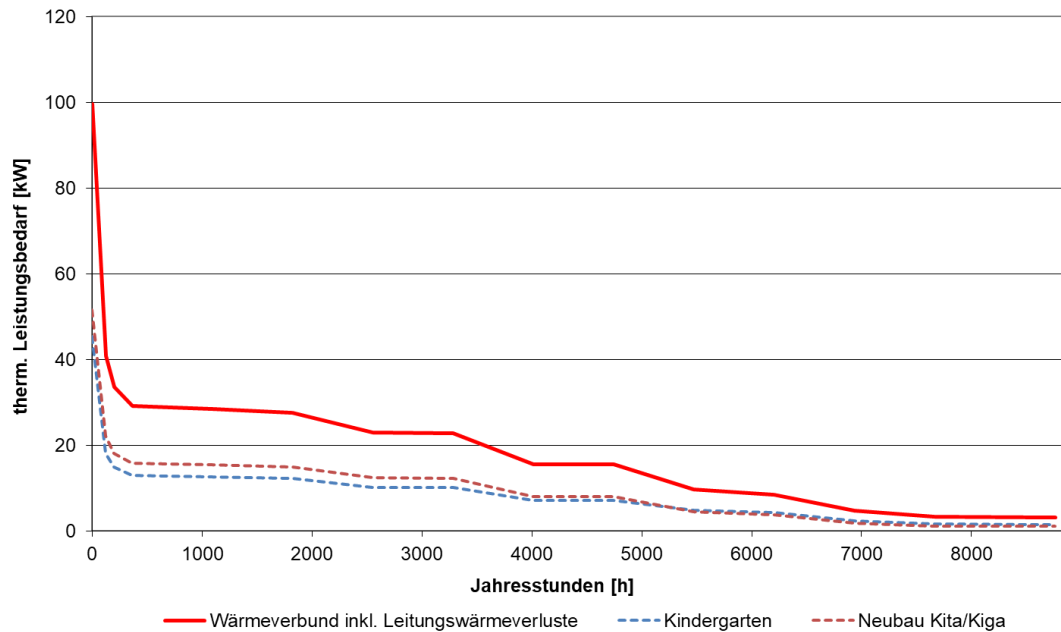


Abbildung 19: Geordnete Jahresdauerlinie des Gesamtwärmebedarfs der Liegenschaften Kindergarten und Kindertagesstätte

4 Zentrale Versorgungslösungen

In diesem Kapitel werden die verschiedenen, bereits ausführlich dargestellten Versorgungsszenarien sowohl hinsichtlich ökonomischer als auch ökologischer Aspekte bewertet. Hierbei gilt es wichtige Parameter betreffend einer späteren Umsetzung auszuloten und in Abhängigkeit der jeweiligen Randbedingungen abzubilden. Ziel ist es, dem Gemeindegremium eine fundierte Entscheidungsgrundlage anhand möglichst detaillierter und vielfältiger Bewertungskriterien bereit zu stellen.

4.1 Erweiterung des Wärmeverbundes der EZF

Wie bereits in Kapitel 3.1 dargestellt, kann der Aufbau einer eigenständigen Verbundlösung zwischen den Liegenschaften an der Gemeindegewiese und dem Kindergarten bzw. der Kinderkrippe aus energetischer Sicht nicht empfohlen werden. Grund hierfür ist die zu erwartende, sehr niedrige Wärmebelegungsichte zur Anbindung der Liegenschaften. Durch eine Erweiterung des Versorgungsgebiets auf die benachbarte Wohnbebauung („Graspoint“) kann die relevante Wärmebelegungsichte nur bei einer Anschlussquote > 60 % etwas angehoben werden (realistisch kaum zu erwarten).

Eine Anbindung sowohl der Liegenschaften an der Gemeindegewiese als auch des Kindergartens / der Kinderkrippe (und ggf. darüber hinaus) soll nach Vorgabe des AG (Gemeinderatssitzung vom 15.09.2021) somit lediglich perspektivisch bei einem Anschluss der EZF an die Geothermie-Fernleitung in Betracht gezogen werden.

Um das zu erwartende Kostenniveau einer Anbindung der neuen Liegenschaften an die EZF auch im Hinblick auf mögliche Inselversorgungslösungen abzubilden, wird an dieser Stelle (soweit möglich) ebenfalls eine Kalkulation zu den ökonomischen und ökologischen Ergebnissen angestellt.

Eine Darstellung möglicher Wärmegestehungskosten kann an dieser Stelle lediglich näherungsweise erfolgen (nicht EZF selbst), da der Anlagenbetreiber einer sekundären Heizzentrale nach aktuellem Kenntnisstand als Wärmelieferant agiert (Annahme: Wärmebezugspreis 6,0 Cent/kWh_{th}).

Ein denkbarer Trassenverlauf zur Anbindung der Liegenschaften in der Simon-Spannbrucker-Str. und der Haslaustraße ist in Abbildung 2 (Kapitel 2.1) anschaulich im Lageplan einsehbar.

Die Anbindung wird für die hier durchgeführte Kalkulation in zwei Abschnitte unterteilt:

- Abschnitt 1: Anbindung Gemeindegewiese
- Abschnitt 2: Anbindung Kindergarten / Kinderkrippe (inkl. Pfarrheim)

Eine detaillierte Betrachtung des Wohngebiets „Graspoint“ erfolgt zunächst nicht.

4.1.1 Dimensionierung Trassenführung / Randbedingungen

Die Trassenführung zur Erweiterung der Verbundlösung beginnt am bereits bestehenden Trassenanschlusspunkt in der Rupertstraße (vgl. Abbildung 2 (Kapitel 2.1); Format DN125; bis zu 2.080 kW_{th}), Angaben zur Leitungsdimensionierung sowie weiteren, in den Berechnungen berücksichtigten Betriebsparameter sind Kapitel 2.2 zu entnehmen.

Detaillierte Angaben zum Energiebedarf der Liegenschaften sowie Parameter, die die Trassenanbindung im Gebietsumgriff betreffen sind in Kapitel 3.1 hinreichend beschrieben.

Annahme für die Anbindung des Abschnitt 1:

Der Wärmebedarf der Liegenschaften an der Gemeindewiese wird auf Grundlage der Erweiterung des Wärmeverbundes mittels einer zweiten Heizzentrale (vgl. Kapitel 3.3.3) gedeckt.

Als Energieträger kommt Biomasse zum Einsatz (Hackgut).

Der Gesamtwärmebedarf inkl. Trassenwärmeverluste beträgt 596,1 MWh_{th}/a.

Annahme für die Anbindung des Abschnitt 2:

Der Wärmebedarf der Liegenschaften Kindergarten, Kindertagesstätte und Pfarrheim wird auf Grundlage der Erweiterung des Wärmeverbundes mittels einer Anbindung an die Geothermieanlage Kirchschoring (vgl. Kapitel 3.4) gedeckt.

Als Energieträger kommt 100 % Abwärme aus Geothermie zum Einsatz.

Der Gesamtwärmebedarf inkl. Trassenwärmeverluste beträgt 202,8 MWh_{th}/a.

4.1.2 Ökonomische Bewertung (Investitionskostenschätzung)

Für die Durchführung der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung in Anlehnung an die VDI-Richtlinie 2067 gelten die in Anhang A erläuterten Grundannahmen. Abweichend festgelegte Randbedingungen zur ökonomischen Bewertung werden im Folgenden ergänzend erläutert und dargestellt.

Für die Wirtschaftlichkeitsberechnung gelten zusätzlich folgende Grundannahmen:

In den nachfolgend angestellten Berechnungen wird für den Arbeitspreis der hypothetische Wärmebezugspreis je Versorgungslösung (sek. Heizzentrale / Geothermie) ergänzt durch die kalkulierten Netzdurchleitungskosten (vgl. Kapitel 4.2 und 4.3) angesetzt. Bezüglich eines monatlichen Grund- und Leistungsentgeltes wird sich am vorliegenden Preisblatt der EZF orientiert.

Folgende (netto) Kosten sind hierbei genannt (Preisblatt EZF – Stand 2011):

- Monatlicher Grund- und Leistungspreis pro kW_{th}:

4,50 €/kW _{th} (bis 25 kW _{th})
4,30 €/kW _{th} (26 kW _{th} - 200 kW _{th})
4,10 €/kW _{th} (ab 201 kW _{th})

Etwaige Baukostenzuschüsse seitens der künftigen Anschlussnehmer sind in den Kalkulationen zum derzeitigen Stand entsprechend der im Preisblatt der EZF ausgewiesene Anschlusskostenbeiträge ebenso pauschal berücksichtigt.

Abschnitt 1:

Zur Bestimmung der zu erwartenden Vollkosten für die Versorgung des Abschnittes 1 (Gemeindewiese) sind über die derzeitigen Bereitstellungskosten im Verbund der EZF auch die Ausgaben für einen Anschluss der sekundären Heizzentrale sowie die damit einhergehenden Aufwendungen für den externen Wärmebezug über den Wärmelieferanten zu berücksichtigen.

Kostenparameter zur Anbindung der sekundären Heizzentrale:

- Netzdurchleitungskosten: ca. 2,2 Cent/kWh_{th}
- Arbeitspreis Wärme (Wärmelieferung): 6,0 Cent/kWh_{th}

Die folgende Kalkulation basiert somit auf einer ersten Kostenschätzung welche einen Wärmebezugspreis in Höhe von ca. 8,2 Cent/kWh_{th} sowie einen monatlichen Grund- und Leistungspreis lt. dem Preisblatt der EZF berücksichtigt.

Für eine Anbindung der Gemeindewiese kann nach Auskunft des AG als möglicher Energieträger Biomasse in Form von Hackgut berücksichtigt werden (vgl. Kapitel 3.3.3).

Abschnitt 2:

Eine Ausführung des Abschnittes 2 (Kindergarten, Kindertagesstätte und Pfarrheim) erfolgt ausschließlich bei Anschluss der EZF an die Fernleitung zur Anbindung an die Geothermieanlage in Kirchanschöring.

Kostenparameter zur Anbindung mittels Fernleitung-Geothermie:

- | | |
|---------------------------------------|--------------------------------|
| - Netzdurchleitungskosten: | ca. 5,7 Cent/kWh _{th} |
| - Arbeitspreis Wärme (Wärmelieferung) | 3,4 Cent/kWh _{th} |

Die folgende Kalkulation basiert somit auf einer ersten Kostenschätzung welche einen Wärmebezugspreis in Höhe von ca. 9,1 Cent/kWh_{th} sowie einen monatlichen Grund- und Leistungspreis lt. dem Preisblatt der EZF berücksichtigt.

Hinweis:

*Kosten für Tiefbau weisen in der jüngeren Vergangenheit eine z. T. hohe Volatilität auf. Die Kostenkalkulation beinhaltet mittlere Kosten pro Meter Wärmetrasse inkl. Material, Einbringung und Erdarbeiten in Höhe von **ca. 410 €/m_{Trasse}** (niedriger angesetztes Kostenniveau da Straßenausbauarbeiten bzw. -erneuerungen am Trassenverlauf geplant sind). Bei Umsetzung ist in jedem Fall auf eine kosteneffiziente Trassenführung zu achten (z. B. möglichst kurze Anbindung; unversiegelte Flächen nutzen; Querungen weiterer Versorgungsleitungen minimieren; Leitungsverlegung in Zusammenspiel mit weiteren, geplanten Baumaßnahmen).*

4.1.2.1 Investitionskostenprognose

Kostenprognose für Abschnitt 1:

Abbildung 20 zeigt die prognostizierten Investitionskosten für die Trassenanbindung inkl. Hausübergabestationen sowie anlagentechnische Anpassungen zur Einbindung in den Verbund der EZF.

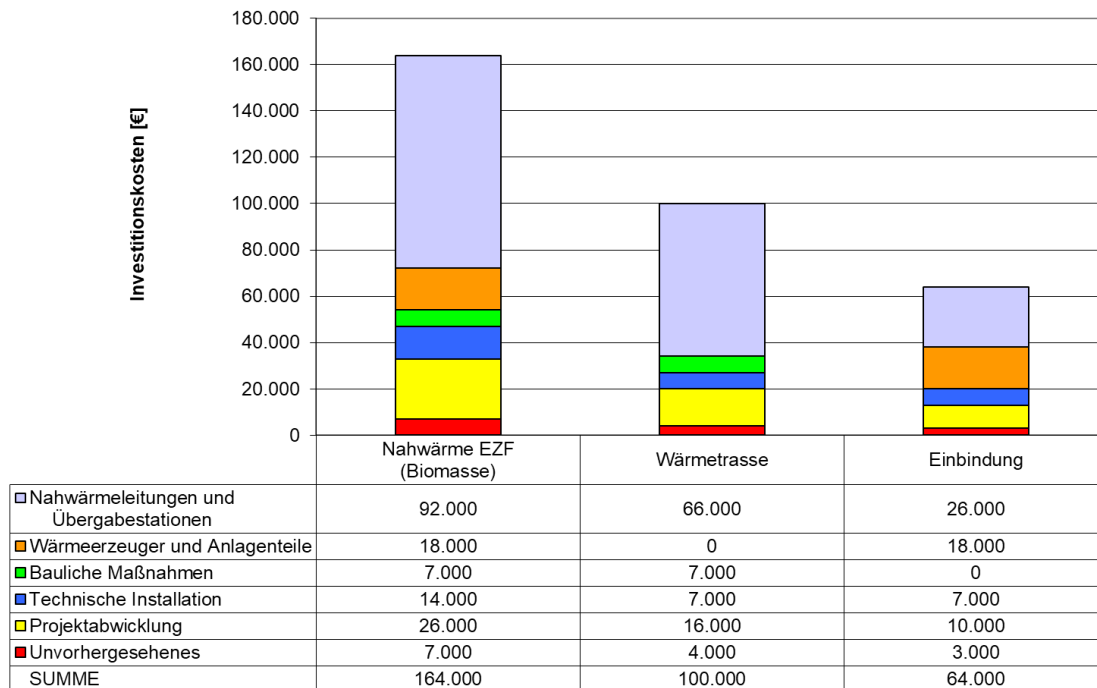


Abbildung 20: Anbindung Abschnitt 1 an EZF (Übergabepunkt Rupertstraße) - prognostizierte Investitionskosten

Ferner können in der Kalkulation für die Anbindung der Liegenschaften in Abschnitt 1 Fördermittel in Höhe von rund 16.800 € berücksichtigt werden (Investitionskostenzuschuss; KfW-Förderprogramm Erneuerbare Energien Premium). Auf Grundlage einer detaillierten Prüfung ist es zudem möglich, unter Einhaltung der jeweils gültigen Fördervoraussetzungen (z. B. Anlagentechnik und Wärmebelegungs-dichte), ggf. weitere Fördermittel zu erhalten. Hierzu sind jedoch konkretere Vorgaben seitens der Wärmelieferung und der tatsächlichen Abnahme notwendig. Im Raum stehen hier z. B. Fördermittel des Landes auf Grundlage der Richtlinie BioKlima Bayern (voraussichtliche Verlängerung im 1. Quartal 2022). In den Kalkulationen ist ein Baukostenzuschuss (BKZ) in Höhe von 15.000 € beachtet.

Kostenprognose für Abschnitt 2:

Abbildung 21 zeigt die prognostizierten Investitionskosten für die Trassenanbindung inkl. Hausübergabestationen sowie anlagentechnische Anpassungen zur Einbindung in den Verbund der EZF.

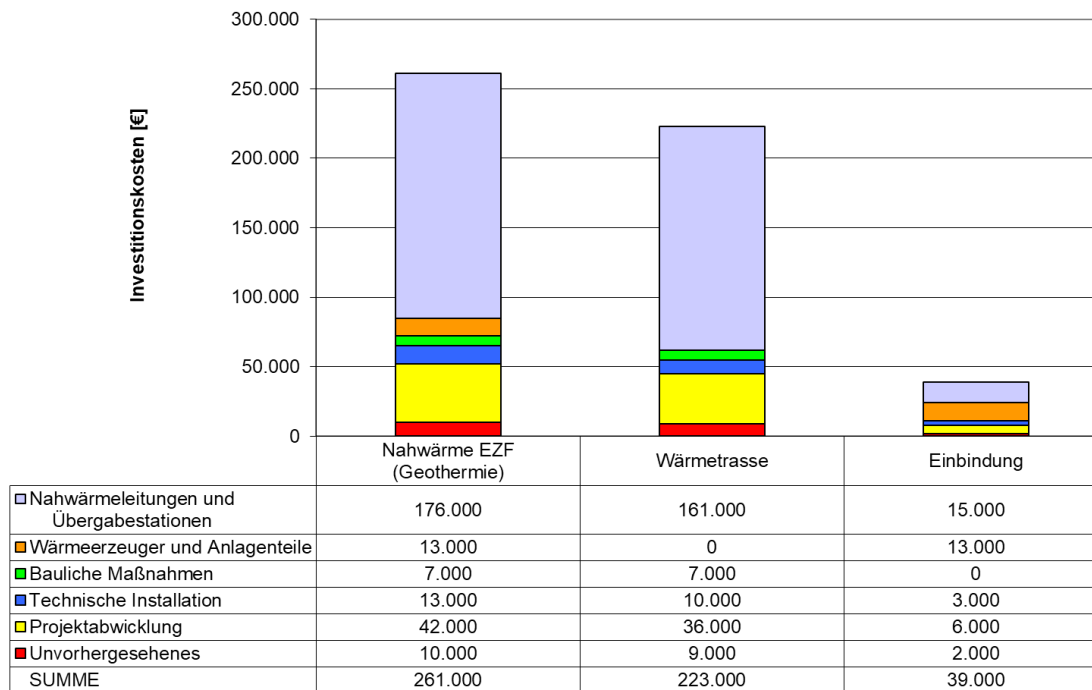


Abbildung 21: Anbindung Abschnitt 2 an EZF (Übergabepunkt Rupertstraße / Simon-Spannbrucker-Str.) – prognostizierte Investitionskosten

Ferner kann in der Kalkulation für die Anbindung der Liegenschaften in Abschnitt 2 nach derzeitigen Vorgaben im Rahmen des Anschlusses an ein Wärmenetz der 4. Generation (Fernleitung Geothermie) auch die Netzerweiterung, welche in direktem Zusammenhang durchgeführt wird, erfolgen. So ergeben sich potenzielle Investitionsfördermittel in Höhe von rund 98.000 € (Wärmenetze 4.0 - Transformation von Bestandsnetzen inkl. Ausbau; 100 % bei EE \approx 38 % Förderquote).

Auf Grundlage einer detaillierten Prüfung ist es darüber hinaus aktuell nicht möglich, unter Einhaltung der jeweils gültigen Fördervoraussetzungen (z. B. Anlagentechnik und / oder Wärmebelegungsichte $>0,5 \text{ MWh}_{\text{th}}/(\text{ma})$), ggf. weitere Fördermittel für den Ausbau der Wärmeverbundlösung in diesem Bereich zu erhalten. Für eine gesicherte Betrachtung hierzu sind jedoch konkretere Vorgaben seitens der Wärmelieferung und der tatsächlichen Abnahme notwendig.

In den Kalkulationen ist ein Baukostenzuschuss in Höhe von 8.500 € beachtet.

Nach derzeitigem Stand ist es zudem möglich für den Anschluss und die Einbindung einer Wärmeverbundlösung zur Wärmeversorgung der Bestandsgebäude einen Zuschuss über die BEG-Förderung zu erhalten (Bundesförderung für effiziente Gebäude). Da in beiden Liegenschaften eine fossile Energieversorgung auf Basis des Energieträgers Heizöl außer Betrieb gesetzt wird, können hier mitunter bis zu 45 % der ansatzfähigen Kosten geltend gemacht werden.

Hinweis:

In diesem Planungsstadium kann der Aufwand für die Errichtung der Wärmeversorgungsstruktur nur näherungsweise festgelegt werden, wodurch die kalkulierten Kosten von den realen Kosten abweichen können. Die im Rahmen der vorliegenden Machbarkeitsstudie angenommenen Nettoinvestitionskosten basieren ebenso wie die Wärme- und Betriebskosten auf durchschnittlichen Marktpreisen und nicht auf konkreten Angebotsvorlagen. In der tatsächlichen Umsetzung, die von einer Ausschreibung eingeleitet wird, können die Kosten daher von den hier kalkulierten abweichen.

4.1.2.2 Jährliche Ausgaben

Aus den Investitionskosten werden nach der Annuitätenmethode die jährlichen Kapitalkosten gebildet, die sich zusammen mit den Betriebskosten, den verbrauchsgebundenen Kosten und den sonstigen Kosten, die nach den wirtschaftlichen Grundannahmen berechnet werden, zu den Jahresgesamtkosten addiert. Auf Basis der Kalkulation ergeben sich für den Betrieb der Wärmetrasse unter Berücksichtigung der genannten Randbedingungen folgende Kostenfaktoren (gerundet).

Abschnitt 1:

- | | |
|--|-----------------------------------|
| - Kapitalgebundene Kosten: | ca. 6.100 €/a |
| - Verbrauchsgebundene Kosten: | ca. 49.700 €/a |
| → davon Wärmebezug der LS: | ca. 47.300 €/a |
| - Betriebsgebundene Kosten: | ca. 19.500 €/a (inkl. Grundpreis) |
| - Sonstige Kosten (Verwaltung, Versicherung etc.): | ca. 1.000 €/a |

In Summe ergibt sich für die Liegenschaften in Abschnitt 1 ein jährliches Kostenniveau in Höhe von rund 76.300 €/a (Jahresgesamtkosten).

Unter Beachtung der zuvor genannten Investitionsfördermittel und dem pauschal berücksichtigten BKZ kann der aufzuwendende Betrag nur geringfügig auf rund 74.700 €/a reduziert werden.

Abschnitt 2:

- | | |
|--|----------------------------------|
| - Kapitalgebundene Kosten: | ca. 8.200 €/a |
| - Verbrauchsgebundene Kosten: | ca. 18.800 €/a |
| → davon Wärmebezug der LS: | ca. 14.300 €/a |
| - Betriebsgebundene Kosten: | ca. 6.800 €/a (inkl. Grundpreis) |
| - Sonstige Kosten (Verwaltung, Versicherung etc.): | ca. 2.000 €/a |

In Summe ergibt sich für die Liegenschaften in Abschnitt 2 ein jährliches Kostenniveau in Höhe von rund 35.800 €/a (Jahresgesamtkosten).

Unter Beachtung der zuvor genannten Investitionsfördermittel und dem pauschal berücksichtigten BKZ kann der aufzuwendende Betrag nur geringfügig auf rund 32.500 €/a reduziert werden.

Die verbrauchsgebundenen Kosten umfassen in dieser Betrachtung neben dem über das Jahr hinweg aufzuwendenden Hilfsenergieanteil (Strombezug für Pumpen, Regelung, Überwachung und Anlagentechnik) und dem Wärmebezug zum Ausgleich der Trassenwärmeverluste auch den Anteil Nutzwärme zur Versorgung der Liegenschaften (→ Bezug auf Gesamtwärmebedarf der Abschnitte).

4.1.2.3 Jahresgesamt- und Netzdurchleitungskosten

Wie bereits beschrieben ergeben sich die Jahresgesamtkosten aus der Summe der jährlichen kapitalgebundenen-, betriebsgebundenen-, verbrauchsgebundenen und sonstigen Kosten. Aus den Jahresgesamtkosten werden die spezifischen Wärmegestehungskosten ermittelt, die die Kosten pro Kilowattstunde bereitgestellter Nutzwärme beziffern. Die spezifischen Wärmegestehungskosten dienen als wichtigste Kenngröße zur Ermittlung der Wirtschaftlichkeit von Wärmeversorgungsanlagen. So müssen sich alternative Konzepte zur Wärmebereitstellung stets an den spezifischen Wärmegestehungskosten der Referenzvariante, in vorliegendem Fall den mittleren, dezentralen Wärmegestehungskosten (siehe Kapitel 5), messen.

Die kalkulierten Jahresgesamt- und Wärmegestehungskosten belaufen sich für Abschnitt 1 auf:

- Jahresgesamtkosten: ca. 76.300 €/a ca. 74.700 €/a (inkl. Fördermittel)
- Wärmegestehungskosten: ca. 13,2 Cent/kWh_{th} ca. 13,0 Cent/kWh_{th} (inkl. Fördermittel)

Die kalkulierten Jahresgesamt- und Wärmegestehungskosten belaufen sich für Abschnitt 2 auf:

- Jahresgesamtkosten: ca. 35.800 €/a ca. 32.500 €/a (inkl. Fördermittel)
- Wärmegestehungskosten: ca. 22,7 Cent/kWh_{th} ca. 20,7 Cent/kWh_{th} (inkl. Fördermittel)

Um die anhand der Kalkulation ermittelten Wärmegestehungskosten (Vollkosten) ggf. noch abzusenken, sind verschiedene Ansätze möglich.

1. Prüfung und Inanspruchnahme weiterer, kommunenspezifischer Fördermittel (z. B. Dorferneuerung, Kommunalrichtlinie etc.) zur Absenkung des Eigenanteils der Investitionssumme
2. Mitunter deutliche Anhebung der Baukostenzuschüsse zur Senkung der Kapitalkosten und so letztendlich auch der WGK (Eigenanteil Investitionssumme ↓).
3. Wärmeeinkauf günstiger gestalten. Bisweilen ist der den Kalkulationen zugrunde liegende Wärmebezugspreis der sekundären Heizzentrale / EZF (Geothermie) günstiger anzusetzen.
4. Erhöhung des Nutzwärmeabsatzes entlang der Wärmetrasse durch Einbindung weiterer Liegenschaften entlang des Trassenverlaufs oder in direkter Umgebung
5. Senkung der Netzdurchleitungskosten bei Anbindung der Geothermieanlage durch signifikante Wärmeabsatzsteigerung / Ausbau des Wärmeverbundes (Industrie- und Gewerbebetriebe)

Die abgebildeten Wärmegestehungskosten sind daher als Näherung zu betrachten, welche eine Orientierung ermöglichen, jedoch noch keine belastbare Aussage hinsichtlich der schlussendlich zu erwartenden Wärmebezugskosten bzw. Jahresgesamtkosten zulassen.

4.1.2.4 Sensitivitätsbetrachtung

Zur Berücksichtigung von Änderungen hinsichtlich der Höhe der Kapitalkosten sowie potenziellen Preisänderungen beim Wärmebezug (bzw. Bezug notwendiger Energieträger) wird eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt (vgl. Abbildung 22 und Abbildung 23). Diese simuliert den Einfluss des jeweiligen Parameters auf die Netzdurchleitungskosten (in Abhängigkeit der prozentualen Steigerung des Kostenfaktors).

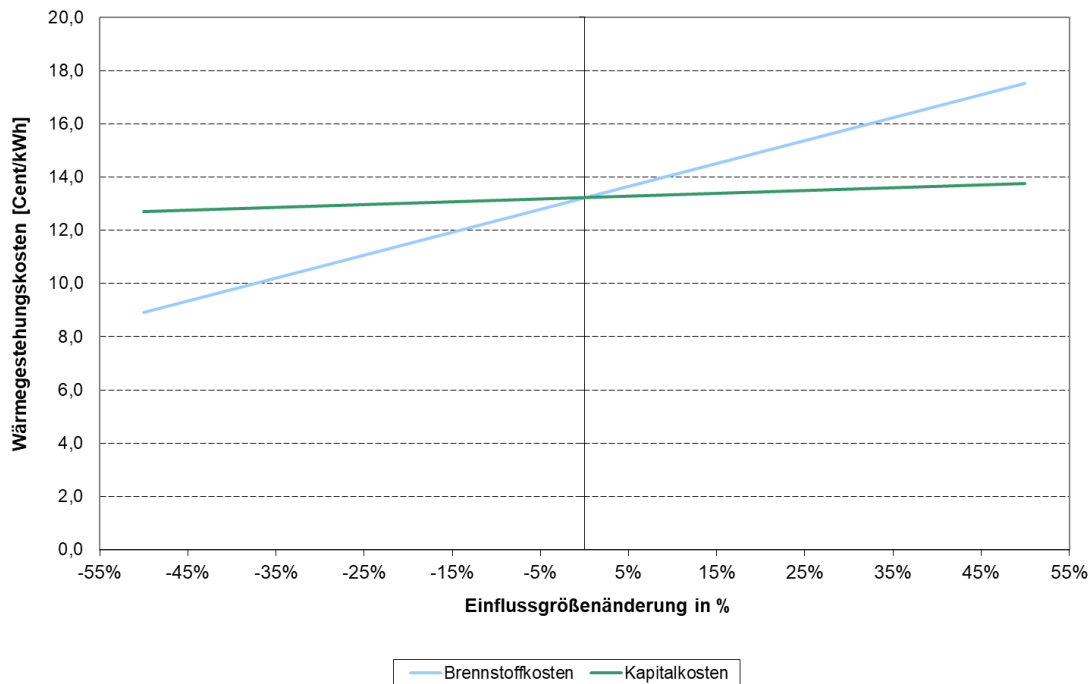


Abbildung 22: Anbindung Abschnitt 1 an EZF (Übergabepunkt Rupertstraße) –Sensitivitätsbetrachtung

Da die Wärmebezugskosten bereits sämtliche Parameter hinsichtlich der Wärmebereitstellung (Anlagenkosten, Kosten für Brennstoffe und Hilfsenergie etc.) beinhalten, haben diese erwartungsgemäß einen sehr starken Einfluss auf die Wärmegestehungskosten der Liegenschaften an der Gemeindewiese. Die abgebildeten Kapitalkosten haben durch die im Vergleich relativ niedrigen, notwendigen Investitionsvolumina lediglich einen geringen Einfluss auf die WGK.

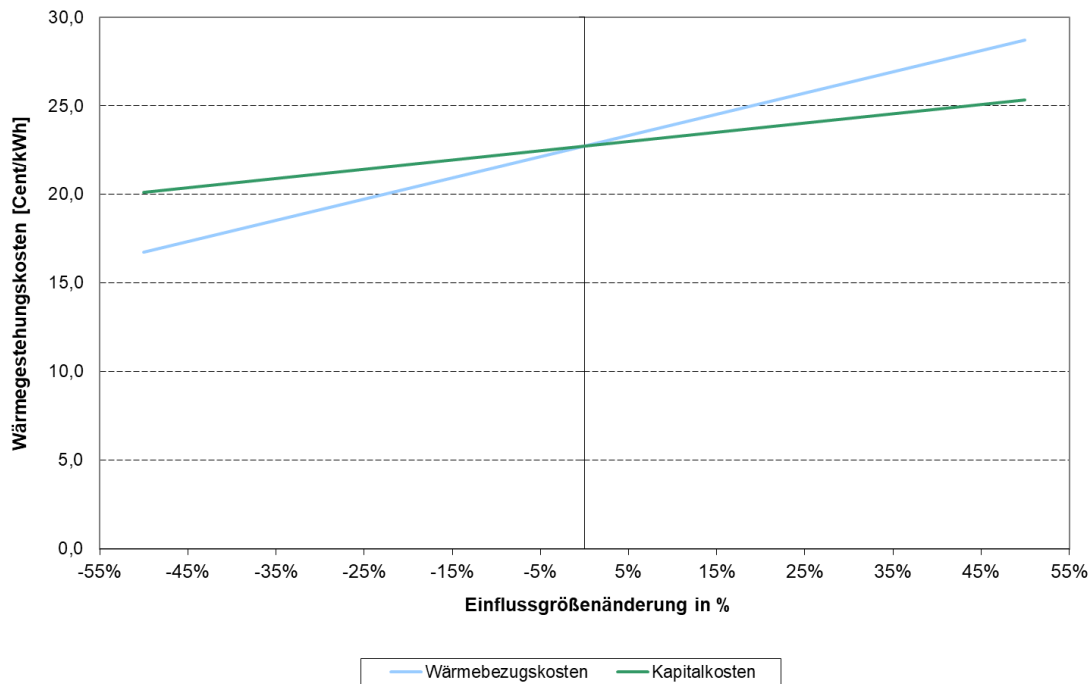


Abbildung 23: Anbindung Abschnitt 2 an EZF (Übergabepunkt Rupertstraße) -Sensitivitätsbetrachtung

Aufgrund der im Vergleich deutlich höheren Investitionsvolumina für die Erschließung des Abschnittes 2 zeigt sich eine etwas höhere Beeinflussung der Wärmegestehungskosten durch eine Variation der Kapitalkosten. Jedoch haben die Wärmebezugskosten auch hier erwartungsgemäß einen starken Einfluss auf die Wärmegestehungskosten der angebotenen Liegenschaften.

Das Vorgehen zum Ablesen des Graphen ist in Anhang C exemplarisch dargestellt.

4.1.3 Ökologische Bewertung (CO₂-Bilanz)

Die Durchführung der ökologischen Bewertung hinsichtlich auftretender Treibhausgas- bzw. CO₂-Emissionen erfolgt auf Grundlage der in Anhang B erläuterten Randbedingungen.

Abschnitt 1:

Im Falle einer Umsetzung der angedachten Versorgungslösung auf Basis des Energieträgers Biomasse in Form von Hackgut kann lt. derzeit gültiger Berechnungsmethode des GEG ein spez. CO₂-Äquivalent von 60 g_{CO2}/kWh_{th} angesetzt werden (Nah- und Fernwärme aus Heizwerken: Erneuerbarer Brennstoff; inkl. Hilfsenergie und Anlagenwirkungsgrade). Da die Versorgung der Liegenschaften aus einem bereits bestehenden Wärmeverbund heraus erfolgt, bezieht sich die Bilanzierung hierbei auf den Nutzwärmebedarf (ausgewiesener Bedarfswert im GEG-Nachweis; Energieverbrauchskennwerte).

Bei einer künftig bereitzustellenden Wärmemenge in Höhe von 576,6 MWh_{th}/a können Treibhausgasemissionen auf Basis des CO₂-Äquivalents von rund 34,6 t_{CO2}/a ausgewiesen werden. Als Referenzvergleich sind die kalkulierten Emissionswerte der dezentralen Insellösung (versch. Versorgungsvarianten) in Kapitel 5.1 heranzuziehen.

Abschnitt 2:

Im Falle einer Umsetzung als Versorgungslösung auf Basis geothermaler Abwärme kann lt. derzeit gültiger Berechnungsmethode des GEG ein spez. CO₂-Äquivalent von 0 g_{CO2}/kWh_{th} CO₂-Emission für den Wärmebezug (inkl. Trassenwärmeverluste) angesetzt werden. Ein Ansatz über die Äquivalentemissionen anhand „Fernwärme aus Nah- und Fernwärme aus Heizwerken: Erneuerbarer Brennstoff“ ist hier nicht zutreffend, da es sich nicht um einen Brennstoff im eigentlichen Sinn handelt (Abwärmenutzung). Effektive CO₂-Emissionen, die im Zusammenhang mit der Wärmegewinnung aus Geothermie stehen (z. B. elektr. Hilfsenergie für Anlagentechnik, Regelung und Steuerung etc.) können zum derzeitigen Stand noch nicht berücksichtigt werden. Diese sind neben einem zu erwartenden Primärenergiefaktor im weiteren Planungsverlauf seitens des Energieversorgers zu nennen.

Für eine näherungsweise Bestimmung zu erwartender Treibhausgasemissionen, die bei einer leitungsgebundenen Wärmeversorgung des Abschnittes 2 über die EZF angeführt werden können, bezieht sich folgende Hochrechnung auf den in Kapitel 4.3.3 dargestellten, spezifischen CO₂-Emissionsfaktor auf Basis einer geothermalen Versorgung des gesamten Verbundes der EZF inkl. Erweiterung. Der angesetzte CO₂-Emissionsfaktor für den Abschnitt 2 beträgt ca. 28,5 g_{CO2}/kWh_{th}. Da die Versorgung der Liegenschaften aus einem bereits bestehenden Wärmeverbund erfolgt, bezieht sich die Bilanzierung hierbei auf den Nutzwärmebedarf (ausgewiesener Bedarfswert im GEG-Nachweis; Energieverbrauchskennwerte).

Bei einer künftig bereitzustellenden Wärmemenge in Höhe von 157,1 MWh_{th}/a können Treibhausgasemissionen auf Basis des CO₂-Äquivalents von rund 4,5 t_{CO2}/a ausgewiesen werden (Anteil Kindergarten und Kindertagesstätte ca. 3,9 t_{CO2}/a). Als Referenzvergleich sind die kalkulierten Emissionswerte der dezentralen Insellösung (versch. Versorgungsvarianten) in Kapitel 5.2 heranzuziehen.

4.2 Erweiterung Verbund um sekundäre Heizzentrale (Römerweg / St.-Johann-Straße)

An dieser Stelle wird zur Bewertung einer möglichen Einbindung der sekundären Heizzentrale auf dem landwirtschaftlichen Anwesen an der St.-Johann-Straße auf die Abbildung der Netzdurchleitungskosten zurückgegriffen. Eine Darstellung möglicher Wärmegestehungskosten kann an dieser Stelle nicht erfolgen, da der Anlagenbetreiber nach aktuellem Kenntnisstand lediglich als Wärmelieferant agiert. D. h. es wird für die hier angestellte Betrachtung davon ausgegangen, dass die Anbindung dieser zweiten Heizzentrale an den Verbund der EZF mit dem Übergabepunkt im Schulgebäude durch die EZF errichtet und betrieben wird. Der Anlagenbetreiber der sekundären Heizzentrale ist lediglich für die Wärmelieferung an einem definierten Übergabepunkt zuständig (Annahme: direkt am Ausgang der Heizzentrale).

Ein denkbarer Trassenverlauf zur Anbindung des Schulstandortes sowie für die bereits beschriebene Vorgehensweise einer Rückspeisung in den Verbund der EZF ist in Abbildung 9 (Kapitel 3.3.3) im Lageplan dargestellt.

4.2.1 Dimensionierung Trassenführung / Randbedingungen

Unter der Vorgabe, dass der bisherige Wärmeabsatz der EZF weiterhin bilanziell durch diese selbst gedeckt werden soll, ergibt sich für die zweite Heizzentrale ein Anteil am künftigen Wärmeabsatz, der in etwa den Anforderungen der Trassenerweiterung an der Gemeindewiese (inkl. Trassenverluste) entspricht. Hinzu kommen auszugleichende Trassenwärmeverluste für die Anbindung der sekundären Heizzentrale an den Übergabepunkt im Schulgebäude sowie die optionale Deckung des bisherigen Spitzenlastanteils der Grund- und Mittelschule.

Zur Versorgung der Liegenschaften an der Gemeindewiese ist näherungsweise eine thermische Leistung von rund $360 \text{ kW}_{\text{th}}$ notwendig (Wärmebedarf $596,1 \text{ MWh}_{\text{th}}/\text{a}$ inkl. Trassenwärmeverluste für die Anbindung). Darüber hinaus ergeben sich Trassenwärmeverluste in Höhe von rund $28,2 \text{ MWh}_{\text{th}}/\text{a}$ für die Anbindung an den Übergabepunkt sowie der Anteil zur bisher fossilen Spitzenlastdeckung am Schulstandort von rund $52,8 \text{ MWh}_{\text{th}}/\text{a}$ (+ ca. $80 \text{ kW}_{\text{th}}$ Spitzenlastbereitstellung).

Aufgrund der bestehenden Anbindung des Schulstandortes an die EZF mittels einer Wärmeleitung im Format DN65 können je nach Betriebsbedingungen im Verbund mindestens $284 \text{ kW}_{\text{th}}$ rückspeist werden (+ Ersatzversorgung Schulstandort $210 \text{ kW}_{\text{th}}$). Es ist somit davon auszugehen, dass eine Deckung der geforderten $360 \text{ kW}_{\text{th}}$ thermischer Leistung für die Liegenschaften an der Gemeindewiese in jedem Fall sichergestellt werden können.

Abnahmeparameter:

- Wärmemenge: min. 677,1 MWh_{th}/a
- Leistung: min. 440 kW_{th} (inkl. ca. 80 kW_{th} Spitzenlast)

Angaben zur Leitungsdimensionierung sowie weiteren, in den Berechnungen berücksichtigten Betriebsparameter sind Kapitel 3.3.3 zu entnehmen.

4.2.2 Ökonomische Bewertung (Netzdurchleitungskosten)

Für die Durchführung der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung in Anlehnung an die VDI-Richtlinie 2067 gelten die in Anhang A erläuterten Grundannahmen. Abweichend festgelegte Randbedingungen zur ökonomischen Bewertung werden im Folgenden ergänzend erläutert und dargestellt.

Für die Wirtschaftlichkeitsberechnung gelten zusätzlich folgende Grundannahmen:

Da in diesem frühen Stadium noch keine fixe Auskunft über einen möglichen Bezugspreis pro kWh_{th} vom Anlagenbetreiber ausgewiesen werden kann erfolgt die folgende Kalkulation anhand einer ersten Kostenschätzung. Als möglicher Energieträger kann nach Auskunft des AG Biomasse in Form von Hackgut berücksichtigt werden.

Den Kalkulationen zur Bestimmung der Netzdurchleitungskosten wird ein mittlerer Wärmebezugspreis aus der sekundären Heizzentrale in Höhe von 6,0 Cent/kWh_{th} beachtet (Arbeitspreis).

Zur Bestimmung eines Wärmepreises für die gesamte, bezogene Wärmemenge sind über den Arbeitspreis hinaus weitere, derzeit noch nicht bekannte, Kostenbestandteile zu berücksichtigen (z. B. Grund- und Messpreis sowie Leistungspreis = ggf. an Kunden in Gemeindewiese übertragen).

Hinweis:

Kosten für Tiefbau weisen in der jüngeren Vergangenheit eine z. T. hohe Volatilität auf. Die Kostenkalkulation beinhaltet mittlere Kosten pro Meter Wärmetrasse inkl. Material, Einbringung und Erdarbeiten in Höhe von ca. 560 €/m_{Trasse}. Bei Umsetzung ist in jedem Fall auf eine kosteneffiziente Trassenführung zu achten (z. B. möglichst kurze Anbindung; unversiegelte Flächen nutzen; Querungen weiterer Versorgungsleitungen minimieren; Leitungsverlegung in Zusammenspiel mit weiteren, geplanten Baumaßnahmen).

4.2.2.1 Investitionskostenprognose

In Abbildung 24 sind die prognostizierten Investitionskosten für die Trassenanbindung sowie notwendige anlagentechnische Anpassungen zur Einbindung in den Verbund der EZF grafisch dargestellt (Rückspeisung in Wärmeverbund und Übergabe an Schulgebäude).

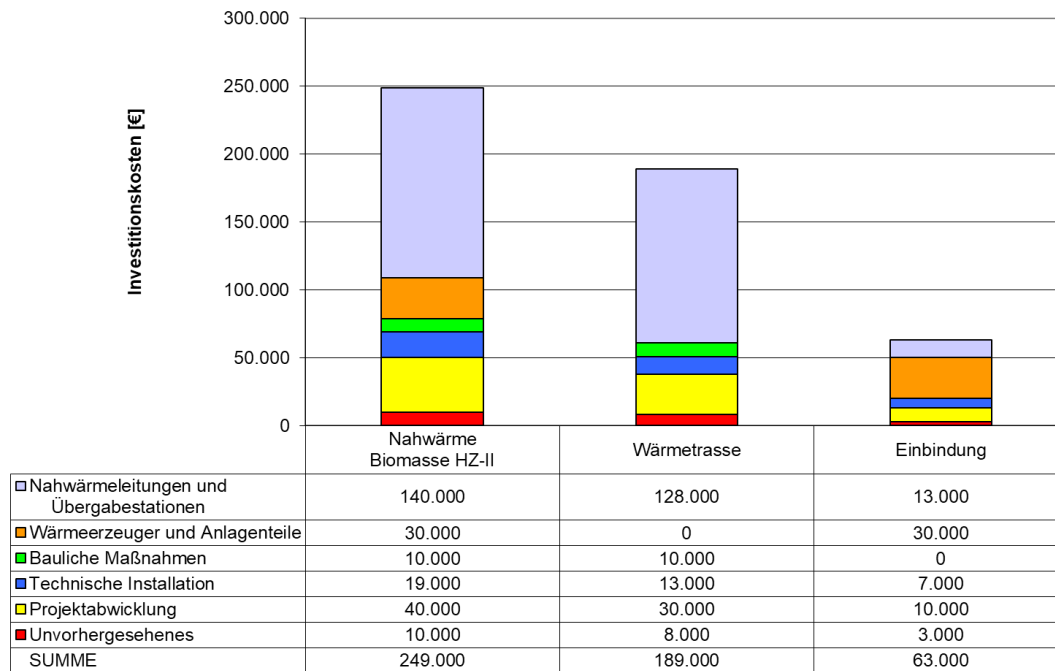


Abbildung 24: Anbindung sekundäre Heizzentrale an EZF (Übergabepunkt Schulstandort) - prognostizierte Investitionskosten

Weiterhin können in der Kalkulation für die Erstellung der Anbindung der sekundären Heizzentrale Fördermittel in Höhe von rund 15.500 € berücksichtigt werden (Investitionskostenzuschuss; KfW-Förderprogramm Erneuerbare Energien Premium). Auf Grundlage einer detaillierten Prüfung ist es zudem möglich, unter Einhaltung der jeweils gültigen Fördervoraussetzungen (z. B. Anlagentechnik und Wärmebelegungsichte), ggf. weitere Fördermittel zu erhalten. Hierzu sind jedoch konkretere Vorgaben seitens der Wärmelieferung und der tatsächlichen Abnahme notwendig. Im Raum stehen hier z. B. Fördermittel des Landes anhand der Richtlinie BioKlima Bayern (voraussichtliche Verlängerung im 1. Quartal 2022).

Hinweis:

In diesem Planungsstadium kann der Aufwand für die Errichtung der Wärmeversorgungsstruktur nur näherungsweise festgelegt werden, wodurch die kalkulierten Kosten von den realen Kosten abweichen können. Die im Rahmen der vorliegenden Machbarkeitsstudie angenommenen Nettoinvestitionskosten basieren ebenso wie die Wärme- und Betriebskosten auf durchschnittlichen Marktpreisen und nicht auf konkreten Angebotsvorlagen. In der tatsächlichen Umsetzung, die von einer Ausschreibung eingeleitet wird, können die Kosten daher von den hier kalkulierten abweichen.

4.2.2.2 Jährliche Ausgaben

Aus den Investitionskosten werden nach der Annuitätenmethode die jährlichen Kapitalkosten gebildet, die sich zusammen mit den Betriebskosten, den verbrauchsgebundenen Kosten und den sonstigen Kosten, die nach den wirtschaftlichen Grundannahmen berechnet werden, zu den Jahresgesamtkosten addiert. Auf Basis der Kalkulation ergeben sich für den Betrieb der Wärmetrasse unter Berücksichtigung der genannten Randbedingungen folgende Kostenfaktoren (gerundet):

- Kapitalgebundene Kosten:	8.400 €/a
- Verbrauchsgebundene Kosten:	3.000 €/a
- Betriebsgebundene Kosten:	1.900 €/a
- Sonstige Kosten (Verwaltung, Versicherung etc.):	1.300 €/a

Die verbrauchsgebundenen Kosten umfassen in dieser Betrachtung nicht nur den über das Jahr hinweg aufzuwendenden Hilfsenergieanteil (Strombezug für Pumpen, Regelung, Überwachung und Anlagentechnik) sondern auch den Wärmebezug zum Ausgleich der Trassenwärmeverluste.

Aufsummiert ergeben sich jährliche Kosten in Höhe von ca. 14.600 €, welche für den Betrieb und Unterhalt der Wärmetrasse zur Anbindung an die EZF bzw. das Schulgebäude zu berücksichtigen sind.

Unter Beachtung der zuvor genannten Investitionsfördermittel kann der aufzuwendende Betrag auf rund 14.100 €/a reduziert werden.

4.2.2.3 Jahresgesamt- und Netzdurchleitungskosten

Wie bereits beschrieben ergeben sich die Jahresgesamtkosten aus der Summe der jährlichen kapitalgebundenen-, betriebsgebundenen-, verbrauchsgebundenen und sonstigen Kosten. Aus den Jahresgesamtkosten werden die spezifischen Netzdurchleitungskosten ermittelt, die die Kosten für den Betrieb der Wärmetrasse in Abhängigkeit der bereitgestellten Nutzwärme pro Kilowattstunde beziffern.

Die kalkulierten Jahresgesamt- und Netzdurchleitungskosten ohne Berücksichtigung möglicher Fördermittel belaufen sich auf:

- Jahresgesamtkosten: ca. 14.600 €/a
- Netzdurchleitungskosten: ca. 2,3 Cent/kWh_{th}

Die kalkulierten Jahresgesamt- und Netzdurchleitungskosten mit Berücksichtigung möglicher Fördermittel belaufen sich auf:

- Jahresgesamtkosten: ca. 14.100 €/a
- Netzdurchleitungskosten: ca. 2,2 Cent/kWh_{th}

Um die Gesamtkosten für die Wärmebereitstellung der über die sekundäre Heizzentrale bereitzustellende Wärmemenge zu erhalten sind neben dem Arbeitspreis auch Kosten für Grund- und Messpreis sowie möglicherweise ein sog. Leistungspreis zu beachten. Da in der aktuellen, sehr frühen Projektphase noch keinerlei Angaben hierzu vorliegen, kann an dieser Stelle noch keine fundierte Aussage über etwaige Jahresgesamt- oder Wärmebezugskosten (Vollkosten) gegeben werden. Die abgebildeten Netzdurchleitungskosten sind daher als erste Näherung zu betrachten, welche eine Orientierung ermöglichen, jedoch noch keine belastbare Aussage hinsichtlich der zu erwartenden, tatsächlichen Wärmebezugskosten bzw. Jahresgesamtkosten zulassen.

Für einen gesicherten, wirtschaftlichen Betrieb der EZF auch hinsichtlich der notwendigen Erweiterungen im Verbund ist es anzustreben auch für die Anbindung der sekundären Heizzentrale Wärmebezugskosten zu realisieren, welche sich dem bisherigen Kostenniveau im Verbund annähern.

Hinweis:

Für eine näherungsweise Beachtung möglicher Vollkosten für den Wärmebezug kann der Wärmepreis ab Heizwerk (Annahme: 6,0 Cent/kWh_{th}) und die ermittelten Netzdurchleitungskosten addiert werden. So würde sich ein hypothetischer Wärmepreis von ca. 8,2 Cent/kWh_{th} (netto) ergeben. Wie bereits genannt sind zudem noch Grund- und Messpreis sowie ggf. ein leistungsbezogenes Entgelt zu beachten. Hieraus kann die Vermutung angestellt werden, dass das derzeitige Kostenniveau bzgl. der Vollkosten für die Wärmeversorgung im Verbund der EZF überschritten wird.

4.2.2.4 Sensitivitätsbetrachtung

Zur Berücksichtigung von Änderungen hinsichtlich der Höhe der Kapitalkosten sowie potenziellen Preisänderungen beim Wärmebezug (bzw. Bezug notwendiger Energieträger) wird eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt (vgl. Abbildung 25). Diese simuliert den Einfluss des jeweiligen Parameters auf die Netzdurchleitungskosten (in Abhängigkeit der prozentualen Steigerung des Kostenfaktors).

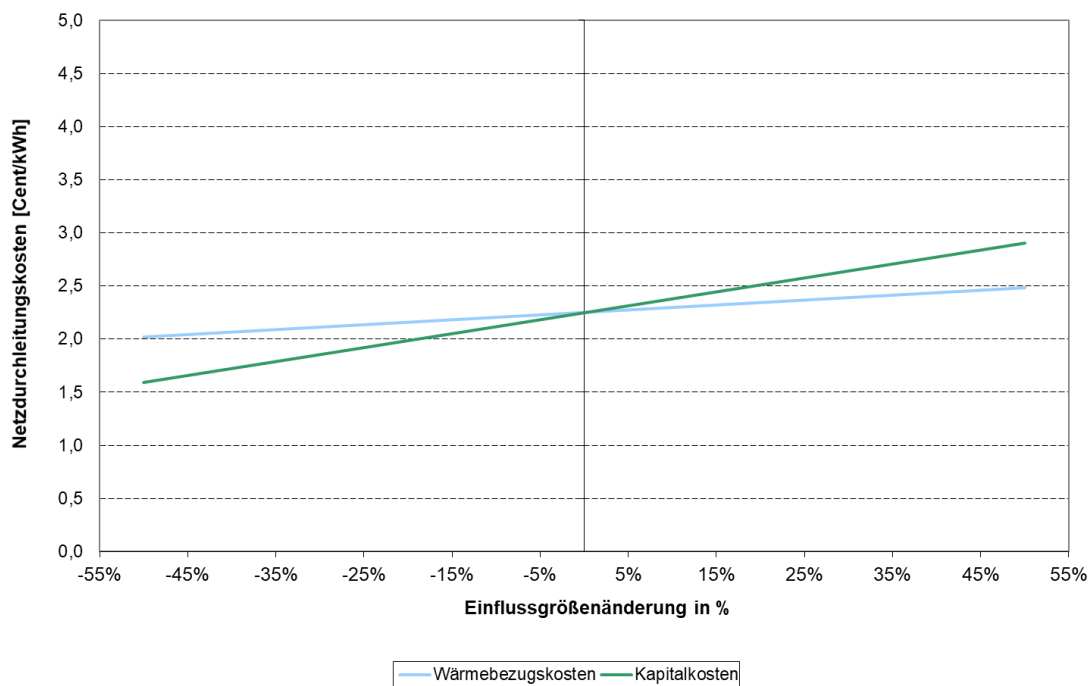


Abbildung 25: Sensitivitätsbetrachtung - Anbindung sekundäre Heizzentrale Schule / EZF

Das Vorgehen zum Ablesen des Graphen ist in Anhang C exemplarisch dargestellt.

4.2.3 Ökologische Bewertung (CO₂-Bilanz)

Die Durchführung der ökologischen Bewertung hinsichtlich auftretender Treibhausgas- bzw. CO₂-Emissionen erfolgt auf Grundlage der in Anhang B erläuterten Randbedingungen.

Im Falle einer Umsetzung der angedachten Versorgungslösung auf Basis des Energieträgers Biomasse in Form von Hackgut kann lt. derzeit gültiger Berechnungsmethode des GEG ein spez. CO₂-Äquivalent von 60 g_{CO2}/kWh_{th} angesetzt werden (Nah- und Fernwärme aus Heizwerken: Erneuerbarer Brennstoff). Für elektrische Hilfsenergie beträgt dieser 560 g_{CO2}/kWh_{el} (Netzbezug dt. Strommix).

Die Bilanzierung bezieht sich hierbei auf den Nutzwärmebedarf der angeschlossenen Liegenschaften (GEG-Nachweis; Angaben Energieverbrauchsausweis; Energieverbrauchskennwerte). In diesem Fall sind dies die Liegenschaften an der Gemeindewiese sowie der bisherige Anteil zur Spitzenlastversorgung im Schulgebäude.

Bei einer bereitzustellenden Wärmemenge in Höhe von 629,4 MWh_{th}/a inkl. auftretender Trassenwärmeverluste können Treibhausgasemissionen auf Basis des CO₂-Äquivalents von rund 40,5 t_{CO2}/a ausgewiesen werden. Als Referenzvergleich sind die kalkulierten Emissionswerte der dezentralen Inselfösung (versch. Versorgungsvarianten) in Kapitel 5.1 heranzuziehen. Darüber hinaus sind die Emissionen im Zusammenhang mit der Spitzenlastbereitstellung des Schulgebäudes zu beachten, diese beziffern sich auf rund ca. 16,8 t_{CO2}/a (bezogen auf den Energieeinsatz durch HEL + 1,5 % el. Hilfsenergieanteil; 310 g_{CO2}/kWh_{th}).

4.3 Fernleitungsanschluss Geothermie

Anschließend wird der in Kapitel 3.4 vorgestellte, perspektivisch mögliche Anschluss an ein Fernleitungsnetz ebenso anhand ökonomischer als auch ökologischer Kennzahlen näher beschrieben. Wie in vorangegangenem Kapitel wird auch der potenzielle Fernleitungsanschluss anhand einer Kalkulation zu erwartender Netzdurchleitungskosten abgebildet. Die Darstellung zu erwartender Wärmegestehungskosten (Vollkosten) ist aufgrund der aktuell sehr frühen Projektphase nicht möglich, da notwendige Angaben noch nicht hinreichend spezifiziert werden können.

Nach aktuellem Kenntnisstand ist davon auszugehen, dass als Betreiber einer überregionalen Wärmeverbundlösung, welche u. a. aus der Geothermieanlage in Kirchanschöring gespeist werden soll, das Regionalwerk Chiemgau-Rupertiwinkel die Versorgung und den Betrieb übernehmen wird.

4.3.1 Dimensionierung Trassenführung / Randbedingungen

Wie in der Trassenführung beschrieben (vgl. Kapitel 3.4), beschränkt sich die hier angestellte Betrachtung zunächst auf eine direkte Anbindung der Heizzentrale der EZF aus Kirchanschöring (pot. Trassenverlauf vgl. Abbildung 10). Übergabepunkt der notwendigen Wärmeleistung ist somit die EZF. Weiterhin wird in der Kalkulation davon ausgegangen, dass der gesamte, künftige Wärmebedarf im Verbund der EZF (inkl. Erweiterung Gemeindewiese, Kindergarten / Kindertagesstätte und Wohngebiet „Graspoint“) mittelfristig durch die Geothermie abgedeckt werden kann. Darüber hinaus gehende Erweiterungen bspw. hinsichtlich des Gewerbegebiets im nördl. Gemeindegebiet sind an dieser Stelle noch nicht Teil der Betrachtung.

Zur Versorgung der aktuell angeschlossenen Liegenschaften im Verbund der EZF sowie unter Einbezug der künftig mit Wärme zu versorgenden, neuen Liegenschaften an der Simon-Spannbrucker-Str. über die Haslaustraße bis hin zum Wohngebiet „Graspoint“ ist näherungsweise eine thermische Leistung von rund 2.900 kW_{th} notwendig (Wärmebedarf 4.400 MWh_{th}/a inkl. aller Trassenwärmeverluste im Verbund der EZF inkl. Erweiterungen).

Darüber hinaus ergeben sich Trassenwärmeverluste in Höhe von rund 920 MWh_{th}/a ($\approx 21\%$) für die Anbindung mittels Fernleitung (ca. 6.000 m) an den Übergabepunkt in der Heizzentrale der EZF.

Abnahmeparameter:

- Wärmemenge: ca. 5.300 MWh_{th}/a
- Leistung: ca. 3.000 kW_{th} (inkl. Spitzenlast)

Angaben zur Leitungsdimensionierung sowie weiteren, in den Berechnungen berücksichtigten Betriebsparameter sind Kapitel 3.4 zu entnehmen.

4.3.2 Ökonomische Bewertung (Netzdurchleitungskosten)

Für die Durchführung der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung in Anlehnung an die VDI-Richtlinie 2067 gelten die in Anhang A erläuterten Grundannahmen. Abweichend festgelegte Randbedingungen zur ökonomischen Bewertung werden im Folgenden ergänzend erläutert und dargestellt.

Für die Wirtschaftlichkeitsberechnung gelten zusätzlich folgende Grundannahmen:

Da in diesem frühen Stadium noch keine fixe Auskunft über einen möglichen Wärmebezugspreis pro kWh_{th} ausgewiesen werden kann, erfolgt die anschließende Kalkulation auf Basis einer ersten Kostenschätzung (in Abstimmung mit den Regionalwerken Chiemgau-Rupertiwinkel). Als möglicher Energieträger für den überregionalen Verbund ist „Abwärme aus Geothermie“ mit einem Anteil von zunächst 100 % zu berücksichtigen („Best-case-Szenario“).

Den Kalkulationen zur Bestimmung der Netzdurchleitungskosten wird ein mittlerer Wärmebezugspreis ab Wärmeübergabestation Geothermiekraftwerk in Höhe von 3,4 Cent/kWh_{th} zugrunde gelegt (Arbeitspreis).

Zur Bestimmung eines Wärmepreises für die gesamte, bezogene Wärmemenge sind über den Arbeitspreis hinaus weitere, derzeit noch nicht bekannte, Kostenbestandteile zu berücksichtigen (z. B. Grund- und Messpreis sowie ein möglicher Leistungspreis).

Hinweis:

Kosten für Tiefbau weisen in der jüngeren Vergangenheit eine z. T. hohe Volatilität auf. Die Kostenkalkulation beinhaltet mittlere Kosten pro Meter Wärmetrasse inkl. Material, Einbringung und Erdarbeiten in Höhe von ca. 830 €/m_{Trasse}. Bei Umsetzung ist in jedem Fall auf eine kosteneffiziente Trassenführung zu achten (z. B. möglichst kurze Anbindung; unversiegelte Flächen nutzen; Querungen weiterer Versorgungsleitungen minimieren; Leitungsverlegung in Zusammenspiel mit weiteren, geplanten Baumaßnahmen).

4.3.2.1 Investitionskostenprognose

In Abbildung 26 sind die prognostizierten Investitionskosten für die Trassenanbindung sowie notwendige anlagentechnische Anpassungen zur Einbindung in den Verbund der EZF grafisch dargestellt.

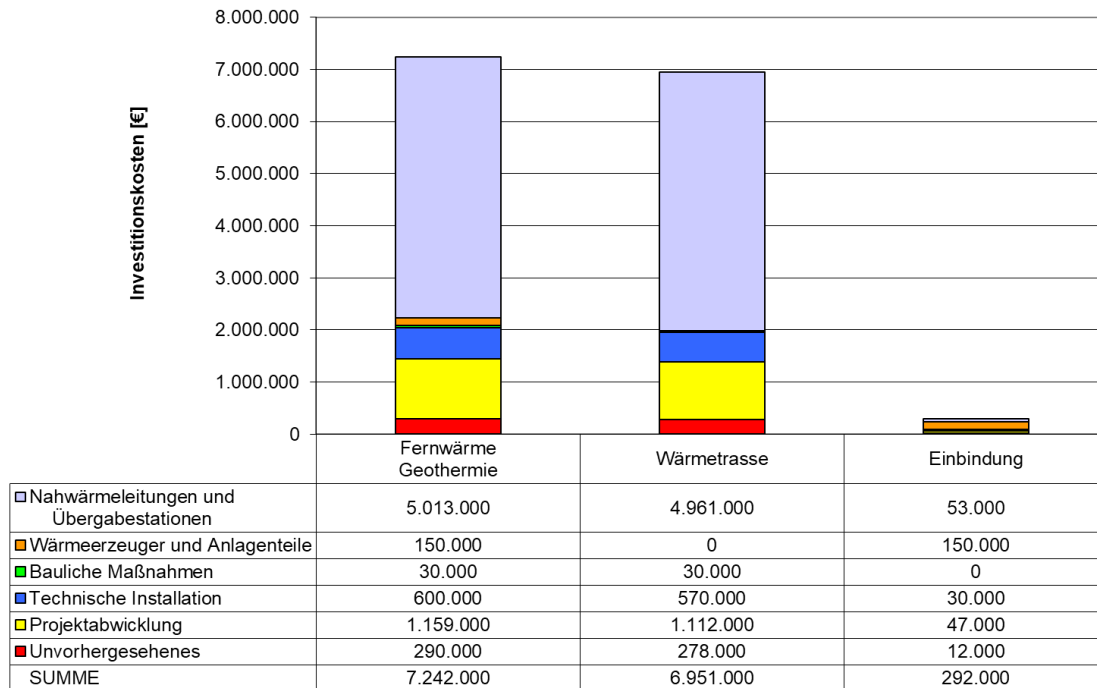


Abbildung 26: Anbindung Geothermie mittels Fernleitung an den Verbund der EZF (Übergabepunkt: Heizzentrale EZF) – prognostizierte Investitionskosten

In der Kalkulation können für die Erstellung der Anbindung mittels Fernleitungsnetz Fördermittel in Höhe von rund 2.750.000 € berücksichtigt werden (Investitionskostenzuschuss; Wärmenetze 4.0 → Annahme min. 90 % EE-Anteil bzw. Abwärme aus Geothermie → ca. 38 % Zuschuss).

Hinweis:

In diesem Planungsstadium kann der Aufwand für die Errichtung der Wärmeversorgungsstruktur nur näherungsweise festgelegt werden, wodurch die kalkulierten Kosten von den realen Kosten abweichen können. Die im Rahmen der vorliegenden Machbarkeitsstudie angenommenen Nettoinvestitionskosten basieren ebenso wie die Wärme- und Betriebskosten auf durchschnittlichen Marktpreisen und nicht auf konkreten Angebotsvorlagen. In der tatsächlichen Umsetzung, die von einer Ausschreibung eingeleitet wird, können die Kosten daher von den hier kalkulierten abweichen.

4.3.2.2 Jährliche Ausgaben

Aus den Investitionskosten werden nach der Annuitätenmethode die jährlichen Kapitalkosten gebildet, die sich zusammen mit den Betriebskosten, den verbrauchsgebundenen Kosten und den sonstigen Kosten, die nach den wirtschaftlichen Grundannahmen berechnet werden, zu den Jahresgesamtkosten addiert. Auf Basis der Kalkulation ergeben sich für den Betrieb der Wärmetrasse unter Berücksichtigung der genannten Randbedingungen folgende Kostenfaktoren (gerundet):

- Kapitalgebundene Kosten:	207.500 €/a
- Verbrauchsgebundene Kosten:	46.500 €/a
- Betriebsgebundene Kosten:	43.500 €/a
- Sonstige Kosten (Verwaltung, Versicherung etc.):	30.000 €/a

Die verbrauchsgebundenen Kosten umfassen in dieser Betrachtung nicht nur den über das Jahr hinweg aufzuwendenden Hilfsenergieanteil (Strombezug für Pumpen, Regelung, Überwachung und Anlagentechnik) sondern auch den Wärmebezug zum Ausgleich der Trassenwärmeverluste. Nicht enthalten sind sowohl der Nutzenergiebezug der angeschlossenen Liegenschaften als auch auftretende Trassenwärmeverluste des Leitungssystems der EZF.

Aufsummiert ergeben sich jährliche Kosten in Höhe von ca. 327.500 €, welche für den Betrieb und Unterhalt der Wärmetrasse zur Anbindung der EZF an die Geothermie zu berücksichtigen sind.

Unter Beachtung der zuvor genannten Investitionsfördermittel kann der aufzuwendende Betrag auf rund 251.500 €/a reduziert werden (Kapitalkosten inkl. Fördermittel 131.500 €/a).

4.3.2.3 Jahresgesamt- und Netzdurchleitungskosten

Wie bereits beschrieben ergeben sich die Jahresgesamtkosten aus der Summe der jährlichen kapitalgebundenen-, betriebsgebundenen-, verbrauchsgebundenen und sonstigen Kosten. Aus den Jahresgesamtkosten werden die spezifischen Netzdurchleitungskosten ermittelt, die die Kosten für den Betrieb der Wärmetrasse in Abhängigkeit der bereitgestellten Nutzwärme pro Kilowattstunde beziffern.

Die kalkulierten Jahresgesamt- und Netzdurchleitungskosten ohne Berücksichtigung möglicher Fördermittel belaufen sich auf:

- Jahresgesamtkosten: ca. 327.500 €/a
- Netzdurchleitungskosten: ca. 7,4 Cent/kWh_{th}

Die kalkulierten Jahresgesamt- und Netzdurchleitungskosten mit Berücksichtigung möglicher Fördermittel belaufen sich auf:

- Jahresgesamtkosten: ca. 251.500 €/a
- Netzdurchleitungskosten: ca. 5,7 Cent/kWh_{th}

Um die Gesamtkosten für die Wärmebereitstellung der über die Anbindung der Geothermie bereitzustellende Wärmemenge zu erhalten sind neben dem Arbeitspreis ggf. auch weitere Kosten für Grund- und Messpreis sowie möglicherweise ein sog. Leistungspreis zu beachten. Da in der aktuellen, sehr frühen Projektphase noch keinerlei Angaben hierzu vorliegen, kann an dieser Stelle noch keine fundierte Aussage über etwaige Jahresgesamt- oder Wärmebezugskosten (Vollkosten) gegeben werden. Die abgebildeten Netzdurchleitungskosten sind daher als erste Näherung zu betrachten, welche eine Orientierung ermöglichen, jedoch noch keine belastbare Aussage hinsichtlich der zu erwartenden, tatsächlichen Wärmebezugskosten bzw. Jahresgesamtkosten (für den Abnehmer) zulassen.

Für einen gesicherten, wirtschaftlichen Betrieb der EZF auch hinsichtlich der notwendigen Erweiterungen im Verbund ist es auch hier anzustreben im Zusammenhang mit der Anbindung der Geothermie Wärmebezugskosten zu realisieren, welche sich dem bisherigen Kostenniveau im Verbund annähern.

4.3.2.4 Sensitivitätsbetrachtung

Zur Berücksichtigung von Änderungen hinsichtlich der Höhe der Kapitalkosten sowie potenziellen Preisänderungen beim Wärmebezug (bzw. Bezug notwendiger Energieträger) wird eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt. Diese simuliert den Einfluss des jeweiligen Parameters auf die Netzdurchleitungskosten (in Abhängigkeit der prozentualen Steigerung des Kostenfaktors).

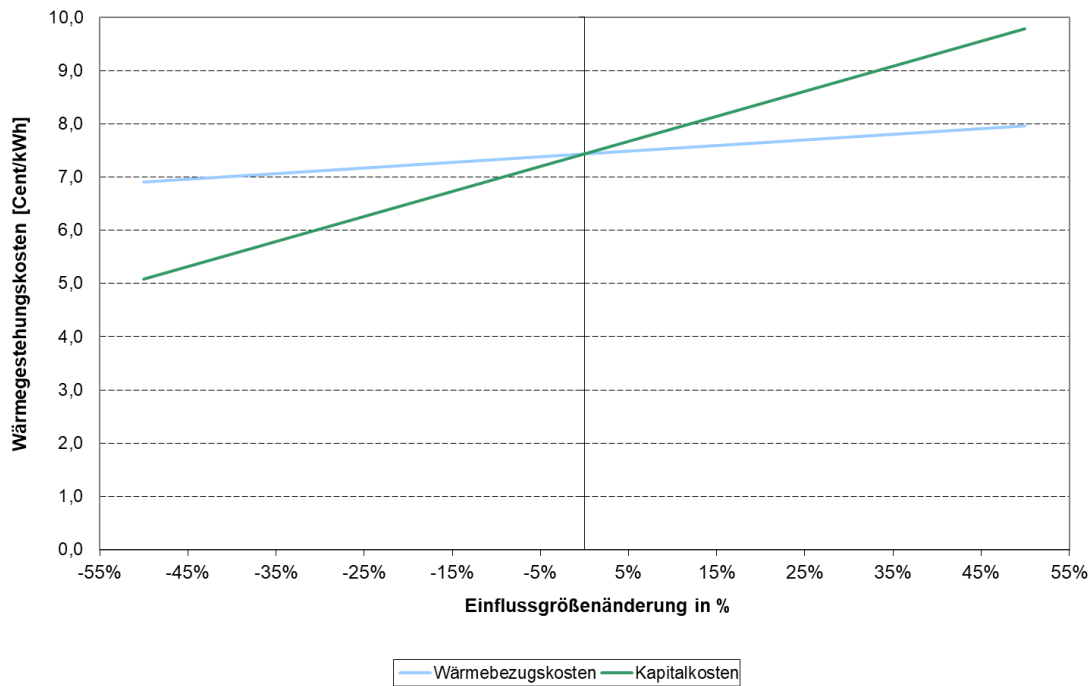


Abbildung 27: Anbindung Geothermie mittels Fernleitung an den Verbund der EZF (Übergabepunkt: Heizzentrale EZF) – Sensitivitätsbetrachtung

Das Vorgehen zum Ablesen des Graphen ist in Anhang C exemplarisch dargestellt.

4.3.3 Ökologische Bewertung (CO₂-Bilanz)

Die Durchführung der ökologischen Bewertung hinsichtlich auftretender Treibhausgas- bzw. CO₂-Emissionen erfolgt auf Basis der in Anhang B erläuterten Grundannahmen.

Die in unmittelbarem Zusammenhang mit dem Betrieb der Fernleitung entstehenden Treibhausgasemissionen werden ebenso wie in vorangegangenem Kapitel nach GEG angesetzt.

Für Wärme aus Geothermie kann ein spezifisches CO₂-Äquivalent von 0 g_{CO2}/kWh_{th} angesetzt werden. Ein Ansatz über die Äquivalentemissionen anhand „Nah- und Fernwärme aus Heizwerken: Erneuerbarer Brennstoff“ ist hier nicht zutreffend, da es sich nicht um einen Brennstoff im eigentlichen Sinn handelt (Abwärmenutzung). Effektive CO₂-Emissionen, die im Zusammenhang mit der Wärmegewinnung aus Geothermie stehen (z. B. elektr. Hilfsenergie für Pumpen etc.) können zum derzeitigen Stand noch nicht berücksichtigt werden. Diese sind neben einem zu erwartenden Primärenergiefaktor im weiteren Planungsverlauf seitens des Energieversorgers / Wärmelieferanten zu nennen.

Für elektrische Hilfsenergie beträgt das spezifische CO₂-Äquivalent 560 g_{CO2}/kWh_{el} (Netzbezug dt. Strommix).

Bei einer bereitzustellenden Wärmemenge in Höhe von ca. 5.300 MWh_{th}/a inkl. auftretender Trassenwärmeverluste können Treibhausgasemissionen auf Basis des CO₂-Äquivalets von rund 47,1 t_{CO2}/a ausgewiesen werden (CO₂-Emissionen bis Übergabe EZF; elektr. Hilfsenergie für Betrieb der Fernleitung).

Gesamt-Treibhausgasemissionen zur Versorgung aller Liegenschaften im erweiterten Verbund der EZF:

Um näherungsweise zu erwartende Gesamtemissionen zu bestimmen, sind die genannten CO₂-Emissionen (Anbindung Geothermie) um die darüber hinaus anfallenden Äquivalentwerte für den Hilfsenergiebezug des EZF-Verbundes zu ergänzen. Auf Basis der mittleren, witterungsbereinigten Werte zum Wärmeabsatz im Bestand sowie den aus den Hochrechnungen anzusetzenden Wärmebedarfswerten der Erweiterung (bis einschl. Wohngebiet „Graspoint“) ergeben sich folgende, prognostizierte Emissionswerte:

- | | | | |
|--------------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|
| - Strombedarf EZF-Bestand: | 63,2 MWh _{el} /a | zu 560 g/kWh _{el} | = 35,4t _{CO2} /a |
| - Strombedarf EZF-Erweiterung: | 26,6 MWh _{el} /a | zu 560 g/kWh _{el} | = 14,9 t _{CO2} /a |

Die genannten Bezugswerte für Hilfsenergie beinhalten sowohl den abgeschätzten Energieaufwand für den Betrieb der Anlagentechnik (≈ 1,5 % bezogen auf Gesamtwärmeabsatz) sowie notwendige Stromanteile für Pumpen, Netzüberwachung sowie Steuerungs- und Regelungseinrichtungen.

Als Summe aus den prognostizierten Treibhausgasemissionswerten sind für die Versorgung des gesamten Wärmeverbundes der EZF mittels Geothermie rund 106,3 t_{CO2}/a zu erwarten (100 % Wärme aus Geothermie; inkl. Netzerweiterung; ab Wärmeübergabe Kirchanschöring).

Verrechnet mit der im Verbund bereitzustellenden Nutzwärme in den Liegenschaften (ca. 3.730 MWh_{th}/a) ergeben sich spezifische CO₂-Emissionen von rund 28,5 g_{CO2}/kWh_{th}.

Referenzvergleich Gesamt-Treibhausgasemissionen (Biomasseversorgung):

Ein direkter Vergleich der kalkulierten Emissionswerte anhand einer Referenzvariante ist lediglich näherungsweise möglich. Als Vergleich zur betrachteten Variante wird sich auf nachfolgenden Zusammenhang bezogen.

Prognostizierte CO₂-Emissionen lt. GEG bei Betrachtung einer Verbundlösung auf Basis von „Fernwärme aus Nah- und Fernwärme aus Heizwerken: Erneuerbarer Brennstoff“ (zu 60 g_{CO2}/kWh_{th}):

- | | | |
|------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| - Nutzwärmeabsatz EZF Bestand: | ca. 2.647 MWh _{th} /a | ≈ 158,8 t _{CO2} /a |
| - Nutzwärmeabsatz EZF-Erweiterung: | ca. 1.084 MWh _{th} /a | ≈ 65,1 t _{CO2} /a |

Als hypothetischer Referenzwert auf Basis einer nahezu 100 %-igen Deckung des Wärmebedarfs im EZF-Verbund inkl. Erweiterung ergeben sich absolute CO₂-Emissionen in Höhe von rund 223,9 t_{CO2}/a.

Nicht in der Kalkulation berücksichtigt sind die mittels fossiler Energieträger (HEL) gedeckten Spitzenlasten der an die EZF angeschlossenen, größeren Liegenschaften. Ein Ersatz derer kann den künftigen CO₂-Ausstoß in beiden Betrachtungsweisen nochmals weiter senken.

Aus den angestellten, hypothetischen Betrachtungen heraus ist ersichtlich, dass nach den derzeit gültigen Berechnungsmethoden zum CO₂-Äquivalent die ökologische Bewertung der Geothermie trotz relativ hoher Trassenwärmeverluste der Fernleitung auch gegenüber einer zu 100 % auf Biomasse basierenden Wärmeversorgung der EZF als positiv zu bewerten ist.

5 Dezentrale Versorgungslösungen (Inselversorgung)

Eine Einzelversorgung der Liegenschaften kann nach Rücksprache mit dem AG ausgeschlossen werden, da seitens der Gemeinde in jedem Fall eine effiziente, gemeinsame Wärme- bzw. Energieversorgungs- lösung für aneinandergrenzende Liegenschaften angestrebt wird. Im Rahmen des Neubaus der Liegen- schaften soll so mindestens ein Zusammenschluss hinsichtlich der künftigen Wärmeversorgung als sog. „Insellösung“ erfolgen. Anhand des erstellten Teil-Energienutzungsplans dienen diese zudem als Ver- gleichsvarianten für die bereits erörterten Verbundlösungen.

5.1 Insellösung - Gemeindewiese

Zur Bewertung einer dezentralen Versorgung ohne Anschluss an den Verbund der EZF erfolgt die Be- trachtung des in Kapitel 3.6 dargelegten Gebäudeverbundes auf den Flurstücken 1239, 1239/6 und 1235/2. Ergebnis der Kalkulationen ist die Darstellung zu erwartender Wärmegestehungskosten sowie Treibhausgasemissionen für jede der betrachteten Versorgungsvarianten.

Ein denkbarer Verlauf der Wärmeleitungen zum Zusammenschluss der Liegenschaften an der Simon- Spannbrucker-Straße ist in Abbildung 14 skizziert. Da die Planungen betreffend den beiden Gemeinde- liegenschaften keine Räumlichkeiten für eine Energiezentrale vorsehen, wird in der anschließenden Be- trachtung davon ausgegangen, dass eine Heizzentrale im Zuge des Neubaus des Seniorenzentrums er- stellt und in dessen Kubatur eingebunden ist.

5.1.1 Dimensionierung dezentraler Wärmeversorgungsvarianten

Anschließend werden auf den ermittelten Verbrauchsdaten aus Kapitel 3.6 aufbauend, verschiedene, effiziente Energieversorgungsvarianten dimensioniert und untersucht. Ein abschließender Vergleich die- ser mit den verschiedenen Szenarien einer zentralen Verbundlösung erfolgt in Kapitel 6 (Endergebnis und Zusammenfassung).

Folgende Wärmebedarfsdaten werden der dezentralen Versorgung zugeordnet:

- Nordgebäude Gemeinde:	42.390 kWh _{th} /a
- Südgebäude Gemeinde:	46.110 kWh _{th} /a
- Seniorenwohnheim mit Tagespflege:	425.470 kWh _{th} /a
- Betreutes Wohnen:	62.620 kWh _{th} /a

Zudem ist ein Wärmeverlust über die Anbindung der Liegenschaften untereinander in Höhe von ca. 4,8 MWh_{th}/a zu beachten.

Insgesamt ergibt sich ein künftig zu erwartender Gesamtwärmebedarf in Höhe von ca. 581,4 MWh_{th} pro Jahr sowie ein abgeschätzter Leistungsbedarf von ca. 360 kW_{th} zur Versorgung der Liegenschaften an der Gemeindewiese.

Im Anschluss betrachtete Energieversorgungsvarianten stellen adäquate, gängige Versorgungslösungen für Liegenschaften bzw. Wärmeverbundlösungen dieser Größenordnung dar. Sie sollen einen Eindruck über mögliche Versorgungsstrategien sowie den damit einhergehenden ökonomischen und ökologischen Gegebenheiten darstellen. Im Zuge der Konzeption der Liegenschaften des Seniorenzentrums und der Erstellung von Werkplanung und Wärmeschutznachweis ist die Betrachtung möglicher Energieversorgungsvarianten erneut, detailliert und auf die vorherrschenden Gegebenheiten angepasst, durchzuführen.

Energieversorgungsvarianten:

- | | |
|----------------------|--|
| Variante 1.0: | Pelletkessel (ca. 350 kW _{th}) |
| Variante 1.1: | Pelletkessel (ca. 350 kW _{th})
+ Solarthermie (ca. 60 m ²) |
| Variante 1.2: | Pelletkessel (ca. 150 kW _{th} ; Grund- und Mittellast)
+ Flüssiggas-BHKW (ca. 45 kW _{th} ; Grundlast; ca. 20 kW _{el})
+ Flüssiggaskessel (Spitzenlast) |
| Variante 1.3: | Pelletkessel (ca. 180 kW _{th} ; Grund- und Mittellast)
+ Flüssiggaskessel (Spitzenlast) |
| Variante 1.4: | Flüssiggaskessel (ca. 350 kW _{th})
+ Solarthermie (ca. 60 m ²) |
| Variante 1.5: | L/W-Wärmepumpenkaskade (ca. 150 kW _{th} ; Grund- und Mittellast)
+ Flüssiggaskessel (Spitzenlast) |

Biomasse:

Varianten mit Hackgut als Energieträger wurden aufgrund der Anliefersituation sowie der mit dem Brennstoff einhergehenden Problematik hinsichtlich der Einbringung und Lagerung am geplanten Standort der Heizzentrale in bzw. am Gebäude von den beteiligten Akteuren zunächst ausgeschlossen.

Die betrachteten Biomassekessel basieren daher auf dem Einsatz von Holzpellets. Es wird in den Kalkulationen davon ausgegangen, dass das notwendige Brennstofflager im künftigen Gebäude untergebracht werden kann (kostengünstiger als externes, unterirdisches Lager $\approx 50.000 - 55.000$ €).

Wärmepumpen:

Die aktuell gängigste Energieversorgungsanlage im Neubau stellt die Luft-/Wasser-Wärmepumpe aufgrund der möglichen Erfüllung aller derzeit gültigen gesetzlichen Vorgaben dar. Bei entsprechender effizienter Einbindung sind Wärmepumpen bereits heute in der Lage die im Raum stehende Forderung von min. 65 % Anteil EE an der Wärmeversorgung sicherzustellen.

Der Einsatz von Wärmepumpen größerer Leistungsklasse (Luft-/Wasser-, Sole-/Wasser- bzw. Wasser-/Wasser-Modelle) wird anhand der Variante 1.5 geprüft. Aus ökonomischen Gesichtspunkten (hohe spez. Investitionskosten pro kW_{th} Nennwärmeleistung) erfolgt die Einbindung als Aggregat zur Grund- und Mittellastbereitstellung.

Für einen effizienten Betrieb ist darauf zu achten, hohen Vorlauftemperaturen in einem möglichen Wärmeverbund, weitestgehend zu vermeiden. Weiterhin sind bspw. Schallemissionen bei der Planung des Gebäudes bzw. hinsichtlich der Platzierung der Aggregate zu beachten (Luft-/Wasser- Wärmepumpen; ggf. Maßnahmen zum Schallschutz nötig). Alternativ kann auf die Nutzung von Erdwärme oder Grundwasser als Wärmequelle ausgewichen werden (Sole-Wasser oder Wasser-Wasser-Wärmepumpen). Eine erste Einschätzung hierzu liefert die Standortauskunft des bayerischen Landesamtes für Umwelt.

→ Erstellung von Erdsondenbohrungen lt. Standortauskunft möglich (Einzelfallprüfung)

→ Nutzung von Grundwasser zur Wärmergewinnung lt. Standortauskunft möglich

Eine weitere, energetische Optimierung zum Wärmepumpeneinsatz ist beispielsweise die Einbindung einer PV-Anlage. Vor allem durch zu erwartende, niedrige Stromgestehungskosten in den Übergangs- und Sommermonaten kann dies ökonomische als auch ökologische Vorteile bieten.

Solarthermie:

Die Einbindung einer solarthermischen Anlage ist aufgrund der zur Verfügung stehenden Dachflächen der Liegenschaften möglich. So werden die gemeindlichen Gebäude als Satteldach mit einer Ost-West Ausrichtung (Nordgebäude) und einer Süd-Nord Ausrichtung (Südgebäude) erstellt. Darüber hinaus deuten die in der Machbarkeitsstudie angestellten Betrachtungen für das Seniorenzentrum sowohl eine Ausführung als Satteldach (betreutes Wohnen) als auch als Pultdach (Seniorenwohnen und Tagespflege) an. Es wird daher als möglich erachtet, diese Flächen auch einer solarthermischen Nutzung zuzuführen (teilweise, ca. 80 - 90 m² (Flach-)Kollektorfläche).

Die Einbindung einer Solarthermieanlage kann somit zusätzlich zu allen Varianten erfolgen (teilweise in Kalkulation berücksichtigt). Es ist jedoch zu beachten, dass eine solche Anlage in direkter Konkurrenz zu PV-Aufdachanlagen, welche ebenfalls zur Deckung des Energiebedarfs (Strom) dient, steht. Es ist daher abzuwägen, welcher Energieträger mittels einer solaren Energienutzung erzeugt und in den Liegenschaften direkt genutzt werden soll (bzw. zu welchen Anteilen).

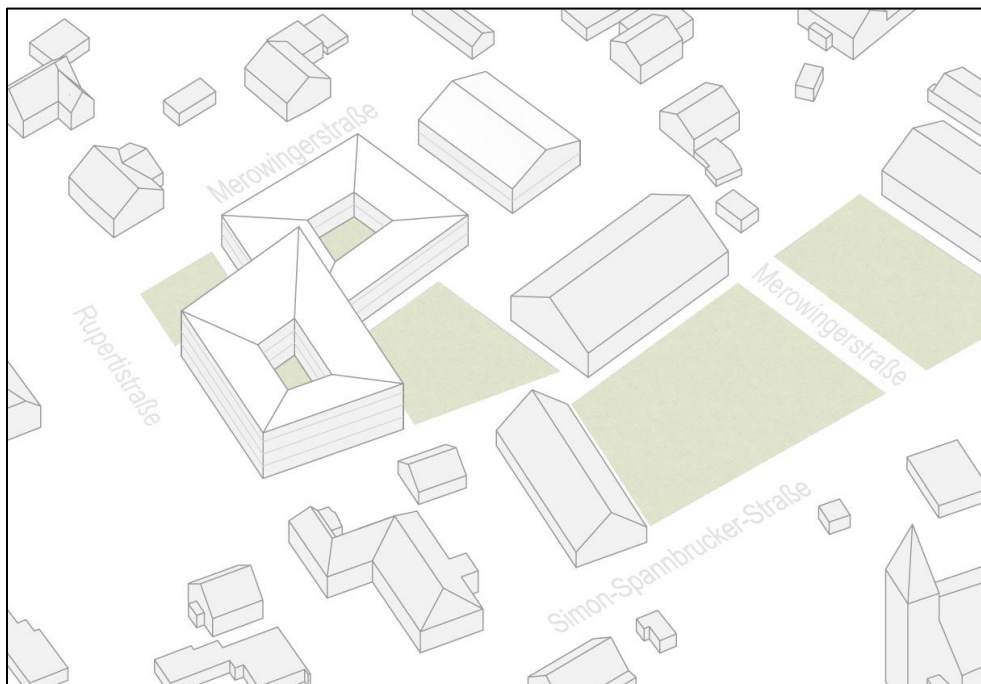


Abbildung 28: Darstellung möglicher und bereits geplanter Dachformen der Liegenschaften an der Simon-Spannbrucker Straße / Rupertstraße [Quelle: Machbarkeitsstudie 2019 - Felix&Jonas Architekten]

KWK-Anlagen (Blockheizkraftwerk):

Eine hocheffiziente Bereitstellung von Wärme und Strom am Standort kann lediglich anhand KWK-Anlagen, welche auf die Energieträger Heizöl oder Flüssiggas zurückgreifen, ausgeführt werden (kein Erdgasanschluss). Vor dem Hintergrund, dass eine Versorgung mit Heizöl künftig grundsätzlich nicht mehr zu empfehlen ist, sollte eine KWK-Anlage bei Bedarf auf Basis des jedoch ebenfalls fossilen Energieträgers Flüssiggas ausgeführt werden.

Weiterhin ist es aus wirtschaftlicher Sicht empfehlenswert, eine KWK-Anlage der Leistungsklasse bis 50 kW_{el} in wärmegeführter Betriebsweise auszuführen (Auslegung auf therm. Grund- bzw. Mittellast). Hierbei ist darauf zu achten, dass die produzierte Wärme in den Liegenschaften direkt genutzt wird. Weiterhin kann es für eine gesteigerte Anlagenwirtschaftlichkeit vorteilhaft sein, eine maximale Eigenstromnutzung anzustreben (hier bezogen auf den künftigen Strombedarf des Seniorenzentrums).

Bei Ausführung einer KWK-Lösung ist zudem zu beachten, dass es bezüglich der produzierten, elektrischen Energie in Kombination mit Photovoltaikanlagen nicht zu einer Konkurrenzsituation kommt. Die Anlagen sind hierzu hinsichtlich einer maximalen Eigenstromdeckung (ggf. unter Bevorzugung der PV-Stromerzeugung) abzustimmen. Bei idealer Abstimmung der stromerzeugenden Anlagen kann so eine jahreszeitlich gesteuerte, hohe Eigenstromdeckung aus effizienter KWK sowie Photovoltaik erreicht werden.

Eine Prüfung zur Einbindung einer KWK-Anlage (Flüssiggas-BHKW) erfolgt anhand der Versorgungsvariante (1.2) in Kombination mit einem Biomassekessel.

Gaskessel - fossile Energieträger:

Der Einsatz fossiler Energieträger soll künftig gänzlich vermieden oder auf ein Minimum reduziert werden. In den betrachteten Energieversorgungsvarianten kommt daher mit Ausnahme der Varianten 1.4 (fossile Referenzvariante) und 1.3 (KWK-Anlage) Flüssiggas ausschließlich zur Spitzenlastdeckung zum Einsatz (maximaler Anteil $\leq 15\%$).

5.1.1.1 Variante 1.0: Pelletkessel

Bei der Variante 1.0 wird ein Biomassekessel mit einer thermischen Nennleistung von ca. 350 kW_{th} eingesetzt. Der betrachtete Kessel deckt den gesamten notwendigen Leistungsbereich ab. Dies hat zur Folge, dass davon auszugehen ist, dass der effektive Kesselwirkungsgrad etwas niedriger anzusiedeln ist, als dies bei einer Ausführung mittels mehrerer, kaskadierter Aggregate zu erwarten ist. Als Brennstoff kommen naturbelassene Holzpellets als regenerativer Energieträger zum Einsatz (100 % Biomasse).

Neben der Errichtung einer Heizzentrale sind in dieser Variante auch notwendige Lagermöglichkeiten in der dafür vorgesehenen Liegenschaft zu berücksichtigen. Eine Ausführung des Pelletlagers kann im Zuge der Planungen auch außerhalb (unterirdisch) mittels Pelletbunker erfolgen (erhöhtes Kostenniveau ist zu beachten).

Um Schwankungen im Leistungsbedarf auszugleichen und einen effizienteren Anlagenbetrieb zu gewährleisten ist ein ausreichend dimensionierter Pufferspeicher zu verwenden (auch fördermittelrelevant). Für den Biomassekessel ergeben sich etwa 1.700 Vollbenutzungsstunden im Jahr (bezogen auf Nennleistung, tatsächlicher Betrieb auch bei Teillast). Jährlich werden rund 137 t Holzpellets benötigt.

Anschließende Grafik zeigt die Jahresdauerlinie mit dem installierten Wärmeerzeuger.

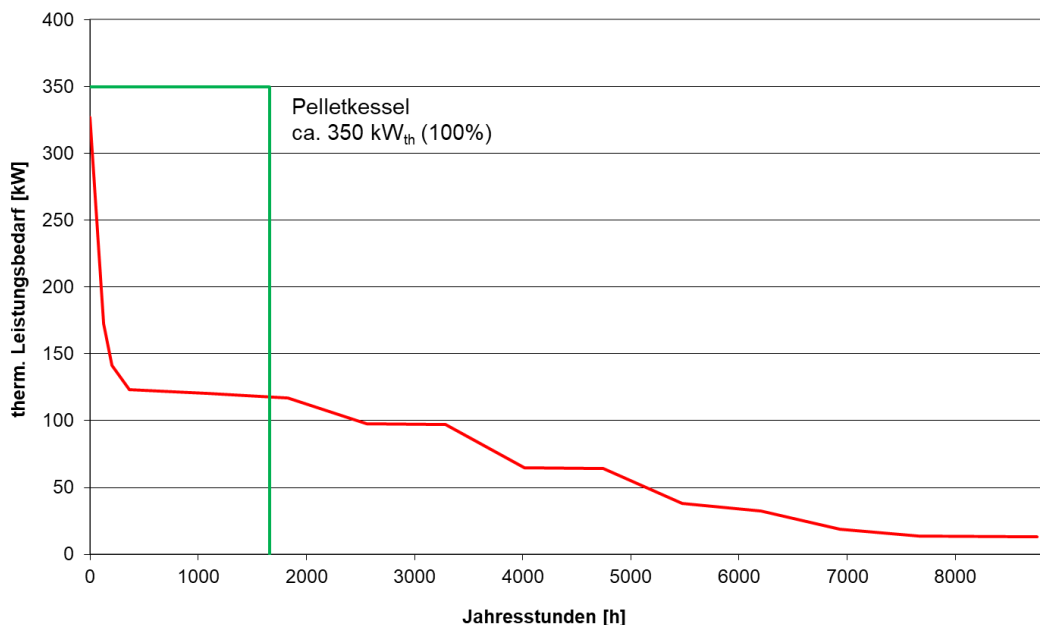


Abbildung 29: Insellösung Gemeindewiese – Jahresdauerlinie der Variante 1.0

Tabelle 1 zeigt die wesentlichen Zahlen der Energieumsätze in der Versorgungsvariante 1.0 als Übersicht.

Tabelle 1: Insellösung Gemeindewiese - Variante 1.0 - Eckdaten

Wärmeerzeuger		Pelletkessel
Nennwärmeleistung	[kW _{th}]	350
Jahresvollbenutzungsstunden	[h/a]	1.700
Erzeugte Jahreswärmemenge	[kWh _{th} /a]	581.000
Anteil an Wärmeerzeugung	[%]	100
Verbrauch	[kWh _{th} /a]	684.000
Verbrauch	[t/a]	137

Eine Ausführung in Form einer Kaskade bestehend aus mehreren Biomassekesseln (therm. Leistungsbereich wird über 2 bis 3 Kessel zur Verfügung gestellt) wurde im Rahmen der Projektbearbeitung ebenfalls geprüft. Der zu erwartende, höhere Anlagennutzungsgrad sowie die damit verbundene, optimale Auslastung der einzelnen Kessel kann jedoch den höheren anlagentechnischen Aufwand im Hinblick auf das Investitionsvolumen nicht komplett ausgleichen. Bei einem kaskadierten Aufbau ist mit spezifischen Mehrkosten von rund 0,4 Cent/kWh_{th} zu rechnen (Investitionsmehrkosten ca. 30.000-35.000 € ≈ +10 %; höherer Anlagenaufwand z. B. spez. Kosten pro kW_{th} höher, Aufwand für Einbindung höher (Hydraulik, Brennstoffversorgung, Abgasführung etc.)).

5.1.1.2 Variante 1.1: Pelletkessel + Solarthermieanlage

In Variante 1.1 wird der zuvor betrachtete Biomassekessel mit einer thermischen Leistung von rund 350 kW_{th} zur Deckung des gesamten notwendigen Leistungsbereichs eingesetzt. Neben dem Pelletkessel wird in dieser Versorgungslösung eine solarthermische Anlage mit rund 80-90 m² Kollektorfläche auf den Dachflächen der Liegenschaften beachtet. Dies beeinflusst den Anlagenwirkungsgrad des Biomassekessels positiv, da die Solarthermieanlage in den Sommermonaten sowie in der Übergangszeit den ineffizienten Teillastbetrieb des Biomassekessels abmindert. Die Versorgung mit Wärme erfolgt hier zu rund 92 % auf Grundlage des regenerativen Energieträgers Holz sowie zu ca. 8 % auf Basis der Nutzung solarer Strahlungsenergie.

Neben der Errichtung einer Heizzentrale sind auch in dieser Variante notwendige Lagermöglichkeiten in der dafür vorgesehenen Liegenschaft zu berücksichtigen. Eine Ausführung des Pelletlagers kann im Zuge der Planungen auch außerhalb (unterirdisch) mittels Pelletbunker erfolgen (erhöhtes Kostenniveau ist zu beachten).

Um Schwankungen im Leistungsbedarf und hinsichtlich der Wärmelieferung der solarthermischen Anlage auszugleichen bzw. zwischenspeichern sowie einen effizienteren Anlagenbetrieb zu gewährleisten, ist ein ausreichend dimensionierter Pufferspeicher zu verwenden (auch fördermittelrelevant). Für den Biomassekessel ergeben sich etwa 1.500 Vollbenutzungsstunden im Jahr (bezogen auf Nennleistung, tatsächlicher Betrieb auch bei Teillast). Jährlich werden rund 123 t Holzpellets benötigt.

Abbildung 30 zeigt die Jahresdauerlinie mit den installierten Wärmeerzeugern.

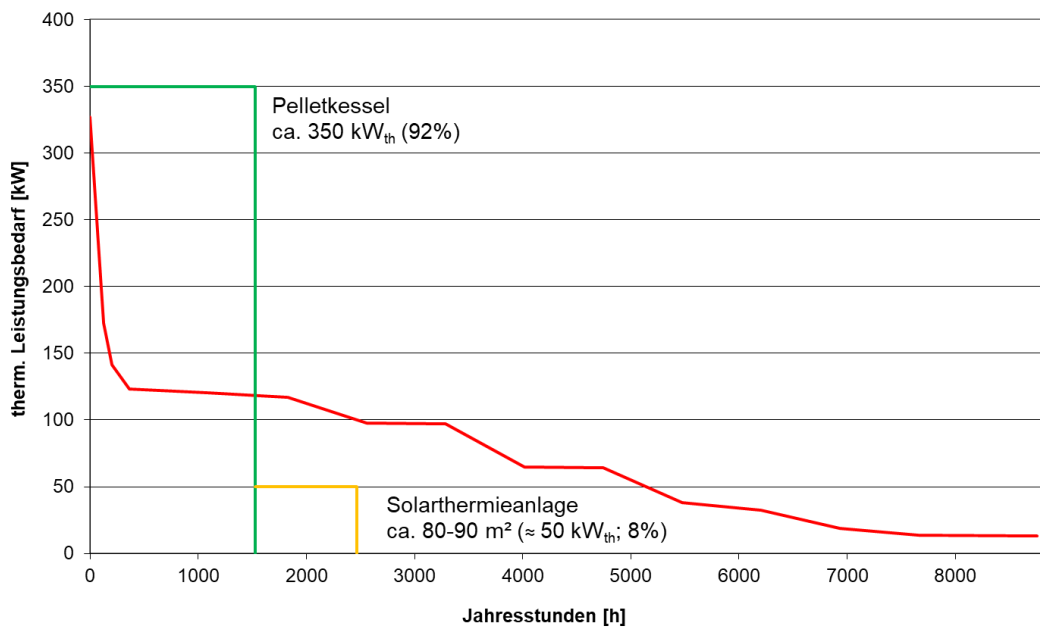


Abbildung 30: Insellösung Gemeindewiese— Jahresdauerlinie der Variante 1.1

Tabelle 2 zeigt die wesentlichen Zahlen der Energieumsätze in der Versorgungsvariante 1.1 als Übersicht.

Tabelle 2: Insellösung Gemeindewiese - Variante 1.1 - Eckdaten

Wärmeerzeuger		Pelletkessel	Solarthermie
Nennwärmeleistung	[kW _{th}]	350	50
Jahresvollbenutzungsstunden	[h/a]	1.500	900
Erzeugte Jahreswärmemenge	[kWh _{th} /a]	534.000	47.000
Anteil an Wärmeerzeugung	[%]	92	8
Verbrauch	[kWh _{th} /a]	614.000	-
Verbrauch	[t/a]	123	-

Eine Ausführung in Form einer Kaskade bestehend aus mehreren Biomassekesseln (therm. Leistungsbereich wird über 2 bis 3 Kessel zur Verfügung gestellt) kann auch in dieser Variante anstelle eines Aggregats erfolgen (höherer Investitions- und Betriebsaufwand).

5.1.1.3 Variante 1.2: Flüssiggas-BHKW + Pelletkessel + Flüssiggaskessel

Die Variante 1.2 basiert auf einem Energieträger-Mix. Neben der fossilen Referenzvariante (Variante 1.4) erfolgt auch hier eine Nutzung des Energieträgers Flüssiggas über die Spitzenlastdeckung hinaus. Hierzu wird auf ein hocheffizientes KWK-Modul zur Grundlastdeckung mit einer thermischen Nennleistung von ca. 50 kW_{th} sowie einer elektrischen Leistung von ca. 20 kW_{el} zurückgegriffen.

Neben der KWK-Anlage wird zur Abdeckung des Mittellastbereichs ein Pelletkessel mit einer Nennwärmeleistung von rund 150 kW_{th} eingesetzt. Zur Spitzenlastabdeckung kommt auch hier ein Flüssiggaskessel mit einer maximalen Wärmeleistung von 350 kW_{th} zur Anwendung. Die Versorgung mit Wärme erfolgt zu rund 63 % auf Grundlage des regenerativen Energieträgers Holz sowie zu 30 % durch das KWK-Modul (Spitzenlastkessel ca. 7 %).

Neben der Errichtung einer Heizzentrale sind auch in dieser Variante notwendige Lagermöglichkeiten in der dafür vorgesehenen Liegenschaft zu berücksichtigen. Eine Ausführung des Pelletlagers kann im Zuge der Planungen auch außerhalb (unterirdisch) mittels Pelletbunker erfolgen (erhöhtes Kostenniveau ist zu beachten). Die Versorgung mittels Flüssiggas erfolgt über unterirdische Gastanks in der entsprechend notwendigen Baugröße (in Abhängigkeit von Feuerungswärmeleistung bzw. Wärmebedarf).

Um Schwankungen im Leistungsbedarf auszugleichen und einen effizienteren Anlagenbetrieb zu gewährleisten ist ein ausreichend dimensionierter Pufferspeicher zu verwenden (auch fördermittelrelevant). Die KWK-Anlage wird etwa 3.500 Vollbenutzungsstunden im Jahr betrieben (förderoptimiert; Betriebszeiten u. a. von späteren Strombedarf des Seniorenzentrums abhängig) während der Biomassekessel von rund 2.500 vbh/a aufweist. Im BHKW-Modul und dem Gasspitzenlastkessel werden in Summe rund 298 MWh_{Hi} Flüssiggas benötigt, wobei der größere Anteil mit ca. 254 MWh_{Hi}/a auf das KWK-Aggregat entfällt. Der jährliche Bedarf an Holzpellets liegt bei ca. 83 t.

Das BHKW-Modul erzeugt jährlich etwa 77 MWh_{el} elektrische Energie. Bei einem näherungsweise zugrunde gelegten Strombedarf des Seniorenzentrums von ca. 81 MWh_{el}/a (ohne betreutes Wohnen) können annähernd 42 % (ca. 32 MWh_{el}) des produzierten Stromes in der Liegenschaft direkt genutzt werden. In das öffentliche Verteilnetz werden demnach ca. 58 % (ca. 45 MWh_{el}) eingespeist.

Die Kombination der KWK-Anlage mit einer Photovoltaikanlage auf zur Verfügung stehenden Dachflächen stellt bei der hier angestellten Betrachtung kein Problem dar, da das BHKW-Modul mit rund 3.500 vbh/a überwiegend in den Wintermonaten und dem jahreszeitlichen Übergang betrieben werden soll.

Abbildung 31 zeigt die Jahresdauerlinie mit den in Variante 1.2 installierten Wärmeerzeugern.

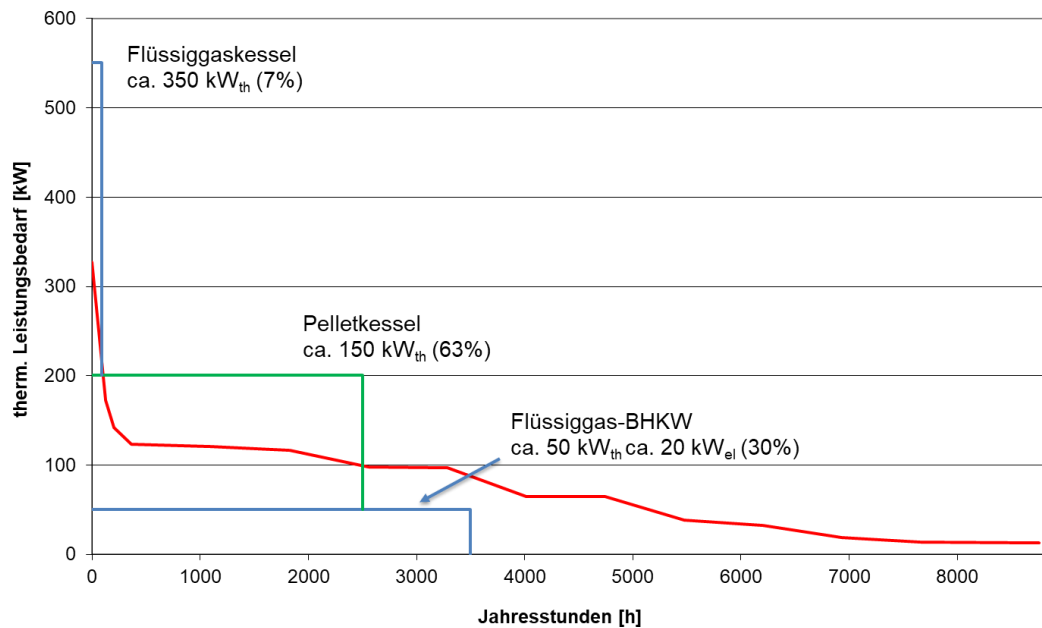


Abbildung 31: Insellösung Gemeindewiese - Jahresdauerlinie der Variante 1.2

Tabelle 3 zeigt die wesentlichen Zahlen der Energieumsätze in der Versorgungsvariante 1.2 als Übersicht.

Tabelle 3: Insellösung Gemeindewiese - Variante 1.2 - Eckdaten

Wärmeerzeuger		Flüssiggas-BHKW	Pelletkessel	Flüssiggaskessel
Nennwärmeleistung	[kW _{th}]	50	150	350
Elektrische Leistung	[kW _{el}]	22	-	-
Jahresvollbenutzungsstunden	[h/a]	3.500	2.500	100
Erzeugte Jahreswärmemenge	[kWh _{th} /a]	176.000	375.000	41.000
Anteil an Wärmeerzeugung	[%]	30	63	7
Erzeugte Jahresstrommenge	[kWh _{el} /a]	77.000	-	-
Verbrauch	[kWh _{th} /a]	254.000	417.000	44.000
Verbrauch	[l/a]	36.000	-	6.000
Verbrauch	[t/a]	-	83	-

Hinsichtlich der Einbindung einer KWK-Lösung ist eine detaillierte Auslegung bei vorliegender Werkplanung für das Seniorenzentrum empfehlenswert. Die hier angestellte Betrachtung beruht zunächst auf statistischen Kennwerten hinsichtlich eines künftig erwartbaren Strombedarfs der Liegenschaft. Nicht beachtet sind ebenso Mieterstrommodelle (z. B. Verbund der Gemeindewiese auch stromseitig).

5.1.1.4 Variante 1.3: Pelletkessel + Flüssiggaskessel

In Variante 1.3 wird ein Biomassekessel mit einer thermischen Leistung von rund 180 kW_{th} zur Deckung des mittleren Leistungsbereichs eingesetzt.

Neben dem Pelletkessel wird in dieser Versorgungslösung ein Flüssiggaskessel mit einer Nennwärmeleistung von ca. 350 kW_{th} zur Spitzenlastdeckung beachtet. Dies beeinflusst den Anlagenwirkungsgrad des Biomassekessels positiv, da der weniger effiziente Teillastbetrieb hierdurch abgemindert wird. Die Versorgung mit Wärme erfolgt zu rund 93 % auf Grundlage des regenerativen Energieträgers Holz sowie zu ca. 7 % durch die Nutzung des fossilen Energieträgers Flüssiggas.

Neben der Errichtung einer Heizzentrale sind auch in dieser Variante notwendige Lagermöglichkeiten in der dafür vorgesehenen Liegenschaft zu berücksichtigen. Eine Ausführung des Pelletlagers kann im Zuge der Planungen auch außerhalb (unterirdisch) mittels Pelletbunker erfolgen (erhöhtes Kostenniveau ist zu beachten). Die Versorgung mittels Flüssiggas erfolgt über unterirdische Gastanks in der entsprechend notwendigen Baugröße (in Abhängigkeit von Feuerungswärmeleistung bzw. Wärmebedarf).

Um Schwankungen im Leistungsbedarf und hinsichtlich der Aggregate auszugleichen bzw. zwischenspeichern sowie einen effizienteren Anlagenbetrieb zu gewährleisten, ist ein ausreichend dimensionierter Pufferspeicher zu verwenden (auch fördermittelrelevant). Für den Biomassekessel ergeben sich etwa 3.000 Vollbenutzungsstunden im Jahr (bezogen auf Nennleistung, tatsächlicher Betrieb auch bei Teillast) während der Flüssiggaskessel lediglich eine Laufzeit von rund 100 vbh pro Jahr aufweist. Jährlich werden rund 120 t Holzpellets sowie ca. 44 MWh_{Hi} (6.000 l) Flüssiggas benötigt.

Abbildung 32 zeigt die Jahresdauerlinie mit den installierten Wärmeerzeugern.

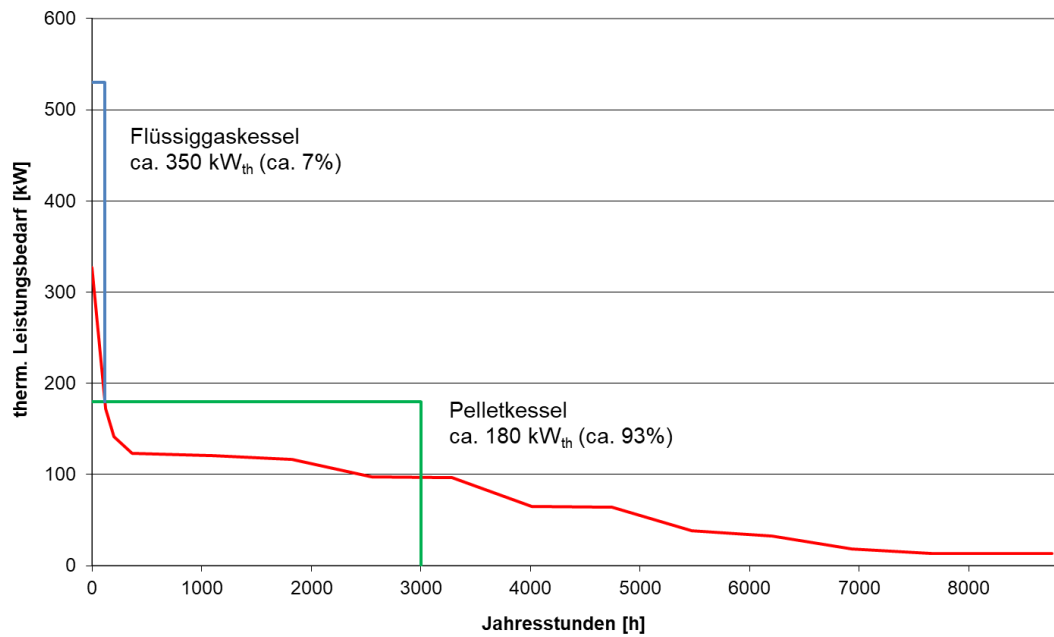


Abbildung 32: Insellösung Gemeindewiese - Jahresdauerlinie der Variante 1.3

Tabelle 4 zeigt die wesentlichen Zahlen der Energieumsätze in der Versorgungsvariante 1.3 als Übersicht.

Tabelle 4: Insellösung Gemeindewiese - Variante 1.3 - Eckdaten

Wärmeerzeuger		Pelletkessel	Flüssiggaskessel
Nennwärmeleistung	[kW _{th}]	180	350
Jahresvollbenutzungstunden	[h/a]	3.000	100
Erzeugte Jahreswärmemenge	[kWh _{th} /a]	540.000	41.000
Anteil an Wärmeerzeugung	[%]	93	7
Verbrauch	[kWh _{th} /a]	600.000	44.000
Verbrauch	[t/a]	120	-
Verbrauch	[l/a]	-	6.000

5.1.1.5 Variante 1.4: Flüssiggaskessel + Solarthermieanlage

Variante 1.4 stellt die fossile Referenzvariante unter Nutzung einer solarthermischen Anlage (gemäß gesetzlichen Vorgaben) dar. Hierbei kommt ein Flüssiggaskessel (optional auch eine Kaskade) mit einer Nennwärmeleistung von ca. 350 kW_{th} zum Einsatz. Das betrachtete Aggregat deckt somit den gesamten, zu erwartenden Leistungsbereich zur Wärmeversorgung der Liegenschaften ab.

Neben dem Flüssiggaskessel wird in dieser Versorgungslösung auch eine solarthermische Anlage mit rund 80-90 m² Kollektorfläche auf den Dachflächen der Liegenschaften beachtet. Die Wärmebereitstellung erfolgt zu rund 92 % auf Grundlage des fossilen Energieträgers Flüssiggas sowie zu ca. 8 % durch die Nutzung solarer Strahlungsenergie.

Die Versorgung mittels Flüssiggas erfolgt über unterirdische Gastanks in der entsprechend notwendigen Baugröße (in Abhängigkeit von Feuerungswärmeleistung bzw. Wärmebedarf).

Um Schwankungen im Wärme- und Leistungsbedarf hinsichtlich der solarthermischen Anlage auszugleichen bzw. zwischenzuspeichern sowie einen effizienten Anlagenbetrieb zu gewährleisten, ist ein ausreichend dimensionierter Pufferspeicher zu verwenden (auch fördermittelrelevant).

Bei etwa 1.500 Vollbenutzungsstunden im Jahr werden zur Wärmebereitstellung rund 594 MWh_{Hi} (85.000 l) Flüssiggas benötigt.

Abbildung 33 zeigt die Jahresdauerlinie mit den installierten Wärmeerzeugern.

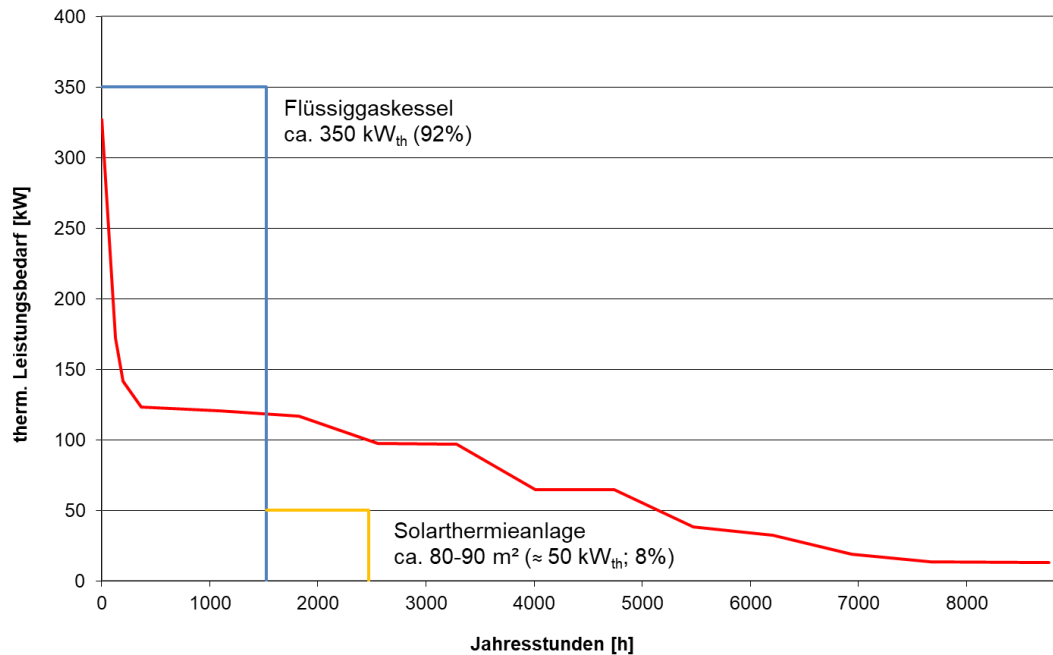


Abbildung 33: Insellösung Gemeindewiese - Jahresdauerlinie der Variante 1.4

Tabelle 5 zeigt die wesentlichen Zahlen der Energieumsätze in der Versorgungsvariante 1.4 als Übersicht.

Tabelle 5: Insellösung Gemeindewiese - Variante 1.4 - Eckdaten

Wärmeerzeuger		Flüssiggaskessel	Solarthermieanlage
Nennwärmeleistung	[kW _{th}]	350	50
Jahresvollbenutzungsstunden	[h/a]	1.500	900
Erzeugte Jahreswärmemenge	[kWh _{th} /a]	534.000	47.000
Anteil an Wärmeerzeugung	[%]	92	8
Verbrauch	[kWh _{th} /a]	594.000	-
Verbrauch	[l/a]	85.000	-

Ob die hier vorgestellte Energieversorgungsvariante für die Einhaltung der Vorgaben eines Effizienzgebäudes ausreichend ist, muss eine separate, detaillierte Betrachtung der bauphysikalischen Parameter hinsichtlich der künftigen Ausführung der Gebäudehülle bewerten (GEG-Nachweis). Die vorgestellte Variante dient lediglich als ökonomische und ökologische Referenz auf Basis fossiler Energie und unter Nutzung solarer Energieanteile (bzw. EE) in Anlehnung an die gesetzlichen Mindestvorgaben zum Einsatz regenerativer Energien (EE-Minimum).

5.1.1.6 Variante 1.5: Luft-/Wasser-Wärmepumpe (Kaskade) + Flüssiggaskessel

Die Wärmeversorgung in Variante 1.5 basiert auf der in den letzten Jahren v. a. im Neubaubereich stark vertretenen Versorgungslösung zur Nutzung von Umweltwärme mittels Wärmepumpenanlagen. Die in dieser Betrachtung zum Einsatz kommende Variante bezieht sich auf eine Ausführung als Luft-/Wasser-Wärmepumpe unter Nutzung von Umweltwärme in Form von Außenluft. Diese bildet die derzeit häufigste, im Neubau eingesetzte Wärmeversorgung im Konzept ab.

Die Anlagenkonfiguration basiert im Wesentlichen auf einem kaskadierten Aufbau mittels 2-3 Wärmepumpenaggregaten mit einer thermischen Leistung von rund 50 kW_{th} sowie 100 kW_{th}. Da diese Anlagen aus ökonomischen Belangen lediglich den Grund- und Mittellastbereich im Verbund abdecken, werden diese durch einen fossilen Spitzenlastkessel auf Flüssiggas-Basis ergänzt (ca. 350 kW_{th}).

Die Wärmebereitstellung erfolgt zu rund 86 % auf Grundlage der Wärmepumpenaggregate. Etwa 14 % der Wärme werden durch den Gaskessel über das Jahr hinweg bereitgestellt. Um Schwankungen im Leistungsbedarf auszugleichen und einen effizienteren Anlagenbetrieb zu gewährleisten ist ein ausreichend dimensionierter Pufferspeicher zu verwenden (auch fördermittelrelevant).

Die Versorgung mittels Flüssiggas erfolgt über unterirdische Gastanks in der entsprechend notwendigen Baugröße (in Abhängigkeit von Feuerungswärmeleistung bzw. Wärmebedarf).

Während sich für die Wärmepumpenaggregate etwa 2.500 vbh (50 kW_{th}) bzw. 3.800 vbh (100 kW_{th}) im Jahr ergeben, sind es beim Flüssiggaskessel lediglich rund 200 vbh/a. Für den Anlagenbetrieb einer Wärmepumpe kommt der Energieträger Strom zur Bereitstellung des Umweltwärmeanteils zum Einsatz. Für den Anlagenbetrieb werden pro Jahr rund 159 MWh_{el} Strom benötigt, während der jährliche Flüssiggasbedarf bei ca. 86 MWh_{Hi} (12.000 l) liegt.

Abbildung 34 zeigt die Jahresdauerlinie mit den installierten Wärmeerzeugern.

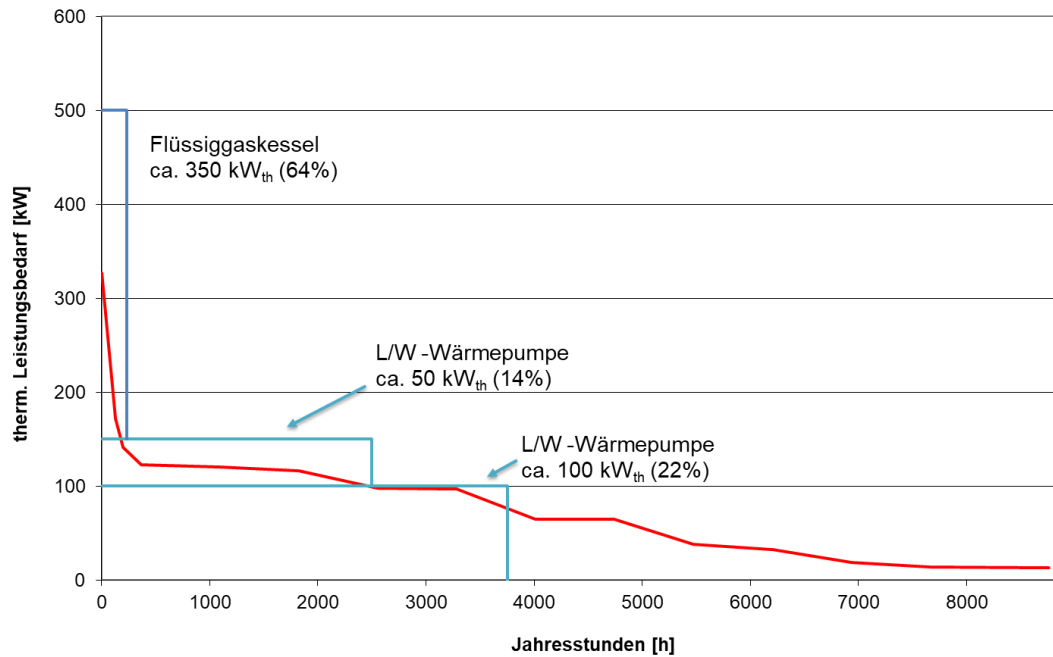


Abbildung 34: Insellösung Gemeindewiese - Jahresdauerlinie der Variante 1.5

Tabelle 5 zeigt die wesentlichen Zahlen der Energieumsätze in der Versorgungsvariante 1.5 als Übersicht.

Tabelle 6: Insellösung Gemeindewiese - Variante 1.5 - Eckdaten

Wärmeerzeuger		L/W-Wärmepumpe	L/W-Wärmepumpe	Flüssiggaskessel
Nennwärmeleistung	[kW _{th}]	100	50	350
Jahresvollbenutzungsstunden	[h/a]	3.800	2.500	200
Erzeugte Jahreswärmemenge	[kWh _{th} /a]	375.000	125.000	81.000
Anteil an Wärmeerzeugung	[%]	65	22	14
Verbrauch	[kWh _{Hi} /a]	-	-	86.000
Verbrauch	[l/a]	-	-	12.000
Verbrauch	[kWh _{el} /a]	117.000	42.000	-

Die hier dargestellte, kaskadierte Bauweise einer möglichen Wärmepumpenlösung (Luft-/Wasser-Wärmepumpen) ist auch in abweichender Anlagenkonfiguration denkbar, jedoch ist der Einfluss dieser auf die Gesamtbetrachtung der Machbarkeitsstudie noch nicht von tragender Relevanz. Ebenso ist eine Ausführung einer im Wesentlichen auf Wärmepumpen bzw. Umweltwärme beruhenden Energieversorgung unter Nutzung oberflächennaher Geothermie am Standort möglich. Aufgrund der frühen Projektphase des zentralen Wärmeverbrauchers im Verbund (Seniorenzentrum) erfolgt im Rahmen des Teil-ENP noch keine detaillierte Betrachtung dieser Versorgungsalternativen sowie ein Vergleich derer untereinander. Grundsätzlich kann darauf verwiesen werden, dass bei Nutzung oberflächennaher Geothermie von einer erhöhten Anlageneffizienz in Verbindung mit gesteigerten Investitionskosten auszugehen ist.

5.1.2 Ökonomische Bewertung

Zum Vergleich mit den bereits berechneten Nahwärmeverbundvarianten wird eine Berechnung der zu erwartenden, mittleren Wärmegestehungskosten zur dezentralen Versorgung mehrerer Liegenschaften angestellt. Dieser Zusammenschluss als sog. Insellösung wird anschließend in Anlehnung an die Bewertungskriterien der VDI-Richtlinie 2067 ökonomisch beurteilt. Für die Durchführung der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung gelten die in Anhang A erläuterten Grundannahmen. Abweichend festgelegte Randbedingungen zur ökonomischen Evaluierung des Nahwärmeverbundes werden im Folgenden ergänzend erläutert und dargestellt.

Für die Wirtschaftlichkeitsberechnung gelten zusätzlich folgende Grundannahmen:

- die Stromeinspeisevergütungen bleiben im Betrachtungszeitraum konstant, Änderungen werden gesondert über eine Sensitivitätsanalyse erfasst
- Strom aus Blockheizkraftwerken wird nach dem Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz (KWKG) in der aktuell gültigen Fassung vergütet, für das eingesetzte Flüssiggas kann die Energiesteuer rückerstattet werden*

Folgende Erlöse werden darüber hinaus berücksichtigt:

- Einnahmen durch Stromeinspeisung in das öffentliche Netz
- Vermiedene Strombezugskosten (bezogen auf die Strombedarfsschätzung des Seniorenwohnheims mit Tagespflege)

Bei einer zentralen Versorgung und damit einhergehenden, größeren Energiebezugsmengen, darf von kostengünstigeren Bezugspreisen für Holzpellets v. a. bei langfristigen Liefervereinbarungen ausgegangen werden. Die Preisgestaltung für Großabnehmer wird mit rund 80 - 85 %, ausgehend vom regulären, mittleren Marktpreis berücksichtigt (≈ 187 Euro/t).

Weiterhin werden zur Berücksichtigung möglicher Investitionsförderungen neben den verfügbaren Fördermitteln der KfW bezüglich des Aufbaus eines eigenen Verbundes (Trasse und Hausübergabestationen) auch mögliche Mittel für die Erstellung des Seniorenzentrums als Effizienzgebäude 40 beachtet (Höhe der Investitionsfördermittel nach BEG 20 % der ansatzfähigen Kosten).

Hinweis:

Ein Rechtsanspruch des Antragstellers auf Zuwendung besteht nicht. Die KfW Fördermittelbank und das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle entscheiden aufgrund ihres pflichtgemäßen Ermessens. Die Gewährung der Zuwendung steht unter dem Vorbehalt der Verfügbarkeit der veranschlagten Haushaltsmittel. Im Hinblick auf die derzeitige Entwicklung zum vorläufigen Programmstopp der Förderung für energieeffiziente Gebäude der KfW im Neubau sind die in der Kalkulation angesetzten Fördermittel vorbehaltlich einer Fortsetzung der Förderprogramme zu betrachten.

Nähere Informationen zur Pressemitteilung des BMWi: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Meldung/2022/20220124-foerderung-fur-energieeffiziente-gebäude-durch-kfw.html>

Anspruch auf Vollständigkeit aller Fördermittel besteht nicht. Die genauen Zuwendungsbedingungen sind den entsprechenden Förderprogrammen zu entnehmen und auf die endgültigen Investitionskosten (Ermittlung im Rahmen einer Ausschreibung) sowie den aktuellen Stand der Förderprogramme zum Umsetzungszeitpunkt anzupassen.

5.1.2.1 Investitionskostenprognose

In Abbildung 35 sind die prognostizierten Investitionskosten der einzelnen Varianten für eine eigenständige Wärmeversorgung der Liegenschaften an der Gemeindewiese gegenübergestellt.

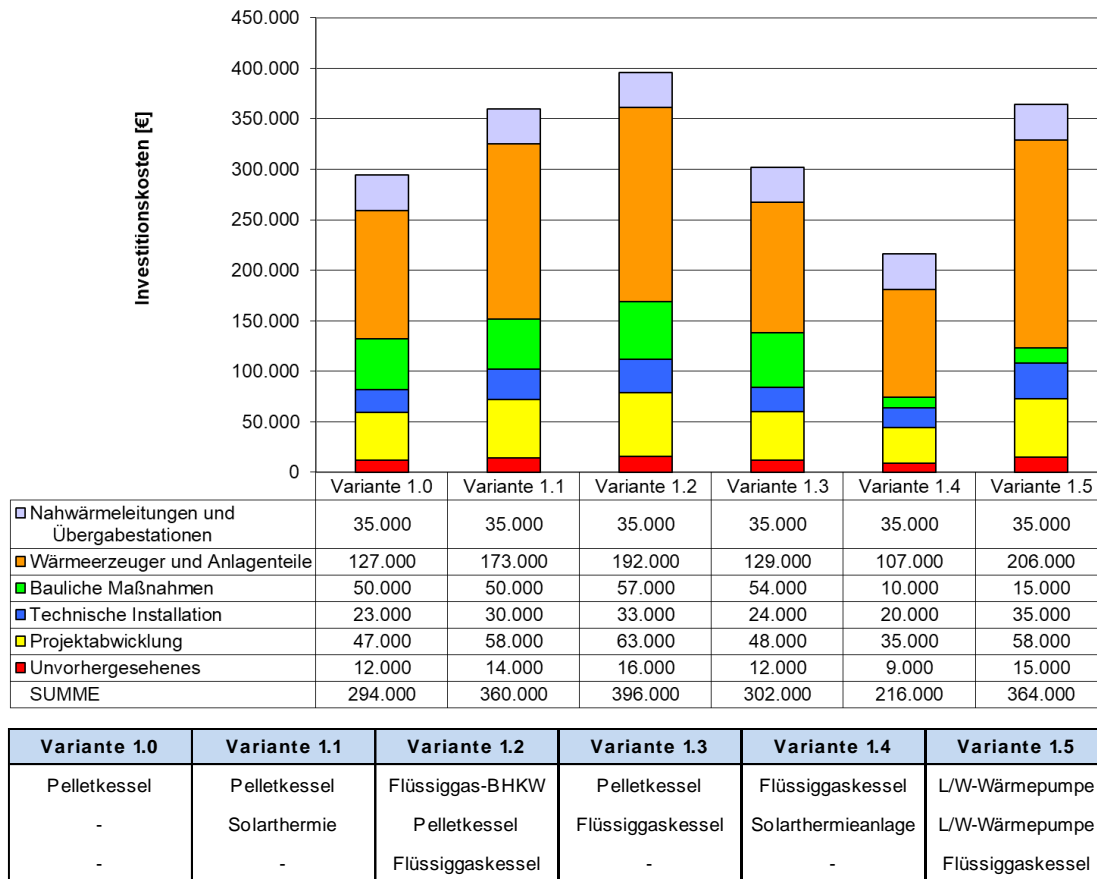


Abbildung 35: Insellösung Gemeindewiese - prognostizierte Investitionskosten (ohne Berücksichtigung von Fördermitteln)

Hinweis:

In diesem Planungsstadium kann der Aufwand für die Errichtung der Wärmeversorgungsstruktur nur näherungsweise festgelegt werden, wodurch die kalkulierten Kosten von den realen Kosten abweichen können. Die im Rahmen der vorliegenden Machbarkeitsstudie angenommenen Nettoinvestitionskosten basieren ebenso wie die Brennstoff- und Betriebskosten auf durchschnittlichen Marktpreisen und nicht auf konkreten Angebotsvorlagen. In der tatsächlichen Umsetzung, die von einer Ausschreibung eingeleitet wird, können die Kosten daher von den hier kalkulierten abweichen.

Im Wesentlichen sind u. a. folgende Parameter bei der Interpretation der Investitionskosten zu berücksichtigen:

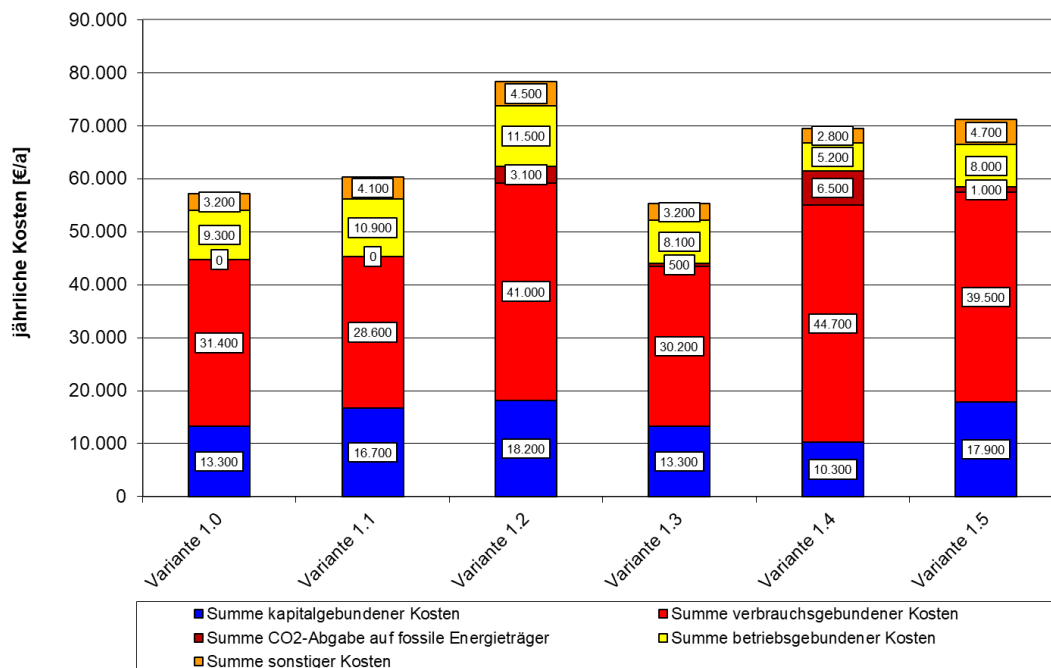
- Kosten für bauliche Maßnahmen berücksichtigen eine Einbindung der Heizzentrale inkl. Brennstofflager in das künftige Gebäude des Seniorenzentrums
- Gebäudeinvestitionskosten zur Brennstofflagerung werden in Anlehnung an, die im Bundesanzeiger Sachvertrichtlinie genannten Kostenfaktoren beachtet
- Mittlere Investitionskosten pro Meter Wärmetrasse werden anhand von Richtwerten mit ca. 340 €/m im Mittel berücksichtigt (Haupt- und Anschlussleitungen)
- KWK-Variante ohne Berücksichtigung einer Transformatorstation (< 50 kW_{el} elektrischer Leistung)
- Keine Berücksichtigung von sog. Baukostenzuschüssen / Hausanschlusskosten seitens möglicher Anlieger zur Verringerung der Investitionsvolumina

Faktoren wie z. B. die aktuelle Marktsituation im Baugewerbe können nur unzureichend abgeschätzt werden, was je nach Region z. T. deutliche Abweichungen nach sich ziehen kann. Ebenso ist der angestrebte Gebäudestandard ein wesentlicher Faktor im Hinblick auf die kalkulierbaren Investitionszuschüsse (BEG-Förderung).

Vor diesem Hintergrund wurden für die unterschiedlichen Varianten Sensitivitätsanalysen erarbeitet, welche den Einfluss einzelner Parameter wie z. B. die kapitalgebundenen Kosten auf die spezifischen Wärmegebungskosten darstellen (vgl. Kapitel 5.1.2.4).

5.1.2.2 Jährliche Ausgaben und Einnahmen

Aus den Investitionskosten werden nach der Annuitätenmethode die jährlichen Kapitalkosten gebildet, die sich zusammen mit den Betriebskosten, den verbrauchsgebundenen Kosten und den sonstigen Kosten, die nach den wirtschaftlichen Grundannahmen berechnet werden, zu den Jahresgesamtkosten addiert. Ferner sind für Strom produzierende Versorgungslösungen entsprechende Einnahmen gegenzurechnen. Abbildung 36 zeigt die Aufteilung der jährlichen Ausgaben auf die einzelnen Kostenarten.



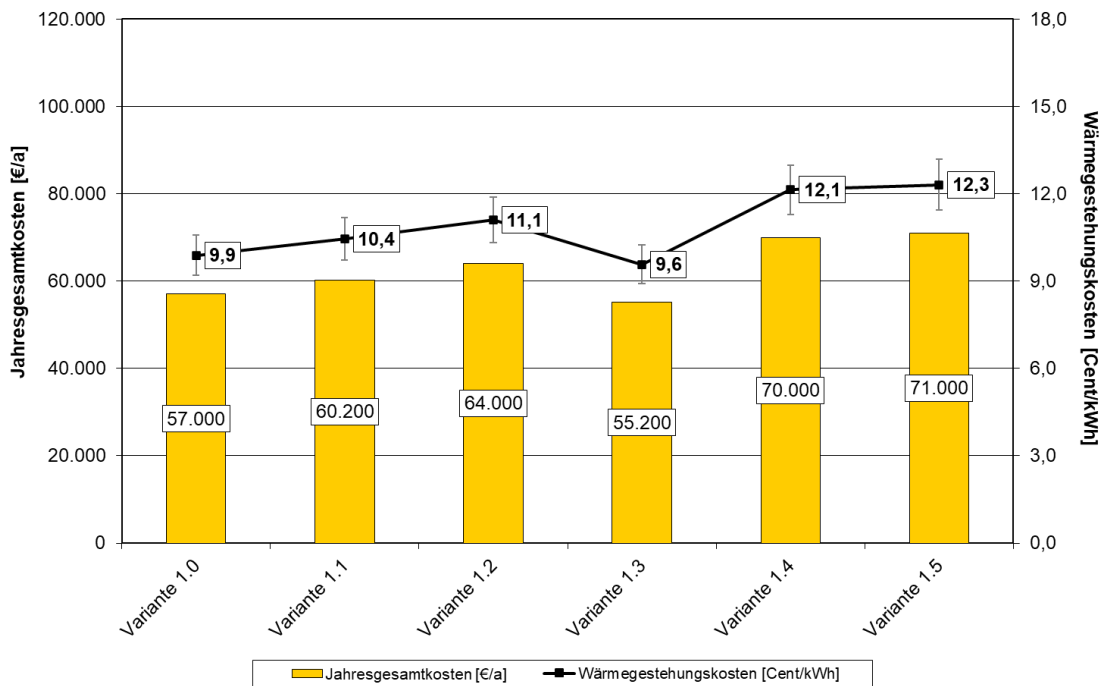
Variante 1.0	Variante 1.1	Variante 1.2	Variante 1.3	Variante 1.4	Variante 1.5
Pelletkessel	Pelletkessel	Flüssiggas-BHKW	Pelletkessel	Flüssiggaskessel	L/W-Wärmepumpe
-	Solarthermie	Pelletkessel	Flüssiggaskessel	Solarthermieanlage	L/W-Wärmepumpe
-	-	Flüssiggaskessel	-	-	Flüssiggaskessel

Abbildung 36: Insellösung Gemeindewiese - jährliche Ausgaben (ohne Berücksichtigung von Fördermitteln)

Darüber hinaus sind für Variante 1.2 mittlere Einnahmen in Höhe von ca. 14.100 Euro pro Jahr aufgrund der Vergütungssätze nach KWKG, der Stromeinspeisung in das öffentliche Verteilnetz, die Energiesteuererrückstattung sowie die berücksichtigte Eigenstromnutzung im Seniorenzentrum anzusetzen.

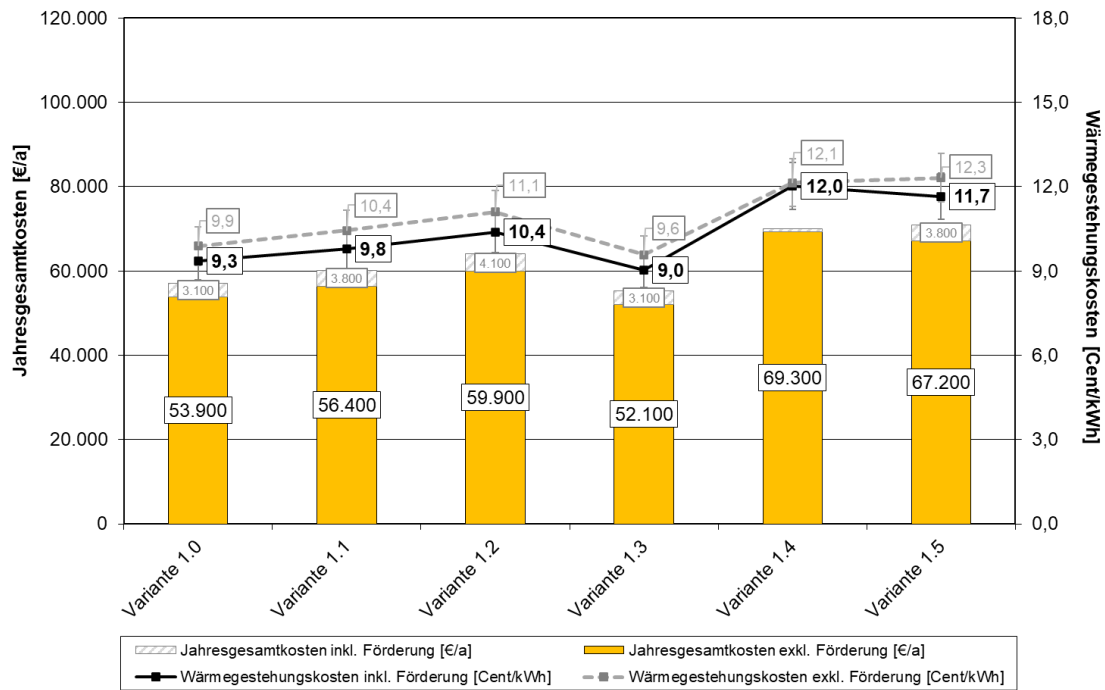
5.1.2.3 Jahresgesamt- und Wärmegestehungskosten

Anschließend Abbildungen geben die kalkulierten Jahresgesamtkosten und Wärmegestehungskosten der betrachteten Versorgungslösungen zunächst ohne Berücksichtigung möglicher Fördermittel, dann mit potenziellen Investitionsförderungen, wieder. Die Jahresgesamtkosten ergeben sich aus der Summe der jährlichen kapitalgebundenen-, betriebsgebundenen-, verbrauchsgebundenen und sonstigen Kosten abzüglich der erzielten Einnahmen. Aus den Jahresgesamtkosten werden die spezifischen Wärmegestehungskosten ermittelt, die die Kosten pro Kilowattstunde bereitgestellter Nutzwärme beziffern. Die spezifischen Wärmegestehungskosten dienen als wichtigste Kenngröße zur Ermittlung der Wirtschaftlichkeit von Wärmeversorgungsanlagen. So müssen sich alternative Konzepte zur Wärmebereitstellung stets an den spezifischen Wärmegestehungskosten der Referenzvariante, in vorliegendem Fall den mittleren Wärmegestehungskosten der überwiegend fossilen Variante 1.4, messen.



Variante 1.0	Variante 1.1	Variante 1.2	Variante 1.3	Variante 1.4	Variante 1.5
Pelletkessel	Pelletkessel	Flüssiggas-BHKW	Pelletkessel	Flüssiggaskessel	L/W-Wärmepumpe
-	Solarthermie	Pelletkessel	Flüssiggaskessel	Solarthermieanlage	L/W-Wärmepumpe
-	-	Flüssiggaskessel	-	-	Flüssiggaskessel

Abbildung 37: Insellösung Gemeindewiese - Jahresgesamt- und Wärmegestehungskosten (exkl. Fördermittel)



Variante 1.0	Variante 1.1	Variante 1.2	Variante 1.3	Variante 1.4	Variante 1.5
Pelletkessel	Pelletkessel	Flüssiggas-BHKW	Pelletkessel	Flüssiggaskessel	L/W-Wärmepumpe
-	Solarthermie	Pelletkessel	Flüssiggaskessel	Solarthermieanlage	L/W-Wärmepumpe
-	-	Flüssiggaskessel	-	-	Flüssiggaskessel

Abbildung 38: Insellösung Gemeindewiese - Jahresgesamt- und Wärmegestehungskosten (inkl. Fördermittel)

Sowohl ohne Beachtung möglicher Investitionsförderungen als auch unter Einbezug dieser stellt die Wärmebereitstellung anhand der Variante 1.3 die derzeit kostengünstigste Wärmeversorgungs-lösung dar (EE-Anteil ca. 93 %; fossiler Anteil ca. 7 %). Gefolgt wird diese Kombination aus Biomasse und Flüssiggas von der zu 100 % auf dem regenerativen Energieträger basierenden Versorgungs-lösung 1.0.

Eine Versorgung anhand einer auf Flüssiggas beruhenden Wärmeversorgung ist vor dem Hintergrund hoher Bezugskosten sowie einer künftig weiter steigenden CO₂-Abgabe auf fossile Energieträger auch aus ökonomischer Sicht nicht zu empfehlen. Dies zeigt auch das deutlich höhere, zu erwartende Kosten-niveau pro kWh_{th} Nutzwärme als Kalkulationsergebnis.

Die Versorgung auf Basis einer Kombination aus Luft-/Wasser-Wärmepumpen und Gasspitzenlastkessel ist vor dem Hintergrund der für die Gebäude anzulegenden Grundannahmen, welche einen optimalen Betrieb der Anlagentechnik erschweren, ebenso nicht uneingeschränkt zu empfehlen (bspw. hoher Warmwasserwärmebedarf, Temperaturniveau).

5.1.2.4 Sensitivitätsanalyse

Zur Berücksichtigung verschiedener Einflüsse auf die Höhe der Kapitalkosten sowie Preisänderungen bei den eingesetzten Energieträgern wird für jede Variante eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt. Diese simuliert den Einfluss des jeweiligen Parameters auf die Höhe der Wärmegegestehungskosten. Die verschiedenen Sensitivitätsanalysen sind in den folgenden Abbildungen dargestellt. Die Graphen der einzelnen Versorgungsvarianten, respektive deren Verhalten bei einer Änderung der Parameter, können somit untereinander verglichen werden. Zudem ist ein Vergleich mit den, in vorangegangenen Kapiteln, näherungsweise ermittelten Netzdurchleitungs- bzw. Wärmekosten bedingt möglich (vgl. Kapitel 4).

Das Vorgehen zum Ablesen der Graphen ist in Anhang C exemplarisch dargestellt.

Um etwaige Verzerrungen zu vermeiden, beziehen sich die hier dargestellten Wärmegegestehungskosten auf die Kalkulationsergebnisse ohne Berücksichtigung möglicher Investitionsförderungen. Die grau-gestrichelt hinterlegte Linie stellt in jeder Variante den Bezug zur Kostenentwicklung betreffend der verbrauchsgebundenen Kosten der fossilen Referenzvariante 1.4 dar.

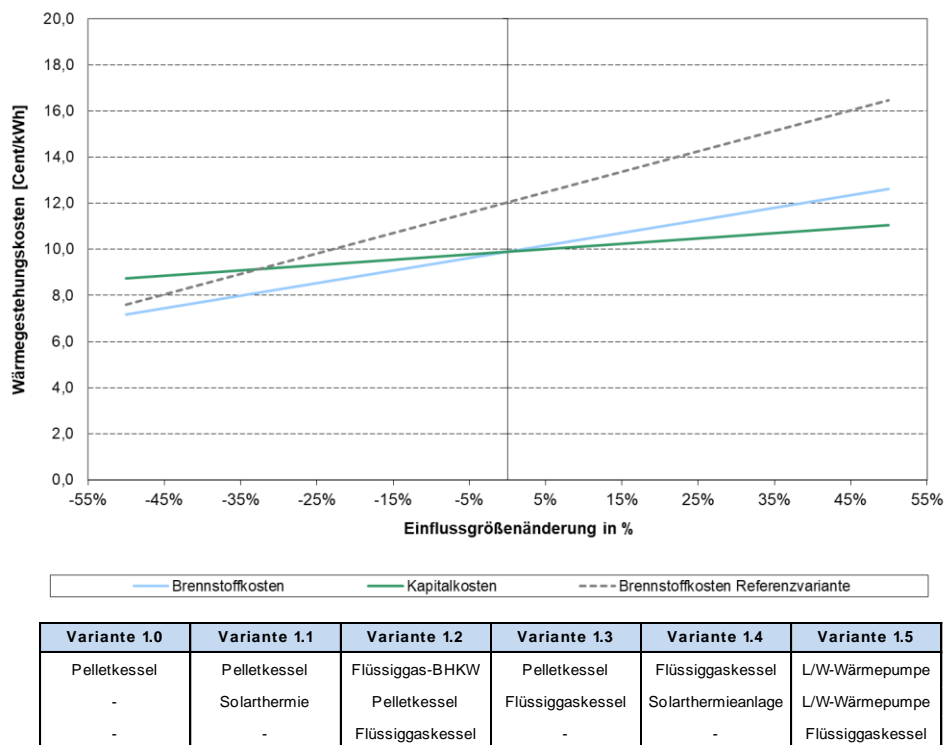


Abbildung 39: Insellösung Gemeindewiese - Sensitivitätsanalyse der Variante 1.0

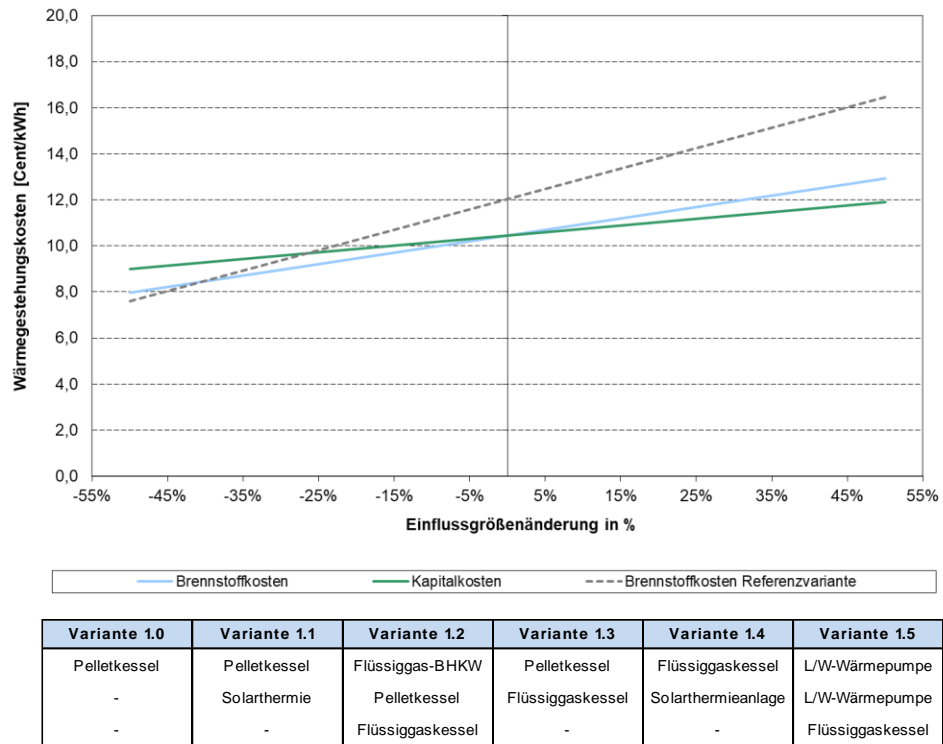


Abbildung 40: Insellösung Gemeindewiese - Sensitivitätsanalyse der Variante 1.1

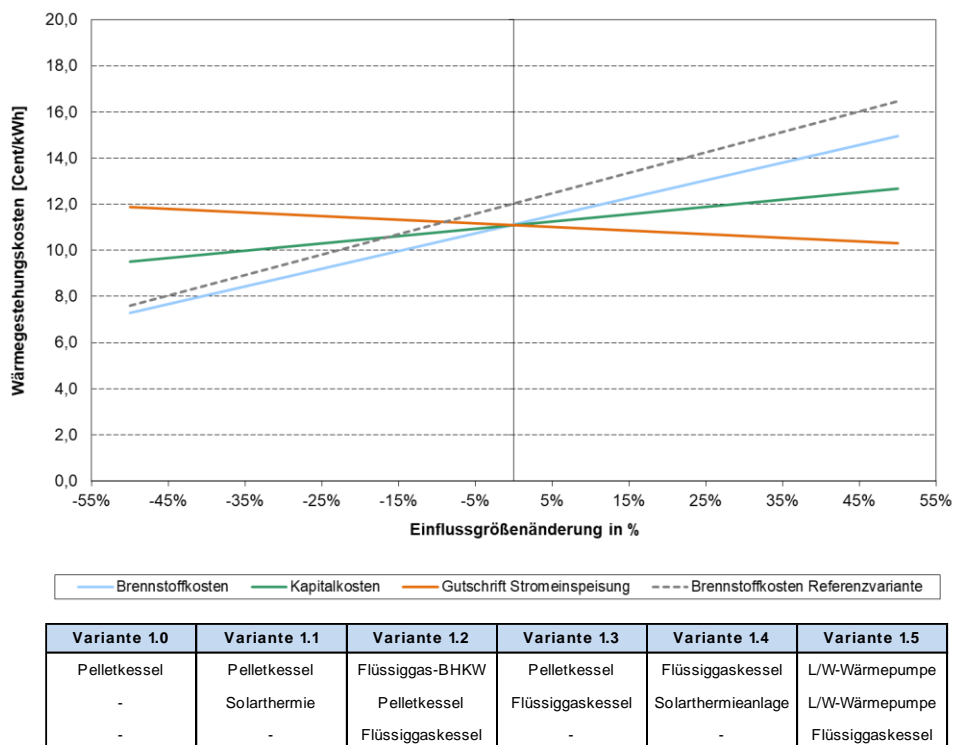


Abbildung 41: Insellösung Gemeindewiese - Sensitivitätsanalyse der Variante 1.2

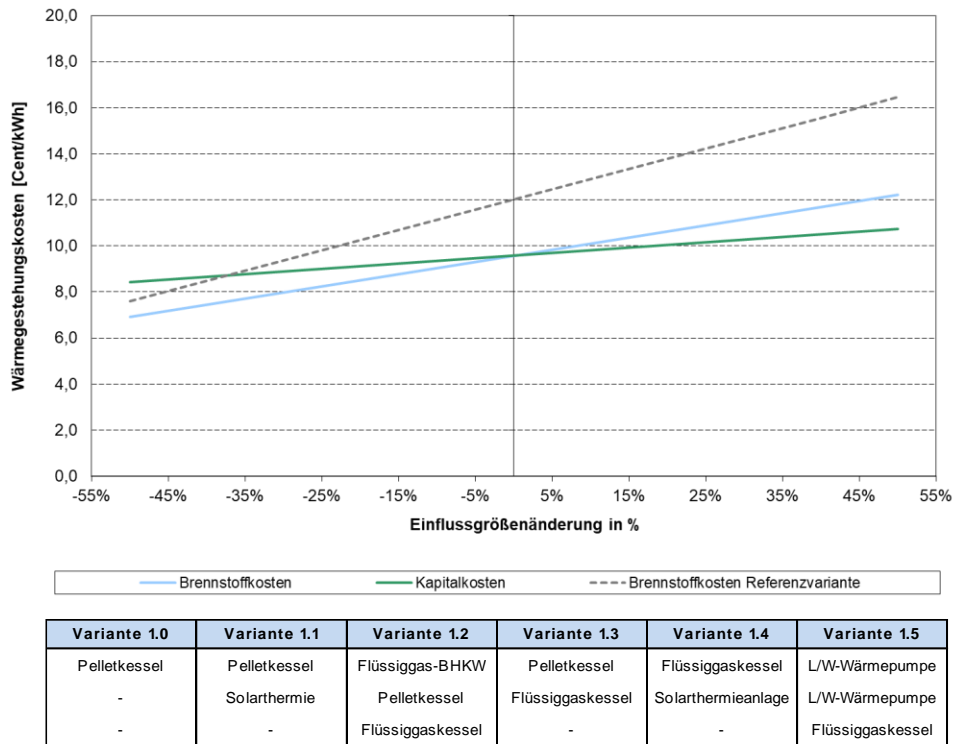


Abbildung 42: Insellösung Gemeindewiese - Sensitivitätsanalyse der Variante 1.3

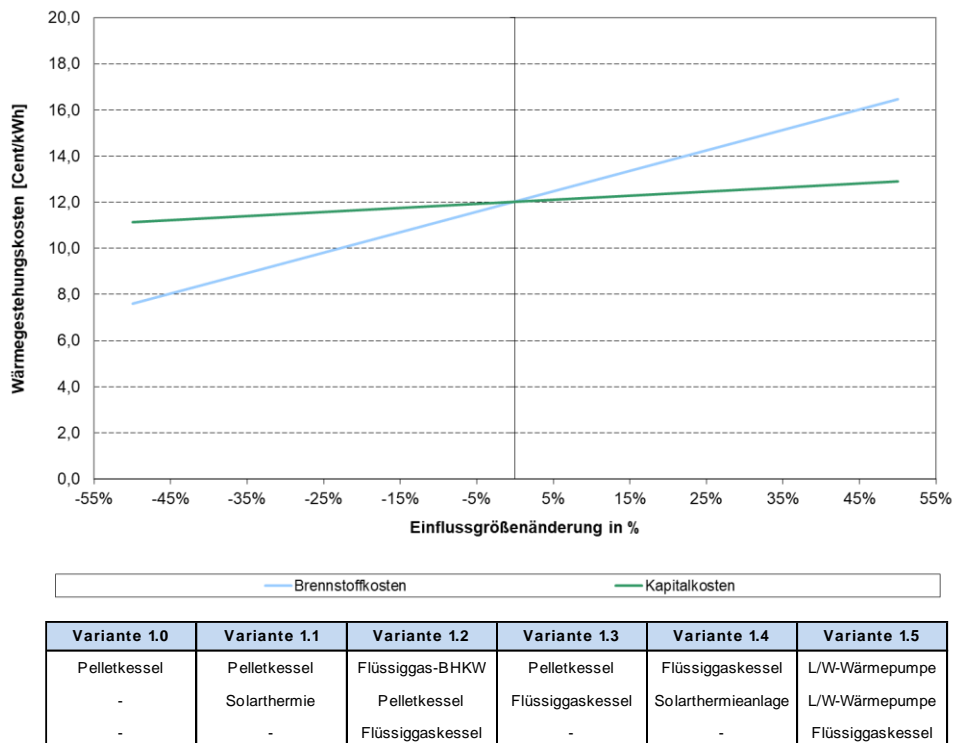


Abbildung 43: Insellösung Gemeindewiese - Sensitivitätsanalyse der Variante 1.4 (fossile Referenzvariante)

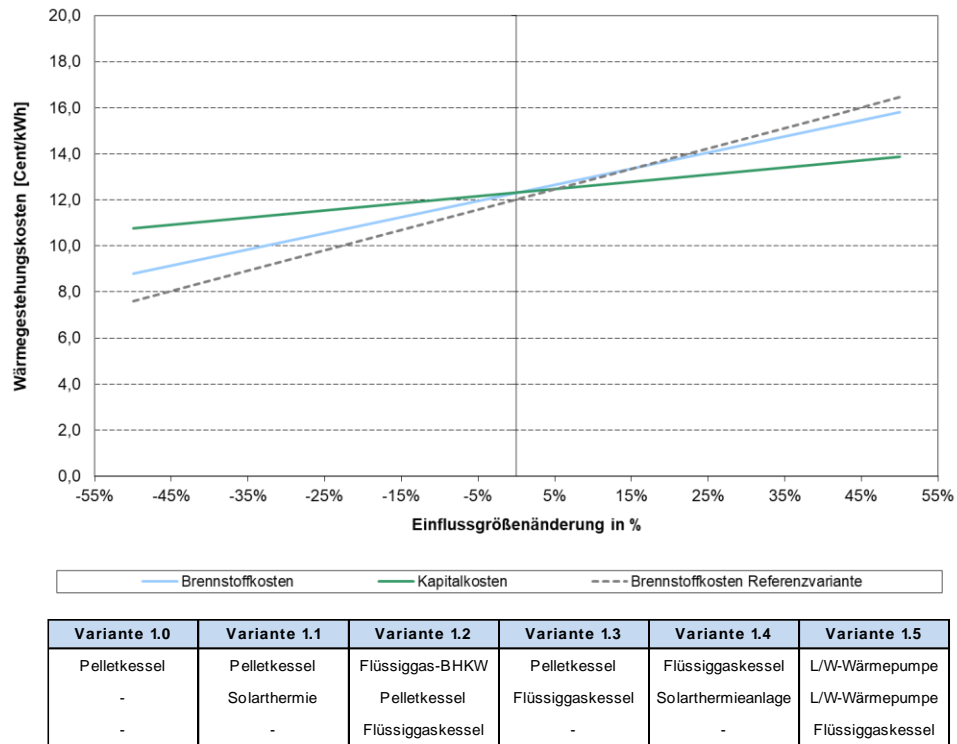


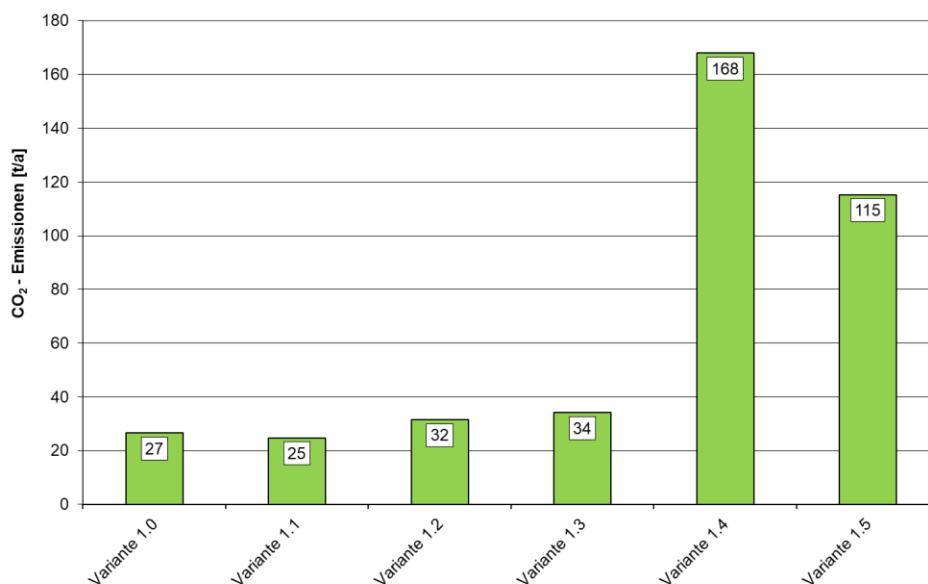
Abbildung 44: Insellösung Gemeindewiese - Sensitivitätsanalyse der Variante 1.5

5.1.3 Ökologische Bewertung (CO₂-Bilanz)

Ebenso wie in den vorangegangenen Kapiteln wird auch für die Kalkulationen zur dezentralen Versorgung der Liegenschaften an der Gemeindewiese eine ökologische Bewertung anhand einer CO₂-Bilanz nach den Vorgaben des Anhangs B erstellt.

Zur Beurteilung der ökologischen Verträglichkeit wird für die verschiedenen Energieversorgungsvarianten eine Bilanzierung der CO₂-Emissionen durchgeführt. Dabei wird neben dem jährlichen Brennstoffbedarf auch der Hilfsenergiebedarf (elektrische Energie) berücksichtigt. Die Faktoren der CO₂-Äquivalente werden anhand der im GEG abgebildeten Energieträger beachtet und berücksichtigen alle anfallenden Emissionen von der Gewinnung bis zur Energiewandlung des jeweiligen Brennstoffs im Wärmeerzeuger des Verbrauchers.

Das Ergebnis der Berechnungen für den dezentralen Wärmeverbund ist in Abbildung 45 ablesbar.



Variante 1.0	Variante 1.1	Variante 1.2	Variante 1.3	Variante 1.4	Variante 1.5
Pelletkessel	Pelletkessel	Flüssiggas-BHKW	Pelletkessel	Flüssiggaskessel	L/W-Wärmepumpe
-	Solarthermie	Pelletkessel	Flüssiggaskessel	Solarthermieanlage	L/W-Wärmepumpe
-	-	Flüssiggaskessel	-	-	Flüssiggaskessel

Abbildung 45: Insellösung Gemeindewiese - CO₂-Bilanz (dezentrale Wärmeversorgung)

Global betrachtet bietet eine Wärmeversorgung mittels Holzpellets, unter Berücksichtigung der Umsetzbarkeit, die rechnerisch niedrigsten zu erwartenden Treibhausgasemissionen. Solarthermieanlagen in der beachteten Größenordnung verringern den CO₂-Ausstoß im Mittel um rund 10 %.

Bei den angeführten Wärmepumpenanlagen wird mit einem Bezug des zum Betrieb notwendigen elektrischen Stromes aus dem Niederspannungsnetz („deutscher Strommix“) gerechnet. Beim Einsatz von regenerativ erzeugtem Strom ergeben sich für diese Art der Wärmezeugung nochmals niedrigere Emissionswerte. Ebenso in direkter Verbindung mit PV-Aufdach-Anlagen welche zur überwiegenden Eigenstromnutzung betrieben werden (v. a. Sommer- und Übergangsmonate).

KWK-Anlagen - Berücksichtigung CO₂-Gutschrift für produzierten Strom:

Für die auf Biomasse und Flüssiggas (BHKW und Spitzenlastkessel) basierende Variante 1.2 ergibt sich aufgrund der Bilanzierungsvorgaben aus den CO₂-Äquivalenten nach GEG ein ähnlich niedriges Niveau wie dies bereits bei den (nahezu) vollständig auf EE basierenden Varianten 1.0, 1.1 und 1.3, der Fall ist. Dieser Sachverhalt stellt sich ein, da für die produzierte elektrische Energie in einer hocheffizienten KWK-Anlage eine Gutschrift anzusetzen ist. Diese Gutschrift beläuft sich derzeit auf -860 g_{CO₂}/kWh_{el}.

Wird diese Gutschrift per Definition auf den zu kalkulierenden Wert für bezogenen Strom aus dem öffentlichen Netz gesetzt (-560 g_{CO₂}/kWh_{el}), ergeben sich für die KWK-Variante bereits Treibhausgasemissionen in Höhe von ca. 55 t_{CO₂}/a. Ohne etwaige Gutschriften für eingespeiste bzw. selbst verbrauchte Strommengen würde sich nach dem CO₂-Äquivalent ein Emissionswert von rund 98 t_{CO₂}/a ergeben.

Vergleich mit zentralen Versorgungslösungen:

Ein direkter Vergleich mit den in Kapitel 4 betrachteten, zentralen Energieversorgungsstrategien ist anhand einer näherungsweisen Beachtung der anzusetzenden CO₂-Emissionsfaktoren je Versorgungslösung möglich.

Hieraus ergeben sich bei einer Versorgung des Areals Gemeindewiese über einen Anschluss an den Wärmeverbund der EZF kalkulatorisch folgende Werte (auf Basis der Ergebnisse aus Kapitel 4):

- Erweiterung EZF (Biomasse; vgl. Kapitel 4.1): ca. 34,6 t/a
- Erweiterung EZF (Biomasse sek. Heizzentrale; vgl. Kapitel 4.2): ca. 40,5 t/a
- Fernleitungsanschluss an Geothermieanlage (vgl. Kapitel 4.3): ca. 17,0 t/a

Wie zu erwarten kann somit grundsätzlich davon ausgegangen werden, dass sich die niedrigsten CO₂-Emissionen im Zusammenhang mit einer Versorgung aller Liegenschaften der EZF mittels des Anschlusses an die Geothermieanlage in Kirchanschöring ergeben. Für eine Versorgungslösung auf Basis einer Erweiterung der EZF um eine mit Biomasse befeuerte Heizzentrale ergeben sich im Vergleich zur dezentralen Ausführung (V 1.0, V 1.1) etwas höhere bzw. ähnliche CO₂-Emissionen (V 1.3).

5.2 Insellösung - Kindergarten und Kindertagesstätte

Zur Bewertung einer dezentralen Versorgung ohne Anschluss an den Verbund der EZF erfolgt die Betrachtung des in Kapitel 3.7 dargelegten Gebäudeverbundes auf den Flurstücken 1122/2, 1122/4, 1122/5 und 1123/3. Ergebnis der Kalkulationen ist auch für diese Liegenschaften die Darstellung zu erwartender Wärmegestehungskosten sowie Treibhausgasemissionen für jede der betrachteten Versorgungsvarianten. Ein denkbarer Verlauf der Wärmeleitung zum Anschluss der neuen Kindertagesstätte an die Heizzentrale des bestehenden Kindergartengebäudes ist in Abbildung 17 gezeigt.

5.2.1 Dimensionierung dezentraler Wärmeversorgungsvarianten

Anschließend werden auf den ermittelten Verbrauchsdaten aus Kapitel 3.6 aufbauend, verschiedene, effiziente Energieversorgungsvarianten dimensioniert und untersucht. Ein abschließender Vergleich dieser mit den verschiedenen Szenarien einer zentralen Verbundlösung erfolgt in Kapitel 6 (Endergebnis und Zusammenfassung).

Folgende Wärmebedarfsdaten werden der dezentralen Versorgung zugeordnet:

- Kindergarten (Bestand): ca. 63.450 kWh_{th}/a
- Kindertagesstätte (Neubau): ca. 72.250 kWh_{th}/a

Zudem ist ein Wärmeverlust über die Anbindung der Kindertagesstätte in Höhe von ca. 3,8 MWh_{th}/a zu beachten. Aus den genannten Daten zum Nutzwärmebedarf ergibt sich ein künftig zu erwartender Gesamtwärmebedarf für beide Liegenschaften von ca. 139,5 MWh_{th} pro Jahr sowie ein abgeschätzter Heizleistungsbedarf von ca. 100 kW_{th}.

Im Anschluss betrachtete Energieversorgungsvarianten stellen adäquate, gängige Versorgungslösungen für Liegenschaften bzw. Verbundlösungen dieser Größenordnung dar. Sie sollen einen Eindruck über mögliche Versorgungsstrategien sowie den damit einhergehenden ökonomischen und ökologischen Gegebenheiten darstellen.

Energieversorgungsvarianten:

- Variante 1.0:** Pelletkessel (ca. 100 kW_{th})
- Variante 1.1:** Pelletkessel (ca. 100 kW_{th})
+ Solarthermie (ca. 25 m²)
- Variante 1.2:** Pelletkessel (ca. 50 kW_{th})
+ Pelletkessel (ca. 50 kW_{th})
- Variante 1.3:** Pelletkessel (ca. 50 kW_{th}; Grund- und Mittellast)
+ Flüssiggaskessel (Spitzenlast)
- Variante 1.4:** Flüssiggaskessel (ca. 100 kW_{th})
+ Solarthermie (ca. 25 m²)
- Variante 1.5:** L/W-Wärmepumpenkaskade (ca. 35 kW_{th}; Grund- und Mittellast)
+ Flüssiggaskessel (Spitzenlast)

Hinsichtlich der Herangehensweise sowie spezifischen Informationen zu den einzelnen Energieträgern wir an dieser Stelle auf die in Kapitel 5.1.1 bereits ausgeführten Anmerkungen verwiesen.

Biomasse:

In den Kalkulationen wird davon ausgegangen, dass ein notwendiges Brennstofflager im Zuge der Einbindung eines Pelletkessels separat errichtet wird (extern, unterirdisch). Bestehen ausreichende Lagermöglichkeiten im UG des Kindergartens ist von niedrigeren Investitionskosten als den hier berücksichtigten auszugehen (abzgl. ≈ 25.000 €).

Wärmepumpe:

Aus ökonomischen Gesichtspunkten (hohe spez. Investitionskosten pro kW_{th} Nennwärmeleistung) erfolgt die Einbindung in Variante 1.5 als Aggregat zur Grund- und Mittellastbereitstellung.

Solarthermie:

Die Einbindung einer Solarthermieanlage kann zusätzlich zu allen Varianten erfolgen (teilweise in Kalkulation berücksichtigt). Es ist jedoch zu beachten, dass in den Sommermonaten ein sehr niedriger Wärmebedarf in den Liegenschaften besteht (v. a. Ferienzeiten). Da hier eine Wärmeabnahme in den Liegenschaften nur in sehr geringem Umfang zu erwarten ist, sind bei der Ausführung einer solarthermischen Anlage entsprechende techn. Schutzmaßnahmen hinsichtlich des fehlerfreien Anlagenbetriebs zu berücksichtigen. Zudem steht eine solche Anlage in direkter Konkurrenz zu PV-Aufdachanlagen, welche ebenfalls zur Deckung des Energiebedarfs dient (z. B. Lichtstrom, Wärmepumpe).

KWK-Anlagen (Blockheizkraftwerk):

Eine Einbindung einer KWK-Anlage ist aufgrund des relativ niedrigen Wärme- sowie Strombedarfs der beiden Liegenschaften nicht wirtschaftlich zu realisieren.

Gaskessel - fossile Energieträger:

Der Einsatz fossiler Energieträger soll künftig gänzlich vermieden oder auf ein Minimum reduziert werden. Die betrachteten Energieversorgungsvarianten nutzen daher mit Ausnahme der Varianten 1.4 (fossile Referenzvariante) Flüssiggas ausschließlich zur Spitzenlastdeckung (maximaler Anteil $\leq 15\%$).

5.2.1.1 Variante 1.0: Pelletkessel

Bei der Variante 1.0 wird ein Biomassekessel mit einer thermischen Nennleistung von ca. 100 kW_{th} eingesetzt. Der betrachtete Kessel deckt den gesamten notwendigen Leistungsbereich ab. Dies hat zur Folge, dass davon auszugehen ist, dass der effektive Kesselwirkungsgrad etwas niedriger anzusiedeln ist, als dies bei einer Ausführung mittels mehrerer, kaskadierter Aggregate zu erwarten ist. Als Brennstoff kommen naturbelassene Holzpellets als regenerativer Energieträger zum Einsatz (100 % Biomasse).

Neben der Errichtung einer Heizzentrale sind in dieser Variante auch notwendige Lagermöglichkeiten in der dafür vorgesehenen Liegenschaft zu berücksichtigen (Pelletbunker extern, unterirdisch ca. 15-20 t).

Um Schwankungen im Leistungsbedarf auszugleichen und einen effizienteren Anlagenbetrieb zu gewährleisten ist ein ausreichend dimensionierter Pufferspeicher zu verwenden (auch fördermittelrelevant). Für den Biomassekessel ergeben sich etwa 1.400 Vollbenutzungsstunden im Jahr (bezogen auf Nennleistung, tatsächlicher Betrieb auch bei Teillast). Jährlich werden rund 32 t Holzpellets benötigt.

Anschließende Grafik zeigt die Jahresdauerlinie mit dem installierten Wärmeerzeuger.

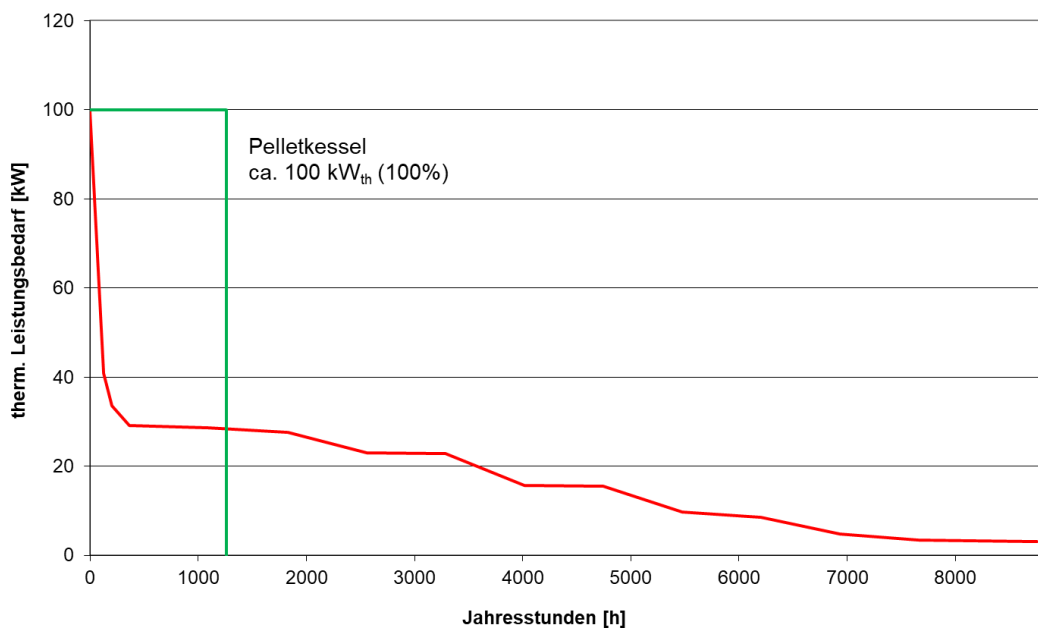


Abbildung 46: Insellösung Kindergarten / Kindertagesstätte - Jahresdauerlinie der Variante 1.0

Tabelle 7 zeigt die wesentlichen Zahlen der Energieumsätze in der Versorgungsvariante 1.0 als Übersicht.

Tabelle 7: Insellösung Kindergarten / Kindertagesstätte - Variante 1.0 - Eckdaten

Wärmeerzeuger		Pelletkessel
Nennwärmeleistung	[kW]	100
Jahresvollbenutzungsstunden	[h/a]	1.400
Erzeugte Jahreswärmemenge	[kWh/a]	140.000
Anteil an Wärmeerzeugung	[%]	100
Verbrauch	[kWh _{HI} /a]	160.000
Verbrauch	[t/a]	32

Eine Ausführung in Form einer Kaskade bestehend aus mehreren Biomassekesseln (therm. Leistungsbereich wird über 2 Kessel zur Verfügung gestellt) wurde im Rahmen der Projektbearbeitung ebenfalls geprüft (vgl. Variante 1.2 und Variante 1.3).

5.2.1.2 Variante 1.1: Pelletkessel + Solarthermieanlage

In Variante 1.1 wird der zuvor betrachtete Biomassekessel mit einer thermischen Leistung von rund 100 kW_{th} zur Deckung des gesamten notwendigen Leistungsbereichs eingesetzt. Neben dem Pelletkessel wird in dieser Versorgungslösung eine solarthermische Anlage mit rund 25 m² Kollektorfläche auf den Dachflächen der Liegenschaften beachtet. Dies beeinflusst den Anlagenwirkungsgrad des Biomassekessels positiv, da die Solarthermieanlage in den Sommermonaten sowie in der Übergangszeit den ineffizienten Teillastbetrieb des Biomassekessels abmindert. Die Versorgung mit Wärme erfolgt hier zu rund 91 % auf Grundlage des regenerativen Energieträgers Holz sowie zu ca. 9 % auf Basis der Nutzung solarer Strahlungsenergie.

Neben der Errichtung einer Heizzentrale sind in dieser Variante auch notwendige Lagermöglichkeiten in der dafür vorgesehenen Liegenschaft zu berücksichtigen (Pelletbunker extern, unterirdisch ca. 15-20 t).

Um Schwankungen im Leistungsbedarf und hinsichtlich der Wärmelieferung der solarthermischen Anlage auszugleichen bzw. zwischenzuspeichern sowie einen effizienteren Anlagenbetrieb zu gewährleisten, ist ein ausreichend dimensionierter Pufferspeicher zu verwenden (auch fördermittelrelevant). Für den Biomassekessel ergeben sich etwa 1.300 Vollbenutzungsstunden im Jahr (bezogen auf Nennleistung, tatsächlicher Betrieb auch bei Teillast). Jährlich werden rund 29 t Holzpellets benötigt.

Abbildung 47 zeigt die Jahresdauerlinie mit den installierten Wärmeerzeugern.

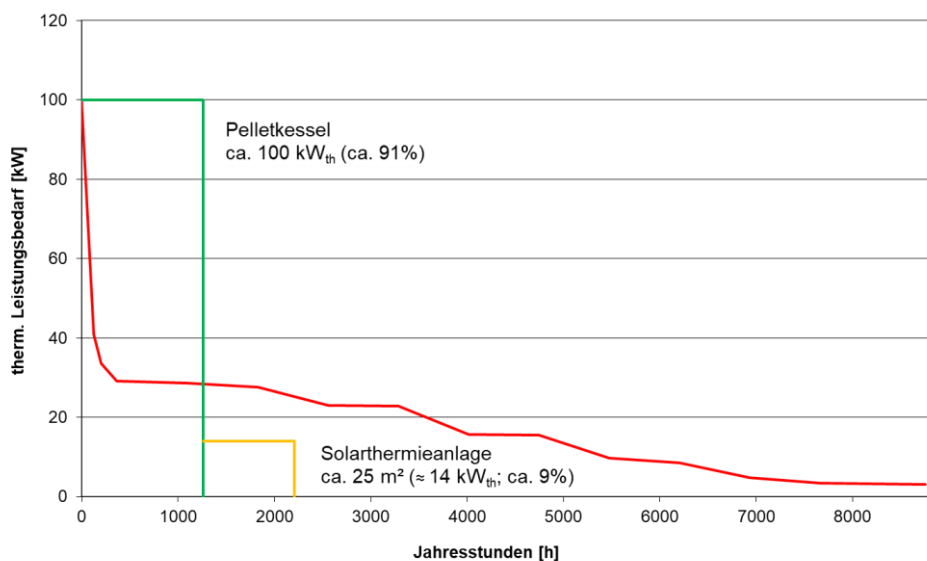


Abbildung 47: Inselösung Kindergarten / Kindertagesstätte - Jahresdauerlinie der Variante 1.1

Tabelle 8 zeigt die wesentlichen Zahlen der Energieumsätze in der Versorgungsvariante 1.1 als Übersicht.

Tabelle 8: Insellösung Kindergarten / Kindertagesstätte - Variante 1.1 - Eckdaten

Wärmeerzeuger		Pelletkessel	Solarthermie
Nennwärmeleistung	[kW]	100	14
Jahresvollbenutzungsstunden	[h/a]	1.300	900
Erzeugte Jahreswärmemenge	[kWh/a]	126.000	13.000
Anteil an Wärmeerzeugung	[%]	91	9
Verbrauch	[kWh _{HI} /a]	144.000	-
Verbrauch	[t/a]	29	-

Eine Ausführung in Form einer Kaskade bestehend aus mehreren Biomassekesseln (therm. Leistungsbereich wird über 2 Kessel zur Verfügung gestellt) kann auch in dieser Variante anstelle eines Aggregats erfolgen (ggf. höherer Kostenaufwand)

5.2.1.3 Variante 1.2: Kaskade aus 2 Pelletkesseln

Die Variante 1.2 basiert auf einer kaskadierten Ausführung auf Basis des Energieträgers Biomasse in Form von zwei Pelletkesseln identischer Leistungsklasse (je ca. 50 kW_{th}). Ein Anlagenbetrieb als Kaskade ermöglicht grundsätzlich einen etwas höheren Anlagennutzungsgrad sowie erhöhte zu erwartende Standzeiten der verwendeten Kessel ggü. einem größeren Aggregat. Jedoch ist für die Einbindung, Abgasführung sowie Ascheentsorgung etc. mitunter ein höherer Investitionsaufwand nötig. Ein Betrieb der Anlagen erfolgt hierbei, mit Ausnahme der Spitzenlastanforderung, abwechselnd und im idealen Wirkungsgradbereich. Die Versorgung mit Wärme erfolgt zu 100 % auf Grundlage des regenerativen Energieträgers Holz.

Neben der Errichtung einer Heizzentrale sind in dieser Variante auch notwendige Lagermöglichkeiten in der dafür vorgesehenen Liegenschaft zu berücksichtigen (Pelletbunker extern, unterirdisch ca. 15-20 t).

Um Schwankungen im Leistungsbedarf auszugleichen und einen effizienteren Anlagenbetrieb zu gewährleisten ist ein ausreichend dimensionierter Pufferspeicher zu verwenden (auch fördermittelrelevant). Die mittleren Betriebszeiten der Biomassekessel bei Nennlast betragen rund 1.400 vbh/a. Der jährliche Bedarf an Holzpellets liegt bei ca. 32 t.

Abbildung 48 zeigt die Jahresdauerlinie mit den in Variante 1.2 installierten Wärmeerzeugern.

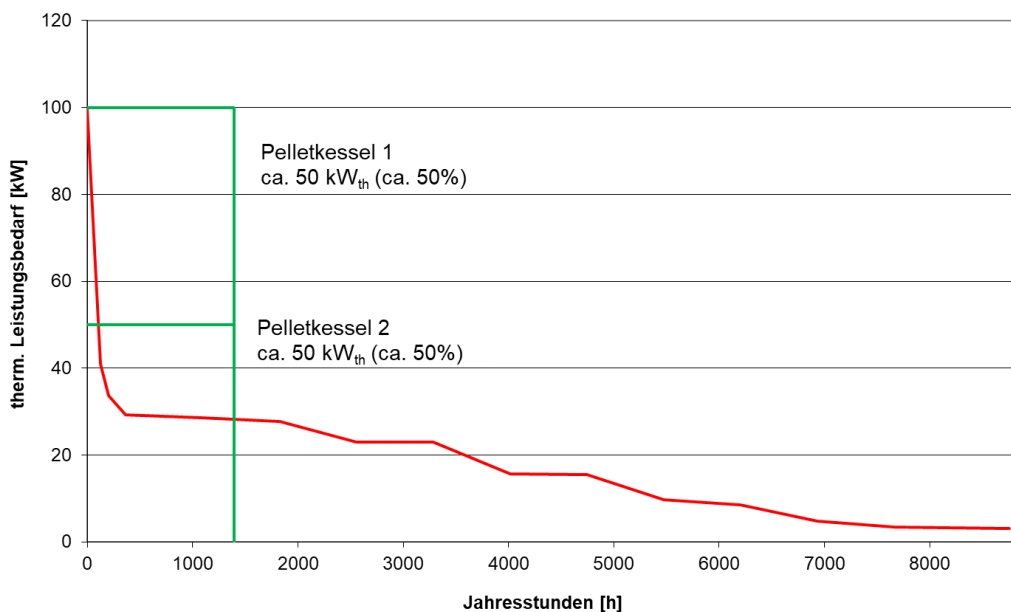


Abbildung 48: Insellösung Kindergarten / Kindertagesstätte - Jahresdauerlinie der Variante 1.2

Tabelle 9 zeigt die wesentlichen Zahlen der Energieumsätze in der Versorgungsvariante 1.2 als Übersicht.

Tabelle 9: Insellösung Kindergarten / Kindertagesstätte - Variante 1.2 - Eckdaten

Wärmeerzeuger		Pelletkessel	Pelletkessel
Nennwärmeleistung	[kW]	50	50
Jahresvollbenutzungsstunden	[h/a]	1.400	1.400
Erzeugte Jahreswärmemenge	[kWh/a]	70.000	70.000
Anteil an Wärmeerzeugung	[%]	50	50
Verbrauch	[kWh _{HI} /a]	78.000	78.000
Verbrauch	[t/a]	16	16

Der zu erwartende, höhere Anlagennutzungsgrad sowie die damit verbundene, optimale Auslastung der einzelnen Kessel kann den höheren anlagentechnischen Aufwand im Hinblick auf das Investitionsvolumen nicht komplett ausgleichen. Bei einem kaskadierten Aufbau ist daher mit spezifischen Mehrkosten von zu rechnen.

5.2.1.4 Variante 1.3: Pelletkessel (Grund- und Mittellast) + Flüssiggaskessel

In Variante 1.3 wird ein Biomassekessel mit einer thermischen Leistung von rund $50 \text{ kW}_{\text{th}}$ zur Deckung des mittleren Leistungsbereichs eingesetzt.

Neben dem Pelletkessel wird in dieser Versorgungslösung ein Flüssiggaskessel mit einer Nennwärmeleistung von ca. $100 \text{ kW}_{\text{th}}$ zur Spitzenlastdeckung beachtet. Dies beeinflusst den Anlagenwirkungsgrad des Biomassekessels positiv, da der weniger effiziente Teillastbetrieb hierdurch abgemindert wird. Die Versorgung mit Wärme erfolgt zu rund 89 % auf Grundlage des regenerativen Energieträgers Holz sowie zu ca. 11 % durch die Nutzung des fossilen Energieträgers Flüssiggas.

Neben der Errichtung einer Heizzentrale sind in dieser Variante auch notwendige Lagermöglichkeiten in der dafür vorgesehenen Liegenschaft zu berücksichtigen (Pelletbunker extern, unterirdisch ca. 15-20 t). Die Versorgung mittels Flüssiggas erfolgt über unterirdische Gastanks in der entsprechend notwendigen Baugröße (in Abhängigkeit von Feuerungswärmeleistung bzw. Wärmebedarf).

Um Schwankungen im Leistungsbedarf und hinsichtlich der Aggregate auszugleichen bzw. zwischenspeichern sowie einen effizienteren Anlagenbetrieb zu gewährleisten, ist ein ausreichend dimensionierter Pufferspeicher zu verwenden (auch fördermittelrelevant). Für den Biomassekessel ergeben sich etwa 2.500 Vollbenutzungsstunden im Jahr (bezogen auf Nennleistung, tatsächlicher Betrieb auch bei Teillast) während der Flüssiggaskessel lediglich eine Laufzeit von rund 100 vbh pro Jahr aufweist. Jährlich werden rund 28 t Holzpellets sowie ca. $15 \text{ MWh}_{\text{Hi}}$ (2.200 l) Flüssiggas benötigt.

Abbildung 49 zeigt die Jahresdauerlinie mit den installierten Wärmeerzeugern.

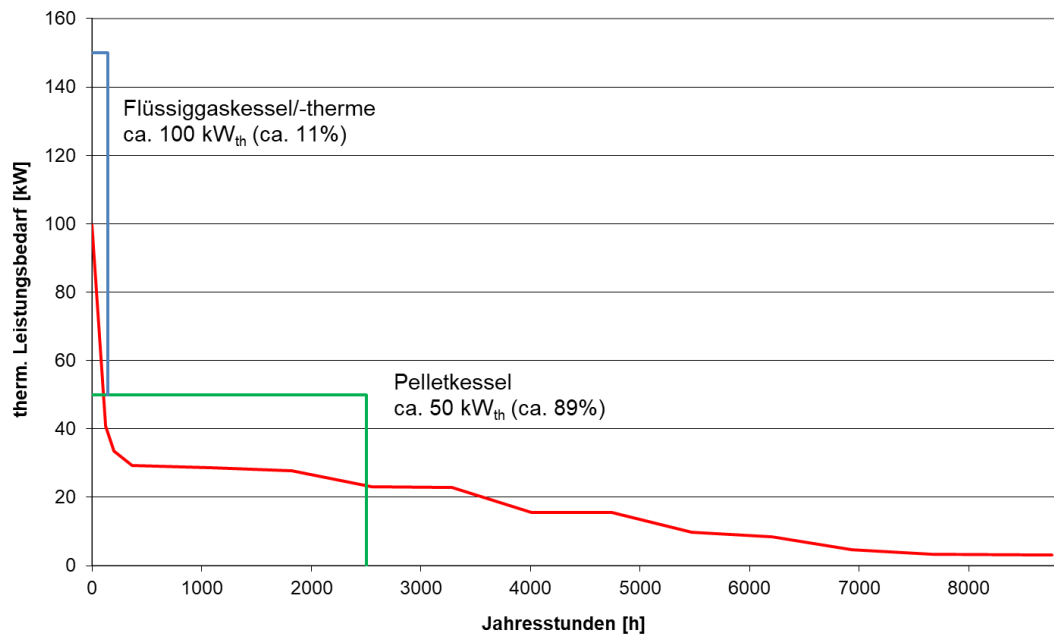


Abbildung 49: Insellösung Kindergarten / Kindertagesstätte - Jahresdauerlinie der Variante 1.3

Tabelle 10 zeigt die wesentlichen Zahlen der Energieumsätze in der Versorgungsvariante 1.3 als Übersicht.

Tabelle 10: Insellösung Kindergarten / Kindertagesstätte - Variante 1.3 - Eckdaten

Wärmeerzeuger		Pelletkessel	Flüssiggaskessel
Nennwärmeleistung	[kW]	50	100
Jahresvollbenutzungsstunden	[h/a]	2.500	100
Erzeugte Jahreswärmemenge	[kWh/a]	125.000	15.000
Anteil an Wärmeerzeugung	[%]	89	11
Verbrauch	[kWh _{Hi} /a]	139.000	15.000
Verbrauch	[t/a]	28	-
Verbrauch	[l/a]	-	2.200

5.2.1.5 Variante 1.4: Flüssiggaskessel + Solarthermieranlage (fossile Referenz)

Variante 1.4 stellt die fossile Referenzvariante unter Nutzung einer solarthermischen Anlage (gemäß gesetzlichen Vorgaben) dar. Hierbei kommt ein Flüssiggaskessel (optional auch eine Kaskade) mit einer Nennwärmeleistung von ca. 100 kW_{th} zum Einsatz. Das betrachtete Aggregat deckt somit den gesamten, zu erwartenden Leistungsbereich zur Wärmeversorgung der Liegenschaften ab.

Neben dem Flüssiggaskessel wird in dieser Versorgungslösung auch eine solarthermische Anlage mit rund 25 m² Kollektorfläche auf den Dachflächen der Liegenschaften beachtet. Die Wärmebereitstellung erfolgt zu rund 91 % auf Grundlage des fossilen Energieträgers Flüssiggas sowie zu ca. 9 % durch die Nutzung solarer Strahlungsenergie.

Die Versorgung mittels Flüssiggas erfolgt über unterirdische Gastanks in der entsprechend notwendigen Baugröße (in Abhängigkeit von Feuerungswärmeleistung bzw. Wärmebedarf).

Um Schwankungen im Wärme- und Leistungsbedarf hinsichtlich der solarthermischen Anlage auszugleichen bzw. zwischenzuspeichern sowie einen effizienten Anlagenbetrieb zu gewährleisten, ist ein ausreichend dimensionierter Pufferspeicher zu verwenden (auch fördermittelrelevant).

Bei etwa 1.300 Vollbenutzungsstunden im Jahr werden zur Wärmebereitstellung rund 133 MWh_{Hi} (19.100 l) Flüssiggas benötigt.

Abbildung 50 zeigt die Jahresdauerlinie mit den installierten Wärmeerzeugern.

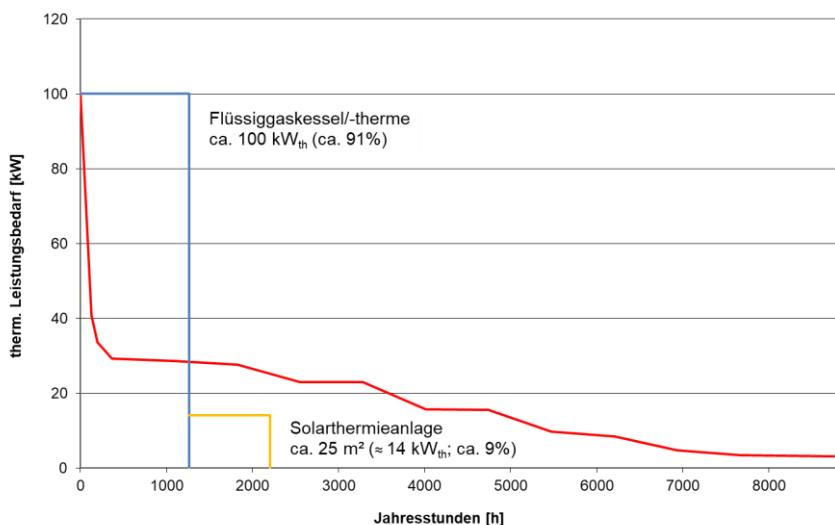


Abbildung 50: Insellösung Kindergarten / Kindertagesstätte - Jahresdauerlinie der Variante 1.4

Tabelle 11 zeigt die wesentlichen Zahlen der Energieumsätze in der Versorgungsvariante 1.4 als Übersicht.

Tabelle 11: Insellösung Kindergarten / Kindertagesstätte - Variante 1.4 - Eckdaten

Wärmeerzeuger		Flüssiggaskessel	Solarthermie
Nennwärmeleistung	[kW]	100	14
Jahresvollbenutzungsstunden	[h/a]	1.263	940
Erzeugte Jahreswärmemenge	[kWh/a]	126.000	13.000
Anteil an Wärmeerzeugung	[%]	91	9
Verbrauch	[kWh _{HI} /a]	133.000	13.000
Verbrauch	[l/a]	19.100	-

Ob die hier vorgestellte Energieversorgungsvariante für die Einhaltung der Vorgaben eines Effizienzgebäudes ausreichend ist, muss eine separate, detaillierte Betrachtung der bauphysikalischen Parameter hinsichtlich der künftigen Ausführung der Gebäudehülle bewerten (GEG-Nachweis). Die vorgestellte Variante dient lediglich als ökonomische und ökologische Referenz auf Basis fossiler Energie und unter Nutzung solarer Energieanteile (bzw. EE) in Anlehnung an die gesetzlichen Mindestvorgaben zum Einsatz regenerativer Energien (EE-Minimum).

5.2.1.6 Variante 1.5: Luft-/Wasser-Wärmepumpe + Flüssiggaskessel

Die Wärmeversorgung in Variante 1.5 basiert auf der in den letzten Jahren v. a. im Neubaubereich stark vertretenen Versorgungslösung zur Nutzung von Umweltwärme mittels Wärmepumpenanlagen. Die in dieser Betrachtung zum Einsatz kommende Variante bezieht sich auf eine Ausführung als Luft-/Wasser-Wärmepumpe unter Nutzung von Umweltwärme in Form von Außenluft. Diese bildet die derzeit häufigste, im Neubau eingesetzte Wärmeversorgung im Konzept ab.

Die Anlagenkonfiguration basiert auf einem Wärmepumpenaggregat mit einer thermischen Leistung von rund $35 \text{ kW}_{\text{th}}$ zur Grund- und Mittellastdeckung. Diese Anlage wird durch einen fossilen Spitzenlastkessel auf Flüssiggas-Basis ergänzt (ca. $100 \text{ kW}_{\text{th}}$).

Die Wärmebereitstellung erfolgt zu rund 85 % auf Grundlage der Wärmepumpenaggregate. Etwa 15 % der Wärme werden durch den Gaskessel über das Jahr hinweg bereitgestellt. Um Schwankungen im Leistungsbedarf auszugleichen und einen effizienteren Anlagenbetrieb zu gewährleisten ist ein ausreichend dimensionierter Pufferspeicher zu verwenden (auch fördermittelrelevant).

Die Versorgung mittels Flüssiggas erfolgt über unterirdische Gastanks in der entsprechend notwendigen Baugröße (in Abhängigkeit von Feuerungswärmeleistung bzw. Wärmebedarf).

Während sich für das Wärmepumpenaggregat etwa 3.400 vbh ($35 \text{ kW}_{\text{th}}$) im Jahr ergeben, sind es beim Flüssiggaskessel lediglich rund 200 vbh/a. Für den Anlagenbetrieb werden pro Jahr rund $35 \text{ MWh}_{\text{el}}$ Strom benötigt, während der jährliche Flüssiggasbedarf bei ca. $22 \text{ MWh}_{\text{Hi}}$ (3.200 l) liegt.

Abbildung 51 zeigt die Jahresdauerlinie mit den installierten Wärmeerzeugern.

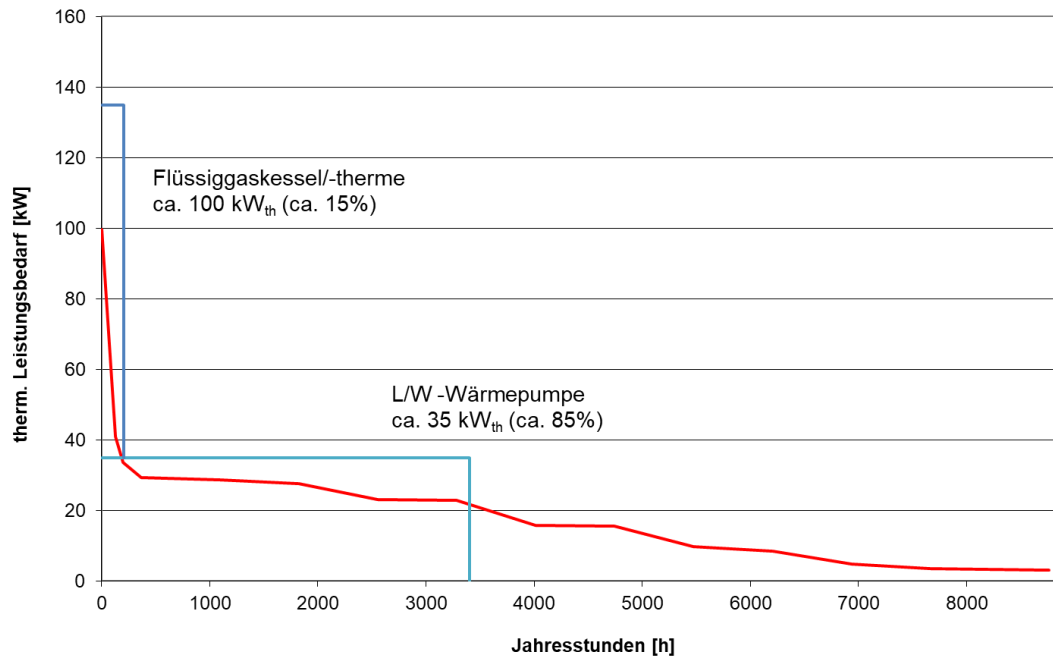


Abbildung 51: Insellösung Kindergarten / Kindertagesstätte - Jahresdauerlinie der Variante 1.5

Tabelle 12 zeigt die wesentlichen Zahlen der Energieumsätze in der Versorgungsvariante 1.5 als Übersicht.

Tabelle 12: Insellösung Kindergarten / Kindertagesstätte - Variante 1.5 - Eckdaten

Wärmeerzeuger		L/W-Wärmepumpe	Flüssiggaskessel
Nennwärmeleistung	[kW _{th}]	35	100
Jahresvollbenutzungsstunden	[h/a]	3.400	200
Erzeugte Jahreswärmemenge	[kWh _{th} /a]	119.000	21.000
Anteil an Wärmeerzeugung	[%]	85	15
Verbrauch	[kWh _{Hi} /a]	-	22.000
Verbrauch	[kWh _{el} /a]	35.000	-
Verbrauch	[l/a]	-	3.200

Eine Ausführung einer im Wesentlichen auf Wärmepumpen bzw. Umweltwärme beruhenden Energieversorgung unter Nutzung oberflächennaher Geothermie am Standort erscheint nach den zur Verfügung stehenden Daten zunächst möglich. Grundsätzlich kann darauf verwiesen werden, dass bei Nutzung oberflächennaher Geothermie von einer erhöhten Anlageneffizienz in Verbindung mit gesteigerten Investitionskosten auszugehen ist.

5.2.2 Ökonomische Bewertung

Zum Vergleich mit den bereits berechneten Nahwärmeverbundvarianten wird eine Berechnung der zu erwartenden, mittleren Wärmegestehungskosten zur dezentralen Versorgung des Kindergartens und der Kinderkrippe angestellt. Dieser Zusammenschluss als sog. Insellösung wird anschließend in Anlehnung an die Bewertungskriterien der VDI-Richtlinie 2067 ökonomisch beurteilt. Für die Durchführung der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung gelten die in Anhang A erläuterten Grundannahmen. Abweichend festgelegte Randbedingungen zur ökonomischen Evaluierung des Nahwärmeverbundes werden im Folgenden ergänzend erläutert und dargestellt.

Berücksichtigte Fördermittel - BEG-Einzelmaßnahmen:

Für angesetzte Fördermittel wird davon ausgegangen, dass die gemeinsame Heizzentrale in den Räumlichkeiten des Kindergartens (Bestandgebäude) untergebracht werden.

Zur Berücksichtigung möglicher Investitionsförderungen werden neben den verfügbaren Fördermitteln der KfW (EE-Premium) bezüglich des Aufbaus eines eigenen Verbundes (Trasse und Hausübergabestation) auch mögliche Mittel für den Ersatz des bestehenden Heizölkessels im Kindergarten (BEG - Einzelmaßnahme). Die Erstellung eines Gebäudenetzes über die sog. Einzelmaßnahmen nach BEG bezieht sich derzeit zumeist auf zu versorgende Bestandsgebäude und wird daher in den Kalkulationen zunächst nicht beachtet (Förderung in Höhe von 30 – 35 % bzw. 40 - 45 % der zuwendungsfähigen Kosten je nach Höhe des Anteils EE).

Hinweis:

Ein Rechtsanspruch des Antragstellers auf Zuwendung besteht nicht. Die KfW Fördermittelbank und das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle entscheiden aufgrund ihres pflichtgemäßen Ermessens. Die Gewährung der Zuwendung steht unter dem Vorbehalt der Verfügbarkeit der veranschlagten Haushaltsmittel. Im Hinblick auf die derzeitige Entwicklung zum vorläufigen Programmstopp der Förderung für energieeffiziente Gebäude der KfW im Neubau sind die in der Kalkulation angesetzten Fördermittel vorbehaltlich einer Fortsetzung der Förderprogramme zu betrachten.

Nähere Informationen zur Pressemitteilung des BMWi: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Meldung/2022/20220124-foerderung-fur-energieeffiziente-gebäude-durch-kfw.html>

Anspruch auf Vollständigkeit aller Fördermittel besteht nicht. Die genauen Zuwendungsbedingungen sind den entsprechenden Förderprogrammen zu entnehmen und auf die endgültigen Investitionskosten (Ermittlung im Rahmen einer Ausschreibung) sowie den aktuellen Stand der Förderprogramme zum Umsetzungszeitpunkt anzupassen.

5.2.2.1 Investitionskostenprognose

In Abbildung 52 sind die prognostizierten Investitionskosten der einzelnen Varianten für eine eigenständige Wärmeversorgung von Kindergarten und Kinderkrippe gegenübergestellt.

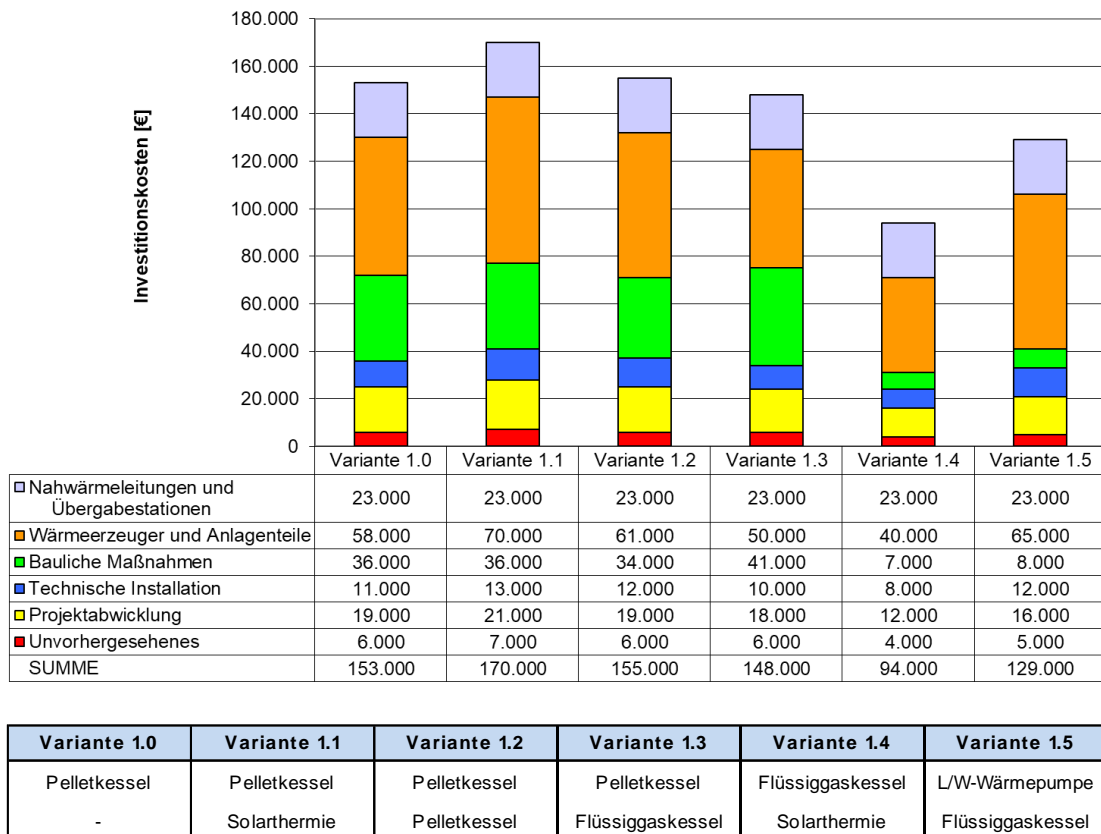


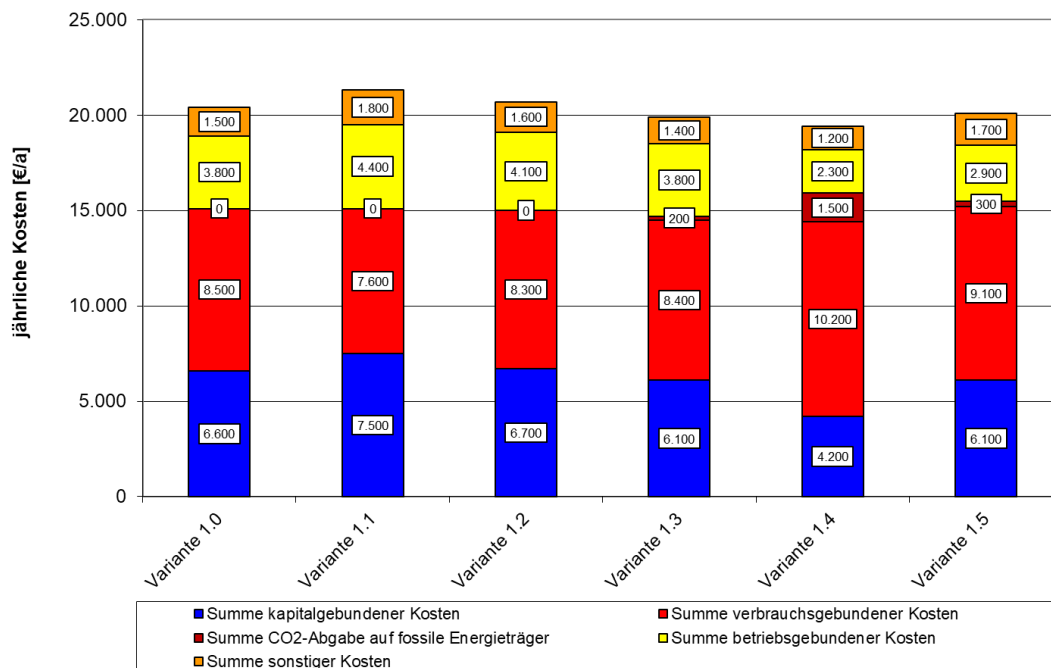
Abbildung 52: Insellösung Kindergarten / Kindertagesstätte - prognostizierte Investitionskosten (ohne Berücksichtigung von Fördermitteln)

Hinweis:

In diesem Planungsstadium kann der Aufwand für die Errichtung der Wärmeversorgungsstruktur nur näherungsweise festgelegt werden, wodurch die kalkulierten Kosten von den realen Kosten abweichen können. Die im Rahmen der vorliegenden Machbarkeitsstudie angenommenen Nettoinvestitionskosten basieren ebenso wie die Brennstoff- und Betriebskosten auf durchschnittlichen Marktpreisen und nicht auf konkreten Angebotsvorlagen. In der tatsächlichen Umsetzung, die von einer Ausschreibung eingeleitet wird, können die Kosten daher von den hier kalkulierten abweichen.

5.2.2.2 Jährliche Ausgaben

Aus den Investitionskosten werden nach der Annuitätenmethode die jährlichen Kapitalkosten gebildet, die sich zusammen mit den Betriebskosten, den verbrauchsgebundenen Kosten und den sonstigen Kosten, die nach den wirtschaftlichen Grundannahmen berechnet werden, zu den Jahresgesamtkosten addiert. Ferner sind für Strom produzierende Versorgungslösungen entsprechende Einnahmen gegenzurechnen. Abbildung 53 zeigt die Aufteilung der jährlichen Ausgaben auf die einzelnen Kostenarten.

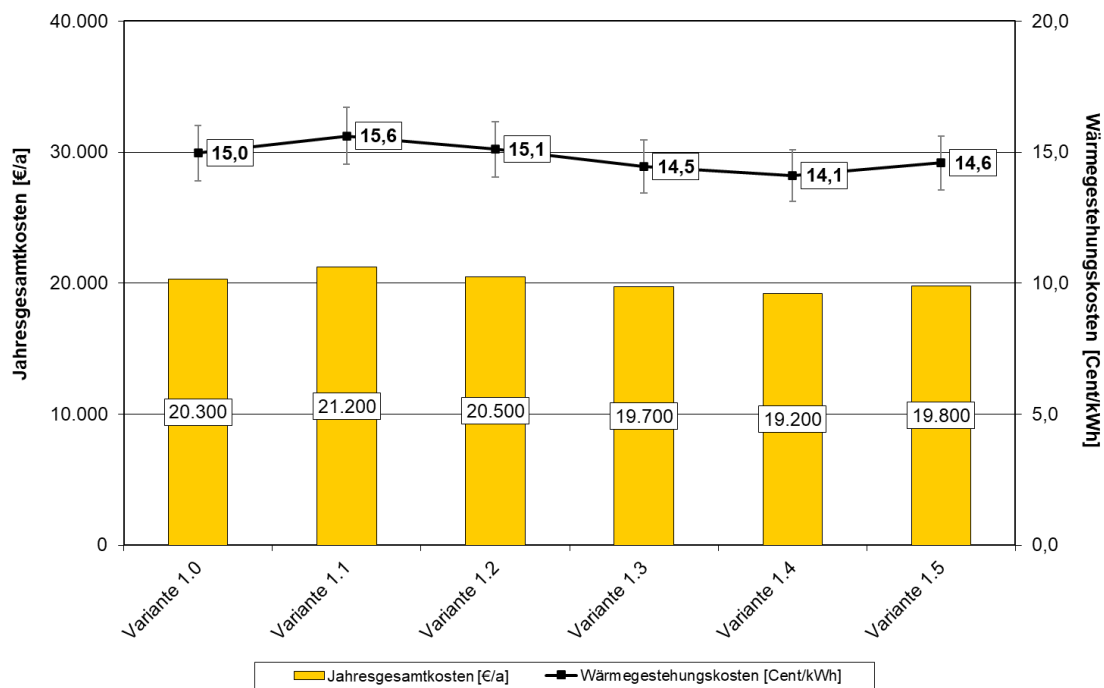


Variante 1.0	Variante 1.1	Variante 1.2	Variante 1.3	Variante 1.4	Variante 1.5
Pelletkessel	Pelletkessel	Pelletkessel	Pelletkessel	Flüssiggaskessel	L/W-Wärmepumpe
-	Solarthermie	Pelletkessel	Flüssiggaskessel	Solarthermie	Flüssiggaskessel

Abbildung 53: Insellösung Kindergarten / Kindertagesstätte - jährliche Ausgaben (ohne Berücksichtigung von Fördermitteln)

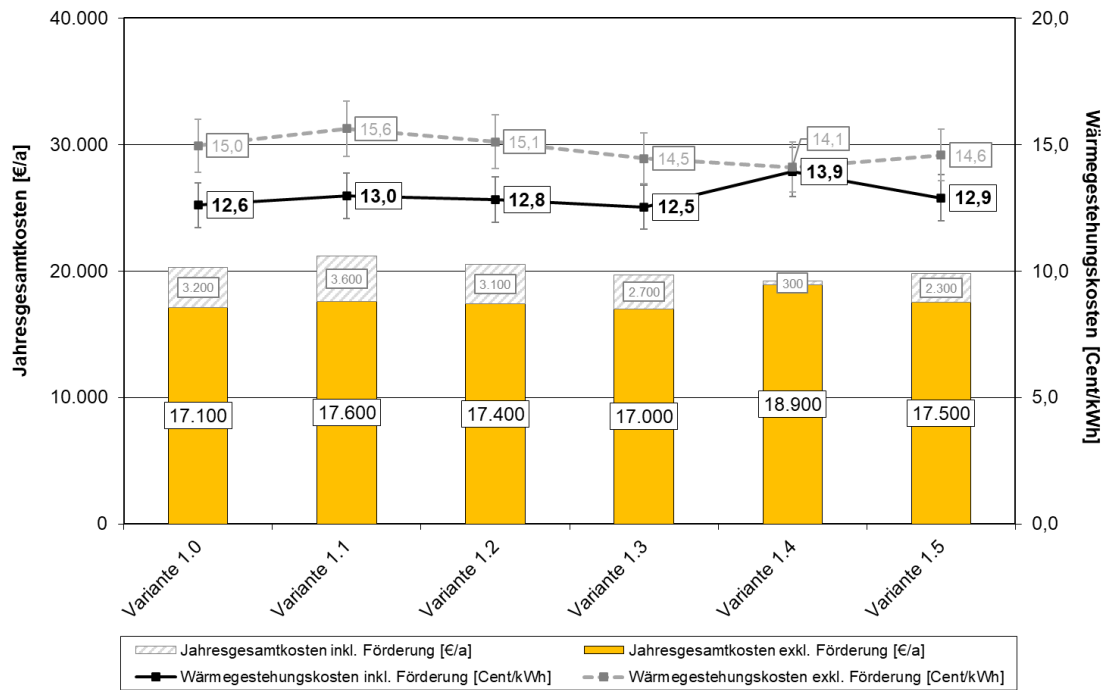
5.2.2.3 Jahresgesamt- und Wärmegestehungskosten

Anschließend Abbildungen geben die kalkulierten Jahresgesamtkosten und Wärmegestehungskosten der betrachteten Versorgungslösungen zunächst ohne Berücksichtigung möglicher Fördermittel, dann mit potenziellen Investitionsförderungen, wieder. Die Jahresgesamtkosten ergeben sich aus der Summe der jährlichen kapitalgebundenen-, betriebsgebundenen-, verbrauchsgebundenen und sonstigen Kosten abzüglich der erzielten Einnahmen. Aus den Jahresgesamtkosten werden die spezifischen Wärmegestehungskosten ermittelt, die die Kosten pro Kilowattstunde bereitgestellter Nutzwärme beziffern. Die spezifischen Wärmegestehungskosten dienen als wichtigste Kenngröße zur Ermittlung der Wirtschaftlichkeit von Wärmeversorgungsanlagen. So müssen sich alternative Konzepte zur Wärmebereitstellung stets an den spezifischen Wärmegestehungskosten der Referenzvariante, in vorliegendem Fall den mittleren Wärmegestehungskosten der überwiegend fossilen Variante 1.4, messen.



Variante 1.0	Variante 1.1	Variante 1.2	Variante 1.3	Variante 1.4	Variante 1.5
Pelletkessel	Pelletkessel	Pelletkessel	Pelletkessel	Flüssiggaskessel	L/W-Wärmepumpe
-	Solarthermie	Pelletkessel	Flüssiggaskessel	Solarthermie	Flüssiggaskessel

Abbildung 54: Insellösung Kindergarten / Kindertagesstätte - Jahresgesamt- und Wärmegestehungskosten (*exkl.* Fördermittel)



Variante 1.0	Variante 1.1	Variante 1.2	Variante 1.3	Variante 1.4	Variante 1.5
Pelletkessel	Pelletkessel	Pelletkessel	Pelletkessel	Flüssiggaskessel	L/W-Wärmepumpe
-	Solarthermie	Pelletkessel	Flüssiggaskessel	Solarthermie	Flüssiggaskessel

Abbildung 55: Insellösung Kindergarten / Kindertagesstätte - Jahresgesamt- und Wärmegestehungskosten (inkl. Fördermittel)

Ohne Beachtung möglicher Investitionsförderungen kann sich Variante 1.4 (Referenz; fossil ca. 91 %; ca. 9 % EE) als kostengünstigste Lösung mit rund 0,4 Cent/kWh_{th} Abstand zur Variante 1.3 (ca. 89 % EE; ca. 11 % fossil) absetzen. Unter Einbezug der genannten Fördermittel stellt diese (V 1.3) dann gefolgt von der Variante 1.0 (100 % EE) mit deutlichem Abstand die kostengünstigste Versorgung der Liegenschaften dar.

Eine Versorgung anhand einer auf Flüssiggas beruhenden Wärmeversorgung ist vor dem Hintergrund hoher Bezugskosten sowie einer künftig weiter steigenden CO₂-Abgabe auf fossile Energieträger auch aus ökonomischer Sicht nicht zu empfehlen. Dies zeigt auch das deutlich höhere, zu erwartende Kosten-niveau pro kWh_{th} Nutzwärme als Kalkulationsergebnis (bei Berücksichtigung Fördermittel).

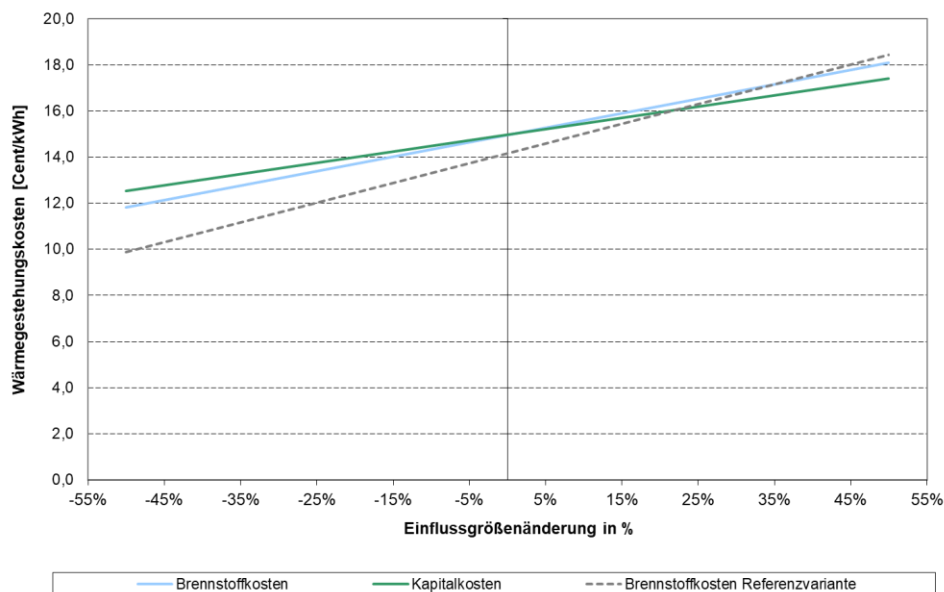
Die Versorgung auf Basis einer Kombination aus Luft-/Wasser-Wärmepumpen und Gasspitzenlastkessel ist vor dem Hintergrund der für die Gebäude anzulegenden Grundannahmen, welche einen optimalen Betrieb der Anlagentechnik erschweren, ebenso nicht uneingeschränkt zu empfehlen (bspw. hoher Warmwasserwärmebedarf, Temperaturniveau).

5.2.2.4 Sensitivitätsanalyse

Zur Berücksichtigung verschiedener Einflüsse auf die Höhe der Kapitalkosten sowie Preisänderungen bei den eingesetzten Energieträgern wird für jede Variante eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt. Diese simuliert den Einfluss des jeweiligen Parameters auf die Höhe der Wärmegestehungskosten. Die verschiedenen Sensitivitätsanalysen sind in den folgenden Abbildungen dargestellt. Die Graphen der einzelnen Versorgungsvarianten, respektive deren Verhalten bei einer Änderung der Parameter, können somit untereinander verglichen werden. Zudem ist ein Vergleich mit den, in vorangegangenen Kapiteln, näherungsweise ermittelten Netzdurchleitungs- bzw. Wärmekosten bedingt möglich (vgl. Kapitel 4).

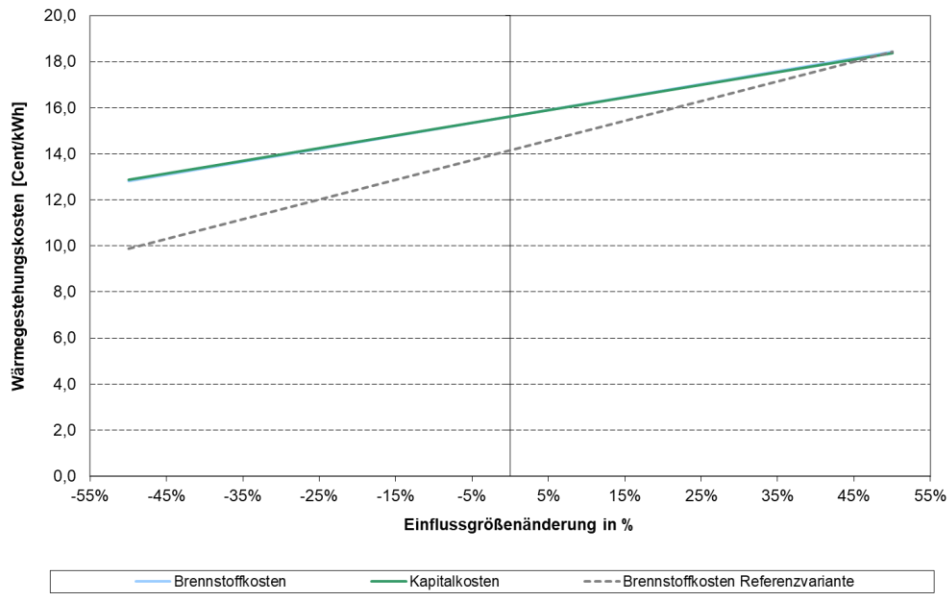
Das Vorgehen zum Ablesen der Graphen ist in Anhang C exemplarisch dargestellt.

Um etwaige Verzerrungen zu vermeiden, beziehen sich die hier dargestellten Wärmegestehungskosten auf die Kalkulationsergebnisse ohne Berücksichtigung möglicher Investitionsförderungen. Die grau-gestrichelt hinterlegte Linie stellt in jeder Variante den Bezug zur Kostenentwicklung betreffend der verbrauchsgebundenen Kosten der fossilen Referenzvariante 1.4 dar.



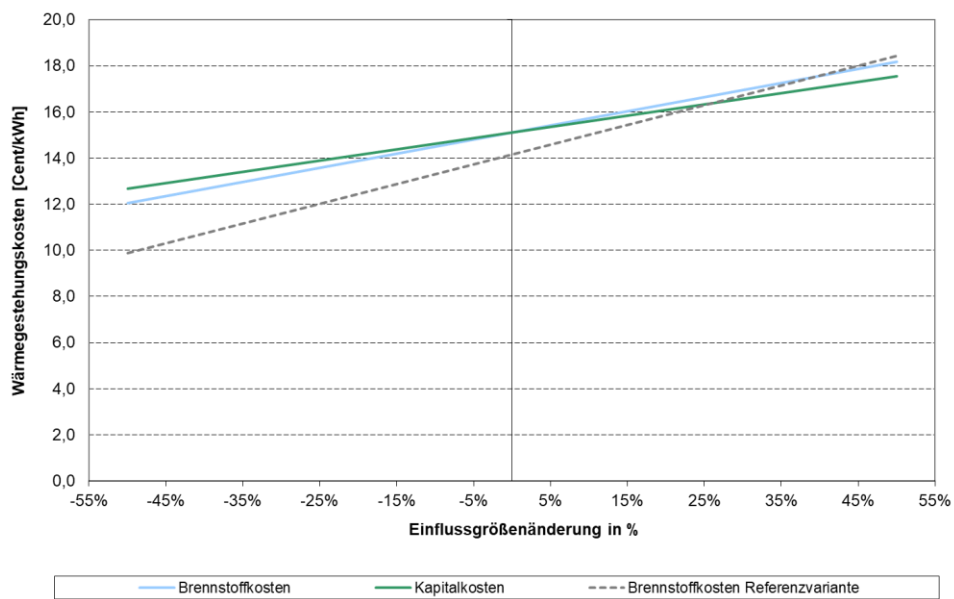
Variante 1.0	Variante 1.1	Variante 1.2	Variante 1.3	Variante 1.4	Variante 1.5
Pelletkessel	Pelletkessel	Pelletkessel	Pelletkessel	Flüssiggaskessel	L/W-Wärmepumpe
-	Solarthermie	Pelletkessel	Flüssiggaskessel	Solarthermie	Flüssiggaskessel

Abbildung 56: Insellösung Kindergarten / Kindertagesstätte— Sensitivitätsanalyse der Variante 1.0



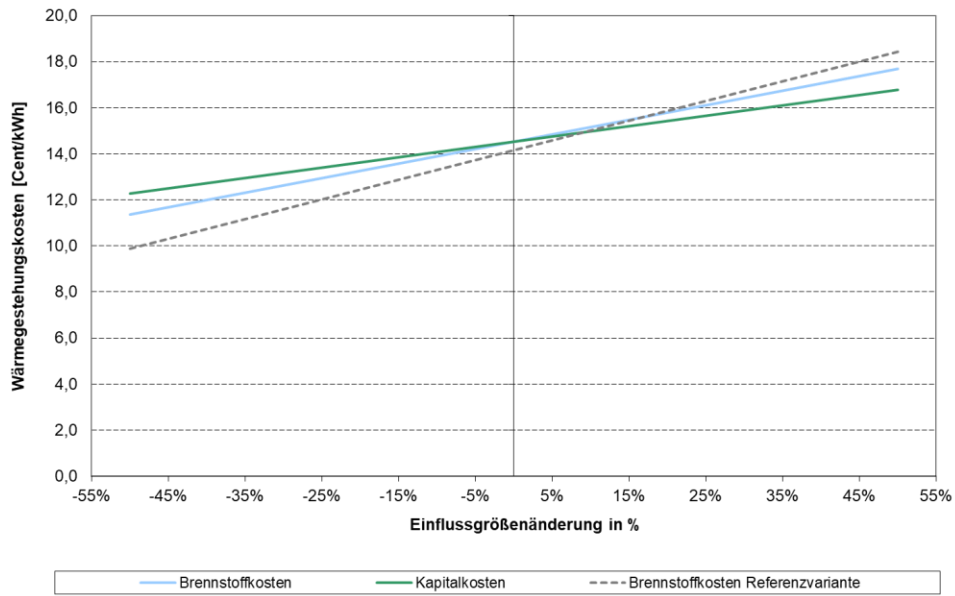
Variante 1.0	Variante 1.1	Variante 1.2	Variante 1.3	Variante 1.4	Variante 1.5
Pelletkessel	Pelletkessel	Pelletkessel	Pelletkessel	Flüssiggaskessel	L/W-Wärmepumpe
-	Solarthermie	Pelletkessel	Flüssiggaskessel	Solarthermie	Flüssiggaskessel

Abbildung 57: Insellösung Kindergarten / Kindertagesstätte - Sensitivitätsanalyse der Variante 1.1



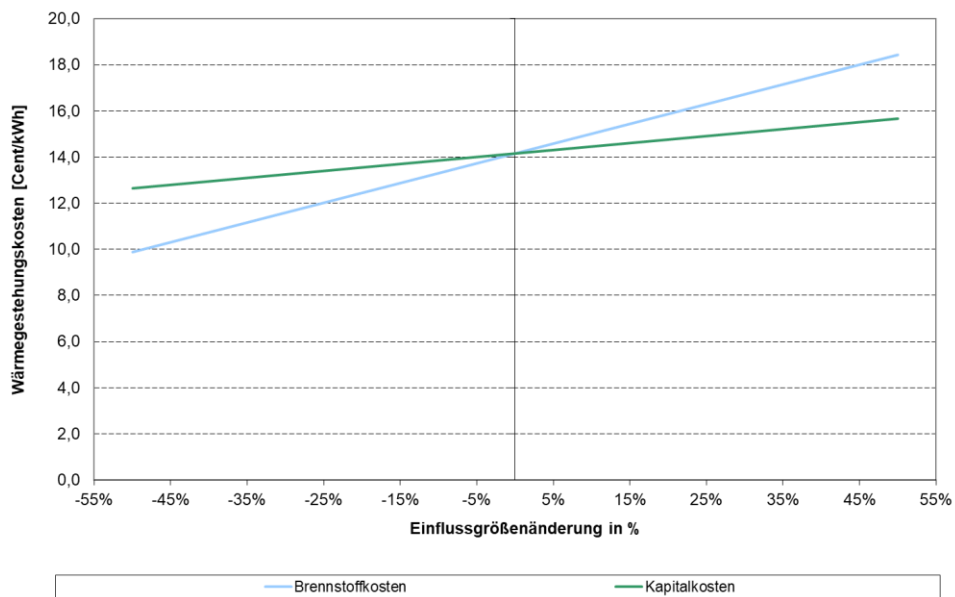
Variante 1.0	Variante 1.1	Variante 1.2	Variante 1.3	Variante 1.4	Variante 1.5
Pelletkessel	Pelletkessel	Pelletkessel	Pelletkessel	Flüssiggaskessel	L/W-Wärmepumpe
-	Solarthermie	Pelletkessel	Flüssiggaskessel	Solarthermie	Flüssiggaskessel

Abbildung 58: Insellösung Kindergarten / Kindertagesstätte - Sensitivitätsanalyse der Variante 1.2



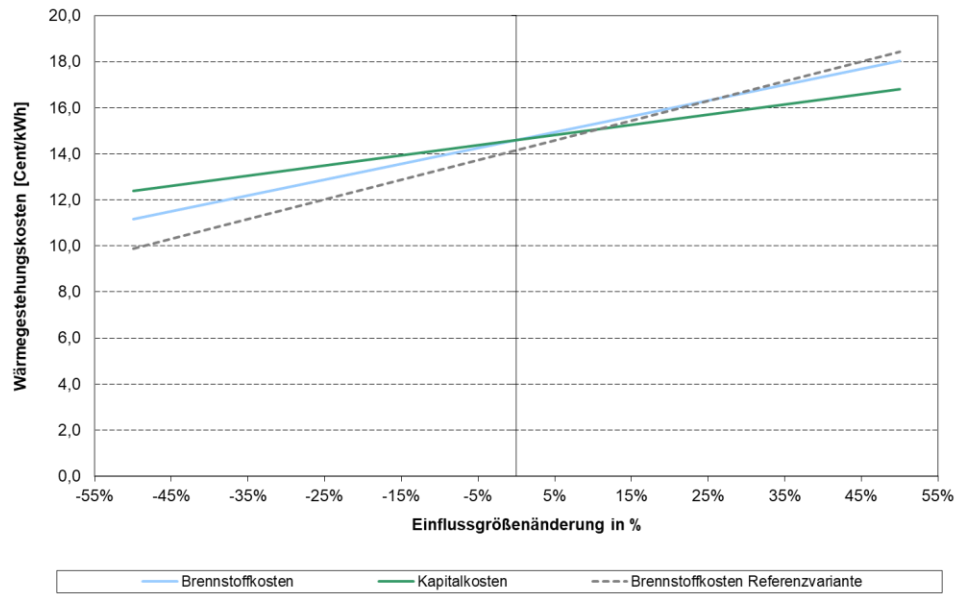
Variante 1.0	Variante 1.1	Variante 1.2	Variante 1.3	Variante 1.4	Variante 1.5
Pelletkessel	Pelletkessel	Pelletkessel	Pelletkessel	Flüssiggaskessel	L/W-Wärmepumpe
-	Solarthermie	Pelletkessel	Flüssiggaskessel	Solarthermie	Flüssiggaskessel

Abbildung 59: Insellösung Kindergarten / Kindertagesstätte - Sensitivitätsanalyse der Variante 1.3



Variante 1.0	Variante 1.1	Variante 1.2	Variante 1.3	Variante 1.4	Variante 1.5
Pelletkessel	Pelletkessel	Pelletkessel	Pelletkessel	Flüssiggaskessel	L/W-Wärmepumpe
-	Solarthermie	Pelletkessel	Flüssiggaskessel	Solarthermie	Flüssiggaskessel

Abbildung 60: Insellösung Kindergarten / Kindertagesstätte - Sensitivitätsanalyse der Variante 1.4 (fossile Referenzvariante)



Variante 1.0	Variante 1.1	Variante 1.2	Variante 1.3	Variante 1.4	Variante 1.5
Pelletkessel	Pelletkessel	Pelletkessel	Pelletkessel	Flüssiggaskessel	L/W-Wärmepumpe
-	Solarthermie	Pelletkessel	Flüssiggaskessel	Solarthermie	Flüssiggaskessel

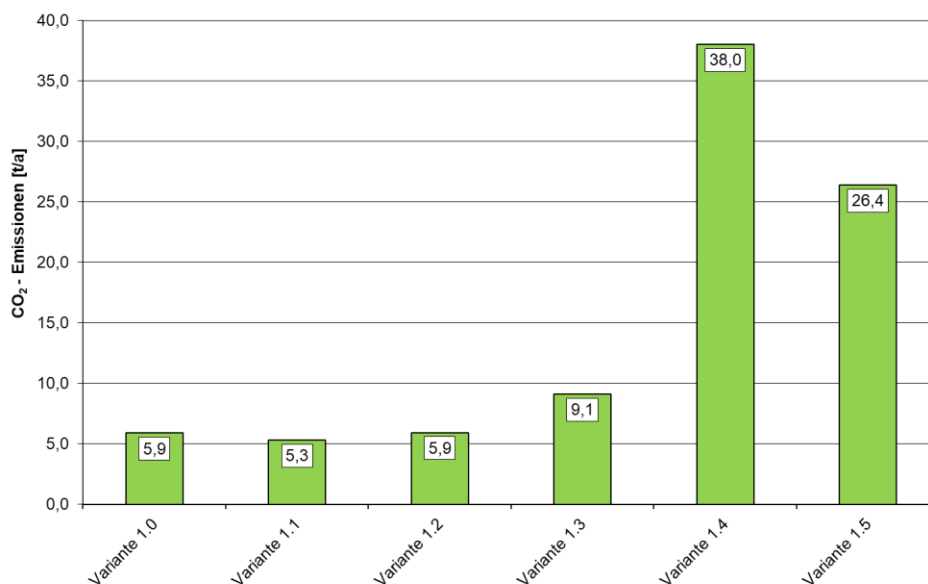
Abbildung 61: Insellösung Kindergarten / Kindertagesstätte - Sensitivitätsanalyse der Variante 1.5

5.2.3 Ökologische Bewertung (CO₂-Bilanz)

Ebenso wie in den vorangegangenen Kapiteln wird auch für die Kalkulationen zur dezentralen Versorgung der Liegenschaften Kindergarten und Kindertagesstätte eine ökologische Bewertung anhand einer CO₂-Bilanz nach den Vorgaben des Anhangs B erstellt.

Zur Beurteilung der ökologischen Verträglichkeit wird für die verschiedenen Energieversorgungsvarianten eine Bilanzierung der CO₂-Emissionen durchgeführt. Dabei wird neben dem jährlichen Brennstoffbedarf auch der Hilfsenergiebedarf (elektrische Energie) berücksichtigt. Die Faktoren der CO₂-Äquivalente werden anhand der im GEG abgebildeten Energieträger beachtet und berücksichtigen alle anfallenden Emissionen von der Gewinnung bis zur Energiewandlung des jeweiligen Brennstoffs im Wärmeerzeuger des Verbrauchers.

Das Ergebnis der Berechnungen für den dezentralen Wärmeverbund ist in Abbildung 62 ablesbar.



Variante 1.0	Variante 1.1	Variante 1.2	Variante 1.3	Variante 1.4	Variante 1.5
Pelletkessel	Pelletkessel	Pelletkessel	Pelletkessel	Flüssiggaskessel	L/W-Wärmepumpe
-	Solarthermie	Pelletkessel	Flüssiggaskessel	Solarthermie	Flüssiggaskessel

Abbildung 62: Insellösung Kindergarten / Kindertagesstätte - CO₂-Bilanz (dezentrale Wärmeversorgung)

Global betrachtet bietet eine Wärmeversorgung mittels Holzpellets, unter Berücksichtigung der Umsetzbarkeit, die rechnerisch niedrigsten zu erwartenden Treibhausgasemissionen. Solarthermieanlagen in der beachteten Größenordnung verringern den CO₂-Ausstoß im Mittel um rund 10 %.

Bei den angeführten Wärmepumpenanlagen wird mit einem Bezug des zum Betrieb notwendigen elektrischen Stromes aus dem Niederspannungsnetz („deutscher Strommix“) gerechnet. Beim Einsatz von regenerativ erzeugtem Strom ergeben sich für diese Art der Wärmeerzeugung nochmals niedrigere Emissionswerte. Ebenso in direkter Verbindung mit PV-Aufdach-Anlagen welche zur überwiegenden Eigenstromnutzung betrieben werden (v. a. Sommer- und Übergangsmonate).

Vergleich mit zentralen Versorgungslösungen:

Ein direkter Vergleich mit den in Kapitel 4 betrachteten, zentralen Energieversorgungsstrategien ist anhand einer näherungsweisen Beachtung der anzusetzenden CO₂-Emissionsfaktoren je Versorgungslösung möglich.

Hieraus ergeben sich bei einer Versorgung von Kindergarten und Kindertagesstätte über einen Anschluss an den Wärmeverbund der EZF kalkulatorisch folgende Werte (auf Basis der Ergebnisse aus Kapitel 4):

- Erweiterung EZF (Geothermie; vgl. Kapitel 4.1.3): ca. 4,5 t_{CO2}/a (inkl. Trassenwärmeverluste)
ca. 3,9 t_{CO2}/a (nur Liegenschaften)

Wie zu erwarten kann somit auch in dieser Variante davon ausgegangen werden, dass sich kalkulatorisch die niedrigsten CO₂-Emissionen im Zusammenhang mit einer Versorgung aller Liegenschaften der EZF mittels des Anschlusses an die Geothermieanlage in Kirchanschöring ergeben. Aufgrund des niedrigeren Wärmebedarfs fällt der Unterschied zu den zentralen Varianten auf Basis von Biomasse nicht so hoch aus, wie dies noch bei den Liegenschaften der Gemeindewiese der Fall ist.

Hinweis:

Würden beide Liegenschaften an einen mit Biomasse befeuerte Wärmeverbund versorgt werden, ergeben sich im Vergleich näherungsweise rund 8,1 t_{CO2}/a.

6 Endergebnis - Zusammenfassung

Im Teil-ENP für die Gemeinde Fridolfing wurden zunächst ausführlich verschiedene Optionen zum Aufbau einer künftigen Versorgungsstrategie neuer Liegenschaften an der Simon-Spannbrucker Straße bis hin zum bestehenden Kindergarten (Graspoint) diskutiert und ermittelt.

Im Zuge dessen sind verschiedene, künftige Wärmeversorgungslösungen erarbeitet und sowohl auf deren ökonomische als auch ökologische Wertigkeit hin untersucht worden. Weiterhin konnte auf das zum aktuellen Zeitpunkt noch nicht erschlossene Potenzial zur Versorgung mittels Abwärme aus der geplanten Geothermieanlage Kirchanschöring (Regionalwerke Chiemgau-Rupertiwinkel) hingewiesen werden.

Ausgehend vom bestehenden Wärmeverbund der Energie-Zentrale-Fridolfing (EZF) ist in einem weiteren Schritt eine umfassende Machbarkeitsstudie zur möglichen Erweiterungslösung des Wärmenetzes erstellt worden.

Das Ergebnis stellt mögliche Erweiterungslösungen unter ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten dar. Als Referenz, an der sich eine Wärmeverbundvariante messen muss, dienen mittlere, dezentrale Wärmegegestehungskosten. Diese wurden auf Basis von sog. „Insellösungen“ als Kleinverbund der unmittelbar beieinander liegenden Liegenschaften unter Einbezug verschiedener Energieträger berechnet.

Im Endergebnis steht nun die Zusammenfassung der einzelnen Ergebnisse der Teilabschnitte des Teil-Energienutzungsplanes sowie die Gegenüberstellung dieser in Bezug auf mögliche, weitere Schritte im Vorgehen hin zur Reduktion der Treibhausgasemissionen im Wärmesektor.

Optionen zur künftigen Wärmeversorgung im Gebietsumgriff

Für die Durchführung der ökonomischen Bewertung in Anlehnung an die VDI-Richtlinie 2067 gelten die in Anhang A erläuterten Grundannahmen. Abweichend festgelegte Randbedingungen werden in jedem Kapitel ergänzend erläutert und dargestellt.

Erweiterung des Wärmeverbundes der EZF (vgl. Kapitel 4.1)

Unter Berücksichtigung der ermittelten Netzdurchleitungskosten, den pot. Wärmebezugskosten durch die sek. Heizzentrale (Gemeindewiese; 6,0 Cent/kWh_{th}) bzw. die Versorgung mittels Geothermie (Kindergarten / Kindertagesstätte; 3,4 Cent/kWh_{th}) sowie den derzeit lt. Preisblatt der EZF anzusetzenden Grund- und Leistungspreis ergeben sich für die neu zu erschließenden Liegenschaften folgende, mittlere Gesamtkosten für den Wärmebezug:

Tabelle 13: Ergebnisse zur Kalkulation näherungsweise bestimmter Wärmebezugskosten (Vollkosten für Wärme- und Netzdurchleitung sowie Grundpreise lt. EZF) - LS Gemeindewiese

Nahwärme EZF (Biomasse)		
Vollkosten (Wärme)		
ohne mögliche Förderungen		
Investitionskosten	[€]	163.000
Jahresgesamtkosten	[€]	77.000
Wärmebezugskosten	[€-Cent/kWh _{th}]	13,2
mit möglichen Förderungen		
maximale Projektförderung	[€]	31.800
Jahresgesamtkosten	[€]	75.000
Wärmebezugskosten	[€-Cent/kWh_{th}]	13,0
CO ₂ -Emissionen	[t/a]	35

Tabelle 14: Ergebnisse zur Kalkulation näherungsweise bestimmter Wärmebezugskosten (Vollkosten für Wärme- und Netzdurchleitung sowie Grundpreise lt. EZF) - Kindergarten und Kindertagesstätte

Nahwärme EZF (Geothermie)		
Vollkosten (Wärme)		
ohne mögliche Förderungen		
Investitionskosten	[€]	261.000
Jahresgesamtkosten	[€]	36.000
Wärmebezugskosten	[€-Cent/kWh _{th}]	22,7
mit möglichen Förderungen		
maximale Projektförderung	[€]	106.500
Jahresgesamtkosten	[€]	33.000
Wärmebezugskosten	[€-Cent/kWh_{th}]	20,7
CO ₂ -Emissionen	[t/a]	4

Die den Kalkulationen aus 4.1 zugrunde liegenden Ergebnisse für den Anteil der reinen, zu erwartenden Netzdurchleitungskosten für jeden Abschnitt sind anschließenden Tabellen zu entnehmen.

Erweiterung Verbund um sekundäre Heizzentrale (vgl. Kapitel 4.2):

Tabelle 15: Ergebnisse zur Kalkulation zu erwartender Netzdurchleitungskosten (Anbindung sek. Heizzentrale (Biomasse))

Nahwärme Biomasse HZ-II		
Netzdurchleitung		
ohne mögliche Förderungen		
Investitionskosten	[€]	250.000
Jahresgesamtkosten	[€]	14.600
Netzdurchleitungskosten	[€-Cent/kWh _{th}]	2,3
mit möglichen Förderungen		
maximale Projektförderung	[€]	15.500
Jahresgesamtkosten	[€]	14.100
Netzdurchleitungskosten	[€-Cent/kWh_{th}]	2,2
CO ₂ -Emissionen	[t/a]	40

Fernleitungsanschluss Geothermie (vgl. Kapitel 4.3):

Tabelle 16: Ergebnisse zur Kalkulation zu erwartender Netzdurchleitungskosten (Anbindung Fernwärme Geothermie)

Fernwärme Geothermie		
Netzdurchleitung		
ohne mögliche Förderungen		
Investitionskosten	[€]	7.242.000
Jahresgesamtkosten	[€]	328.000
Netzdurchleitungskosten	[€-Cent/kWh _{th}]	7,4
mit möglichen Förderungen		
maximale Projektförderung	[€]	2.750.000
Jahresgesamtkosten	[€]	252.000
Netzdurchleitungskosten	[€-Cent/kWh_{th}]	5,7
CO ₂ -Emissionen	[t/a]	47

In den Tabellen sind die Ergebnisse der Berechnungen zum Anschluss an das Versorgungsnetz der EZF zusammenfassend dargestellt.

Eine Absenkung der Wärmegestehungskosten durch den Erhalt möglicher Investitionsfördermittel ist aufgrund der Anlagenstruktur sowie der vorliegenden Wärmebelegungsichte in allen Varianten möglich. Des Weiteren sind in der Kalkulation noch keine, das Investitionsvolumen senkende, Anschlussgebühren oder Baukostenzuschüsse durch künftige Anschlussnehmer beachtet.

Zum Vergleich der großräumigeren Lösungen erfolgte die Dimensionierung dezentraler Versorgungsstrategien unter Berücksichtigung der jeweils vorliegenden Rahmenbedingungen (Kubatur Liegenschaften, Lage, Zuwegung etc.).

Dezentrale Versorgung als „Insellösungen“:

In den anschließenden Tabellen sind die Ergebnisse der Berechnungen hinsichtlich der beiden Versorgungspunkte (Gemeindewiese und Kindergarten / Kindertagesstätte) für unterschiedliche Anlagenkonfigurationen zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 17: Dezentrale Energieversorgung der Liegenschaften an der Gemeindewiese

		Variante 1.0	Variante 1.1	Variante 1.2	Variante 1.3	Variante 1.4	Variante 1.5
Anlagentechnik		Pelletkessel	Pelletkessel	Flüssiggas-BHKW	Pelletkessel	Flüssiggaskessel	L/W-Wärmepumpe
		-	Solarthermie	Pelletkessel	Flüssiggaskessel	Solarthermieanlage	L/W-Wärmepumpe
		-	-	Flüssiggaskessel	-	-	Flüssiggaskessel
						REFERENZ	
ohne mögliche Förderungen							
Investitionskosten	[€]	296.000	362.000	397.000	303.000	217.000	364.000
Jahresgesamtkosten	[€]	57.000	61.000	64.000	56.000	70.000	71.000
Wärmegestehungskosten	[€-Cent/kWh]	9,9	10,4	11,1	9,6	12,1	12,3
mit möglichen Förderungen							
prognostizierte Projektförderung	[€]	58.000	71.000	78.000	59.000	0	71.000
Jahresgesamtkosten	[€]	54.000	57.000	60.000	53.000	70.000	68.000
Wärmegestehungskosten	[€-Cent/kWh]	9,3	9,8	10,4	9,0	12,0	11,7
CO ₂ -Emissionen	[t/a]	27	25	32	34	168	115

Tabelle 18: Dezentrale Energieversorgung der Liegenschaften Kindergarten / Kindertagesstätte

		Variante 1.0	Variante 1.1	Variante 1.2	Variante 1.3	Variante 1.4	Variante 1.5
Anlagentechnik		Pelletkessel	Pelletkessel	Pelletkessel	Pelletkessel	Flüssiggaskessel	L/W-Wärmepumpe
		-	Solarthermie	Pelletkessel	Flüssiggaskessel	Solarthermie	Flüssiggaskessel
						REFERENZ	
ohne mögliche Förderungen							
Investitionskosten	[€]	154.000	171.000	155.000	148.000	93.000	130.000
Jahresgesamtkosten	[€]	21.000	22.000	21.000	20.000	20.000	20.000
Wärmegestehungskosten	[€-Cent/kWh]	15,0	15,6	15,1	14,5	14,1	14,6
mit möglichen Förderungen							
maximale Projektförderung	[€]	60.000	67.000	60.000	51.000	6.000	44.000
Jahresgesamtkosten	[€]	18.000	18.000	18.000	17.000	19.000	18.000
Wärmegestehungskosten	[€-Cent/kWh]	12,6	13,0	12,8	12,5	13,9	12,9
CO ₂ -Emissionen	[t/a]	5,9	5,3	5,9	9,1	38,0	26,4

Eine Absenkung der Wärmegestehungskosten durch den Erhalt möglicher Investitionsfördermittel (anlagenbezogen oder im Hinblick auf möglichen Effizienzhausstandard) ist aufgrund der Anlagen- bzw. Gebäudestruktur sowie der vorliegenden Wärmebelegungsichte in nahezu allen Varianten möglich.

Wie die Zusammenfassung der Ergebnisse zur dezentralen Versorgung der Liegenschaften zeigt, kann unter Berücksichtigung der getroffenen (konservativen) Grundannahmen derzeit von einem niedriger anzuesiedelnden Kostenniveau ggü. einer Anbindung an den Wärmeverbund ausgegangen werden.

Gründe hierfür sind u. a.:

- Notwendige Leistungserhöhung in der bestehenden Energiezentrale der EZF kaum möglich.
→ Erweiterung der EZF um die Anbindung einer weiteren Heizzentrale nötig (Kosten ↑; Wärmebezug über „Wärmelieferant“ zzgl. Netzdurchleitungskosten)
- Alternativ Anbindung der EZF an Fernleitungsnetz (perspektivisch) → für Wärmebezug aus der Fernleitung anzusetzende Wärmebezugskosten + Netzdurchleitungskosten (ca. 6.000 m Trassenlänge)
- Sehr niedriger Wärmeabsatz zur Anbindung von Kindergarten und Kindertagesstätte bei gleichzeitig ca. 395 m Trassenlänge (inkl. Anbindung Pfarrheim) = Wärmebelegungsichte ca. 400 kWh_{th}/(ma)

Treibhausgasemissionen (CO₂-Äquivalent):

Die Durchführung der ökologischen Bewertung hinsichtlich auftretender Treibhausgas- bzw. CO₂-Emissionen erfolgt auf Grundlage der in Anhang B erläuterten Randbedingungen.

Für eine detailliertere Darstellung der Herangehensweise sind die Erläuterungen aus den jeweiligen Kapiteln heranzuziehen.

Abschnitt 1 - Gemeindewiese:

Im Falle einer Umsetzung der angedachten Versorgungslösung auf Basis des Energieträgers Biomasse in Form von Hackgut kann lt. derzeit gültiger Berechnungsmethode des GEG ein spez. CO₂-Äquivalent von 60 g_{CO2}/kWh_{th} angesetzt werden (Nah- und Fernwärme aus Heizwerken: Erneuerbarer Brennstoff; inkl. Hilfsenergie und Anlagenwirkungsgrade). Da die Versorgung der Liegenschaften aus einem bereits bestehenden Wärmeverbund heraus erfolgt, bezieht sich die Bilanzierung hierbei auf den Nutzwärmebedarf (ausgewiesener Bedarfswert im GEG-Nachweis; Energieverbrauchskennwerte).

Abschnitt 2 - Kindergarten / Kindertagesstätte:

Im Falle einer Umsetzung als Versorgungslösung auf Basis geothermaler Abwärme kann lt. derzeit gültiger Berechnungsmethode des GEG ein spez. CO₂-Äquivalent von 0 g_{CO2}/kWh_{th} für den Wärmebezug (inkl. Trassenwärmeverluste) angesetzt werden. Für eine näherungsweise Bestimmung zu erwartender Treibhausgasemissionen, bezieht sich folgende Hochrechnung auf einen spezifischen CO₂-Emissionsfaktor auf Basis einer geothermalen Versorgung des gesamten Verbundes der EZF inkl. Erweiterung. Der ange setzte CO₂-Emissionsfaktor beträgt ca. 28,5 g_{CO2}/kWh_{th} (inkl. Hilfsenergieeinsatz etc.). Da die Versorgung der Liegenschaften aus einem bereits bestehenden Wärmeverbund erfolgt, bezieht sich die Bilanzierung auch hier auf den Nutzwärmebedarf (ausgewiesener Bedarfswert im GEG-Nachweis; Energieverbrauchskennwerte).

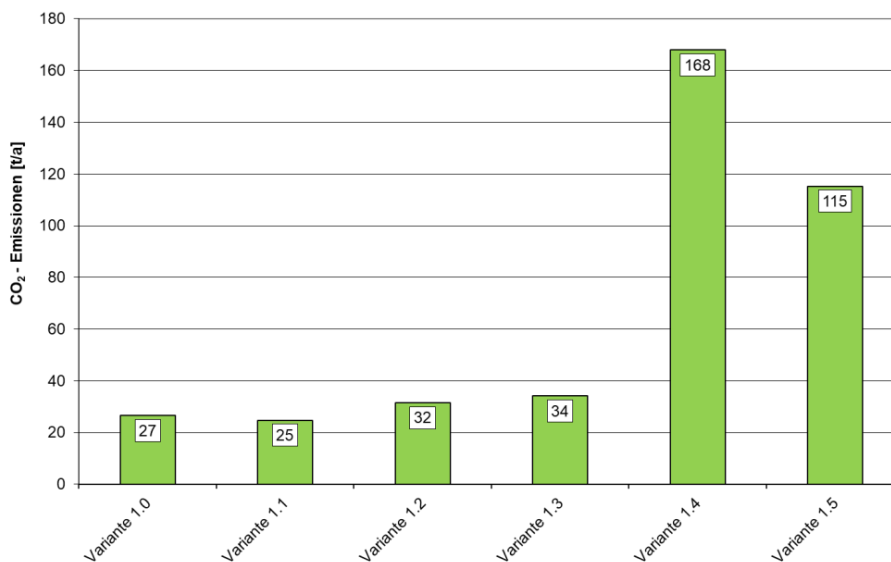
Dezentrale Wärmeversorgung:

Zur Beurteilung der ökologischen Verträglichkeit wird für die verschiedenen Energieversorgungsvarianten eine Bilanzierung der CO₂-Emissionen durchgeführt. Dabei wird neben dem jährlichen Brennstoffbedarf auch der Hilfsenergiebedarf (elektrische Energie) berücksichtigt. Die Faktoren der CO₂-Äquivalente werden anhand der im GEG abgebildeten Energieträger beachtet und berücksichtigen alle anfallenden Emissionen von der Gewinnung bis zur Energiewandlung des jeweiligen Brennstoffs im Wärmeerzeuger des Verbrauchers.

Die Ergebnisse der THG-Berechnungen für den dezentralen Wärmeverbund sind in Abbildung 63 und Abbildung 64 ablesbar.

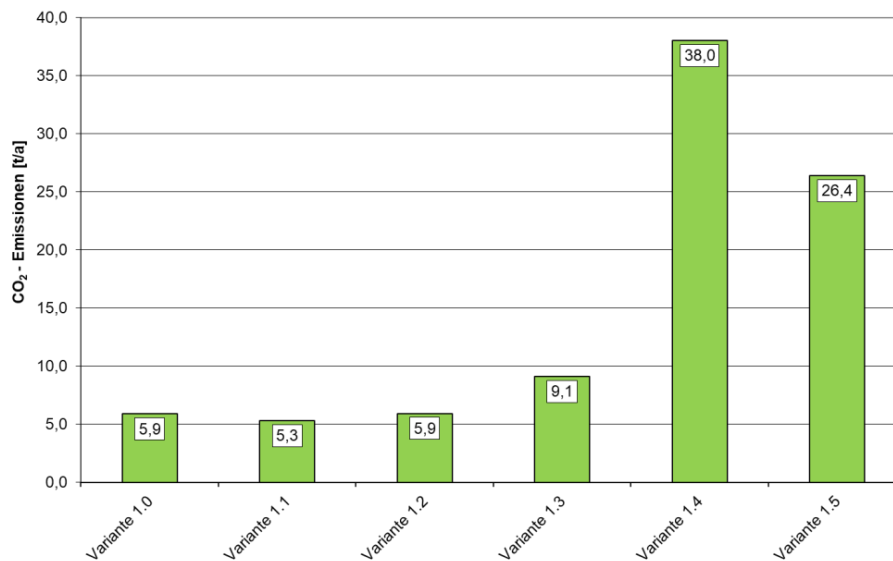
Global betrachtet bietet eine dezentrale Wärmeversorgung mittels Holzpellets, unter Berücksichtigung der Umsetzbarkeit, die rechnerisch niedrigsten zu erwartenden Treibhausgasemissionen. Solarthermieanlagen in der beachteten Größenordnung verringern den CO₂-Ausstoß im Mittel um rund 10 %. Für die Kalkulation von KWK-Anlagen werden Gutschriften für hocheffizient erzeugten elektrischen Strom angesetzt, welche rechnerisch ein ähnlich niedriges Niveau im Vergleich zu EE basierten Varianten aufzeigt.

Bei den angeführten Wärmepumpenanlagen wird mit einem Bezug des zum Betrieb notwendigen elektrischen Stromes aus dem Niederspannungsnetz („deutscher Strommix“) gerechnet. Beim Einsatz von regenerativ erzeugtem Strom ergeben sich für diese Art der Wärmeerzeugung nochmals niedrigere Emissionswerte. Beispielsweise in direkter Verbindung mit PV-Aufdach-Anlagen welche zur überwiegenden Eigenstromnutzung betrieben werden (v. a. Sommer- und Übergangsmonate).



Variante 1.0	Variante 1.1	Variante 1.2	Variante 1.3	Variante 1.4	Variante 1.5
Pelletkessel	Pelletkessel	Flüssiggas-BHKW	Pelletkessel	Flüssiggaskessel	L/W-Wärmepumpe
-	Solarthermie	Pelletkessel	Flüssiggaskessel	Solarthermieanlage	L/W-Wärmepumpe
-	-	Flüssiggaskessel	-	-	Flüssiggaskessel

Abbildung 63: Insellösung Gemeindewiese - CO₂-Bilanz (dezentrale Wärmeversorgung)



Variante 1.0	Variante 1.1	Variante 1.2	Variante 1.3	Variante 1.4	Variante 1.5
Pelletkessel	Pelletkessel	Pelletkessel	Pelletkessel	Flüssiggaskessel	L/W-Wärmepumpe
-	Solarthermie	Pelletkessel	Flüssiggaskessel	Solarthermie	Flüssiggaskessel

Abbildung 64: Insellösung Kindergarten / Kindertagesstätte - CO₂-Bilanz (dezentrale Wärmeversorgung)

Vergleich mit zentralen Versorgungslösungen - Gemeindewiese:

Ein direkter Vergleich mit den in Kapitel 4 betrachteten, zentralen Energieversorgungsstrategien ist anhand einer näherungsweisen Beachtung der anzusetzenden CO₂-Emissionsfaktoren je Versorgungslösung möglich.

Hieraus ergeben sich bei einer Versorgung des Areals Gemeindewiese über einen Anschluss an den Wärmeverbund der EZF kalkulatorisch folgende Werte (auf Basis der Ergebnisse aus Kapitel 4):

- Erweiterung EZF (Biomasse; vgl. Kapitel 4.1): ca. 34,6 t/a
- Erweiterung EZF (Biomasse sek. Heizzentrale; vgl. Kapitel 4.2): ca. 40,5 t/a
- Fernleitungsanschluss an Geothermieanlage (vgl. Kapitel 4.3): ca. 17,0 t/a

Wie zu erwarten kann somit grundsätzlich davon ausgegangen werden, dass sich die niedrigsten CO₂-Emissionen im Zusammenhang mit einer Versorgung aller Liegenschaften der EZF mittels des Anschlusses an die Geothermieanlage in Kirchanschöring ergeben. Für eine Versorgungslösung auf Basis einer Erweiterung der EZF um eine mit Biomasse befeuerte Heizzentrale ergeben sich im Vergleich zur dezentralen Ausführung (V 1.0, V 1.1) etwas höhere bzw. ähnliche CO₂-Emissionen (V 1.2, V 1.3).

Vergleich mit zentralen Versorgungslösungen – Kindergarten / Kindertagesstätte:

Ein direkter Vergleich mit den in Kapitel 4 betrachteten, zentralen Energieversorgungsstrategien ist anhand einer näherungsweisen Beachtung der anzusetzenden CO₂-Emissionsfaktoren je Versorgungslösung möglich.

Hieraus ergeben sich bei einer Versorgung von Kindergarten und Kindertagesstätte über einen Anschluss an den Wärmeverbund der EZF kalkulatorisch folgende Werte (auf Basis der Ergebnisse aus Kapitel 4):

- Erweiterung EZF (Geothermie; vgl. Kapitel 4.1.3): ca. 4,5 t_{CO2}/a (inkl. Trassenwärmeverluste)
ca. 3,9 t_{CO2}/a (nur Liegenschaften)

Wie zu erwarten kann somit auch in dieser Variante davon ausgegangen werden, dass sich kalkulatorisch die niedrigsten CO₂-Emissionen im Zusammenhang mit einer Versorgung aller Liegenschaften der EZF mittels des Anschlusses an die Geothermieanlage in Kirchanschöring ergeben. Aufgrund des niedrigeren Wärmebedarfs fällt der absolute Unterschied zu den zentralen Varianten auf Basis von Biomasse nicht so hoch aus, wie dies noch bei den Liegenschaften der Gemeindewiese der Fall ist.

Hinweis:

Würden beide Liegenschaften über einen mit Biomasse befeuerten Wärmeverbund versorgt werden, ergeben sich im Vergleich näherungsweise rund 8,1 t_{CO2}/a.

Handlungsempfehlungen und Anmerkungen:

In Anbetracht der vorangegangenen aufgezeigten Ergebnisse des Teil-Energienutzungsplans für die Gemeinde Fridolfing zwischen den Liegenschaften an der Gemeindewiese und dem Kindergarten bzw. der Kindertagesstätte unter Einbezug des Bestandsnetzes bis hin zum örtlichen Schulstandort betreffend, sind folgende Handlungsempfehlungen bzw. Anmerkungen zu beachten.

Liegenschaften an der Gemeindewiese:

- Die Bewertung der Liegenschaften an der Gemeindewiese hat ergeben, dass eine Versorgung mittels des Bestandsverbundes über die Wärmetrasse aus technischer Sicht möglich ist (bei entspr. Aufbau weiterer Leistungskapazitäten in der EZF).
- Für die Versorgung sind in der EZF weitere Leistungskapazitäten zu schaffen (sek. Heizzentrale / Anschluss an Fernleitung Geothermie).
- Betreffend den Aufbau einer Heizzentrale im Seniorenzentrum ist generell die Zeitschiene zur Errichtung der einzelnen Gebäude zu beachten. Diese ist z. T. gegenläufig bzw. noch nicht klar absehbar, was zur Folge hat, dass mögliche Übergangslösungen für die Liegenschaften der Gemeinde geschaffen werden müssen (z. B. „Hotmobil“).
- Zeitliche Planungen zum Seniorenzentrum sind noch sehr vage, eine Anbindung der Gemeindeliegenschaften an die EZF erscheint daher als gangbare Versorgungsstrategie. Hierbei ist das Kostenniveau bzgl. dem Wärmebezug aus der sek. Heizzentrale (alternativ Geothermie) zu beachten.
- Ein Anschluss bzw. ein Wärmebezug der Gebäude des Seniorenzentrums durch den Verbund der EZF sollte in den Planungen bereits geregelt werden (gesicherter Anschluss).

Kindergarten / Kindertagesstätte:

- Bei dezentraler Ausführung der Wärmeversorgung (Insellösung) ist unter den derzeit gültigen Förderbedingungen der Einbau eines Pelletkessels (ggf. inkl. Flüssiggaskessel zur Spitzenlastdeckung) zu empfehlen.
- In Bezug auf eine Erneuerung der Wärmeversorgung sollten mittelfristig (bei Aufbau einer Fernleitungsversorgung auf Basis von Abwärme aus Geothermie) auch die Umsetzungsmöglichkeiten einer Nahwärmeverbundlösung weiter beachtet werden (generelle Netzerweiterung denkbar).
- Da die Kindertagesstätte bereits im Herbst 2022 ihren Betrieb aufnehmen soll, ist eine Anbindung an den Wärmeverbund aus zeitlicher Sicht kaum möglich (ggf. Übergangslösung mit Betrieb beider LS über bestehende Anlagen im Kindergarten oder mittels „Hotmobil“ → GEG-Vorgaben zum Neubau sind zu beachten! → zeitlich begrenzt bis zum Anschluss an Nahwärme).

- Darüber hinaus ist der Aufbau einer Anlage zur Solarstromerzeugung unabhängig von der künftigen Wärmeversorgungsstrategie zu empfehlen. Der Aufbau einer solarthermischen Anlage kann aufgrund der Nutzung der Liegenschaften nicht bzw. lediglich zur Warmwasserbereitung empfohlen werden (niedrige Wärmeabnahme im Sommer ist zu beachten).

Wärmeverbund:

- Die technische Dimensionierung und Erweiterung des Wärmeverbundes unter den im Bericht genannten Rahmenbedingungen ist möglich (Anschlusspunkt Simon-Spannbrucker-Str. / Rupertistraße).
- Eine Weiterentwicklung des Versorgungsverbundes erscheint unter den berücksichtigten Grundannahmen in Bezug auf die Ausführung und Versorgungssicherheit etc. sinnvoll (Gemeindewiese bei Anbindung sek. Heizzentrale).
- Der Anschluss an das bestehende Nahwärmenetz ist gegenüber den dezentralen Versorgungssystemen zuweilen wirtschaftlich nicht eindeutig als vorteilhaft zu erachten (Grundannahmen zum Wärmebezugspreis sek. Heizzentrale etc. ist zu beachten).
→ Maßnahmen zur Kostenreduktion sollten in jedem Fall beachtet werden (Randbedingungen haben z. T. deutlichen Einfluss auf das Kalkulationsergebnis).
- Eine Anbindung der Liegenschaften an der Haslaustraße bis einschließlich des Wohngebiets „Graspoint“ inkl. der Gemeindeliegenschaften Kindergarten und Kindertagesstätte ist derzeit lediglich bei Anbindung der EZF an die Fernleitungsversorgung der Regionalwerke Chiemgau-Rupertiwinkel in Betracht zu ziehen.
- Aufgrund des hohen Anteils regenerativer Energieträger können THG-Emissionen aus dem Wärmesektor mitunter weiter abgesenkt werden (Bestandsliegenschaften je nach dezentraler Versorgungsvariante).
- Perspektivisch sollte eine Anbindung weiterer Industrie- und Gewerbebetriebe im Nordosten des Hauptortes der Gemeinde beachtet werden (derzeit Wärmeversorgung teilweise auf Basis regenerativer Energien – künftig ggf. steigender Bedarf zu erwarten ↔ Synergieeffekte / Erweiterung EZF)

Allgemein:

- Als starkes Kriterium hinsichtlich der Versorgung der in der Untersuchung detailliert bewerteten Liegenschaften ist v. a die Zeitschiene zur Erstellung und Inbetriebnahme der Gebäude zu beachten:

Grobe Zeiteinteilung zur Entwicklung der Gebäudestrukturen:

		<u>Zustand / Annahme Nutzungszeitraum</u>
• Kindergarten	→	Bestand → Anlagentechnik ist auszutauschen
• Neubau Wohnen (Haslaustraße)	→	Fraglich ob und wann Umsetzung erfolgt (> 10 Jahre)
• Neubau Kita/Kiga	→	Nutzung ab September 2023
• Pfarrheim (optional)	→	Bestand → Ersatz fossiler Energieträger HEL
• Neubau Bürgerzentrum Nordgebäude	→	Nutzung ab Ende 2023
• Neubau Bürgerzentrum Südgebäude	→	Nutzung ab Ende 2023
• Neubau „Betreutes Wohnen“	→	Bezug ab 2026/27*
• Neubau „Alten- / Seniorenheim“	→	Bezug ab 2026/27*

*Bisherige Machbarkeitsstudie der Gemeinde Fridolfing → Umsetzung bzw. Betreiber aktuell in Bearbeitung → noch keine konkreten Planungen!

- Für die künftige Ausrichtung der Wärmeversorgung in Fridolfing (EZF) sind derzeitige Entwicklungen hinsichtlich des Aufbaus einer möglichen Fernleitungsversorgung bzw. der geothermalen Kraftwerke in der Umgebung von Bedeutung.
- Bezüglich der in diesem Teil-ENP nicht weiter betrachteten industriellen Energieverbraucher am Ort (nördlicher Gemeindeteil) wird empfohlen Kontakt zu den Firmen herzustellen, um etwaige energiewirtschaftliche Veränderungen in diesem Bereich ggf. frühzeitig in die mittelfristige Entwicklungsstrategie der EZF einfließen zu lassen.

(Mittelfristige) Versorgung auf Basis von Abwärme aus Geothermie:

Ein weiterer Punkt, den es bei einer Versorgung mittels einer übergeordneten Anbindung an die Geothermie Kirchanschöring zu berücksichtigen gilt, ist die Betriebsweise der bisherigen Anlagen der EZF. Mögliche Anlagenverschaltung und Optimierungsschritte könnten beispielsweise sein:

- Leitungsführung bis Hipflham ggf. in Kombination mit der Anbindung dieses Ortsteils denkbar (→ Kostenreduktion)
- Höhere Wärmeabnahme in Fridolfing beispielsweise durch die künftige Sicherstellung auch der notwendigen Spitzenlasten der bisher dezentral ausgeführten Leistungsabdeckung in einzelnen Liegenschaften im Bestandsnetz (→ zusätzliches THG-Minderungspotenzial durch Außerbetriebnahme von Heizölkesseln).
- Bereitstellung niedrigerer Wärmelasten (Sommer / Übergang) über die Anlagen der EZF. Dies ermöglicht die Außerbetriebnahme der FW-Leitung zur Geothermie Anbindung (Trassenwärmeverluste minimieren, Anlagenbetrieb EZF sichern)

- EZF wird wie bisher weiter betrieben, Geothermie stellt lediglich die Deckung weiterer Heizlasten durch Netzerweiterungen sicher (ggf. + Spitzenlastabdeckung Bestand) → niedrigere Auslastung → führt mitunter zu einem nicht wirtschaftlich darstellbaren Betrieb der Fernleitung!

Weiterhin sind die zum Zeitpunkt der Erstellung des Abschlussberichts noch unklaren Entwicklungen hinsichtlich des künftigen Betriebs der Geothermieanlage in Kirchanschöring (Ergebnisse erste Bohrungen) zu berücksichtigen.

Grundsätzlich ist zu beachten, dass:

- eine Wärmelieferung über die Regionalwerke interessant erscheint.
- eine Zeitplanung bzw. Abstimmung hinsichtlich ggf. notwendiger Erneuerungen von Heizanlagen in der EZF in die Entwicklung zum Aufbau einer überregionalen Lösung frühzeitig einfließen.
- mittels Geothermie in der Region eine aus ökologischer Sicht einmalige Möglichkeit zur nahezu treibhausgasneutralen Wärmeversorgung (gesamt oder in Teilbereichen) besteht.
- der Aufbau einer ökonomisch tragfähigen Wärmeversorgung auf Basis geothermaler Abwärmennutzung möglich erscheint.

Hinweis:

Im Verlauf der Diskussion im Gemeinderatsgremium konnte perspektivisch, über das im Teil-ENP enthaltene Betrachtungsgebiet hinausgehend, darauf hingewiesen werden, dass im Gewerbegebiet nördlich des Ortskerns künftig ein erhöhter Wärmebedarf zu erwarten ist (Gewerbe und Industrie). Für mittel- bis langfristige Erweiterungslösungen der EZF ist es daher empfehlenswert, frühzeitige Abstimmungsgespräche mit den beteiligten Firmen durchzuführen.

Anhang

A. Anhang 1: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung in Anlehnung an die Richtlinie VDI 2067

Für die Durchführung der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung in Anlehnung an die VDI-Richtlinie 2067 gelten im Wesentlichen die hier erläuterten Grundannahmen. Abweichend festgelegte Randbedingungen zur ökonomischen Bewertung werden in den Kapiteln ergänzend erläutert und dargestellt.

Für die Wirtschaftlichkeitsberechnung gelten folgende Grundannahmen:

- Bezugsjahr ist 2021; Betrachtungszeitraum 20 Jahre
- Lineare Abschreibung nach spezifischen Vorgaben der DIN 2076
- Alle Preise sind Nettopreise (exkl. MwSt.)
- Der kalkulatorische Zinssatz für Fremdkapital beträgt konstant 0,5 %
- Die Brennstoffkosten bleiben im Betrachtungszeitraum konstant, Preisänderungen werden gesondert über eine Sensitivitätsbetrachtung erfasst
- Kostenfaktoren sind an die in der VDI 2067 hinterlegten Richtwerte angelehnt (z. B. Bedienzeiten, Faktoren für Wartung und Instandhaltung, etc.)

Folgende Kosten bzw. Erlöse werden berücksichtigt:

- Kapitalkosten
(Investitionskosten auf Basis durchschnittlicher Nettomarktpreise für einzelne Komponenten)
- Betriebsgebundene Kosten
(Wartung, Instandhaltung, Betriebsführung, Technische Überwachung, inkl. Personalkosten)
- Verbrauchsgebundene Kosten (Brennstoffe und Hilfsenergie)
- Sonstige Kosten (z. B. Versicherung und Verwaltung – Aufwandsbezogene Pauschale)
- Einnahmen durch Stromeinspeisung in das öffentliche Netz sowie für selbst genutzte Stromanteile aus KWK-Anlagen

Die Investitionskosten umfassen im Einzelnen (je nach Variante angepasst):

- Wärmeverteilnetz (Bauarbeiten und Material)
- Wärmeerzeuger
- Energiezentrale (Heizhaus, Heizraum) bzw. Umbaumaßnahmen falls nötig
- benötigte Anlagentechnik zur Einbindung der Wärmeerzeuger (HLS, Elektro, MSR)
- notwendige Pufferspeicher
- Brennstoffversorgung, Brennstofflager ggf. mit Austragung und mit Zuführung
- Technische Installationskosten
- Projektabwicklung (Planungskosten je nach Art und Umfang der Maßnahme 15 – 25 %)
- Sicherheitszuschläge

Die Investitionskosten sind nicht als konkrete Angebotspreise, sondern lediglich als durchschnittliche Marktpreise zu verstehen und können in der tatsächlichen Umsetzung je nach Hersteller, Modell und eventuellen Zusatzkomponenten nach oben oder unten abweichen.

Die Installation einer übergeordneten Gebäudeleittechnik sowie eine stromseitige Anbindung der öffentlichen Liegenschaften oder sonstige, weitere Anlagentechnik, welche nicht explizit genannt sind, werden an dieser Stelle nicht berücksichtigt.

Standzeiten bzw. rechnerische Nutzungsdauern von Anlagenteilen werden in Anlehnung an die Vorgaben aus der VDI 2067 sowie ergänzt durch Erfahrungswerte in den Kalkulationen beachtet.

So ist zu beachten, dass notwendige Wärmetrassen mit einer mittleren Standzeit von 40 Jahren sowie Heizgebäude bzw. bauliche Maßnahmen im Zusammenhang mit Heizzentralen/-räumen mit 50 Jahren anteilig mit dem zuzuordnenden Restwert bei linearer Abschreibung im Betrachtungszeitraum berücksichtigt werden.

Jährliche, **betriebsgebundene Kosten** für Wartung und Instandhaltung der einzelnen Baugruppen bzw. Anlagentechnik (Ausnahme: KWK-Anlagen) werden in Anlehnung an die VDI 2067 als prozentualer Anteil an den Investitionskosten ermittelt. Diese pauschal hinterlegten Kostenfaktoren enthalten u. a. Wartungs- und Reparaturarbeiten, sowie Ersatzteile und Betriebsstoffe, die für einen gesicherten Anlagenbetrieb über den rechnerischen Nutzungszeitraum benötigt werden (inkl. Personal- und Materialkosten). Bei Blockheizkraftwerken werden die Wartungs- und Instandhaltungskosten als spezifische Kosten anhand der erzeugten elektrischen Energie in Cent/kWh_{el} angesetzt. In diesen Kosten sind alle Wartungs- und Reparaturarbeiten, sowie Ersatzteile und Betriebsstoffe, die für die BHKW-Anlage benötigt werden, im Sinne eines Vollwartungsvertrages enthalten.

Diese Kosten werden über Näherungsgleichungen ermittelt oder basieren auf mittleren, herstellereitig zur Verfügung gestellten Datensätzen. Die Gleichungen wurden von der Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e. V. (ASUE) ermittelt.

Kosten für Kaminkehrer und Technische Überwachung werden pauschal je nach Art und Anzahl der Energieerzeugungsanlagen angesetzt.

Verbrauchsgebundene Kosten setzen sich aus den jährlichen Kosten für Brennstoff- und Hilfsenergiebezug zusammen.

Für eingesetzte Energieträger werden folgende Netto-Preise herangezogen:

Flüssiggas:	6,9 Cent/kWh _{Hi}	≈ 57,5 Cent/Liter
Hackgut* ¹ :	81 Euro/t	≈ 2,3 Cent/kWh _{Hi}
Pellets* ² :	220 Euro/t	≈ 4,4 Cent/kWh _{Hi}
Allgemeinstrom:	25,2 Cent/kWh _{el}	
Wärmestrom:	20,2 Cent/kWh _{el}	

*¹ Heizwert >3,5 kWh_{Hi}/kg

*² Heizwert >5,0 kWh_{Hi}/kg

Bei einer zentralen Versorgung und damit einhergehenden, größeren Energiebezugsmengen, darf von kostengünstigeren Bezugspreisen v. a. bei langfristigen Liefervereinbarungen ausgegangen werden. Die Preisgestaltung für Großabnehmer von Holzpellets wird mit rund 80 – 85 %, ausgehend vom regulären, mittleren Marktpreis berücksichtigt (≈ 187 Euro/t).

Die seit Januar 2021 abzuführende CO₂-Abgabe auf den Einsatz fossiler Energieträger wird über den Untersuchungszeitraum hinweg mit einem mittleren Preisniveau von 65 €/t berücksichtigt (derzeit gültig: 2021 = 25 €/t; 2022 = 30 €/t).

Einnahmen durch den Betrieb von KWK-Anlagen (BHKW-Module) hinsichtlich Eigenstromnutzung und Stromeinspeisung in das öffentliche Stromverteilnetz sind anhand folgender Randbedingungen beachtet.

Für KWK-Anlagen gelten zusätzlich folgende Grundannahmen:

- Die Stromeinspeisevergütungen bleiben im Betrachtungszeitraum konstant, Änderungen werden gesondert über eine Sensitivitätsanalyse erfasst.
- Strom aus Flüssiggas-Blockheizkraftwerken wird nach dem Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz (KWK-G) in der aktuell gültigen Fassung vergütet, für das eingesetzte Flüssiggas kann die Energiesteuer rückerstattet werden.

Erlöse ergeben sich aus der Stromeinspeisung, der Zuschlagszahlung nach dem KWK-Gesetz (Stand 2021) und der Energiesteuerrückerstattung. Bei der Verwendung von Flüssiggas in BHKW-Anlagen wird eine Steuerrückerstattung auf den eingesetzten Brennstoff in Höhe von 0,312 Cent/kWh_{HS}, bezogen auf die Feuerungswärmeleistung der Anlage, gewährt.

Die Höhe der KWK-Zuschläge wird durch das KWK-Gesetz geregelt, welches zuletzt im Jahr 2020 novelliert wurde, in der neuen Fassung zum 08.08.2020 in Kraft getreten ist und zuletzt am 21.12.2020 geändert wurde.

Die wichtigsten Punkte bezüglich der Zuschläge nach dem KWK-Gesetz 2020 sind in Abbildung 65 und Abbildung 66 dargestellt.

KWK-Zuschlag für Mini-BHKW-Anlagen bis 50 kW_{el} für die Einspeisung in das öffentliche Netz:

- 16,00 Cent/kWh_{el}

KWK-Zuschlag für nicht in das öffentliche Netz eingespeisten Strom ohne Lieferung an Dritte:

- 8,00 Cent/kWh_{el} für den Anteil kleiner 50 kW_{el}

Beide KWK-Zuschläge werden über einen Betriebszeitraum von 3.500 vbh pro Jahr und insgesamt auf maximal 30.000 vbh gewährt.

	KWK-Zuschläge in ct/kWh						
	≤ 50 kW	> 50 bis ≤ 100 kW	> 100 bis ≤ 250 kW	> 250 bis ≤ 500 kW	> 500 kW bis ≤ 2 MW*	> 2 MW bis ≤ 50 MW*	> 50 MW
In das öffentliche Netz eingespeister Strom							
§ 7 Abs. 1 ¹	8,0	6,0	5,0	4,4	4,4	3,1 / 3,4 / 3,9 ²	3,1 / 3,4 / 3,9 ²
Nicht in das öffentliche Netz eingespeister Strom							
§ 7 Abs. 2 Nr. 1 Eigenversorgung ohne Lieferung an Dritte	4,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
§ 7 Abs. 2 Nr. 2 Objektversorgung mit Lieferung an Dritte	4,0	3,0	2,0	1,5	1,5	1,0	1,0
§ 7 Abs. 2 Nr. 3 Stromkostenintensive Industrie	5,41	4,0	4,0	2,4	2,4	1,8	1,8
§ 7 Abs. 3 Stromkosten- oder handelsintensive Unternehmen nach Anlage 4 EEG	wird in der Verordnung nach § 33 Abs. 2 Nr. 1 festgelegt ³						

* Pflicht zur Ausschreibung in diesen Segmenten für neue und modernisierte Anlagen, die einen KWK-Zuschlag für eingespeiste Strommengen erhalten wollen. Rot markierte Werte gelten daher nur für nachgerüstete Anlagen.

Gesonderte KWK-Zuschläge für Mini-BHKW bis 50 kW in ct/kWh	
In das öffentliche Netz eingespeister Strom	
§ 7 Abs. 1 ¹	16,0
Nicht in das öffentliche Netz eingespeister Strom	
§ 7 Abs. 2 Nr. 1 Eigenversorgung ohne Lieferung an Dritte	8,0
§ 7 Abs. 2 Nr. 2 Objektversorgung mit Lieferung an Dritte	8,0
§ 7 Abs. 2 Nr. 3 Stromkostenintensive Industrie	8,0
§ 7 Abs. 3 Stromkosten- oder handelsintensive Unternehmen nach Anlage 4 EEG	8,0

- 1) Gilt nicht, wenn § 61e-g oder § 104 Abs. 4 EEG zur Anwendung kommen (Bestandsanlagen).
- 2) Der Wert 3,1 gilt nur für nachgerüstete Anlagen, für neue und modernisierte Anlagen gilt der Wert 3,4. Ab 2023 erhöht sich ausschließlich für neue Anlagen der Wert auf 3,9, wenn das BMWi zuvor (in 2022) die Angemessenheit dieser Erhöhung überprüft hat.
- 3) Nach § 33 Abs. 2 Nr. 1 KWKG kann die Bundesregierung eine Verordnung erlassen, um stromkosten- bzw. handelsintensive Unternehmen (einer Branche nach Anlage 4 EEG) gesondert zu fördern. Eine entsprechende Verordnung wurde bisher nicht erlassen.

Für Mikro-BHKW und Brennstoffzellen bis 2 kW elektrischer Leistung gilt eine optionale Sonderregelung, nach der die gesamten KWK-Zuschläge für 4 ct/kWh für 60.000 Vollbenutzungsstunden pauschal ausbezahlt werden können.

Abbildung 65: KWK-Zuschläge nach KWK-G 2020 [ASUE: KWK-G 2020 in Zahlen]

Neuanlagen (§ 8 Abs. 1)		30.000 VBh
Anlagen- modernisie- rungen (§ 8 Abs. 2)	Nach 2 Jahren und 10 % der Kosten einer Neuanlage*	6.000 VBh*
	Nach 5 Jahren und 25 % der Kosten einer Neuanlage	15.000 VBh
	Nach 10 Jahren und 50 % der Kosten einer Neuanlage	30.000 VBh
Anlagen- nach- rüstungen (§ 8 Abs. 3)	10 – 25 % der Kosten einer Neuanlage	10.000 VBh
	25 – 50 % der Kosten einer Neuanlage	15.000 VBh
	>50 % der Kosten einer Neuanlage	30.000 VBh

Jährliche Begrenzung der Zuschlagszahlungen	
2021 – 2022	5.000 VBh/a
2023 – 2024	4.000 VBh/a
Ab 2025	3.500 VBh/a

Abbildung 66: Übersicht der KWK-Förderdauern nach KWK-G 2020 [ASUE: KWK 2020 in Zahlen]

Darüber hinaus kann der Anlagenbetreiber eine zusätzliche Vergütung durch die Vermarktung des eingespeisten Stromes in das öffentliche Versorgungsnetz erzielen. Hier wird üblicherweise der Strompreis für Baseload-Strom an der Strombörse (EEX) angesetzt. In Abbildung 67 ist eine Entwicklung des Preises der einzelnen Quartale seit dem Jahr 2009 dargestellt.

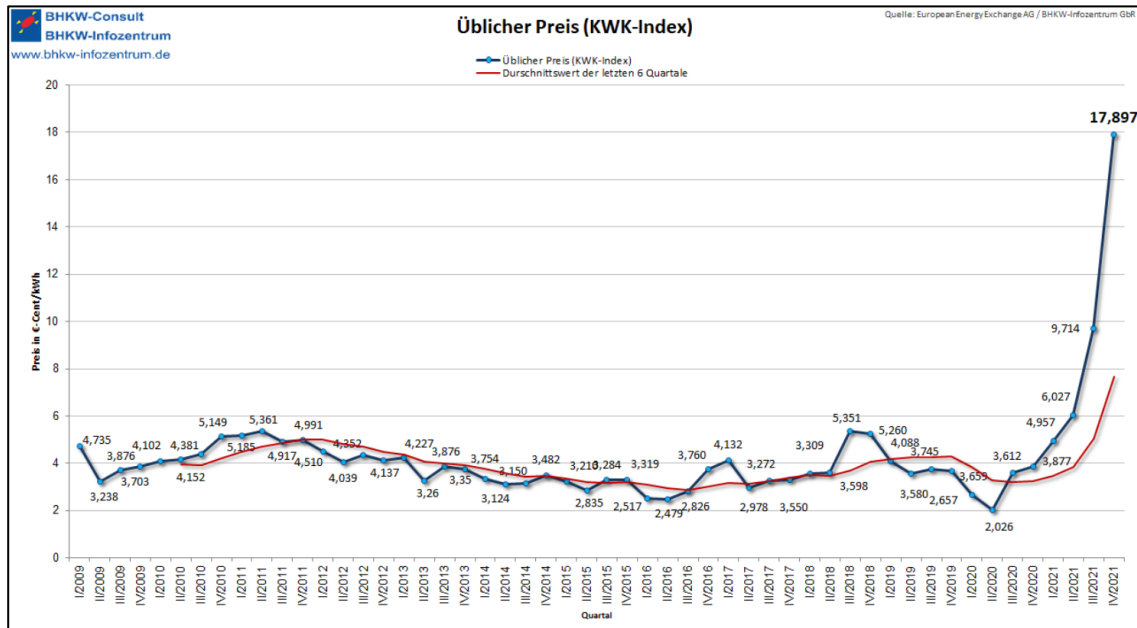


Abbildung 67: EEX-Preis - Entwicklung für die KWK-Stromvergütung [BHKW-Infozentrum]

Die durchschnittliche Vergütung, gemittelt über sechs Quartale (Q1-2020 bis Q2-2021), betrug demnach 3,86 Cent/kWh_{el}. Für die vorliegende Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wird der Durchschnittswert dieses Zeitraumes angesetzt, da es in der zweiten Jahreshälfte 2021 zu sehr starken Kursschwankungen gekommen ist. Es ist davon auszugehen, dass sich der Baseload-Strompreis mittelfristig wieder auf einem etwas stabileren Niveau einpendeln wird.

Steuerrückerstattung KWK-Anlage:

Bei der Verwendung von Flüssiggas in BHKW-Anlagen wird eine Steuerrückerstattung auf den eingesetzten Brennstoff gewährt. Diese Steuerrückerstattung wird im Energiesteuergesetz geregelt. Als Voraussetzung für die Steuerrückerstattung muss die BHKW-Anlage einen mittleren Monats- bzw. Jahresnutzungsgrad von mindestens 70 % erreichen und hocheffizient, nach den Kriterien des Anhangs III der Richtlinie 2004/8/EG, sein. Bei der Anschaffung der KWK-Anlage muss darauf geachtet werden, dass der Hersteller diese „Hocheffizienz-Kriterien“ bestätigt.

Folgende Rückerstattungen sind möglich:

1. Vollständige Steuerentlastung: 60,60 Euro/1.000 kg bezogen auf die Feuerungswärmeleistung der Anlage während des Abschreibungszeitraums
2. Teilweise Steuerentlastung: 19,60 Euro/1.000 kg bezogen auf die Feuerungswärmeleistung der Anlage nach dem Abschreibungszeitraum

Werden Hauptbestandteile erneuert und die Kosten der Erneuerung belaufen sich auf mindestens 50 % der Kosten für die Neuerrichtung der Anlage, dann verlängert sich die Frist, innerhalb welcher die volle Steuerrückerstattung von 60,60 Euro/1.000 kg möglich ist, solange bis die neuen Hauptbestandteile vollständig abgeschrieben sind. Bei den Berechnungen wird von einer über den Betrachtungszeitraum gemittelten Energiesteuerrückerstattung von 40,10 Euro/1.000 kg ausgegangen ($\approx 0,312$ Cent/kWh_{Hi}).

Hinweis:

Das in der Kalkulation abgebildete Kostenniveau für den Bezug der einzelnen Energieträger bezieht sich (mit in den Kapiteln gesondert ausgewiesenen Abweichungen) auf ein durchschnittliches Kostenniveau, welches einen Zeitraum von 1 bis 3 Jahre widerspiegelt.

Die aktuelle Situation am Energiemarkt (Ende 2021) weist eine sehr starke Volatilität auf, so dass sich z. T. deutliche Abweichungen zum durchschnittlichen Kostenniveau für den Bezug unterschiedlicher Energieträger ergeben. Es wird daher empfohlen, vor Umsetzung einer favorisierten Variante entsprechende Änderungen nochmals gesondert zum Planungszeitpunkt zu prüfen und in die Entscheidungsfindung einfließen zu lassen.

B. Anhang 2: Treibhausgasemissionen - Ökonomische Bewertung

Zur Beurteilung der ökologischen Verträglichkeit wird für die verschiedenen Energieversorgungsszenarien bzw. -varianten eine Bilanzierung der CO₂-Emissionen durchgeführt. Dabei wird neben dem jährlichen Energiebedarf für den Wärmeerzeuger (Brennstoffe, elektrische Energie als „Wärmestrom“) auch der Hilfsenergiebedarf (elektrische Energie für den Anlagenbetrieb z. B. Pumpen, Brennstoffzuführung etc.) berücksichtigt. Je nach Energieträger werden alle bei der Nutzung frei gesetzten Emissionen auf das Treibhausäquivalent von CO₂ umgerechnet und als spezifische CO₂-Emissionen dargestellt. In den Emissionsfaktoren werden alle anfallenden Emissionen von der Gewinnung bis zur Energiewandlung des jeweiligen Energieträgers in der Anlagentechnik bilanziert.

Die Faktoren der CO₂-Äquivalente wurden auf Basis der im Gebäudeenergiegesetz verankerten Werte in den Kalkulationen berücksichtigt (vgl. Abbildung 68).

Nummer	Kategorie	Energieträger	Emissionsfaktor [g CO ₂ -Äquivalent pro kWh]
1	Fossile Brennstoffe	Heizöl	310
2		Erdgas	240
3		Flüssiggas	270
4		Steinkohle	400
5		Braunkohle	430
6	Biogene Brennstoffe	Biogas	140
7		Biogas, gebäudenah erzeugt	75
8		Biogenes Flüssiggas	180
9		Bioöl	210
10		Bioöl, gebäudenah erzeugt	105
11		Holz	20
12	Strom	netzbezogen	560
13		gebäudenah erzeugt (aus Photovoltaik oder Windkraft)	0
14		Verdrängungsstrommix	860
15	Wärme, Kälte	Erdwärme, Geothermie, Solarthermie, Umgebungswärme	0
16		Erdkälte, Umgebungskälte	0
17		Abwärme aus Prozessen	40
18		Wärme aus KWK, gebäudeintegriert oder gebäudenah	nach DIN V 18599-9: 2018-09
19		Wärme aus Verbrennung von Siedlungsabfällen (unter pauschaler Berücksichtigung von Hilfsenergie und Stützfeuerung)	20
20	Nah-/Fernwärme aus KWK mit Deckungsanteil der KWK an der Wärmeerzeugung von mindestens 70 Prozent	Brennstoff: Stein-/Braunkohle	300
21		Gasförmige und flüssige Brennstoffe	180
22		Erneuerbarer Brennstoff	40
23	Nah-/Fernwärme Heizwerken aus	Brennstoff: Stein-/Braunkohle	400
24		Gasförmige und flüssige Brennstoffe	300
25		Erneuerbarer Brennstoff	60

Abbildung 68: CO₂-Emissionsfaktoren lt. GEG (Ausfertigungsdatum: 08.08.2020; Anlage 9 Nr.3 GEG)

C. Anhang 3: Sensitivitätsanalyse - Vorgehen

Bei der Ermittlung der spezifischen Netzdurchleitungs- bzw. Wärmegestehungskosten wird über den gesamten Betrachtungszeitraum hinweg von konstanten Brennstoffpreisen (statisch) ausgegangen. Da dies in der Regel nicht der Fall ist, wird eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt, welche die Abhängigkeit der spezifischen Wärmegestehungskosten von den Brennstoffkosten untersucht. Zusätzlich wird eine Änderung des Kapitaldienstes in die Betrachtung aufgenommen, um dessen Einfluss zu erfassen. Von den „statisch“ ermittelten Wärmegestehungskosten ausgehend, werden prozentuale Steigerungen und Minderungen im Brennstoffpreis sowie in den Kapitalkosten berechnet und anschließend deren Auswirkungen auf die Netzdurchleitungs- bzw. Wärmegestehungskosten ermittelt. Werden die jeweiligen Sensitivitätsanalysen der einzelnen Varianten untereinander verglichen, lässt sich eine Aussage hinsichtlich einer gegebenenfalls eintretenden Parität der Varianten in Abhängigkeit der Brennstoffkosten (oder der Kapitalkosten) treffen.

Exemplarisch ist in Abbildung 69 eine Sensitivitätsanalyse dargestellt. Statisch berechnet, ergeben sich Wärmegestehungskosten von 16,1 Cent/kWh_{th} (1). Auf der X-Achse sind die prozentualen Änderungen des Parameters, hier des Brennstoffpreises, angegeben. Steigt der Brennstoffpreis um +50 % (2), steigen auch die Wärmegestehungskosten von 16,1 Cent/kWh_{th} auf 22,9 Cent/kWh_{th} (3) (≈42 %).

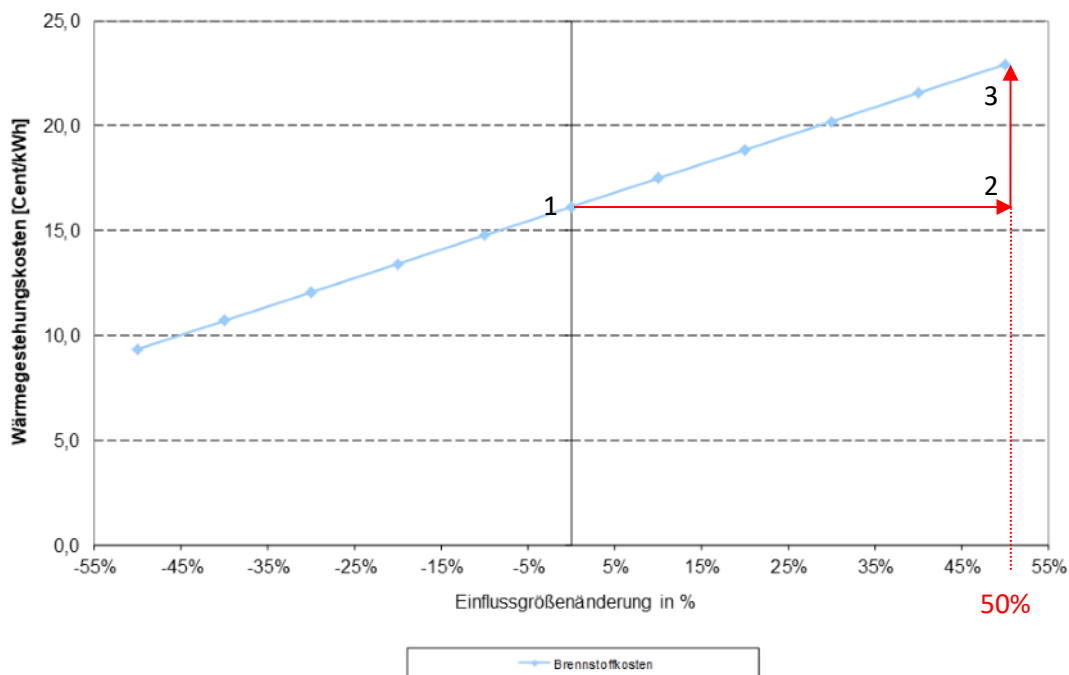


Abbildung 69: Exemplarische Sensitivitätsanalyse

D. Anhang 4: Förderprogramme

Anschließend werden verschiedene Förderprogramme vorgestellt, mit denen derzeit Maßnahmen zum Aufbau und zur Erneuerung von Energieversorgungsanlagen (zentral und dezentral) gefördert werden können. Ebenso werden Förderprodukte vorgestellt, deren Ziel der Ausbau und die Nutzung von regenerativen Energieträgern oder KWK im Zusammenhang mit Nah- und Fernwärmeverbundnetzen ist. Die folgende Übersicht stellt keine detaillierte Produktbeschreibung dar, diese ist in jedem Fall vor Umsetzung den technischen Merkblättern sowie den ausführlichen Fördermittelleitfäden sowie deren Gesetzesgrundlagen zu entnehmen. Eine Gewährung der Fördermittel ist dem Fördermittelgeber überlassen und vor Umsetzung immer im Einzelfall detailliert zu prüfen.

Hinweis:

Ein Rechtsanspruch des Antragstellers auf Zuwendung besteht nicht. Die KfW Fördermittelbank und das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle entscheiden aufgrund ihres pflichtgemäßen Ermessens. Die Gewährung der Zuwendung steht unter dem Vorbehalt der Verfügbarkeit der veranschlagten Haushaltsmittel. Im Hinblick auf die derzeitige Entwicklung zum vorläufigen Programmstopp der Förderung für energieeffiziente Gebäude der KfW im Neubau sind die in der Kalkulation angesetzten Fördermittel vorbehaltlich einer Fortsetzung der Förderprogramme zu betrachten.

Nähere Informationen zur Pressemitteilung des BMWi: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Meldung/2022/20220124-foerderung-fur-energieeffiziente-gebäude-durch-kfw.html>

Anspruch auf Vollständigkeit aller Fördermittel besteht nicht. Die genauen Zuwendungsbedingungen sind den entsprechenden Förderprogrammen zu entnehmen und auf die endgültigen Investitionskosten (Ermittlung im Rahmen einer Ausschreibung) sowie den aktuellen Stand der Förderprogramme zum Umsetzungszeitpunkt anzupassen.

Darüber hinaus erfolgt in den Kalkulationen keine Berücksichtigung von sog. „Sonderförderungen“ wie beispielsweise eine Innovationsförderung (niedrige Staubemissionen). Zu Gewährung dieser und anderer Zusatzförderungen sind u. U. Referenzmessungen erforderlich, die im Rahmen der Studie nicht erfolgen können.

Über die hier genannten Investitionsförderungen hinaus erfolgt für Anlagen zur Stromerzeugung eine indirekte Förderung anhand von Vergütungssätzen, welche in den entsprechenden Gesetzestexten festgelegt sind.

So erfolgt eine Vergütung von Strom aus KWK anhand fossiler Energieträger auf Basis der Vorgaben des KWK-G (vgl. Anhang A), während Strom aus regenerativen Energiequellen (Biomasse-KWK, PV, Wasser- und Windkraft) anhand der Vergütungsätze aus dem EEG vergütet werden.

Über die genannten Fördermittel hinaus können bei Umsetzung einer der genannten Maßnahmen u. U. weitere Förderprogramme hinsichtlich einer Inanspruchnahme geprüft werden. Zu nennen sind hier z. B. die Dorferneuerungsrichtlinien zum Vollzug des Bayerischen Dorfentwicklungsprogramms (DorfR) und die überarbeitete bzw. ergänzte Kommunalrichtlinie.

Ein umfassender Überblick über derzeit verfügbare Fördermittel kann u. a. dem Förderkompass der bayerischen Energieagenturen entnommen werden:

<https://energieagenturen.bayern/hp5837/Foerderkompass.htm>

a. Energieversorgung

Anschließend wird ein Überblick über derzeitige Förderprogramme, welche die Energie- bzw. Wärmeversorgung von Liegenschaften sowie den Aufbau und die Erweiterung von Wärmeverbundlösungen betreffen, vermittelt. Im Wesentlichen werden Förderprodukte dargestellt, welche auch in den Kalkulationen Anwendung finden und für die vorgestellten Versorgungsoptionen in Frage kommen.

KfW-Förderprogramm „Erneuerbare Energien Premium“ - Energiesysteme (Programm 271/281/272/282)

Die KfW bietet mit dem Programm Erneuerbare Energien "Premium" die Möglichkeit größere Anlagen zur Nutzung regenerativer Energien im Wärmesektor anhand zinsgünstiger Darlehen in Kombination mit Tilgungszuschüssen als Investitionsförderung zu unterstützen. Diese Tilgungszuschüsse werden vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie finanziert, welches hierdurch eine zukunftsfähige und nachhaltige Energieversorgung im Wärmemarkt mit dem Ziel des Umwelt- und Klimaschutzes fördert. Förderfähige Maßnahmen sind u. a.:

1. Solarkollektoranlagen:

Errichtung und Erweiterung von großen Solarthermieanlagen für die Heizwärme- und Warmwasserbereitstellung für Wohn- und Nichtwohngebäude, zur solaren Kälteerzeugung sowie zur Wärmebereitstellung in Wärmenetzen.

Die Mindestgröße beträgt 40 m² Bruttokollektorfläche.

Die Förderung ist über zwei Fördermechanismen möglich:

Bei einer größenabhängigen Förderung sind bis zu 30 % der förderfähigen Nettoinvestitionskosten bei einer Nutzung zur Warmwasserbereitstellung, zur Raumheizung, solaren Kälteerzeugung und die (anteilige) Einspeisung in ein Wärmenetz möglich. Bei einer überwiegenden Einspeisung der Wärme aus Solarkollektoranlagen sind bis zu 40 % der förderfähigen Nettoinvestitionskosten möglich.

Bei einer ertragsabhängigen Förderung wird der ausgewiesene Kollektorwärmeertrag auf die Anzahl der installierten Solarkollektoren bezogen und mit 0,45 € multipliziert.

2. Biomasseanlagen zur Verbrennung fester Biomasse für die thermische Nutzung

Errichtung und Erweiterung automatisch beschickter Anlagen zur Verfeuerung fester Biomasse (Holzhackschnitzel, Pellets und Scheitholz) mit einer Nennleistung von mehr als 100 kW_{th} (max. 2 MW_{th} für KWK-Biomasseanlagen).

Förderhöhe:

- Grundförderung - bis zu 20 € pro kW_{Nennleistung} (max. 50.000 €)
- Bonusförderung für niedrige Staubemissionen – bis zu 20 € pro kW_{Nennleistung}
- Bonus für die Errichtung eines Pufferspeichers (min. 30 l/kW_{th}) – bis zu 10 € pro kW_{Nennleistung}

Maximaler Tilgungszuschuss mit Bonusnutzung 100.000 €/Anlage.

3. KWK-Biomasseanlagen
4. Wärmenetze, die aus erneuerbaren Energien gespeist werden (vgl. b)
5. Große Wärmespeicher

Die Errichtung und / oder Erweiterung von großen Wärmespeichern (> 10 m³), die überwiegend aus erneuerbaren Energien gespeist werden, sind im Rahmen einer Innovationsförderung mit einem Tilgungszuschuss von 250 €/m³ förderfähig.

Die Förderung liegt bei max. 30 % der für einen Wärmespeicher anfallenden Nettoinvestitionskosten sowie höchstens 1 Million € Fördersumme.

6. Biogasleitungen für unaufbereitetes Biogas

7. Große effiziente Wärmepumpen

Über das KfW-Programm können effiziente Wärmepumpen ($> 100 \text{ kW}_{\text{Nennleistung}}$) gefördert werden. Diese müssen zu kombinierten Warmwasserbereitung sowie Raumwärmebereitstellung von Gebäuden dienen. Bei Nichtwohngebäuden ist die Deckung des Heizwärmebedarfs bereits ausreichend. Auch eine Einspeisung der Wärme in Wärmenetze wird gefördert.

Darüber hinaus wird auch der Bau oder die Erweiterung einer Erdsonde, welche im Zusammenhang mit der geförderten Wärmepumpe steht, gefördert (max. eine Wärmesonde pro Projekt).

Eine Förderung von Luft/Wasser- oder Luft/Luft-Wärmepumpen sowie sonstige Wärmepumpen, die die erzeugte Wärme direkt an die Luft übertragen ist ausgeschlossen.

Förderhöhe:

- Wärmepumpe 80 €/kW_{Nennleistung} im Auslegungspunkt
- Erdsonde 4 €/m bis 400m und 6 €/m ab 400m vertikale Tiefe

Die Fördergrenzen betragen min. 10.000 € und max. 100.000 € je Einzelanlage.

8. Anlagen zur Nutzung der Tiefengeothermie (> 400m)

9. Zusatzförderungen

Über die genannten förderfähigen Maßnahmen hinaus sind sog. Zusatzförderungen möglich. Diese beziehen sich u. a. auf die Förderung von kleinen und mittleren Unternehmen (+ 10 % auf den gesamten Zuwendungsbetrag). Als weitere Zusatzförderung ist das „Anreizprogramm Energieeffizienz“ genannt. Basis hierfür ist die Richtlinie zur Förderung der beschleunigten Modernisierung von Heizungsanlagen bei Nutzung erneuerbarer Energien (je nach Maßnahme bis zu + 30 % der förderfähigen Investitionskosten).

Weitere Informationen können der Programmübersicht der KfW (Erneuerbare Energien) entnommen oder unter www.kfw.de nachgelesen werden.

Förderprogramm „BioKlima“ des Freistaates Bayern durch das Technologie-Förderzentrum (TFZ)

Zum derzeitigen Stand (01/2022) konnten vollständige Anträge nach der aktuellen Förderrichtlinie BioKlima nur noch bis zum 31. Oktober 2021 durch das TFZ angenommen und bearbeitet werden. Hintergrund ist das Auslaufen der aktuellen Förderrichtlinie zum Ende des Jahres 2021. Das Förderprogramm wird in überarbeiteter Form voraussichtlich im Laufe des 1. Quartals 2022 fortgesetzt.

Eine Berücksichtigung der über die Richtlinie BioKlima bisher verfügbaren Fördermittel in den angeellten Kalkulationen ist daher nicht möglich.

Hinweis:

Weitere Informationen können unter www.tfz.bayern.de/foerderung/ abgefragt werden.

BEG-Förderung im Neubau, Bestandssanierungen sowie als Einzelmaßnahmen

Die BEG fasst bestehende Programme zur Förderung von Energieeffizienz und Erneuerbaren Energien im Gebäudebereich zusammen und unterstützt unter anderem den Einsatz neuer Heizungsanlagen, die Optimierung bestehender Heizungsanlagen, Maßnahmen an der Gebäudehülle und den Einsatz optimierter Anlagentechnik.

Die BEG besteht aus drei Teilprogrammen:

1. Bundesförderung für effiziente Gebäude - Wohngebäude (BEG WG)
2. Bundesförderung für effiziente Gebäude - Nichtwohngebäude (BEG NWG)
3. Bundesförderung für effiziente Gebäude - Einzelmaßnahmen (BEG EM)

Antragsberechtigt sind:

- Privatpersonen und Wohnungseigentümergeinschaften
- freiberuflich Tätige
- Kommunen
- Körperschaften und Anstalten des öffentlichen Rechts sowie gemeinnützige Organisationen einschließlich Kirchen
- Unternehmen, einschließlich Einzelunternehmer und kommunale Unternehmen
- sonstige juristische Personen des Privatrechts, einschließlich Wohnungsbaugenossenschaften

Bundesförderung für effiziente Gebäude – Nichtwohngebäude (BEG NWG)

Als investive Maßnahmen werden die Errichtung (Neubau) und der Ersterwerb neu errichteter energieeffizienter Nichtwohngebäude gefördert, die den energetischen Standard eines Effizienzgebäudes für Neubauten erreichen.

Es werden folgende Standards gefördert: Effizienzgebäude 40, 40 EE oder 40 NH

Eine „Effizienzgebäude EE“-Klasse wird erreicht, wenn erneuerbare Energien und / oder unvermeidbare Abwärme einen Anteil von mindestens 55 % des für die Wärme- und Kälteversorgung des Gebäudes erforderlichen Energiebedarfs erbringen. Voraussetzung ist, dass der auf erneuerbaren Energien basierende Wärme- oder Kälteerzeuger bzw. das Wärme- oder Gebäudenetz als Bestandteil des geförderten Neubaus zur Effizienzgebäude-EE-Klasse erstmals eingebaut bzw. erstmals angeschlossen wird und bei An- und Ausbauten zuvor kein solcher Wärmeerzeuger im Gebäude vorhanden war.

Eine „Effizienzgebäude NH“-Klasse wird erreicht, wenn für ein Effizienzgebäude ein Nachhaltigkeitszertifikat ausgestellt wird, das die Übereinstimmung der Maßnahme mit den Anforderungen des Qualitätssiegels „Nachhaltiges Gebäude“ bestätigt.

Eine Kombination von EE-Klasse und NH-Klasse ist nicht möglich.

Ebenso ist eine Förderung zur Sanierung von Bestandsgebäuden hinsichtlich eines Effizienzgebäudestandards möglich. Hierzu gelten die Vorgaben der Richtlinie in der Rubrik „Sanierung zum Effizienzgebäude“.

Bundesförderung für effiziente Gebäude - Einzelmaßnahmen (BEG EM)

Einzelmaßnahmen an fertiggestellten Bestandsgebäuden sind:

- Gebäudehülle (z. B. Dämmung der Gebäudehülle, Erneuerung von Fenstern etc.)
- Anlagentechnik (außer Heizung)
- Anlagen zur Wärmeerzeugung (Heizungstechnik)
- Heizungsoptimierung
- Fachplanung und Baubegleitung sowie eine Nachhaltigkeitszertifizierung

Unter förderfähige Anlagen zur Wärmeerzeugung fallen u. a. Heizanlagen auf Basis von EE, Solarkollektoranlagen, EE-Hybrid- und Gas-Hybridheizanlagen, Wärmepumpen und Gas-Brennwertheizungen („Renewable Ready“).

Förderrandbedingungen:

Höhe des Kreditbetrages für investive Maßnahmen (Mindestlaufzeit 4 Jahre; Laufzeitvarianten zwischen 5 und 30 Jahren; der Zinssatz orientiert sich an der Entwicklung des Kapitalmarktes):

- Neubau und Sanierung:
bis zu 2.000 €/m² (NGF), max. 30 Mio. € pro Vorhaben
- Einzelmaßnahmen:
bis zu 1.000 €/m² (NGF), max. 15 Mio. € pro Kalenderjahr
(unabhängig von der Anzahl gestellter Anträge)
- Energetische Fachplanung und Baubegleitung:
 - o Neubau und Sanierung: 10 €/m² (NGF), max. 40.000 € pro Vorhaben
 - o Einzelmaßnahmen: 5 €/m² (NGF), max. 20.000 € pro Zusage und Kalenderjahr
- Nachhaltigkeitszertifizierung: 10 €/m² (NGF), max. 40.000 € pro Vorhaben.

Mindestinvestitionsvolumen für die Einzelmaßnahmenbereiche „Maßnahmen an der Gebäudehülle“, „Anlagentechnik (außer Heizung)“ und „Anlagen zur Wärmeerzeugung (Heizungstechnik)“ zu jeweils 2.000 €; für „Heizungsoptimierung“: 300 €.

Tilgungszuschuss (= Investitionsförderung betreffend der förderfähigen Gesamtkosten):

Neubau: Effizienzgebäude 40 20 %

Bei Erreichen einer „Effizienzgebäude EE“- oder einer „Effizienzgebäude NH“-Klasse erhöht sich der anzusetzende Tilgungszuschuss um zusätzlich max. 2,5 %.

Sanierung zum Effizienzgebäude: je Effizienzgebäudeklasse unterschiedlich gestaffelt
(25 % - 45 % zzgl. EE- oder NH-Klasse max. + 5 %)

Sanierung und Einzelmaßnahmen: je Einzelmaßnahme unterschiedlich gestaffelt
z. B. Gebäudehülle / Anlagentechnik 20 %

Anschließende Abbildung gibt einen Überblick über die unterschiedlichen Förderhöchstsätze (Tilgungszuschüsse) je Einzelmaßnahme zur Sanierung von Wohn- und Nichtwohngebäuden (Heizungstechnik).



Förderübersicht: Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)

Einzelmaßnahmen zur Sanierung von Wohngebäuden (WG) und Nichtwohngebäuden (NWG)		Fördersatz	Fördersatz mit Austausch Ölheizung	Fachplanung und Baubegleitung
Gebäudehülle ¹⁾	Dämmung von Außenwänden, Dach, Geschossdecken und Bodenflächen; Austausch von Fenstern und Außentüren; sommerlicher Wärmeschutz	20 %		50 %
Anlagentechnik ¹⁾	Einbau/Austausch/Optimierung von Lüftungsanlagen; WG: Einbau „Efficiency Smart Home“; NWG: Einbau Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, Raumkühlung und Beleuchtungssysteme	20 %		
Heizungsanlagen ¹⁾	Gas-Brennwertheizungen „Renewable Ready“	20 %	20 %	
	Gas-Hybridanlagen Solarthermieanlagen	30 % 30 %	40 % 30 %	
Wärmepumpen Biomasseanlagen ²⁾ Innovative Heizanlagen auf EE-Basis EE-Hybridheizungen ²⁾		35 %	45 %	
		35 %	45 %	
		35 %	45 %	
		35 %	45 %	
Anschluss an Gebäude-/Wärmenetz mind. 25 % EE mind. 55 % EE		30 %	40 %	
		35 %	45 %	
Heizungsoptimierung ¹⁾		20 %		

¹⁾ ISFP-Bonus: Bei Umsetzung einer Sanierungsmaßnahme als Teil eines im Förderprogramm „Bundesförderung für Energieberatung für Wohngebäude“ geförderten individuellen Sanierungsfahrplanes (ISFP) ist ein zusätzlicher Förderbonus von 5 % möglich.

²⁾ Innovationsbonus: Bei Einhaltung eines Emissionsgrenzwertes für Feinstaub von max. 2,5 mg/m³ ist ein zusätzlicher Förderbonus von 5 % möglich.

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)
Dieses Werk ist lizenziert unter einer Creative Commons Namensnennung - Keine Bearbeitungen 4.0 International Lizenz (CC BY-ND4.0)

Stand: 1. Januar 2021

Abbildung 70: Förderübersicht zur Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)

Eine Kumulierung mit anderen Förderprodukten ist möglich (Einzelfallprüfung).

b. Wärme- / Energienetze

Die nachfolgenden Förderprogramme kommen für die vorliegende Konstellation aus Nahwärmeverbund sowie zugehöriger Energieerzeugung in Frage und wurden auf ihre Eignung hin geprüft.

Förderung von Wärmenetzen nach dem KWK-G (BAFA)

Im Rahmen des Kraft-Wärme-Kopplungsgesetzes (KWK-G) wird vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) u. a. der Neubau und Ausbau von Wärmenetzen gefördert. Das KWK-Gesetz ist im Jahr 2020 in novellierter Fassung in Kraft getreten.

Fördervoraussetzung ist unter anderem, dass spätestens 36 Monate nach der Inbetriebnahme des Netzes mindestens 75 % der Wärmeversorgung der an das Netz angeschlossenen Abnehmer in Kraft-Wärme-Kopplung nach Voraussetzungen des KWK-Gesetzes erfolgen muss (z. B. Einsatz eines BHKW).

Weiterhin ist die Erlangung dieser Investitionsbeihilfe möglich sofern ein Mindestanteil von 10 % der Wärme aus einer KWK-Anlage und insgesamt mindestens 75 % bzw. 50 % (möglich bei Inbetriebnahme bis zum 31. Dezember 2022) aus regenerativen Energien, industrieller Abwärme und KWK-Anlagen, bereitgestellt werden (z. B. Kombination von Biomassekessel und BHKW).

Die Regelungen im Bereich Wärme- und Kältenetze sehen folgende Fördersätze vor:

- Netze mit mindestens 75 % KWK-Anteil oder einer Kombination mit Wärme aus KWK-Anlagen, erneuerbaren Energien und industrieller Abwärme:
 - 40 % der ansatzfähigen Investitionskosten
- Netze mit 50 % KWK-Anteil oder einer Kombination mit Wärme aus KWK-Anlagen, erneuerbaren Energien und industrieller Abwärme:
 - 30 % der ansatzfähigen Investitionskosten

Hausübergabestationen fallen nicht in den förderfähigen Teil dieses Programmes. Die Nachweise sind durch einen Wirtschaftsprüfer zu erbringen.

Weitere Informationen unter www.bafa.de.

Hinweis:

Haben Wärmenetze Anspruch auf Förderung nach BAFA / KWK-Gesetz, so entfällt eine Kopplung der Förderung nach KfW.

KfW-Förderprogramm - „Erneuerbare Energien Premium“ - Nahwärmenetze (Programm 271/272/281/282)

Die Errichtung oder Erweiterung von Wärmenetzen (inkl. Hausübergabestationen) wird unter anderem gefördert, wenn:

- mindestens 50 % Wärme aus Erneuerbaren Energien / Wärmepumpen / Abwärme gespeist wird (60 % bei überwiegender Versorgung von Neubauten) oder
- mindestens 50 % Wärme durch eine Kombination der vorangegangenen Maßnahmen und ansonsten fast ausschließlich aus hocheffizienter Kraft-Wärme-Kopplung stammt.
- ein Mindestwärmeabsatz von durchschnittlich mehr als 500 kWh_{th}/a je Trassenmeter nachgewiesen wird.

Die möglichen Tilgungszuschüsse betragen dabei 60 € je Meter Trassenlänge für Wärmenetze, für die keine Zuschlagsförderung nach dem KWK-Gesetz beantragt werden kann. Zuzüglich können die Hausübergabestationen von Bestandsgebäuden mit jeweils bis zu 1.800 € gefördert werden.

Zusatzförderung: Anträge von kleinen und mittleren Unternehmen

Sofern die Errichtung der Anlage auch dem Betrieb eines kleinen oder mittleren Unternehmens dient, kann der Förderbeitrag in den genannten Fällen für kleine und mittlere Unternehmen um 10 % des gesamten Zuwendungsbetrags erhöht werden.

Zusatzförderung: Anreizprogramm Energieeffizienz

Durch die Zusatzförderung „Anreizprogramm Energieeffizienz“ (APEE), welche eine zusätzliche Erhöhung der Fördersätze um 30 % umfasst, gilt u. a.:

Werden bei einem Nahwärmenetz überwiegend Hausanschlüsse mit ineffizienten, dezentralen Wärmeerzeugern ersetzt, so können die Hauptleitungen, die Hausübergabestationen (welche die ineffiziente dezentrale Heizung ersetzt) und die Hausanschlussleitung zu diesen Hausübergabestationen mit dem erhöhten Satz gefördert werden.

Als besonders ineffizient gelten hierbei Wärmeerzeuger, folgende drei Kriterien erfüllen:

- a) Betrieb auf Basis fossiler Energien, zum Beispiel Gas oder Öl
- b) Keine Nutzung der Brennwerttechnik oder Brennstoffzellentechnologie
- c) Es liegt kein Fall der gesetzlichen Austauschpflicht vor

Weitere Informationen können der Programmübersicht der KfW (Erneuerbare Energien) entnommen oder unter www.kfw.de nachgelesen werden.

Modellvorhaben Wärmenetze 4.0

Zu beachten: Das Förderprogramm Wärmenetze 4.0 ist derzeit noch gültig, soll jedoch künftig durch die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) erweitert bzw. ersetzt werden.

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie fördert durch das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) den Bau von hochinnovativen Wärmenetzsystemen (Wärmenetze 4.0). Diese sollen zu einer nachhaltigen Versorgung von Wohn- und Nichtwohngebäuden sowie gewerblichen Prozessen (Niedertemperatur) dienen.

Förderberechtigte sind sämtliche Unternehmen inkl. Ingenieurbüros und Projektentwickler, Gemeinden / Städte / Landkreise, kommunale Betriebe, kommunale Zweckverbände, eingetragene Vereine und eingetragene Genossenschaften (Beantragung auch aus einem Konsortium verschiedener Projektbeteiligter möglich).

In einem ersten Schritt muss die Realisierbarkeit des Vorhabens anhand einer Machbarkeitsstudie geprüft werden (siehe „Merkblatt zu den Anforderungen an eine Machbarkeitsstudie“).

Das Fördervorhaben unterteilt sich in 2 sog. Module:

Modul 1: Förderung einer Machbarkeitsstudie
(technische Umsetzung und Wirtschaftlichkeit)

Modul 2: Bau des Wärmenetzes

Vorgaben zur Erlangung von Fördermitteln aus dem Modellvorhaben Wärmenetzsystem 4.0:

- Klimaschonender, innovativer Energieträger bzw. Energieträgermix
(Anteil EE min. 50 %; Anteil Biomasse max. 50 % am Gesamtanteil;
Spitzenlastdeckung zu max. 10 % aus fossilen Energieträgern)
- Kosteneffizienz (Bruttowärmepreis < 12 Cent/kWh_{th} inkl. Grundpreis)
- Mindestgröße (min. 100 Abnehmer; alternativ: Wärmebedarf > 3 GWh_{th};
Abweichende Vorgaben bei Quartierskonzepten mit besonders innovativer
Verfahrens- oder Anlagentechnik)
- Niedertemperaturnetze (< 95°C Vorlauftemperatur)
- Wärmespeicher (saisonaler Wärmespeicher wünschenswert)
 - Sektorkopplung und Strommarktdienlichkeit (Schnittstelle für einen automatisierten
strommarkt- bzw. netzdienlichen Betrieb der Anlagentechnik)

Die Förderung einer Machbarkeitsstudie konnte bis zum 31.12.2020 beim BAFA beantragt werden (max. Förderhöhe 600.000 €; Förderquote 50 % bis 60 % abhängig von der Unternehmensgröße; 12 Monate Umsetzungszeitraum).

Die Förderung des innovativen Wärmenetzes selbst kann bis zu 50 % der förderfähigen Ausgaben betragen (max. Förderhöhe 15 Mio. €; 48 Monate Umsetzungszeitraum). Diese „förderfähigen Ausgaben“ sind im Einzelnen dem „Merkblatt zur Antragstellung und den förderfähigen Ausgaben“ zu entnehmen.

Die Förderquote setzt sich aus folgenden Bestandteilen zusammen:

- Grundförderung 20 % (30 % bei KMU)
- Nachhaltigkeitsprämie (gleitend) max. 10 % (Anteil EE)
- Kosteneffizienzprämie (gleitend) max. 10 % (Wirtschaftlichkeit)

Darüber hinaus ist für besonders innovative einzelne Komponenten oder Verfahren eine Erhöhung der Förderquote auf 65 % bis 75 % möglich.

Weitere Informationen unter www.bafa.de.

Bundförderung für effiziente Gebäude (BEG)

Der Anschluss an ein öffentliches Wärmenetz wird durch das BEG seit 01.01.2021 mit bis zu 45 % der notwendigen Investitionskosten gefördert (je nach eingesetztem Energieträger bei Bestandsgebäuden). Dies ist für die Anschlussnehmer relevant und dient als Argument für einen Nahwärmeanschluss. Auf das Nahwärmenetz (Material & Verlegung) hat die BEG-Förderung im vorliegenden Fall keine Wirkung.