

Gemeinde Ilsfeld

Transformationsplan – Wärmeversorgung



Transformationsplan

Bundesförderprogramm Effiziente Wärmenetze

Transformationsplan
Bundesförderprogramm
Effiziente Wärmenetze



Finanziert durch die Europäische Union – NextGenerationEU. Die geäußerten Ansichten und Meinungen sind ausschließlich die des Autors / der Autoren und spiegeln nicht unbedingt die Ansichten der Europäischen Union oder der Europäischen Kommission wider. Weder die Europäische Union noch die Europäische Kommission können für sie verantwortlich gemacht werden.

Auftraggeber



Gemeinde Ilsfeld
Rathausstraße 8
74360 Ilsfeld
www.ilsfeld.de

Auftragnehmer



IBS Ingenieurgesellschaft mbH
Flößerstraße 60/3
74321 Bietigheim-Bissingen
www.ibs-ing.com

Bietigheim-Bissingen, 03. September 2025

Gerhard David

i. A. Benjamin Schöor

Inhalt

1	Zusammenfassung des geplanten Wärmenetzes.....	5
1.1	Innovation	6
1.2	Erzeugungsstruktur.....	6
1.3	Wirtschaftlichkeitsberechnung.....	7
2	Einleitung und Zielbestimmung.....	8
3	IST- Analyse Wärmeversorgungssystem des Untersuchungsgebiets	9
3.1	Auswertung bestehendes Wärmenetz „Ilsfeld & Auenstein“	9
3.1.1	Energiezentrale Schule.....	9
3.1.2	Energiezentrale Wärmepumpenzentrale	10
3.1.3	Energiezentrale Biogasanlage.....	10
3.1.4	Heizzentrale Freibad	11
3.1.5	Einspeisung Abwärme Klärgas-BHKW	11
3.1.6	Kaltes Netz – Neubaugebiet Steinhäldenweg 2	11
3.2	Wärmeversorgung Helfenberg	12
3.3	Zusammenfassung	12
4	Potenzialermittlung erneuerbarer Energien und Abwärme	16
4.1	Potenziale zur Stromerzeugung gemäß KWP	16
4.2	Photovoltaik	16
4.3	Abwärme	17
4.4	Umweltwärme	17
4.5	Geothermie	18
4.6	Abwasserwärme	19
4.7	Flusswasser	21
5	Untersuchte Transformation & Erweiterungen	23
5.1	Geplante Nachverdichtung Hauptnetz Ilsfeld & Auenstein.....	23
5.2	Darstellung mögliche Ausbaugebiete	23
5.3	Darstellung der untersuchten Wärmeerzeugung	26
5.4	Darstellung Energiebilanzen Wärmenetz Ilsfeld & Auenstein	27
5.5	Darstellung Energiebilanzen Wärmenetz Helfenberg	33
5.5.1	Erzeugungsvariante 1 – Einsatz Biomethan.....	33
5.5.2	Erzeugungsvariante 2- Erweiterung Luft-Wärmepumpe & PV-Anlage	33
5.5.3	Erzeugungsvariante 3- Erweiterung Pelletheizung.....	35
6	Wirtschaftlichkeitsberechnung.....	37
6.1	Wirtschaftlichkeit Erweiterung Wärmeerzeugung	37
6.2	Wirtschaftlichkeit untersuchter Wärmenetzausbau	39
6.3	Wirtschaftlichkeit Wärmenetz Helfenberg.....	40
7	SOLL- Analyse des Wärmenetzes bei vollständigem Ausbau aller Erweiterungen.....	41

8	Kostenrahmen	47
8.1	Investitions- und Ressourcenplan	47
8.2	Wärmetarif	47
8.3	Einnahmen/Ausgabenbetrachtung inkl. weiterer Ausbauplanung	48
8.4	Finanzierungskonzept	49
8.5	Risikoanalyse	50
9	Maßnahmen zur Bürgereinbindung und Stärkung der Akzeptanz.....	51
10	Genehmigungsfähigkeit.....	52
11	Zeitplan und Fazit	53
12	Allgemeine Grundlagen Wärmeerzeugung.....	54
12.1	Wärmepumpen.....	54
12.1.1	Wärmequellen, Antriebsenergie und Wärmeverbraucher.....	55
13	Anhang	57
13.1	Wärmenetztabelle	57
13.2	Wärmenetz Helfenberg	68
13.3	Abnehmertabelle	69
13.4	Abnehmertabelle Helfenberg	70
13.5	Abnehmer kaltes Nahwärmenetz.....	71
13.6	Berechnungsgrundlagen Wirtschaftlichkeit.....	73

1 Zusammenfassung des geplanten Wärmenetzes

Das Projektgebiet erstreckt sich über die Gemeinde Ilsfeld mit den Ortsteilen Auenstein und Helfenberg. Das Wärmenetz Ilsfeld & Auenstein ist mittels Transportleitung über die Biogasanlage in Beilstein angebunden. Der Ortsteil Helfenberg wird derzeit als eigenständiges Wärmenetz mit eigener Heizzentrale als Inselnetz versorgt.

In den Wärmeverbund Ilsfeld und Auenstein speisen die folgenden Energiezentrale in das Netz ein:

- Wärmepumpenzentrale
- Energiezentrale Schule
- Pelletheizung Freibad
- Biogasanlage Beilstein

Die beiden Bestands-Wärmenetze sind in Abbildung 1 dargestellt. Im vorliegenden Transformationsplan wurde sowohl die Transformation des Wärmenetzes in seinem derzeitigen Ausbau mit einer Nachverdichtung sowie einer möglichen Erweiterung untersucht.

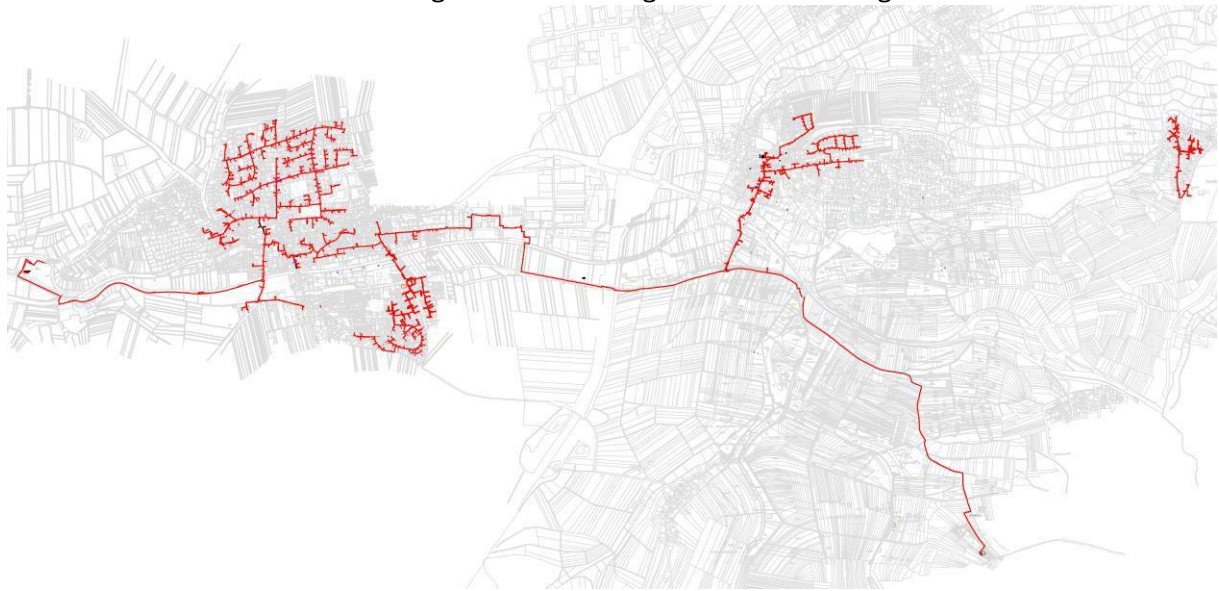


Abbildung 1: Bestandswärmenetz Ilsfeld / Auenstein & Helfenberg

Die Daten der bereits vorhandenen Wärmenetze sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst.

Tabelle 1: Daten Bestands-Wärmenetz 2025

Bauabschnitt	Trassenlänge Hauptleitung	Hausanschlüsse	Wärmebedarf
Wärmenetz Ilsfeld & Auenstein	22.577 m	421	rd. 10.700 MWh/a
Wärmenetz Ilsfeld & Auenstein Vorverlegungen		177	rd. 3.700 MWh/a
Wärmenetz Helfenberg	887 m	21	451 MWh/a
Wärmenetz Helfenberg Vorverlegungen		11	rd. 245 MWh/a

Bei den beiden Wärmenetzen handelt es sich um hydraulisch getrennte Wärmenetze. Im Rahmen des Transformationsplans wird ein Zusammenschluss betrachtet.

1.1 Innovation

Das Wärmenetz in Ilsfeld & Auenstein verfügt bereits über innovative Erzeuger. Diese sollen weiter ausgebaut werden, um die bereits erschlossenen Potenziale besser nutzen zu können. Der Schwerpunkt der Untersuchung liegt in der wirtschaftlichen Optimierung des Gesamtsystems, um einen attraktiveren Wärmepreis anbieten zu können und gleichzeitig den erneuerbaren Anteil zu steigern.

1.2 Erzeugungsstruktur

In der Abbildung 1 ist dargestellt, wie sich die Wärmeerzeugung bei Nutzung der vorhandenen Wärmeerzeuger sowie Ergänzung des ersten Maßnahmenpakets auf die Wärmeerzeuger für das Netz Ilsfeld & Auenstein über das Jahr verteilt.

Tabelle 2: Wärmemengen und -anteile zur Energiebilanz

Kessel	572.000 kWh	3,1%
WP 1 & 2	2.181.000 kWh	11,7%
Pelletkessel	1.579.000 kWh	8,5%
Wärmepumpe 3 - BEW	8.438.000 kWh	45,6%
Summe BHKW	1.511.000 kWh	8,2%
Biogas-BHKW	4.219.000 kWh	22,8%
Summe	18.500.000 kWh	100%

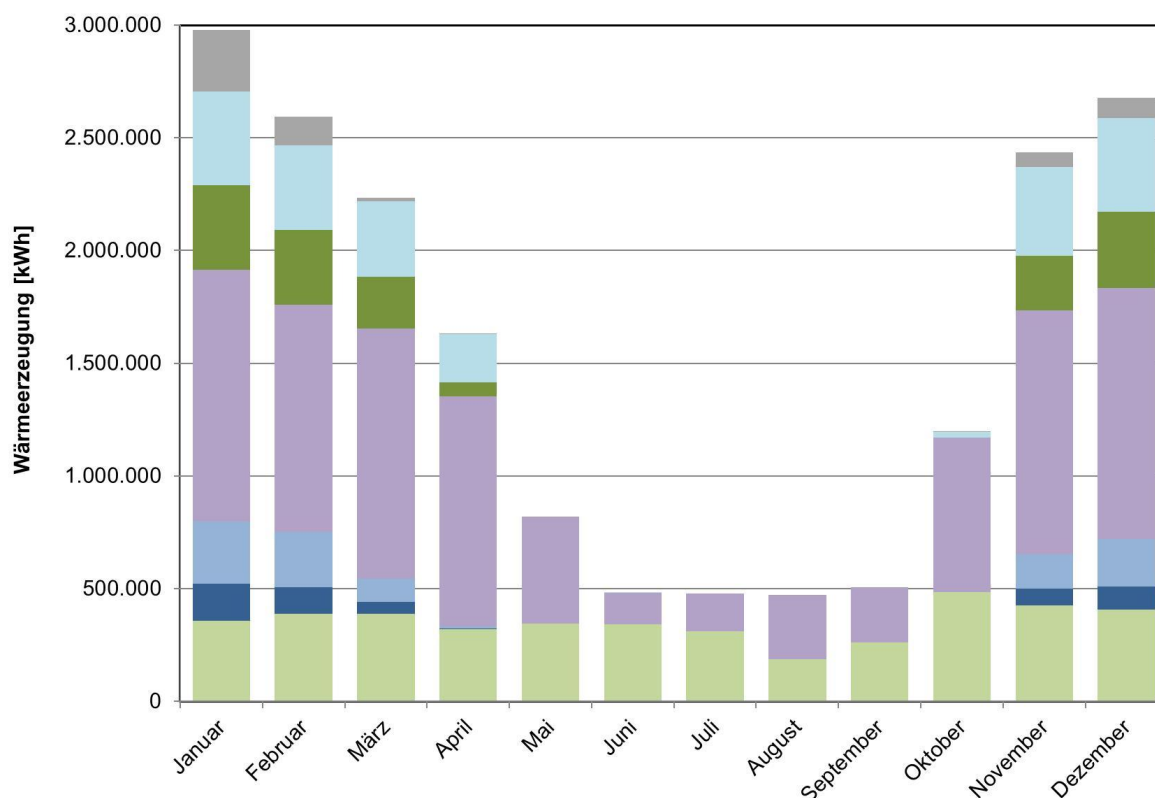


Abbildung 2: Energiebilanz Nachverdichtung 70 % mit Zubau Abwasser-Wärmepumpe

1.3 Wirtschaftlichkeitsberechnung

Unter Berücksichtigung der aktuellen Rahmenbedingungen für Energiepreise und Förderung wurden die Investitionskosten für den geplanten Ausbau und die laufenden Kosten ermittelt. Daraus ergeben sich die Kosten für die Wärmeerzeugung gemäß dargestelltem Ausbau. Anhand der Werte wurde eine detaillierte Betrachtung der Wirtschaftlichkeit durchgeführt. Diese wird ausführlich im Kapitel Wirtschaftlichkeit dargestellt.

2 Einleitung und Zielbestimmung

Der vorliegende Transformationsplan befasst sich mit der Weiterentwicklung und Optimierung des Wärmenetzes der Gemeinde Ilsfeld im Rahmen des Förderprogramms "Bundesförderung effiziente Wärmenetze" (BEW). Ziel des Programms ist es, die Energieeffizienz zu steigern und den Anteil erneuerbarer Energien in der Wärmeversorgung zu erhöhen.

Das Förderprogramm "Bundesförderung effiziente Wärmenetze" (BEW) ist in verschiedene Module unterteilt, die jeweils unterschiedliche Aspekte der Wärmeversorgung abdecken:

- **Modul 1:** Transformationspläne und Machbarkeitsstudien für den Umbau bestehender Wärmenetze und die Neuerrichtung von Wärmenetzen mit dem Ziel der Treibhausgasneutralität bis 2045
- **Modul 2:** Systemische Förderung zur Neuerrichtung von Wärmenetzen und zur Transformation von Bestandsnetzen, die zu mindestens 75 % mit erneuerbaren Energien und Abwärme gespeist werden
- **Modul 3:** Einzelmaßnahmen zur Effizienzsteigerung und zur Einbindung erneuerbarer Energien in bestehende Wärmenetze
- **Modul 4:** Betriebskostenförderung für die Erzeugung erneuerbarer Wärmemengen aus Solarthermieranlagen und strombetriebenen Wärmepumpen, die in Wärmenetze einspeisen

Der aktuelle Bericht konzentriert sich auf **Modul 1, Stufe 1**, welches die Transformation und den Ausbau des bestehenden Wärmenetzes umfasst.

Der Eigenbetrieb der Gemeinde Ilsfeld betreibt in Ilsfeld & Auenstein ein zusammenhängendes Wärmenetz, welches in den letzten 12 Jahren errichtet und stark ausgebaut wurde. Im Teilort Helfenberg wurde ein weiteres Wärmenetz errichtet. Es handelt sich aktuell um ein Inselnetz ohne hydraulische Verbindung zum Wärmenetz Ilsfeld & Auenstein.

Infolge der umfangreichen Bautätigkeit wurde auch eine Vielzahl vorverlegter Anschlüsse verlegt. Bezogen auf den tatsächlichen Wärmeverkauf wurde in manchen Bauabschnitten nur geringe Wärmedichten erreicht. Um geforderte Deckungsanteile an erneuerbarer Wärme einhalten zu können sowie zur Reduzierung von Gaseinsatz wird aktuell ein größerer Anteil der Wärme über Holzpellets erzeugt.

Mit dem vorliegenden Transformationsplan liegt der Schwerpunkt der Untersuchung einerseits auf der Reduzierung der Kosten für die erzeugte Wärme. Andererseits sollen die möglichen Erweiterungen der kommunalen Wärmeplanung betrachtet werden, um aufzuzeigen, unter welchen Randbedingungen der Ausbau des Wärmenetzes erfolgen kann.

Es wird dargestellt, in welchen Maßnahmenpaketen die Transformation hin zur klimaneutralen Wärmeversorgung bis 2045 sowie der mögliche Ausbau umgesetzt werden können, unter Berücksichtigung aller Vorgaben und Fördermittel der BEW.

3 IST-Analyse Wärmeversorgungssystem des Untersuchungsgebiets

Die bereits vorhandenen Wärmenetze mit den verschiedenen Energiezentralen sind in der Übersicht in Abbildung 3 markiert. Die Daten der Netzinfrastruktur sind in der Tabelle im Anhang ersichtlich.

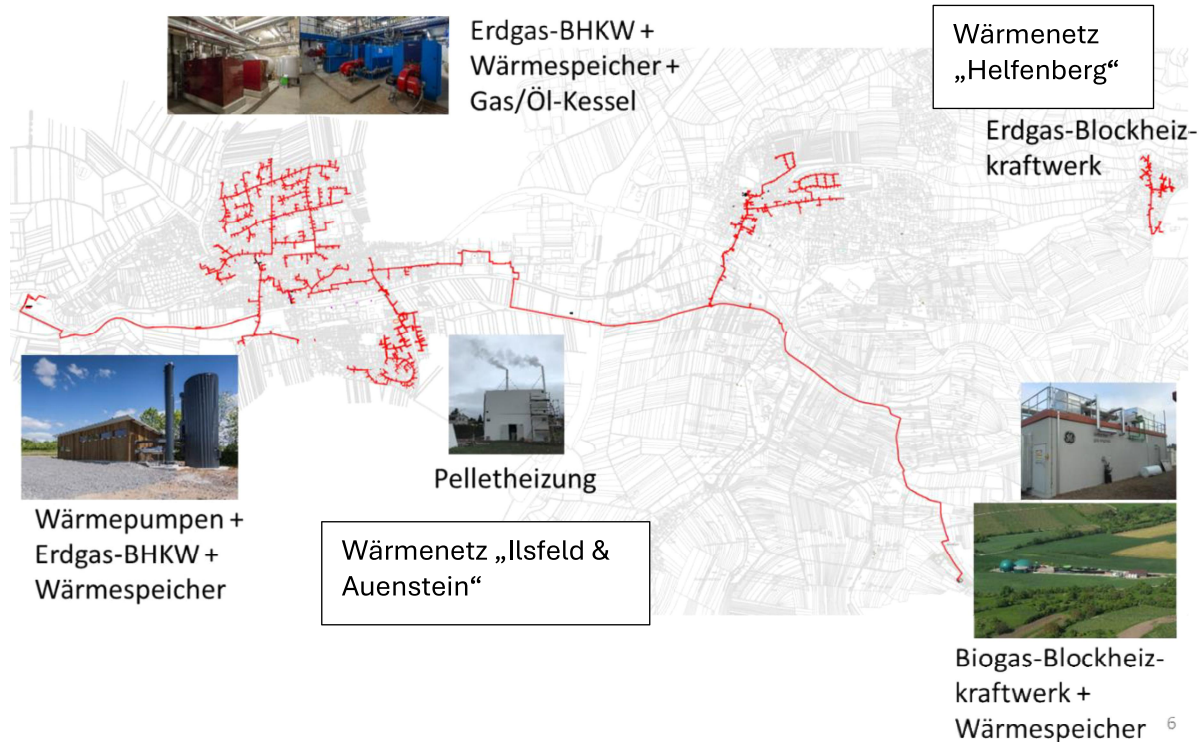


Abbildung 3: Bestehende Wärmenetze und Energiezentralen in Ilsfeld

3.1 Auswertung bestehendes Wärmenetz „Ilsfeld & Auenstein“

Das Wärmenetz Ilsfeld & Auenstein wird seit 2013 ausgebaut. Der erste Bauabschnitt wurde aus der Energiezentrale im Schulzentrum heraus versorgt. Mit dem zunehmenden Ausbau wurden die weiteren Energiezentralen an der Kläranlage errichtet sowie die Abwärme aus der Biogasanlage Beilstein eingebunden.

Als letzte Maßnahme wurde die Pelletheizzentrale am Freibad errichtet. Damit konnte der erneuerbare Anteil gesteigert werden und die Abhängigkeit von Erdgas gesenkt werden.

Die Daten zum Wärmenetz sowie zu den Abnehmern inkl. aller Vorverlegungen sind in der Tabelle im Anhang aufgelistet.

3.1.1 Energiezentrale Schule

Die Heizzentrale befindet sich im Gebäude der Schule. Es sind die nachfolgend abgebildeten Wärmeerzeuger installiert. Die BHKW liefern den Strombedarf für das Schulzentrum. Die erzeugte Wärme wird in das Netz eingespeist. Weitere drei Kessel dienen zur Spitzenlastversorgung im Wärmenetz sowie zur Redundanz der weiteren Energiezentralen. Die KWK-Vergütung der BHKW ist ausgelaufen, es ist eine Modernisierung angedacht, um neue KWK-Vergütung für die BHKW zu erhalten.



Abbildung 4: BHKW (links) und Spitzenlastkessel (rechts) Heizzentrale Schule

Die Daten der Erzeuger sind in Tabelle 18 zusammengefasst.

3.1.2 Energiezentrale Wärmepumpenzentrale

Die Energiezentrale befindet sich am Standort angrenzend zur Kläranlage. Dort werden 2 Wärmepumpen als Wärmeerzeuger genutzt. Die Wärmepumpen nutzen als Wärmequelle das geklärte Abwasser. Der benötigte Antriebsstrom wird von BHKW zur Verfügung gestellt. Die Abwärme der BHKW wird ebenfalls im Wärmenetz genutzt. Am Standort befindet sich ein weiterer Kessel zur Spitzenlastabdeckung. Die maximale Gasbezugsleistung am Standort ist begrenzt, so dass Kessel und BHKW nicht mit voller Leistung parallel betrieben werden können.



Abbildung 5: Wärmepumpe (links) und Spitzenlastkessel (rechts) Wärmepumpenzentrale

3.1.3 Energiezentrale Biogasanlage

Die bereits bestehende Biogasanlage in Beilstein wurde erfolgreich in das Wärmenetz der Gemeinde Ilsfeld integriert. Diese Anlage wird von einem separaten Betreiber geführt und spielt eine zentrale Rolle in der Wärmeversorgung des Gebiets.

Ein Merkmal der Biogasanlage ist ihre strompreisorientierte, flexible Betriebsweise. Dies bedeutet, dass die Anlage die Zeiten der Stromproduktion an die Zeiten mit den höchsten Stromerlösen anpasst, um wirtschaftlich effizient zu arbeiten. Um den Wärmebedarf von der flexiblen Stromerzeugung zu entkoppeln, wurden drei Wärmespeicher mit einem Volumen von jeweils 34 m³ eingebunden. Diese Speicher ermöglichen es, die Anlage flexibel zu betreiben und gleichzeitig die Wärme vollständig zu nutzen.

Die Biogasanlage in Beilstein nutzt hauptsächlich Rohstoffe aus der unmittelbaren Umgebung, und liefert damit eine zuverlässige Wärmeversorgung. Die erzeugte Abwärme in das Nahwärmenetz eingespeist und trägt somit zur Wärmeversorgung der Gemeinde Ilsfeld bei. Die

Wärme aus der Biogasanlage dient im Netz als Grundlastwärme. Dies bedeutet, dass sie im Sommer den gesamten Wärmebedarf für Netzverluste und Warmwasser deckt.



Abbildung 6: Biogas-BHKW

3.1.4 Heizzentrale Freibad

Die Heizzentrale am Freibad wurde als jüngster Wärmeerzeuger in das Netz integriert und umfasst zwei Pelletkessel mit einer Leistung von jeweils 300 kW. Die Gebäude der Heizzentrale wurden in Modulbauweise errichtet, was eine schnelle Installation ermöglichte. Das Pelletsilo befindet sich oberhalb des Heizzentralenmoduls.

Der Betrieb der Heizzentrale ist ausschließlich außerhalb der Freibadsaison, also im Winter, vorgesehen. In dieser Zeit übernimmt die Anlage die Mittellasterzeugung und trägt somit zur Reduzierung des Erdgasanteils bei. Der erneuerbare Anteil im Wärmenetz konnte so gesteigert werden.

Langfristig ist geplant, die gesamte Wärmeerzeugung auszubauen und zusätzliche erneuerbare Energieerzeuger zu errichten. Der weitere Ausbau der Wärmeerzeugung legt den Fokus darauf, Wärme kostengünstiger zu produzieren als die derzeitigen Pelletkessel. Damit würde die Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit des Wärmenetzes weiter verbessert und die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen weiter reduziert werden.

3.1.5 Einspeisung Abwärme Klärgas-BHKW

Die Kläranlage wurde in das Wärmenetz der Gemeinde Ilsfeld integriert. Dadurch kann überschüssige Wärme aus den Klärgas-BHKW in das Wärmenetz eingespeist werden. Gleichzeitig ist eine Belieferung der Kläranlage aus dem Wärmenetz möglich, um deren Wärmebedarf zu decken.

3.1.6 Kaltes Netz – Neubaugebiet Steinhäldenweg 2

Das Neubaugebiet „Steinhäldenweg 2“ wird über ein kaltes Netz mit Wärme aus dem Rücklauf des warmen Netzes versorgt. Die Vorlauftemperatur in diesem Netzbereich beträgt etwa 18 °C. Jedes Gebäude im Neubaugebiet ist mit einer eigenen Wärmepumpe ausgestattet, die die benötigte Wärme bereitstellt.

Die Wärme wird über einen Wärmetauscher aus dem Rücklauf des warmen Netzes ausgekoppelt. Dies führt zu einer Absenkung der Rücklauftemperaturen und erhöht die Effizienz der Blockheizkraftwerke (BHKW).

Die Auswertung der verkauften Wärmemenge zeigt über die letzten drei Jahre eine konstante Entwicklung:

- 2022: 400.748 kWh
- 2023: 393.343 kWh
- 2024: 383.122 kWh

Der mittlere Wärmebedarf beträgt **392.000 kWh pro Jahr**. Es wird kein weiterer Zubau von zusätzlichen Anschlüssen für den zukünftigen Wärmebedarf angenommen.

3.2 Wärmeversorgung Helfenberg

Im Versorgungsgebiet wird die Wärme über eine Energiezentrale im Gebäude der Feuerwehr bereitgestellt. Die Zentrale wird von einem externen Dienstleister betrieben und die Wärme wird an die Gemeinde weiterverkauft.

Tabelle 3: Übersicht installierte Erzeugungsanlagen

	BHKW 1	BHKW 2	Gaskessel
thermische Leistung	100 kW	100 kW	500 kW
Elektrische Leistung	50 kW	50 kW	
Brennstoff	Erdgas	Erdgas	Erdgas

3.3 Zusammenfassung

Seit Inbetriebnahme der Wärmeversorgung im Jahr 2013 konnte der Wärmeabsatz von 2,22 Mio. kWh/a auf rd. 13,6 Mio. kWh/a im Jahr 2024 gesteigert werden. Der erneuerbare Anteil konnte seit 2019 auf 62 % im Jahr 2024 angehoben werden. Der Anteil der fossilen Kraft-Wärme-Kopplung liegt in den letzten Jahren konstant zwischen 26 % und 32 %. Der fossile Anteil in den weiteren Anlagen konnte auf 13 % im Jahr 2024 gesenkt werden.

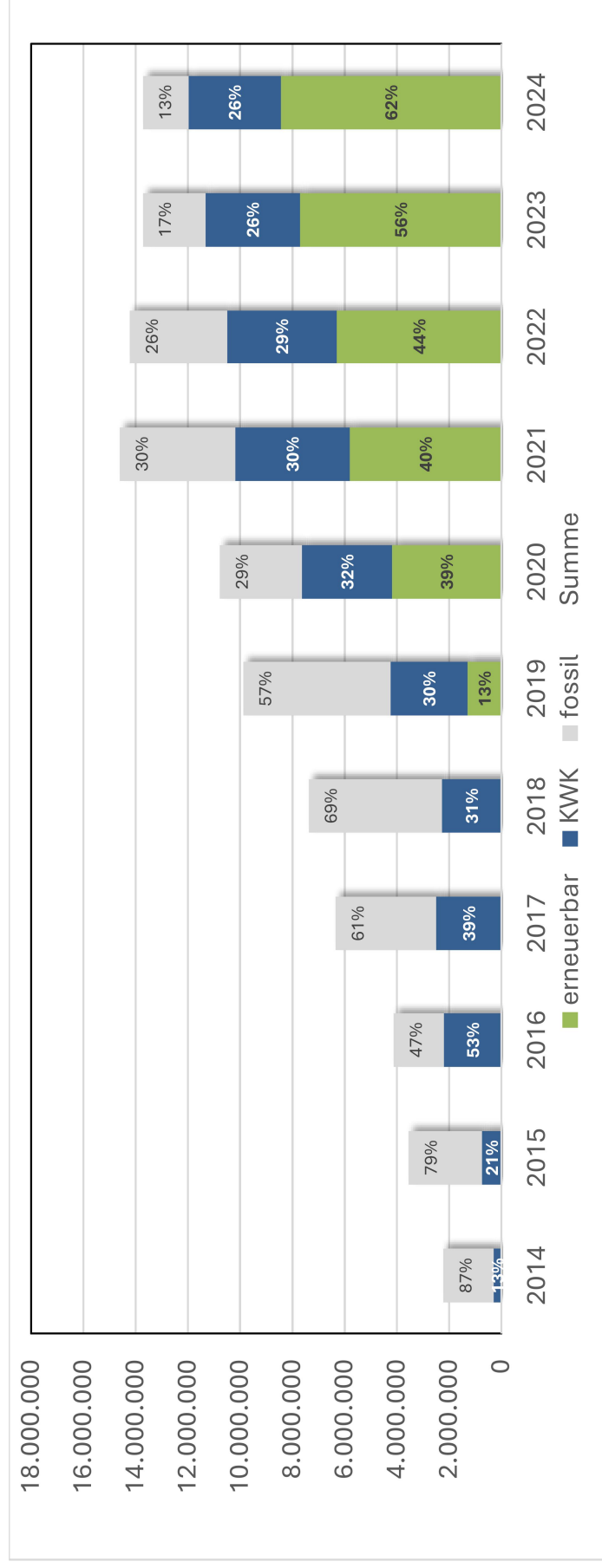


Abbildung 7: Entwicklung der Wärmeerzeugung & -anteile

Tabelle 4: Wärmemengen nach Erzeugern

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Kessel	1.923.815	2.805.994	1.923.815	3.850.976	5.097.050	5.586.653	3.053.418	4.188.294	3.380.552	2.240.194	1.427.213
fossile KWK	298.200	743.551	2.196.909	2.494.930	2.275.305	2.941.703	3.441.436	4.382.701	4.189.944	3.616.538	3.529.852
WP						362.460	686.390	1.626.770	2.470.100	1.086.979	2.248.630
Pellet									209.640	2.282.800	2.044.960
Biogaswärme						989.800	3.597.630	4.407.990	3.972.310	4.263.000	4.116.920
Klärgaswärme										263.270	221.370
Summe	2.222.015	3.549.545	4.120.724	6.345.906	7.372.355	9.880.616	10.778.874	14.605.755	14.222.546	13.752.781	13.588.945

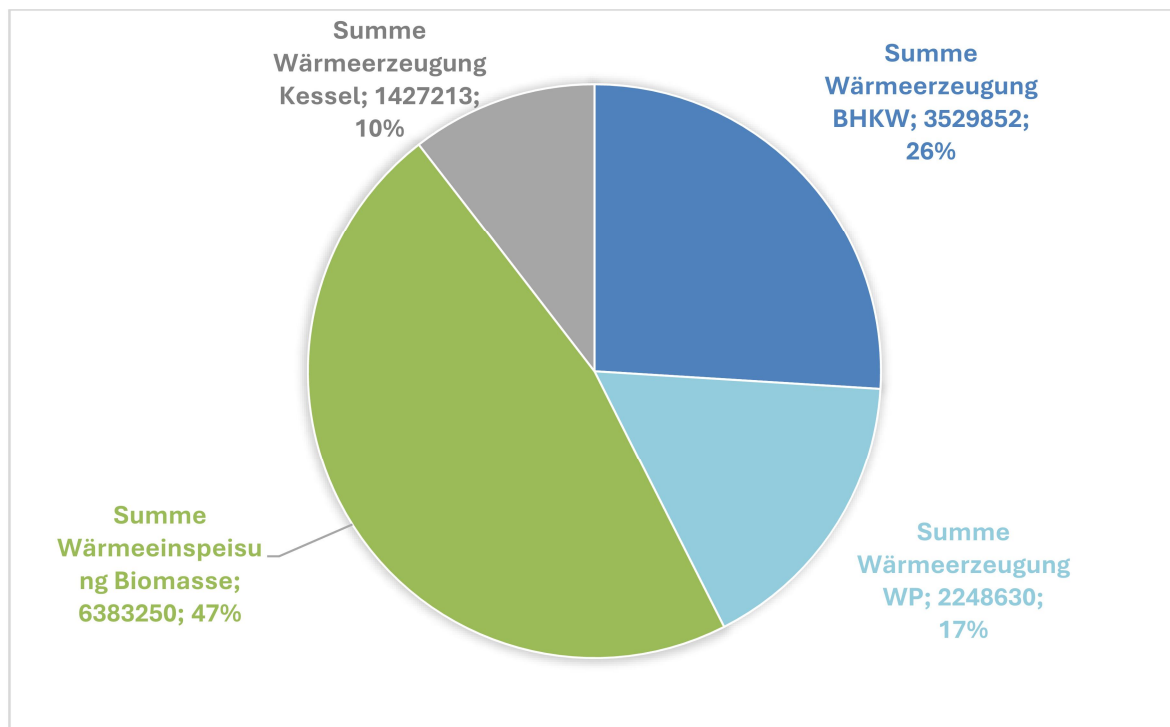


Abbildung 8: Anteile nach Wärmeerzeuger - gemäß Energiebilanz 2024

Die maximal installierte Erzeugungsleistung wird in Tabelle 5 für einen Regelbetrieb sowie einen Betrieb zur Sicherstellung der Spitzenleistung ausgewertet. Die Spitzenleistung der Biogas-Heizzentrale kann nicht dauerhaft abgerufen werden, sondern nur über wenige Stunden.

Tabelle 5: Maximale Erzeugungsleistung

Installierte Kesselleistung	Regelbetrieb		Maximalbetrieb	
Schule	2.900	kW	2.900	kW
Wärmepumpenzentrale	1.000	kW	2.000	kW
Summe Kesselleistung	3.900	kW	4.900	kW
Weitere installierte Anlagenleistung				
BHKW 1 Schule	100	kW _{th}		
BHKW 2 Schule	220	kW _{th}		
BHKW 1 WPZ	220	kW _{th}		
BHKW 2 WPZ	220	kW _{th}		
BHKW 3 WPZ	100	kW _{th}		
Wärmepumpe 1	300	kW _{th}	300	kW _{th}
Wärmepumpe 2	300	kW _{th}	300	kW _{th}
Mittelastwärmeerzeuger	1.460	kW_{th}		
Biogas-Heizzentrale	rd. 500	kW _{th}	rd. 800	kW _{th}
Pelletheizung	600	kW	600	kW
Summe Gesamtleistung	6.460	kW	6.900	kW

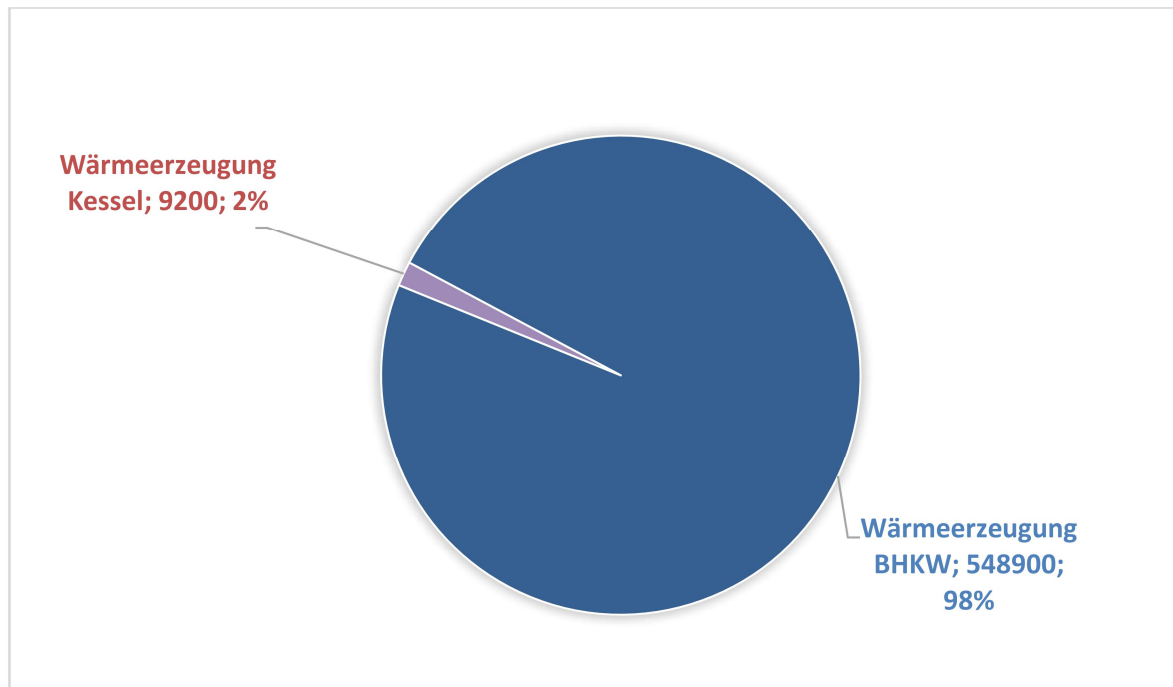


Abbildung 9: Anteile nach Wärmeerzeuger Wärmenetz Helfenberg

Bei den beiden Wärmenetzen Ilsfeld & Auenstein sowie Helfenberg handelt es sich um hydraulisch getrennte Wärmenetze. Ein Verbund der beiden Netze wird im Rahmen der vorliegenden Untersuchung geprüft.

4 Potenzialermittlung erneuerbarer Energien und Abwärme

Das folgende Kapitel stellt die Potenziale zur möglichen Abdeckung des zukünftig geplanten Energiebedarfs dar.

4.1 Potenziale zur Stromerzeugung gemäß KWP

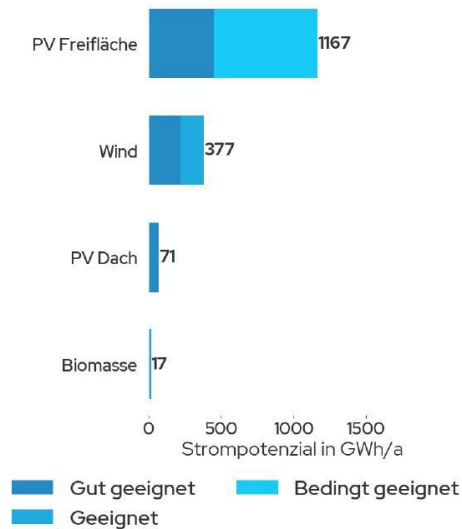


Abbildung 10: Potenziale zur Stromerzeugung im Untersuchungsgebiet (Quelle: greenventory)

4.2 Photovoltaik

Die Auswertung des PV-Freiflächenpotenzials anhand des Energieatlas Baden-Württemberg zeigt, dass insbesondere Randstreifen entlang der Autobahn für den Bau einer PV-Freiflächenanlage geeignet sind. Diese Anlage könnte erneuerbaren Strom für den Betrieb einer Wärmepumpe liefern und somit zur nachhaltigen Wärmeversorgung beitragen.

Die Nutzung dieser Flächen bietet mehrere Vorteile: Die Flächen befinden in direkter Nähe zu der Hauptverteilung der Wärme zwischen Ilsfeld und Helfenberg. Ein Teil des erzeugten Stroms könnte somit direkt genutzt werden, wenn die Freiflächenanlage mit einer Energiezentrale errichtet wird. Nicht benötigter Strom könnte eingespeist werden und erhält dafür EEG-Vergütung.



Abbildung 11: Freiflächen PV - geeignete Flächen gemäß EEG-Kulisse

4.3 Abwärme

Entlang der bereits verlegten Wärmeleitung befindet sich im Projektgebiet die Fa. Gebr. Zirwick. Bei der Herstellung von Verpackungsmaterial fällt Abwärme an.

Es fanden Gespräche zwischen Gemeinde und Geschäftsführung statt, um die mögliche Nutzung der Abwärme im Wärmenetz zu prüfen.

Aufgrund mangelnder langfristiger Planungssicherheit wurde keine gemeinsame Lösung zur Nutzung des Abwärmepotenzials gefunden.

4.4 Umweltwärme

Das Schaubild in Abbildung 12 zeigt den Jahresverlauf der Außenlufttemperatur von Heilbronn.

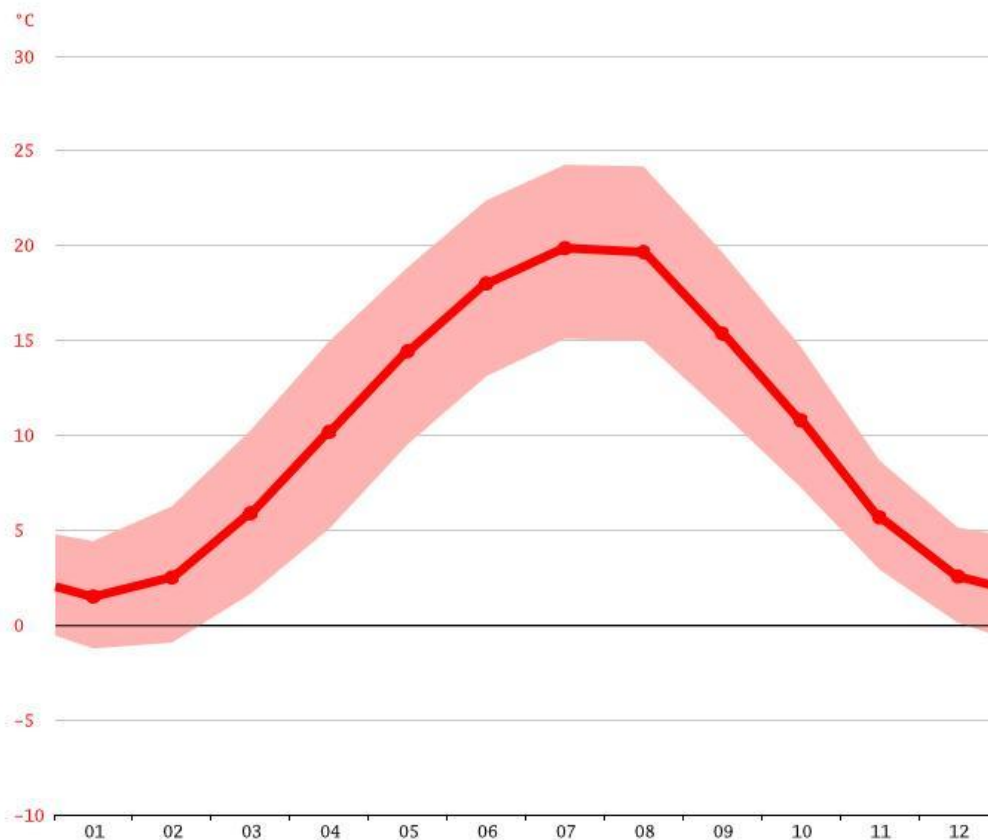


Abbildung 12: Temperaturverlauf Außentemperatur Heilbronn über das Jahr¹

In den Zeiten mit Außentemperaturen $> 10\text{ °C}$ ist eine Nutzung der Umweltwärme über Außenlufteinheiten mit Wärmepumpen grundsätzlich möglich. Bei einer weiteren Abkühlung der Außenluft tritt vor allem, wenn hohe Luftfeuchtigkeit herrscht, die Gefahr von Vereisung der Außeneinheit auf, da die in der Luft enthaltene Feuchtigkeit auf der Oberfläche der Wärmetauscher vereisen kann, sobald die Oberfläche des Wärmetauschers auf 0 °C abgekühlt wird. Die Wärmeübertragung zwischen Luft und Wärmetauscher reduziert sich, bis keine Wärme mehr aus der Luft entzogen werden kann. Die Wärmetauscher müssen durch Zufuhr von Wärme enteist werden.

Das Potenzial zur Nutzung der Umweltwärme ist theoretisch unendlich. Es wird ausreichend Platz für die Aufstellung der Außenluftkühler benötigt. Dabei muss ebenfalls gewährleistet werden, dass genügend Luftvolumenstrom dem Außenluftkühler zu- und abgeleitet werden kann.

4.5 Geothermie

Das Geothermiepotenzial wurde über das Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB) ermittelt und in dargestellt. Im Projektgebiet ist nur ein geringer Anteil für geothermische Nutzung geeignet. Im Bereich des derzeitigen Standorts der Energiezentrale an der Kläranlage wäre ein Entzug um $45 - 55\text{ W/m}$ möglich. Da besser geeignete Wärmequellen am Standort vorhanden sind (Abwasserwärme) wird das Potenzial nicht weiter betrachtet. Das Potenzial im Ortsteil Helfenberg ist mit $35 - 45\text{ W/m}$ bedingt geeignet.

¹ <https://images.climate-data.org/location/381/temperature-graph.png>



Abbildung 13: Potenzial Geothermie ²

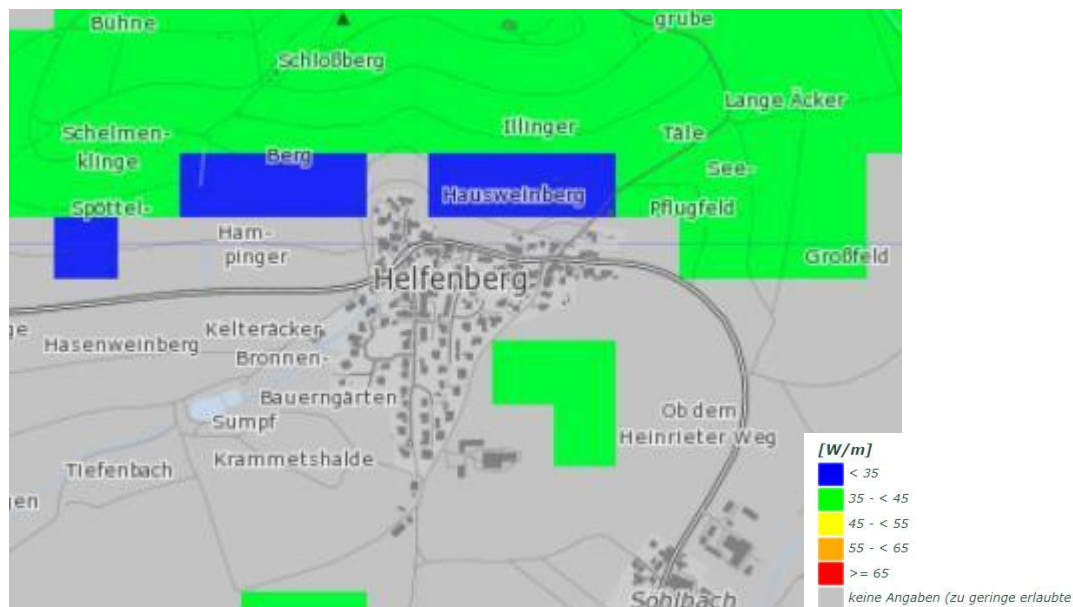


Abbildung 14: Potenzial Geothermie Ortsteil Helfenberg

4.6 Abwasserwärme

Die Gruppenkläranlage Schozachtal im Projektgebiet nutzt bereits eine Wärmequellenleistung von rd. 400 kW. Das Potenzial des Abwassers der Kläranlage wird aktuell noch nicht vollständig genutzt. Es wird deshalb untersucht, welche Erhöhung der Anlagenleistung noch möglich ist.

² <https://isong.lgrb-bw.de/> (Stand 04.06.2025)

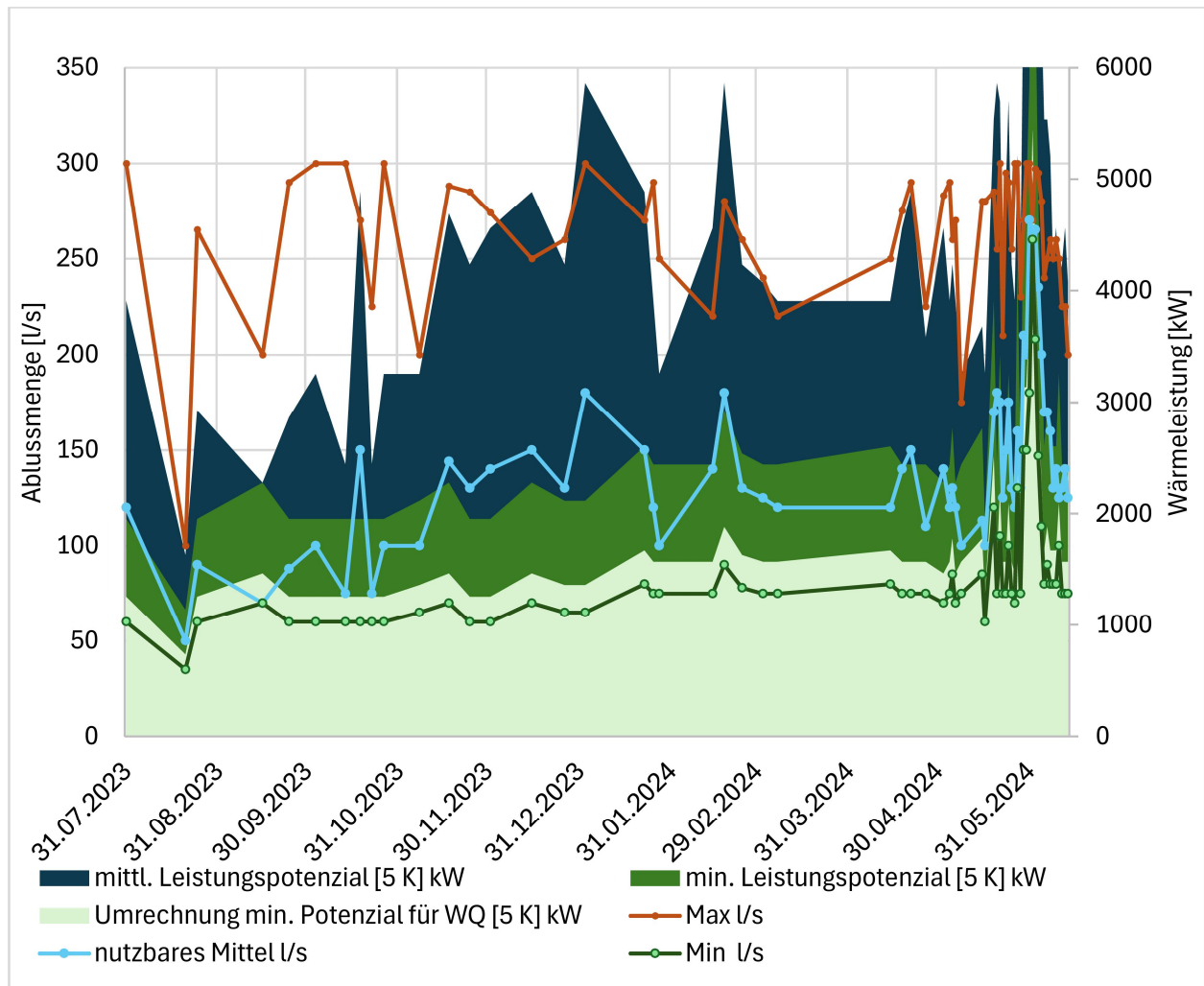


Abbildung 15: Auswertung Wärmequellenpotenzial der KA Ilsfeld

Der minimal zur Verfügung stehende Volumenstrom an Abwasser beträgt
60 l/s

Bei Abkühlung um 5 K steht ein Wärmequellenpotenzial von mind.
1.250 kW

zur Verfügung bei Auslegung im Dauerbetrieb. Die Heizleistung bei Annahme eines erreichbaren COP von 2,8 beträgt rd.
2.000 kW

Wird nicht der minimal zur Verfügung stehende Wert angesetzt, sondern das nutzbare Mittel, kann die Anlage nicht im Dauerbetrieb laufen, sondern muss in den Stunden mit zu geringer verfügbarer Quellenleistung die Leistung der Wärmepumpe abgeregelt werden. Die Auswertung der Tagesverläufe liefert ein nutzbares Mittel von
75 l/s

Damit beträgt das Wärmequellenpotenzial
1.600 kW

und die mögliche Heizleistung
2.400 kW.

4.7 Flusswasser

Als mögliches Wärmequellenpotenzial wurde die Schozach untersucht, welche sich im Projektgebiet befindet. Hierzu wurden die Gewässerdaten am Messpunkt Talheim ausgewertet.

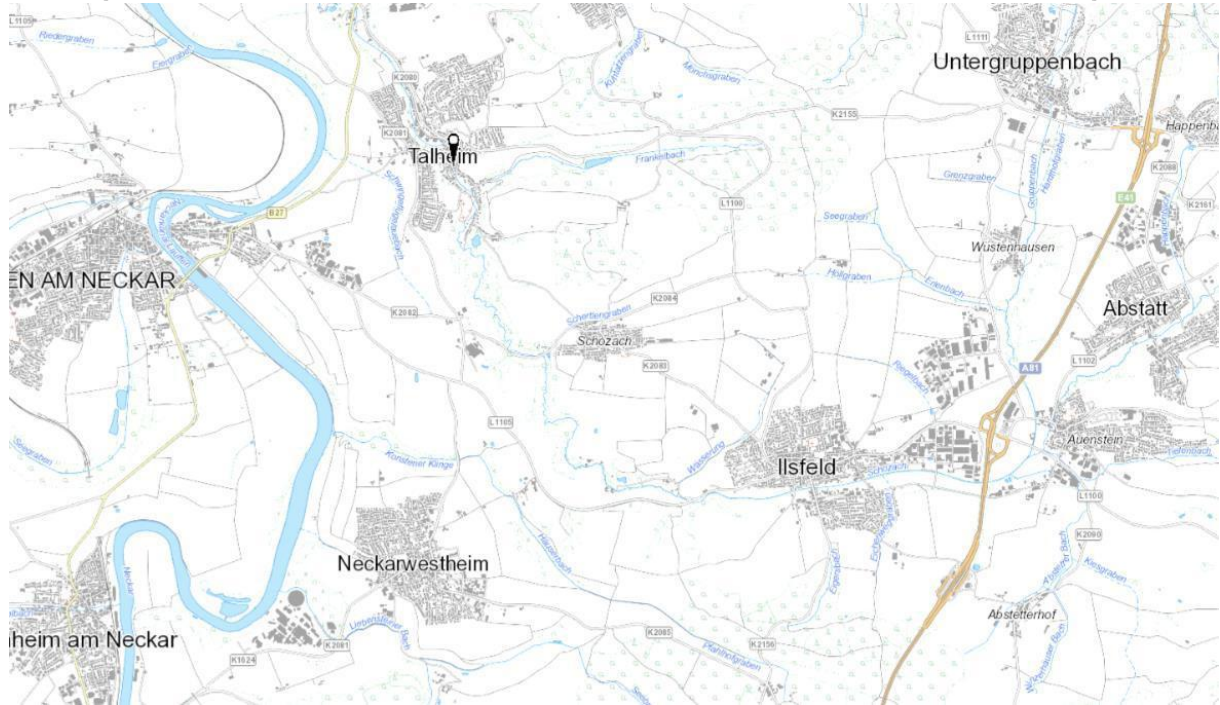


Abbildung 16: Lage Messstelle Gewässerdaten Schozach

Nach den Daten der LUBW beträgt der mittlere Niedrigwasserabfluss (MNQ) an der Messstelle $0,213 \text{ m}^3/\text{h}$.

Unter der Annahme dass von dem Niedrigwasserabfluss rd. 25 % der Wassermenge zur Wärmeauskopplung genutzt werden können mit einer Abkühlung um 4 K ergibt sich ein nutzbares Wärmequellenpotenzial von

890 kW

Tabelle 6: Verfügbare Energie- und Abwärmepotenziale

Lfd.Nr.	Potenzial	Ergebnis Voruntersuchung	Leistung	Möglicher Ertrag	Anmerkung
1	Sektorenkopplung	strompreisorientierte Betriebsweise geplanter Großwärmepumpen			
2	Wärmequellen für Wärmepumpen				
2.1	Geothermie & sonstige geothermische Anlagen	Einzelne Bereiche mit Potenzial vorhanden	35 - 55 W/m		nicht weiter verfolgt
2.2	Flusswasser	Geringfügiges Potenzial ermittelt	890 kW		zu geringe Leistung für Erschließung
2.3	Abwasser	Erweiterung bereits genutztes Potenzial möglich	2.000 - 2.400 kW	12.000.000 kWh	
3	Solarthermie	keine zusätzliche Wärmeerzeugung im Sommer benötigt			
4	Biomasse-Anlagen	kein weiteres Potenzial nutzbar aufgrund von Beschränkung Biomasse-Anteil			
5	Abwärme	Potenzial im Gebiet vorhanden			kein mögliches Betreibermodell
6	Thermische Abfallbehandlungsanlagen	kein Potenzial im Gebiet	-		
7	KWK-Anlagen	Nutzung vorhandener KWK-Anlagen, kein weiterer Ausbau	EZ Schule: 50 kWel / 100 kWth 112 kWel / 220 kWth EZ WPZ: 110 kWel / 220 kWth 110 kWel / 220 kWth 50 kWel / 100 kWth		
8	Integration von Wärmespeichern	Ergänzung zusätzlicher Wärmespeicherkapazität an Energiezentralen-Standorten			
9	Messtechnik & Digitalisierung	Abnehmer bereits über Datennetz auslesbar, übergeordnete Regelung mit Betriebsoptimierung			

5 Untersuchte Transformation & Erweiterungen

Es wurden in der kommunalen Wärmeplanung verschiedene Maßnahmen definiert. Bei der ersten Maßnahme handelt es sich um die Nachverdichtung der Anschlüsse entlang der bereits bestehenden Hauptverteilung. Damit kann die vorhandene Verteilinfrastruktur besser ausgenutzt werden. In weiteren Maßnahmen werden Gebiete definiert, welche als Wärmenetzgebietsgebiet generell zum Aufbau einer zentralen Wärmeversorgung geeignet sind.

5.1 Geplante Nachverdichtung Hauptnetz Ilsfeld & Auenstein

Die heutige Anzahl der Anschlussnehmer soll durch eine Nachverdichtung auf eine Anschlussquote von 70 % von 421 Abnehmer auf 732 Abnehmer gesteigert werden. Die verkaufte Wärmemenge wird gesteigert von 10,6 GWh/a zum Zeitpunkt der Erstellung der kommunalen Wärmeplanung hin zu 14,8 GWh/a unter Berücksichtigung der geplanten Anschlussquote.



Abbildung 17: Wärmenetzgebiete

Tabelle 7: Ansätze für Nachverdichtung gemäß kommunaler Wärmeplanung

	aktuell	60 %	70 %
Abnehmer	421	627	732
Wärmedarf	10,6 GWh	12,7 GWh	14,8 GWh

5.2 Darstellung mögliche Ausbauggebiete

In der kommunalen Wärmeplanung wird werden 3 mögliche Ausbauggebiete für das Wärmenetz definiert. Es handelt sich um die Eignungsgebiete Ilsfeld-Ost, obere Bustadt, sowie Auenstein Ost.

Diese werden für den Ausbau der Wärmeversorgung in der Konzeption zum Ausbau der Erzeugungskapazitäten berücksichtigt. Eine Realisierung kann jedoch nur mit

konkurrenzfähigen Wärmepreisen im Vergleich zu eigenen Versorgungslösungen und einer hohen Anschlussquote zur Erreichung wirtschaftlicher Wärmedichten gelingen. Für die weitere Auslegung wird von einer Anschlussquote von 70 % ausgegangen. Das Versorgungsgebiet kann ebenso dahingehend angepasst werden, dass nur die Teilbereiche mit ausreichendem Anschlussinteresse erschlossen werden.



Abbildung 18: Mögliche Netzerweiterung Ilsfeld Ost

Im Erweiterungsgebiet Ilsfeld-Ost sind überwiegend Gebäude mit gewerblicher Nutzung. Die Bestandleitung befindet sich im Untersuchungsgebiet und verläuft von der Talstraße durch das Freibad. Die geplante Erschließung ist in Abbildung 18 ersichtlich.

Das nächste Ausbaugbiet in Abbildung 19 „obere Bustadt“ kann nur über die Zuleitung in der Robert-Mayer-Straße und Querung der Auensteiner Straße an das Bestandsnetz angebunden werden. Bei den Gebäuden handelt es sich ebenfalls um Gebäude mit überwiegend gewerblicher Nutzung. Ein weiteres Eignungsgebiet wurde in Auenstein-Ost festgelegt. Hierbei handelt es sich bei dem überwiegenden Anteil der Gebäude an Wohnbebauung.



Abbildung 19: Untersuchte Netzerweiterung Obere Bustadt



Abbildung 20: Untersuchte Netzerweiterung Auenstein Ost

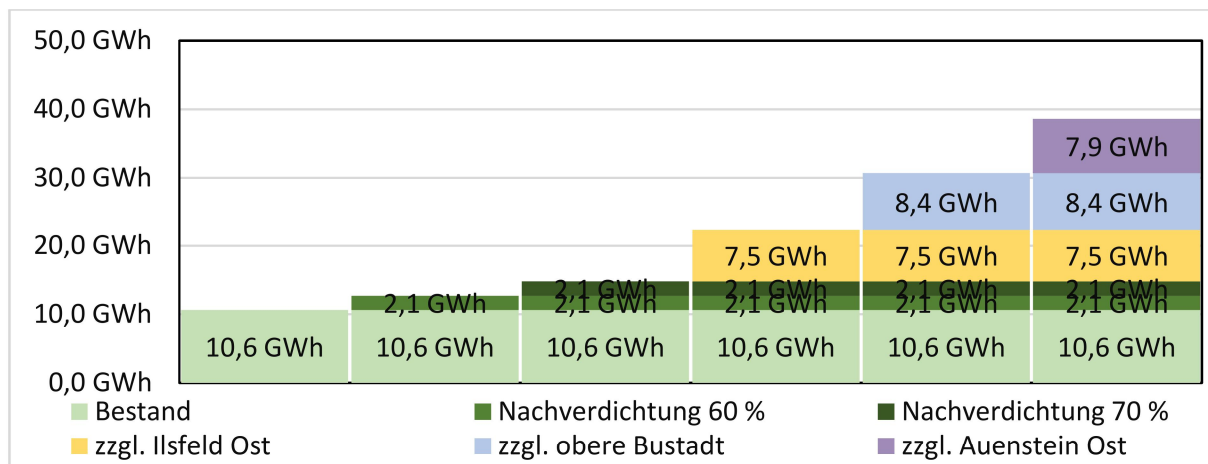


Abbildung 21: Diagramm Entwicklung Wärmebedarf für den dargestellten Ausbau

Die ausgewerteten Daten der unterschiedlichen Erweiterungsgebiete sind in Tabelle 8 abgebildet. Die Anzahl der Gebäude stammt aus den Daten der kommunale Wärmeplanung. Für die Hausanschlussleitung wird eine pauschale Länge von 15 m pro Gebäude angesetzt. Abbildung 21 zeigt die Zunahme des Wärmebedarfs unter Berücksichtigung des dargestellten Zubaus.

Tabelle 8: Daten Auswertung Wärmebedarf & Leitungslängen für den dargestellten Ausbau

	Hauptnetz Bestand			Ilsfeld Ost	Obere Bustadt	Auenstein Ost
	aktuell	60%	70%	70%	70%	70%
Abnehmer	421	627	732	65	75	317
Wärmebedarf	10,6 GWh	12,7 GWh	14,8 GWh	7,5 GWh	8,4 GWh	7,9 GWh
Hauptleitung	22.589 Trm	22.589 Trm	22.589 Trm	2.479 Trm	3.445 Trm	6.000 Trm
HA Leitung	5.262 Trm	8.037 Trm	9.612 Trm	1.625 Trm	1.875 Trm	4.755 Trm
Verteilverluste	3,3 GWh	3,6 GWh	3,7 GWh	0,441 GWh	0,615 GWh	1,076 GWh
Summe Wärmebedarf	10,6 GWh	12,7 GWh	14,8 GWh	22,3 GWh	30,7 GWh	38,6 GWh
Verluste gesamt	3,300 GWh	3,578 GWh	3,735 GWh	4,176 GWh	4,791 GWh	5,866 GWh
Summe Wärmeerzeugung	13,900 GWh	16,278 GWh	18,535 GWh	26,476 GWh	35,491 GWh	44,466 GWh

5.3 Darstellung der untersuchten Wärmeerzeugung

Als mögliche Erweiterung der bereits bestehenden Energiezentralen kommen als Erzeugungstechnologie nur Wärmepumpen in Frage. Die aktuelle Netzlänge von über 20 km und der aktuelle Anteil an Wärme aus Biomasse lässt gemäß der Förderrichtlinie der BEW keinen weiteren Zubau von Erzeugungstechnologien basierend auf Biomasse zu. Die ursprünglich geplante Konzeption einer Holzheizung am Standort der Kläranlage wird deshalb nicht mehr weiterverfolgt.

Es werden für die Erweiterung deshalb nur Wärmepumpen dargestellt. Aufgrund der bereits vorhandenen Erschließung soll zunächst das Potenzial des Abwassers als Wärmequelle vollständig erschlossen werden. Mit der weiteren Versorgung zusätzlicher Abnehmer werden zusätzliche Erzeugungskapazitäten für Spitzenlastabdeckung und Redundanz benötigt. Diese sollte am Standort zwischen den beiden Netzen Ilsfeld und Auenstein ausgebaut werden. Hierzu wäre ein geeigneter Standort im Industriegebiet denkbar. Auch der Standort Burgweg wäre möglich zum Bau eines dezentralen Spitzenlastkessels.

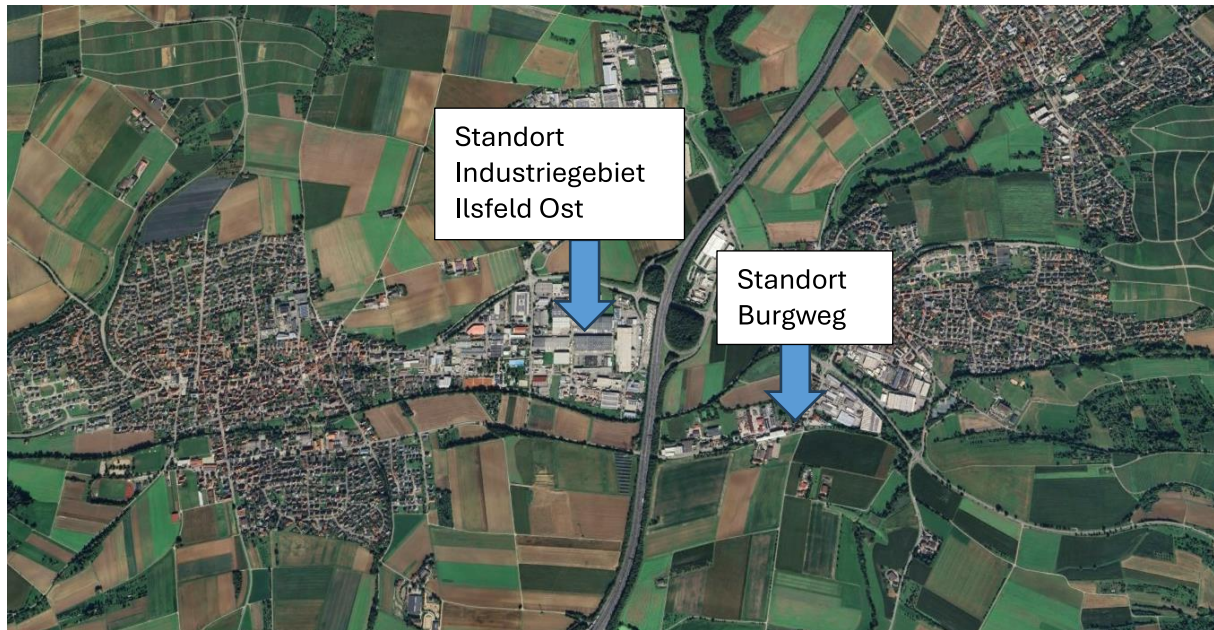


Abbildung 22: Mögliche Standorte für dezentrale Spitzenlastkessel

Tabelle 9: Erforderliche Maßnahmenpakete zur Umsetzung des dargestellten Ausbaus

Ausbau	Geplante Erzeugung	Leistung
Stufe 1	Erweiterung Abwasser-Wärmepumpe Wärmepumpe 3	1.500 kW _{th}
	Spitzenkessel Standort Industrie-Gebiet / Auenstein	
Stufe 2	Ergänzung Energiezentrale Industriegebiet Wärmepumpe 4 – Wärmequelle Luft	1.500 kW _{th}
	Wärmespeicher	1.000 m ³
	Spitzenkessel	4.000 kW
Stufe 3	Ausbau Energiezentrale Industriegebiet Wärmepumpe 4 – Wärmequelle Luft	1.500 kW _{th}
Stufe 4	Ausbau Energiezentrale Industriegebiet Wärmepumpe 4 – Wärmequelle Luft	2.000 kW _{th}

Die bestehenden Gaskessel und die Erdgas-BHKW sollen weiter genutzt und ab 2045 mit klimaneutralem Brennstoff (bspw. Wasserstoff) betrieben werden.

5.4 Darstellung Energiebilanzen Wärmenetz Ilsfeld & Auenstein

Für den Ausbau gemäß den angenommenen Erweiterungsgebieten wurden die Energieflüsse berechnet und die Erzeugungsanteile der einzelnen Komponenten grafisch dargestellt. Die Simulationen wurden sowohl für die geplante Erzeugungsvariante mit der Nachverdichtung des Bestandsnetzes auf 70 % als auch für Erweiterungsgebiete berechnet. Die Ergebnisse dieser Simulationen bilden die Grundlage für die Berechnung der Wirtschaftlichkeit. Die Energiebilanz der Abbildung 23 zeigt zunächst die Nachverdichtung der Anschlussnehmer entlang der Bestandsverteilung auf eine Anschlussquote von 60 % ohne Zubau weiterer Erzeugungsanlagen.

Tabelle 10: Wärmemengen und -anteile zur Energiebilanz

Kessel	2.413.000 kWh	14,8%
Pelletkessel	2.738.000 kWh	16,8%
Summe Wärmepumpen 1 & 2	3.649.000 kWh	22,4%
Summe BHKW	3.279.000 kWh	20,2%
Biogas-BHKW	4.221.000 kWh	25,9%
Summe	16.300.000 kWh	100%

Der Biomasseanteil der berechneten Bilanz beträgt 42,7 % und liegt damit über dem maximal zulässigen Anteil von 25 %. Dieser muss bis 2045 erreicht werden. Bis Ende des Bewilligungszeitraums des ersten Maßnahmenpakets beträgt die Obergrenze 35 %.

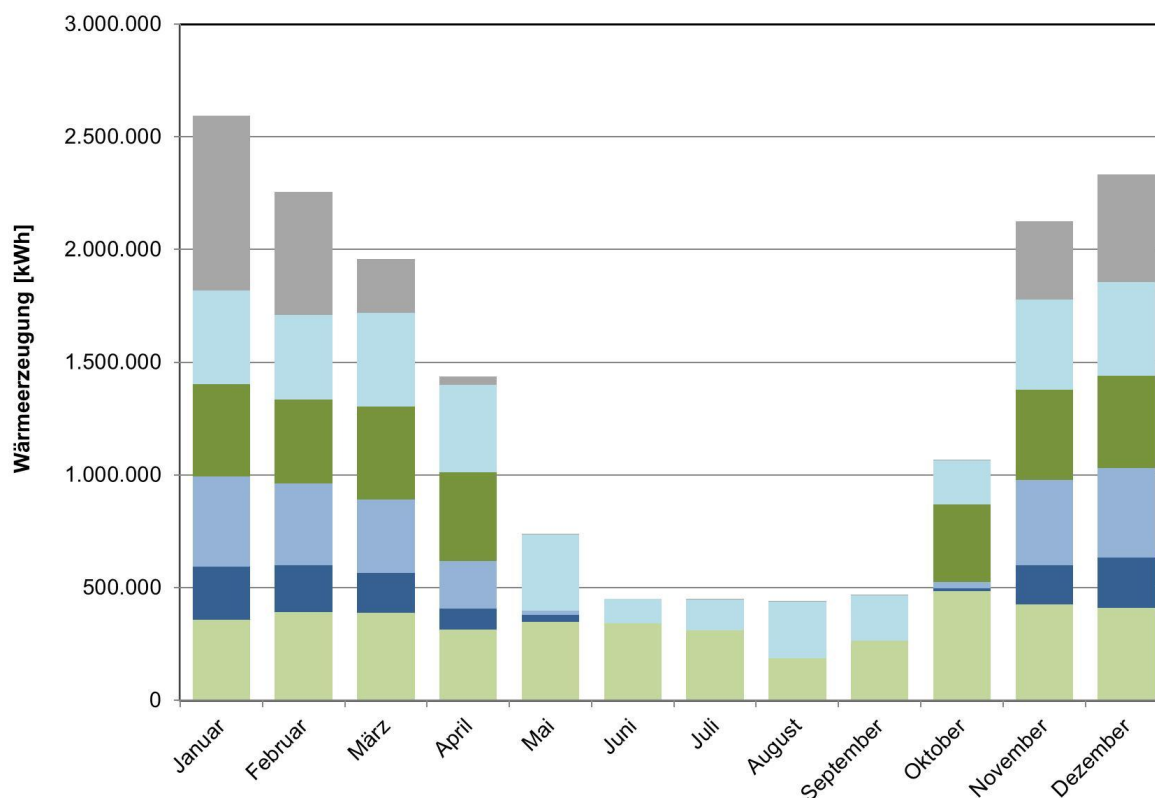


Abbildung 23: Monatsbilanz mit vorhandenen Erzeugungsanlagen bezogen auf 60 % Nachverdichtung

Die Energiebilanz in Abbildung 24 berücksichtigt das erste Maßnahmenpaket sowie die Nachverdichtung auf eine Anschlussquote von 70 %. Für die Planung wird das Maßnahmenpaket bis 2030 berücksichtigt. Mittels der berechneten Energiebilanz wird der geforderte maximale Deckungsanteil an Biomassewärme mit 31,8 % unterschritten. Der Anteil an erneuerbare Wärme beträgt 88,7 %.

Tabelle 11: Wärmemengen und -anteile zur Energiebilanz

Kessel	572.000 kWh	3,1%
WP 1 & 2	2.181.000 kWh	11,7%
Pelletkessel	1.579.000 kWh	8,5%
Wärmepumpe 3 - BEW	8.438.000 kWh	45,6%
Summe BHKW	1.511.000 kWh	8,2%
Biogas-BHKW	4.219.000 kWh	22,8%
Summe	18.500.000 kWh	100%

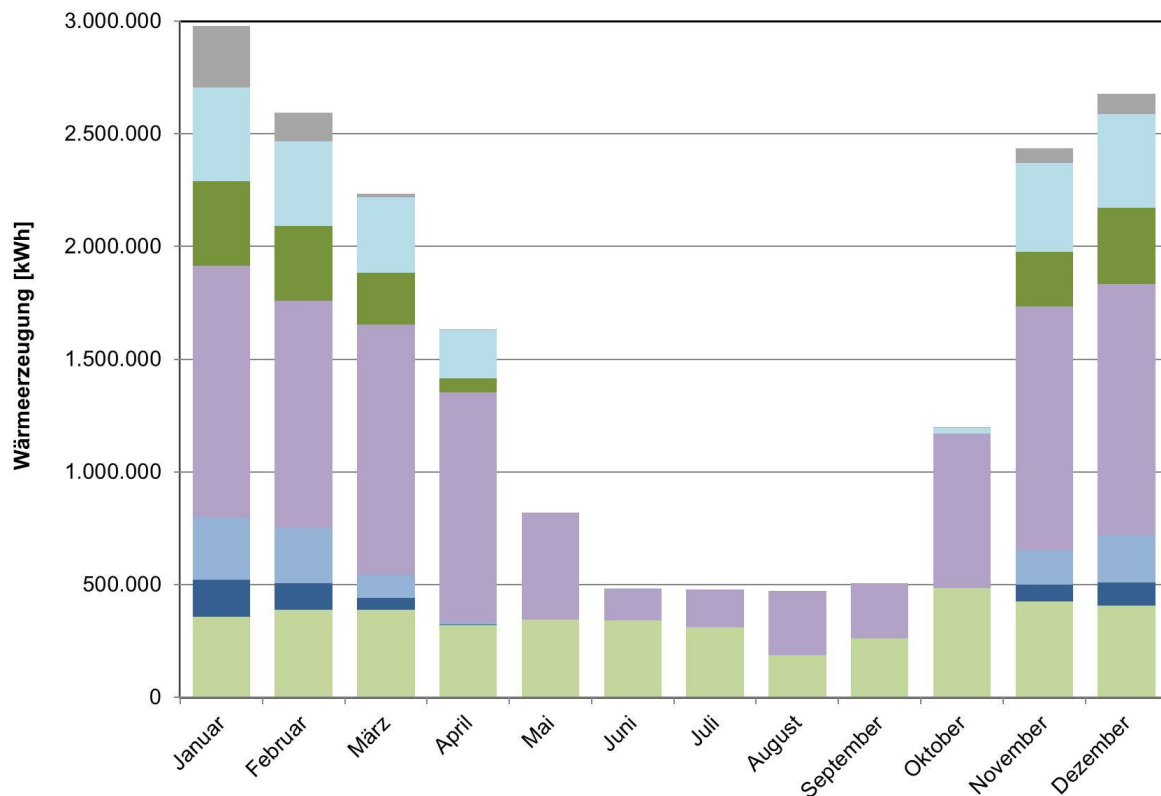


Abbildung 24: Energiebilanz Nachverdichtung 70 % mit Zubau Abwasser-Wärmepumpe

Das weitere untersuchte Ausbau beinhaltet den Zubau einer Luft-Wärmepumpe, welche als „Wärmepumpe 4“ am Standort Industriegebiet bezeichnet wird. Auf der der Abnehmerseite wird die Wärmemenge inklusive dem Zubau Ilsfeld-Ost berücksichtigt.

Tabelle 12: Wärmemengen und -anteile zur Energiebilanz

Kessel	1.636.000 kWh	6,2%
Pelletkessel	2.546.000 kWh	9,6%
Wärmepumpe 4 - Industrie	4.351.000 kWh	16,4%
WP 1 & 2	1.728.000 kWh	6,5%
Wärmepumpe 3 - BEW	9.948.000 kWh	37,6%
Summe BHKW	2.130.000 kWh	8,0%
Biogas-BHKW	4.137.000 kWh	15,6%
Summe	26.476.000 kWh	100%

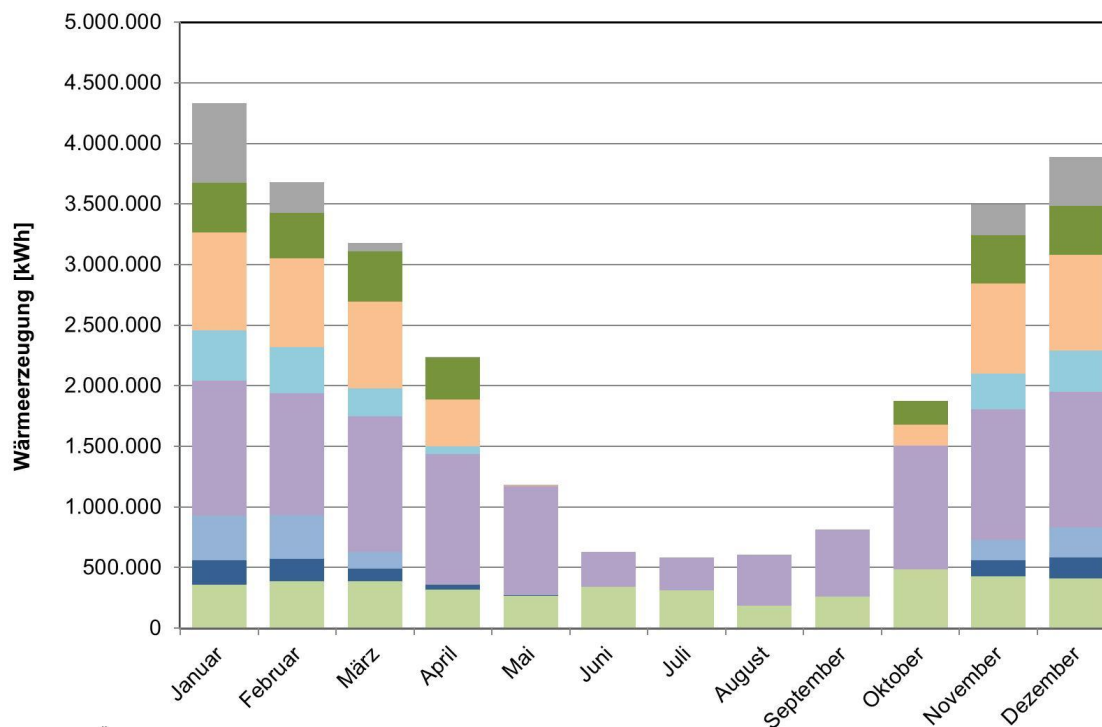


Abbildung 25: Energiebilanz mit Ausbau Ost & Ergänzung Wärmepumpe Industriegebiet

Mit dem zunehmenden Ausbau der weiteren Abnehmer im Gebiet obere Bustadt wird die Erzeugungsleistung der Wärmepumpe 4 erweitert.

Tabelle 13: Wärmemengen und -anteile zur Energiebilanz

Kessel	3.694.000 kWh	10,4%
Pelletkessel	2.646.000 kWh	7,5%
Wärmepumpe 4 - Industrie	7.585.000 kWh	21,4%
WP 1 & 2	2.964.000 kWh	8,3%
Wärmepumpe 3 - BEW	10.896.000 kWh	30,7%
Summe BHKW	3.476.000 kWh	9,8%
Biogas-BHKW	4.231.000 kWh	11,9%
Summe	35.492.000 kWh	100%

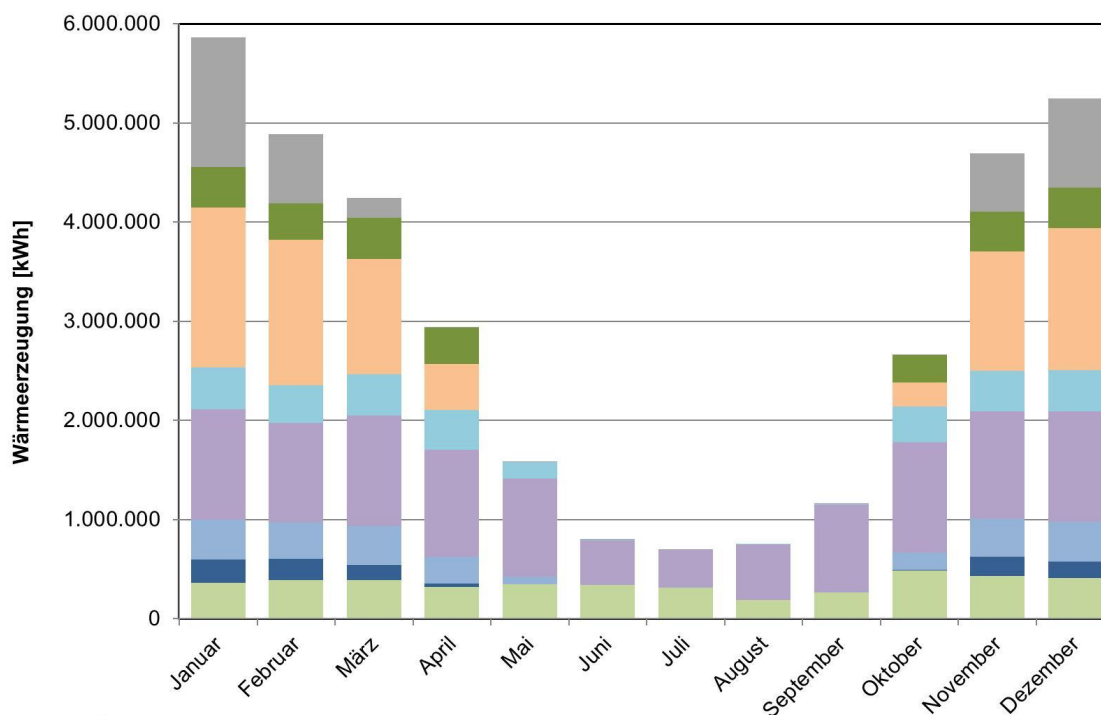


Abbildung 26: Energiebilanz - Erweiterung obere Bustadt sowie Wärmepumpe Industrie Ausbau 2

Die Monatsbilanz in Abbildung 27 beinhaltet den weiteren Ausbau aller angenommen Anschlüsse im Erweiterungsgebiet Auenstein-Ost inklusive des Zubaus weiterer Erzeugungskapazitäten der neuen Energiezentrale. Der Anteil an Biomasse beträgt 15,7 %. Alle mit fossilen Brennstoffen betriebenen Erzeuger werden 2045 umgestellt auf einen erneuerbaren Brennstoff, sofern verfügbar Wasserstoff.

Tabelle 14: Wärmemengen und Anteile zu Energiebilanz

Kessel	6.280.000 kWh	14,1%
Pelletkessel	2.749.000 kWh	6,2%
Wärmepumpe 4 - Industrie	12.087.000 kWh	27,2%
WP 1 & 2	3.133.000 kWh	7,1%
Wärmepumpe 3 - BEW	11.691.000 kWh	26,3%
Summe BHKW	4.296.000 kWh	9,6%
Biogas-BHKW	4.231.000 kWh	9,5%
Summe	44.467.000 kWh	100%

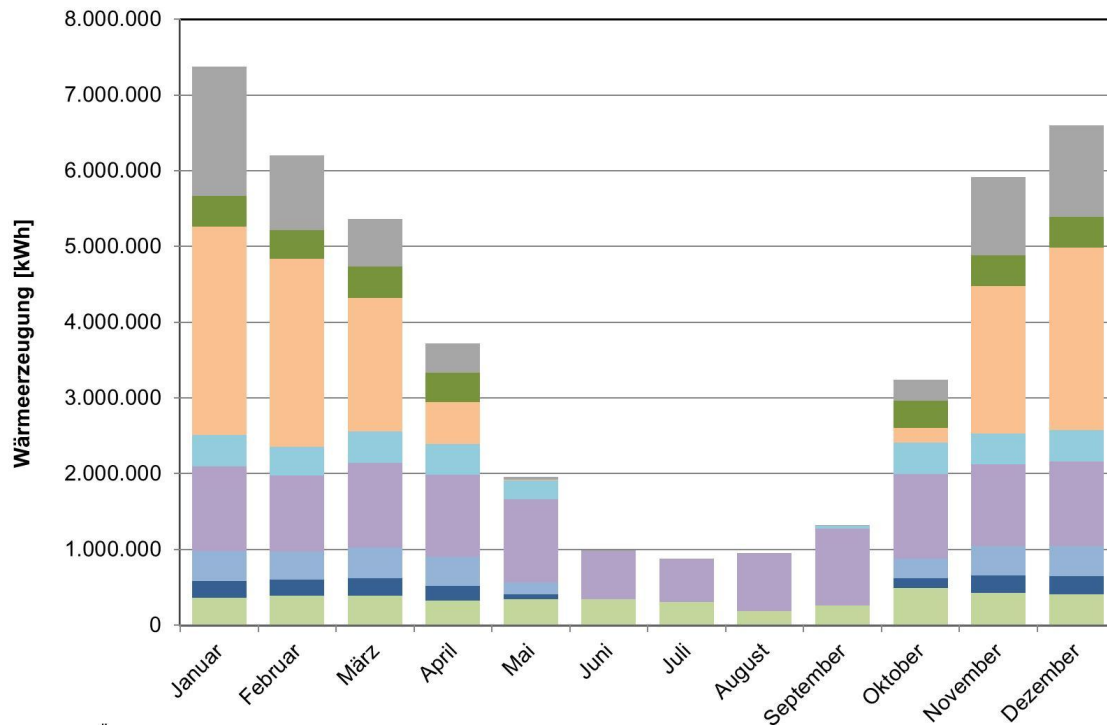


Abbildung 27: Energiebilanz - Erweiterung Auenstein Ost & Zubau Wärmepumpe Industriegebiet Ausbau 3

Die gestrichelte Darstellung in Abbildung 28 stellt den Verlauf der Hauptverteilung zwischen den Teilnetzen Ilsfeld und Auenstein dar. Entlang der Autobahn bietet sich die Möglichkeit zum Bau einer Freiflächen-Photovoltaik-Anlage. Links der Autobahn wurde bereits eine Anlage errichtet. Ein Standort mit möglicher direkter Nutzung des PV-Stroms würde sich anbieten zur Errichtung einer neuen Energiezentrale mit Wärmepumpe. Da eine zusätzliche Anlage nach dem aktuellen Stand nicht absehbar ist, wird diese nicht berücksichtigt.



Abbildung 28: möglicher Standort für weitere Energiezentrale mit Nutzungspotenzial PV

Die Wärmepumpen werden jeweils als zweistufige Anlagen konzipiert, um die erforderliche Vorlauftemperatur von 80 °C auch bei kalten Außenlufttemperatur zur Verfügung stellen zu können. Um entsprechende Belästigungen durch Lärmemissionen zu vermeiden, sollte ein Standort mit Abstand zur Wohnbebauung berücksichtigt werden.

5.5 Darstellung Energiebilanzen Wärmenetz Helfenberg

Für die Transformation des Wärmenetzes in Helfenberg werden mehrere Varianten gegenübergestellt.

5.5.1 Erzeugungsvariante 1 – Einsatz Biomethan

Als erste Variante wird die vorhandene Wärmezeugung so umgerüstet, dass ein BHKW mit Biomethan betrieben wird. Somit muss keine zusätzliche Erzeugung gebaut werden. Der gesetzlich geforderte Anteil von 30 % bis 2030 wird somit erfüllt.

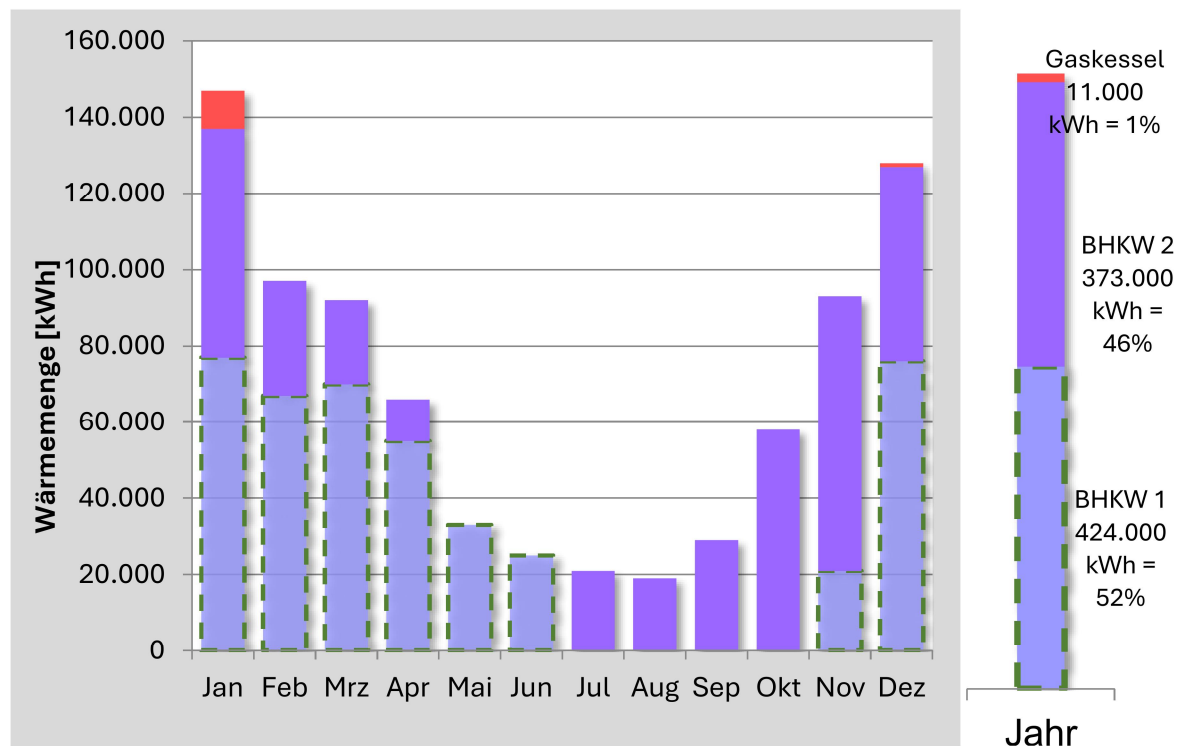


Abbildung 29: Monatsbilanz Wärme Erzeugungsvariante 1

5.5.2 Erzeugungsvariante 2- Erweiterung Luft-Wärmepumpe & PV-Anlage

Als Erzeugungsvariante 2 wird untersucht die vorhandene Wärmeerzeugung weiter zu nutzen und um eine Luft-Wärmepumpe zu ergänzen. Ein Teil des Stroms wird in einer Freiflächen – PV Anlage erzeugt.

Bei Ausführung als Agri-PV-Anlage mit vertikaler Aufstellung der PV-Module ergibt sich eine maximal installierbare Anlagenleistung von bis zu 2.320 kWp auf der beispielhaft dargestellten Potenzialfläche in Abbildung 31. Die Ausführung als Agri-PV-Freiflächen-Anlage ermöglicht die Vergütung gemäß EEG in den dargestellten Flächen.

Für die Erweiterung der Energiezentrale wird eine Wärmepumpe mit Wärmequelle Luft mit einer Leistung von 100 kWth berücksichtigt. Zur Bereitstellung des benötigten Strombedarfs wird eine Freiflächen-PV-Anlage mit einer Leistung von 250 kWp zzgl. eines Batteriespeichers mit 400 kWh vorgesehen.

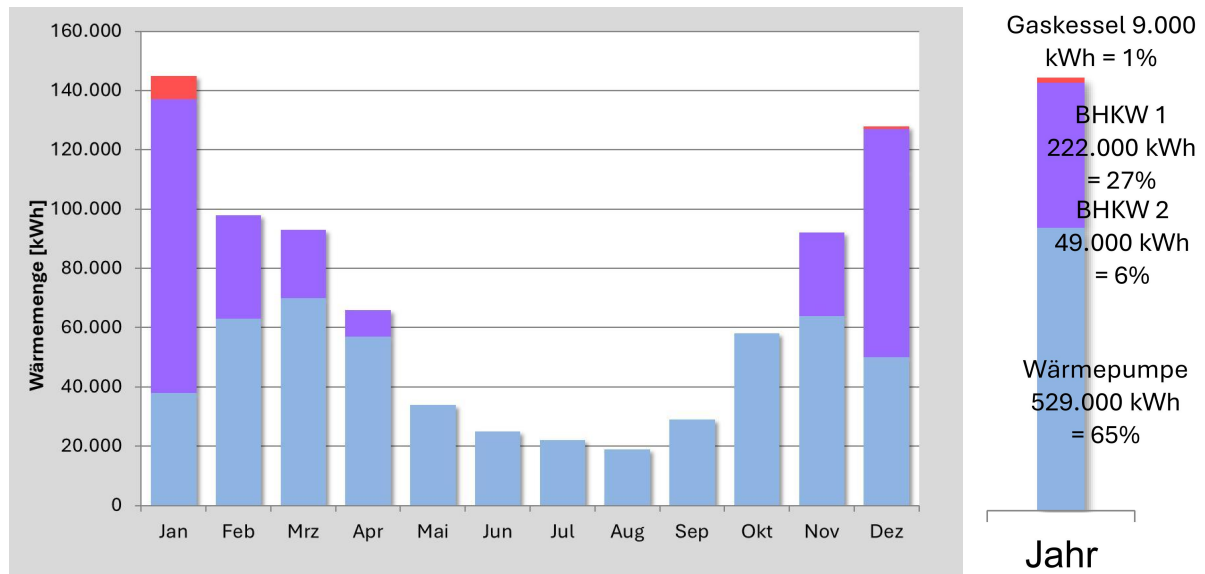


Abbildung 30: Monatsbilanz Wärme Erzeugungsvariante 2 inkl. Wärmepumpe

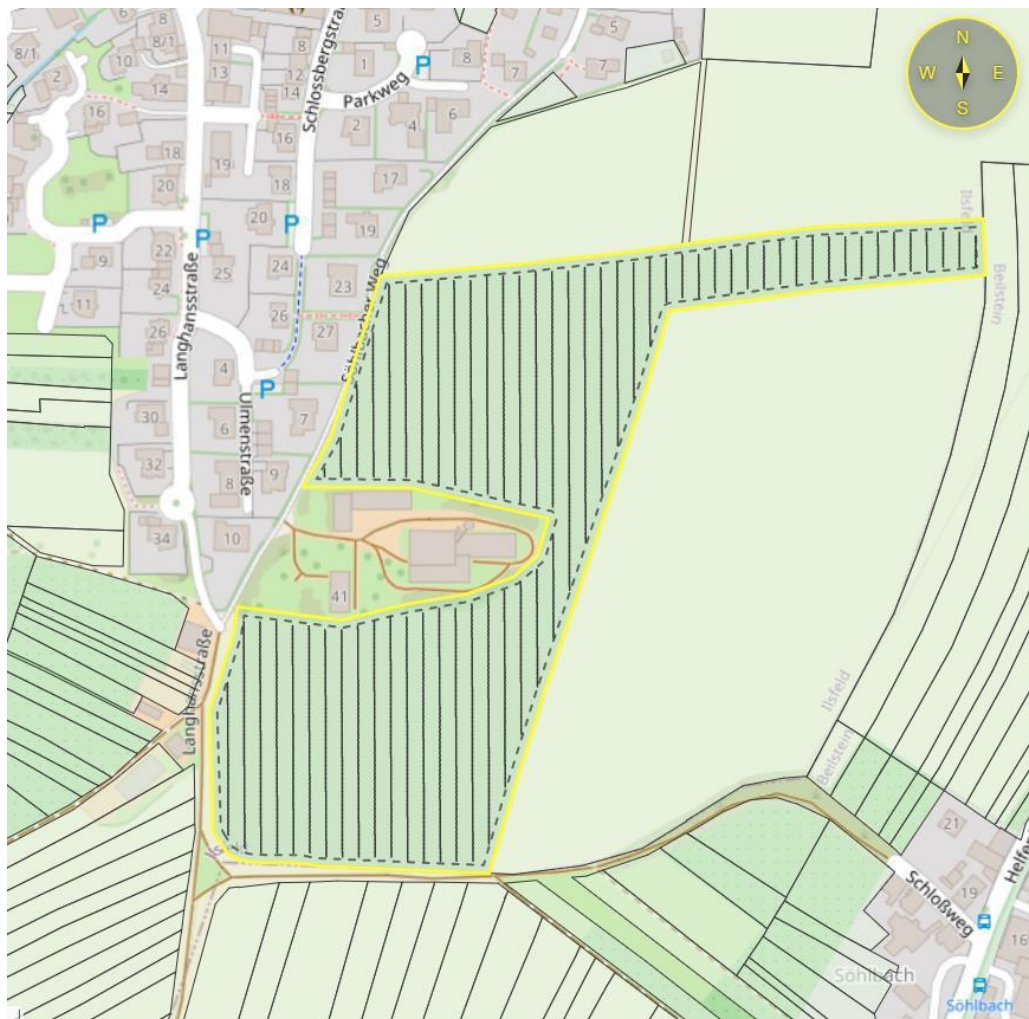


Abbildung 31: Potenzial zur Nutzung dargestellter Ackerflächen als Agri-PV-Anlage

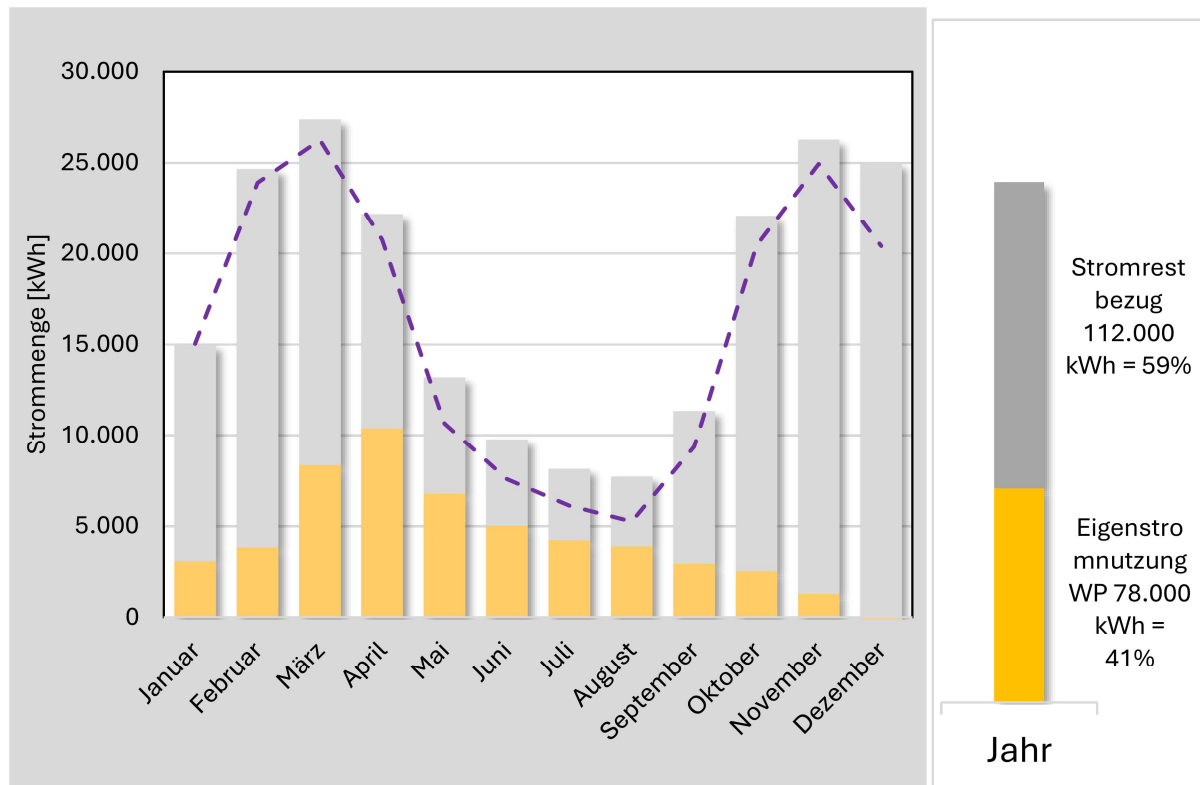


Abbildung 32: Monatsbilanz Strom Erzeugungsvariante 2 Wärmepumpe inkl. PV-Anlage

5.5.3 Erzeugungsvariante 3- Erweiterung Pelletheizung

Die Energiebilanz beinhaltet als Ergänzung zur vorhandenen Wärmeerzeugung eine Pelletheizung mit 250 kW. Diese wird im Winter einen Großteil des Wärmebedarfs abdecken. Damit wird der Anteil der erneuerbaren Wärmeversorgung erhöht auf 73 %.

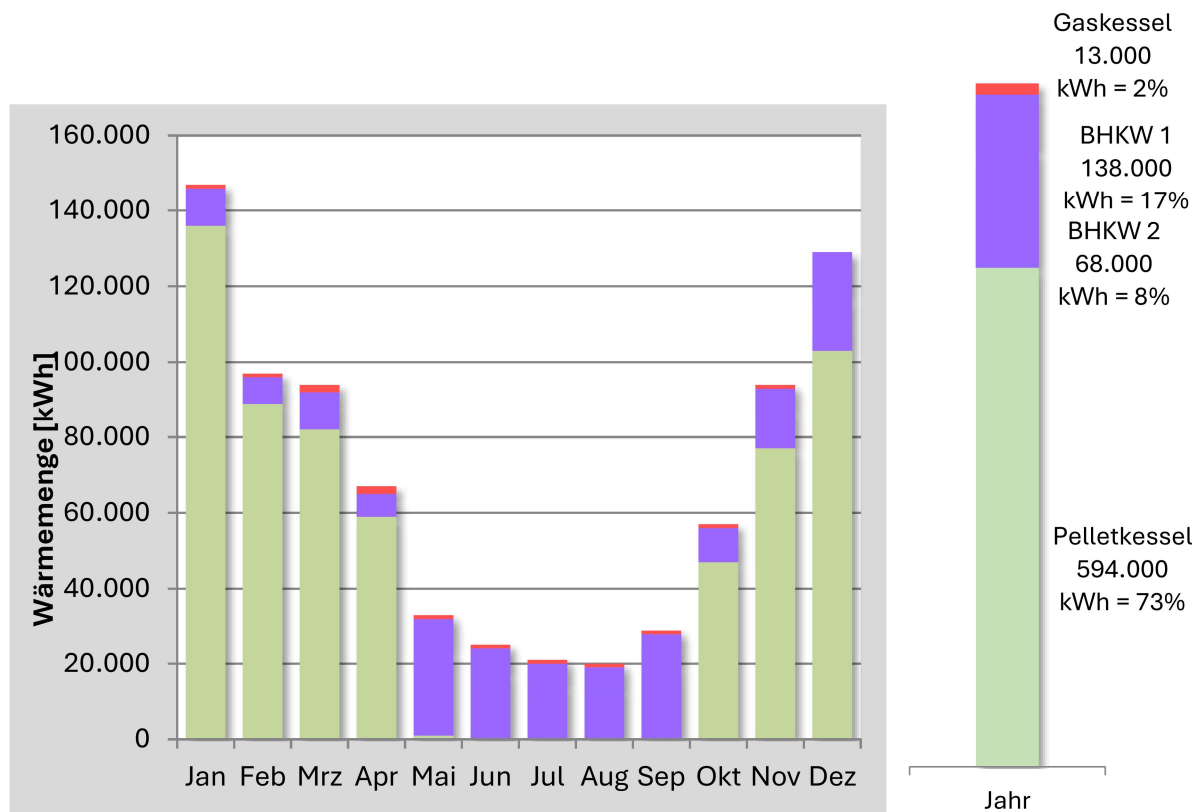


Abbildung 33: Monatsbilanz Wärme Erzeugungsvariante 3 inkl. Pelletheizung

6 Wirtschaftlichkeitsberechnung

Auf Basis der Planung des dargestellten Zubaus und deren Investitions- und Betriebskosten wird eine Wirtschaftlichkeitsberechnung durchgeführt.

Für die geplante Variante mit Einnahmen aus der Betriebskostenförderung wird eine statische Wirtschaftlichkeitsberechnung durchgeführt. Als Kosten für die neue Heizzentrale werden die ermittelten Kosten gemäß der nachfolgenden Investitionskostenschätzung in Tabelle 15 angesetzt. Als Investitionsförderung werden auf alle erneuerbaren Wärmeerzeuger 40 % aus der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze berücksichtigt. Die Grundlagen der Berechnung sind im Anhang abgebildet.

6.1 Wirtschaftlichkeit Erweiterung Wärmeerzeugung

Tabelle 15: Investitionskostenübersicht Erzeugung

Erweiterung Abwasserwärmepumpe		BEW	
		40%	
Wärmepumpe 2-stufig 1.500 kWth	1.320.000 €	528.000 €	
Einbindung Wärmequelle	676.500 €	270.600 €	
Container (3 Stk.)	330.000 €	132.000 €	
Erschließung & Fundament	220.000 €	88.000 €	
Erweiterung Spitzenlastkessel (möglicher Standort Auenstein)	216.700 €		
Gasanschluss	275.000 €		
Schornsteinanlage	66.000 €		
heizungstechnische Einbindung inkl. Wärmedämmung	275.000 €	83.000 €	
Elektroarbeiten inkl. Trafostation	550.000 €	220.000 €	
Regelungstechnik	110.000 €	44.000 €	
Wärmespeicher	231.000 €	92.400 €	
Nebenkosten	645.000 €	220.000 €	
Summe Erweiterung Abwasserwärmepumpe	4.915.200 €	1.678.000 €	△ 34%
Erweiterung Luft - Wärmepumpe 1			
Wärmepumpe 2 stufig 1.500 kWth	1.540.000 €	616.000 €	
Container	330.000 €	132.000 €	
Erschließung & Fundament	330.000 €	132.000 €	
Elektroarbeiten inkl. Trafostation	550.000 €	220.000 €	
Regelungstechnik	110.000 €	44.000 €	
Wärmespeicher	440.000 €	176.000 €	
heizungstechnische Einbindung inkl. Wärmedämmung	275.000 €	110.000 €	
Erweiterung Spitzenlastkessel	216.700 €	0	
Gasanschluss inkl. GDRS	275.000 €		
Nebenkosten	330.000 €	124.000 €	
Summe Erweiterung Luft - Wärmepumpe 1	4.396.700 €	1.554.000 €	△ 35%
Erweiterung Luft - Wärmepumpe 2			
Wärmepumpe 2 stufig 1.500 kWth	1.212.200 €	484.880 €	
Container	330.000 €	132.000 €	
Erschließung	88.000 €	35.200 €	

Elektroarbeiten inkl. Trafostation	330.000 €	132.000 €
Regelungstechnik	88.000 €	35.200 €
heizungstechnische Einbindung inkl. Wärmedämmung	88.000 €	35.200 €
Erweiterung Spitzenlastkessel	385.000 €	0
Erweiterung Gasanschluss inkl. GDRS	275.000 €	
Nebenkosten	378.000 €	128.000 €
Summe Erweiterung Luft - Wärmepumpe 2	3.174.200 €	982.480 €
		≅ 31%

Erweiterung Luft - Wärmepumpe 3

Wärmepumpe 2 stufig 2000 kWth	1.650.000 €	660.000 €
Container	330.000 €	132.000 €
Erschließung	88.000 €	35.200 €
Elektroarbeiten inkl. Trafostation	550.000 €	220.000 €
Regelungstechnik	88.000 €	35.200 €
heizungstechnische Einbindung inkl. Wärmedämmung	110.000 €	44.000 €
Nebenkosten	422.000 €	169.000 €
Summe Erweiterung Luft - Wärmepumpe 3	3.238.000 €	1.295.400 €
		≅ 40%

Tabelle 16: Kosten Wärmeerzeugung Erweiterung Maßnahmenpaket 1 & 2

Einnahmen/Ausgaben exkl. MwSt.	Wärmepumpe BEW Nachverdichtung €/a	Wärmepumpe Luft Für Erweiterung Wärmenetz €/a
Betriebskostenzuschuss BEW	392.400	239.305
Summe Einnahmen	392.400	239.305
Kapitalkosten Erweiterung	402.138	369.397
Förderung	-144.403	-140.067
Kapitalkosten inkl. Förd./BKZ	257.736	229.330
Betriebskosten	40.000	42.000
Stromkosten	574.687	482.354
Summe Ausgaben	872.423	753.683
Ergebnis	-480.023	-514.378

Wärmemenge 8.438.000 kWh 4.351.000 kWh

spez. Wärmeerzeugungskosten	5,7 ct/kWh	11,8 ct/kWh
ohne Betriebskostenförderung	10,3 ct/kWh	17,3 ct/kWh

Das Ergebnis der Berechnung zeigt, dass mit der neuen Heizzentrale gemäß den für den 2030 erreichten Ausbau angesetzten Randbedingungen ein Wärmegestehungspreis von

5,7 ct/kWh inkl. Förderung erreicht wird. Mit der Erweiterung der Wärmeerzeugung gemäß dem Szenario für den Ausbau 2035 ergibt sich unter den angenommenen Randbedingungen ein Wärmegestehungspreis von **11,8 ct/kWh** in der geplanten Luft-Wärmepumpe.

6.2 Wirtschaftlichkeit untersuchter Wärmenetzausbau

Als Anschlusskosten für zukünftige Erweiterungen werden verbleibende Einnahmen nach Abzug der Förderung in Höhe von 10.000 € pro Anschluss angesetzt.

Tabelle 17: Ansatz Investitionskosten Ausbau Wärmenetz

Wärmenetz Nachverdichtung 70 %				89	Förderung	
Wärmeleitung Hausanschluss	500 €/m	x	240 m	120.000 €	-48.000 €	
Tiefbau Hausanschluss	500 €/m	x	240 m	120.000 €	-48.000 €	
Nebenkosten Wärmeleitung				31.000 €	-12.000 €	
Übergabestationen	105 Stk.	Verrechnung über Anschlusskosten				
Summe Wärmenetz Erweiterung				271.000 €		
Summe Förderung					-108.000 €	
Einnahmen aus Anschlusskosten					0 €	
Ausbau Wärmeversorgung Ilsfeld Ost					Förderung KWKG	
Wärmeleitungen Hauptleitungen	800 €/m	x	2.480 m	1.984.000 €	-794.000 €	
Tiefbau	800 €/m	x	2.480 m	1.984.000 €	-794.000 €	
Wärmeleitung Hausanschluss	600 €/m	x	975 m	585.000 €	-234.000 €	
Tiefbau Hausanschluss	600 €/m	x	975 m	585.000 €	-234.000 €	
Nebenkosten Wärmeleitung				668.000 €	-267.000 €	
Übergabestationen	65 Stk.	Verrechnung über Anschlusskosten				
Summe Wärmenetz Erweiterung				5.806.000 €		
Summe Förderung					-2.323.000 €	
Einnahmen aus Anschlusskosten					-650.000 €	
Ausbau Wärmeversorgung Obere Bustadt					Förderung KWKG	
Wärmeleitungen Hauptleitungen	800 €/m	x	3.445 m	2.756.000 €	-1.102.000 €	
Tiefbau	800 €/m	x	3.445 m	2.756.000 €	-1.102.000 €	
Wärmeleitung Hausanschluss	600 €/m	x	1.125 m	675.000 €	-270.000 €	
Tiefbau Hausanschluss	600 €/m	x	1.125 m	675.000 €	-270.000 €	
Nebenkosten Wärmeleitung				892.000 €	-357.000 €	
Übergabestationen	75 Stk.	Verrechnung über Anschlusskosten				
Summe Wärmenetz Erweiterung				7.754.000 €		
Summe Förderung					-3.101.000 €	
Einnahmen aus Anschlusskosten					-750.000 €	

					Förderung KWKG
Ausbau Wärmeversorgung Auenstein Ost					
Wärmeleitungen Hauptleitungen	800 €/m	x	6.000 m	4.800.000 €	-1.920.000 €
Tiefbau	800 €/m	x	6.000 m	4.800.000 €	-1.920.000 €
Wärmeleitung Hausanschluss	600 €/m	x	4.755 m	2.853.000 €	-1.141.000 €
Tiefbau Hausanschluss	600 €/m	x	4.755 m	2.853.000 €	-1.141.000 €
Nebenkosten Wärmeleitung				1.990.000 €	-796.000 €
Übergabestationen	317 Stk.	Verrechnung über Anschlusskosten			
Summe Wärmenetz Erweiterung				17.296.000 €	
Summe Förderung					-6.918.000 €
Einnahmen aus Anschlusskosten					-3.170.000 €

6.3 Wirtschaftlichkeit Wärmenetz Helfenberg

Im Wärmeverbund Helfenberg wurden die drei untersuchten Varianten gegenübergestellt. Alternativ dazu wurde der Netzverbund zwischen dem Wärmenetz Ilsfeld & Auenstein sowie Helfenberg betrachtet. Diese Variante kann nur umgesetzt werden, wenn die Wärmeleitung im Ortsgebiet von Auenstein über die Steinhölde bis zum Ortsende mit einer ausreichenden Anschlussquote ausgebaut wird.

Die erforderliche Leitungslänge zwischen den beiden Wärmenetzen beträgt rd. 1.000 m und kann größtenteils über einen Feldweg verlegt werden. Es wird davon ausgegangen, dass ein Großteil der Wärmemenge (65 %) über die Luft-Wärmepumpe im Industriegebiet geliefert wird. Als Mischwärmepreis wird die kalkulierte Zielvorgabe des Gesamtwärmeverbunds in Höhe von 17,5 ct/kWh (netto) angesetzt. Der Variantenvergleich zeigt ein negatives Betriebsergebnis bei allen betrachteten Varianten.

Einnahmen/Ausgaben exkl. MwSt.	Wärmenetz Helfenberg			
	V1 Einsatz Biomethan €/a	V2 Erweiterung Luft-WP & PV- Anlage €/a	V3 Erweiterung Pelletkessel €/a	Alternative Netzverbund mit Luft-WP Ilsfeld €/a
Betriebskostenzuschuss BEW	0	23.000	0	0
Einnahmen Direktvermarktung PV		23.400		
Wärmeeinnahmen	121.800	121.800	121.800	121.800
Summe Einnahmen	121.800	168.200	121.800	121.800
Kapitalkosten Bestand	52.700	52.700	52.700	52.700
Kapitalkosten Erweiterung	0	96.900	81.000	70.505
Förderung	0	-26.900	-31.700	-21.166
Kapitalkosten inkl. Förd./BKZ	52.700	122.700	102.000	102.039
Betriebskosten	18.500	41.100	46.700	29.750
Brennstoff-/Wärmekosten	96.000	31.000	71.000	64.000
Stromkosten	0	49.800	0	0
Summe Ausgaben	167.200	244.600	219.700	195.789
Ergebnis	-45.400	-76.400	-97.900	-73.989
Wärmemenge	817.000	817.000	817.000	817.000
spez. Wärmeerzeugungskosten	20,5 ct/kWh	24,3 ct/kWh	26,9 ct/kWh	24,0 ct/kWh

7 SOLL- Analyse des Wärmenetzes bei vollständigem Ausbau aller Erweiterungen

Mit dem dargestellten Ausbau des Wärmenetzes und der daraus resultierenden Entwicklung der Wärmeabnahme wurden für die Energiebilanzen berechnet. Bei Umsetzung des vorgestellten Ausbaus des Wärmenetzes nimmt der Wärmebedarf in den betrachteten Jahren zu. Zur Erreichung des geforderten erneuerbaren Anteils werden weitere Energiezentralen benötigt. Die zeitliche Einteilung der weiteren Maßnahmen zum Ausbau des Wärmenetzes sowie zum Bau einer zusätzlichen Heizzentrale kann aus heutiger Sicht nicht festgelegt werden. Die Planung ist abhängig von der weiteren Entwicklung der Nachverdichtung, da diese als priorisierte Maßnahme umgesetzt werden muss. Die bereits bestehenden Wärmeerzeuger werden weiter genutzt, insofern keine größeren Investitionen zur Instandhaltung erforderlich sind.

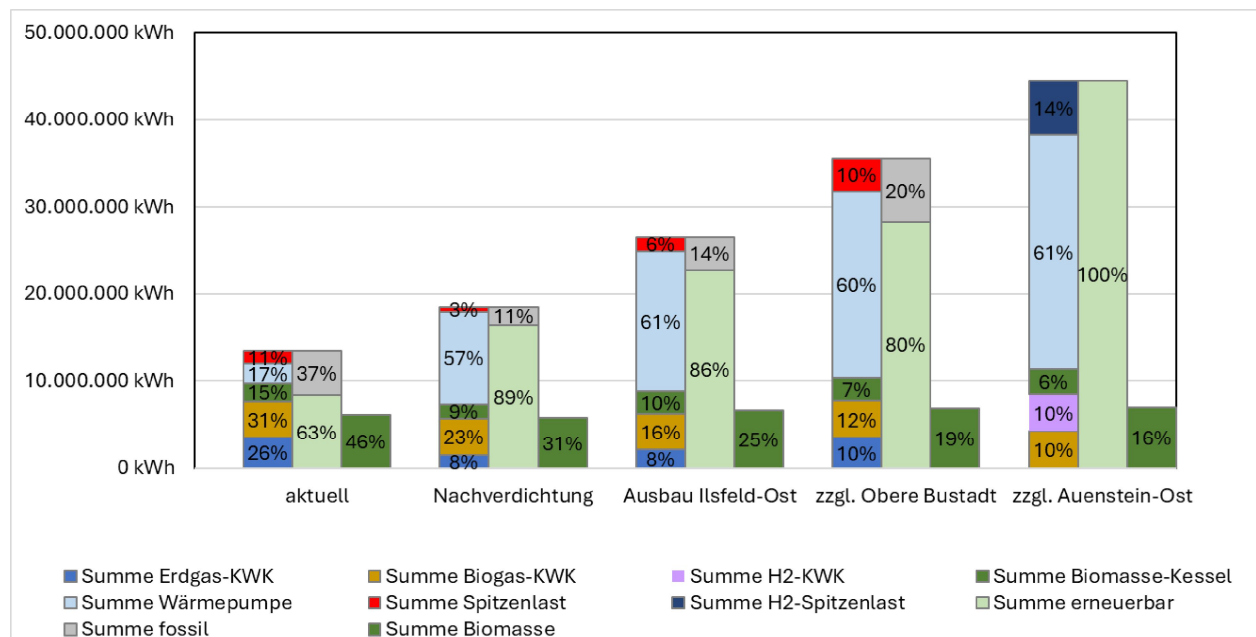


Abbildung 34: Berechnete Erzeugungsanteile nach Energieträger bis 2045 (ohne Netz Helfenberg)

Zur Erreichung des Transformationsziels einer vollständig dekarbonisierten Wärmeversorgung bis 2045 ist die Umstellung der verbleibenden fossilen Bestandskessel und KWK-Anlagen auf Biomethan.

Tabelle 18: Geplante Energieerzeugungsanlagen bis 2045 Ilsfeld & Auenstein

	Name	Standort	Wärme-leistung	Stromleistung	Technologie	Brennstoff
Bestand	BHKW 1	Heizzentrale Schule	100 kWth	50 kWel	KWK	Gas
	BHKW 2		220 kWth	112 kWel	KWK	Gas
	Spitzenlastkessel 1		510 kWth		Kessel	Gas
	Spitzenlastkessel 2		1200 kWth		Kessel	Gas
	Spitzenlastkessel 3		1200 kWth		Kessel	Gas / Heizöl
	BHKW1	Heizzentrale Wärmepumpenzentrale	220 kWth	110 kWel	KWK	Gas
	BHKW 2		220 kWth	110 kWel		Gas
	BHKW 3		100 kWth	50 kWel	KWK	Gas
	Wärmepumpe 1	Biogasanlage Heizzentral Freibad Helfenberg	300 kW _{th}		Wärmepumpe	Strom
	Wärmepumpe 2		300 kW _{th}		Wärmepumpe	Strom
	Spitzenlastkessel		2.000 kW _{th}		Kessel	Gas
	Biogas-BHKW		836 kWel / rd. 830			Biogas
	Pelletkessel		2 x 300 kWth		Kessel	Holz
	BHKW		2 x 50 kWel / 100 kWth		KWK	Gas
	Spitzenlastkessel				Kessel	Gas
Planung bis 2030	Wärmepumpe 3	WPZ	1.500 kWth		Wärmepumpe	Strom
	Spitzenlastkessel	Industriegebiet / Auenstein / ...	2.000 kWth		Kessel	Gas
Planung bis 2035						
Planung bis 2040						
Planung bis 2045						

Für den Ausbaupfad bis 2045 sind die Wärmemengen und -anteile aufgeteilt nach fossiler KWK-, fossiler Kessel-, erneuerbarer (exkl. Biomasse) Abwärme und Biomasse-Wärme in Abbildung 34 dargestellt. Daraus ergeben sich die Brennstoff- und Primärenergienmengen sowie CO₂-Emissionen gemäß Tabelle 19.

Der Vergleich zu Bestandsheizungen wird gegenüber Einzelheizungen mit jeweils 50 % Anteil Heizölheizungen und 50 % Erdgasheizungen bilanziert.

Die CO₂-Emissionen des Wärmeverbunds Ilsfeld & Auenstein reduzieren sich rechnerisch von - 287 t/a auf - 1.249 t/a bis 2030. Die geplante Transformation bis 2045 reduziert die Emissionen auf -2.451 t/a. Es werden somit mehr Emissionen eingespart als ausgestoßen werden. Mit der Transformation des Wärmeverbunds Helfenberg reduzieren sich die CO₂- Emissionen von 144 t/a auf 80 t/a im Jahr 2030 und 7 t/a bis zum Jahr 2045.

Die Eingangsparameter für die Berechnung sind im Anhang aufgeführt.

Tabelle 19: Primärenergie- und CO₂-Einsparung Wärmeverbund Ilsfeld & Auenstein

Primärenergie/CO ₂	Ist-Zustand (Wärmenetz Bestand)				2030			2045		
	Endenergie MWh/a	Primärenergie MWh/a	CO ₂ t/a		Endenergie MWh/a	Primärenergie MWh/a	CO ₂ t/a	Endenergie MWh/a	Primärenergie MWh/a	CO ₂ t/a
Wärmenetz										
Erdgas	1.728	1.901	348		1.038	1.142	209		0	0
Heizöl	0	0	0		0	0	0		0	0
Wasserstoff	0	0	0		0	0	0	1.038	104	21
Holz	3.213	643	0		1.880	376	0	1.880	376	0
Stromverbrauch	1.065	1.385	399		3.662	2.929	952	3.662	366	110
Wärmeerzeugung (KWK)	2.933	2.006	367		1.511	1.033	189	2.300	87	18
Wärmebezug Biogasanlage	4.220	-8.018	-2.600		4.220	-8.018	-2.600	4.220	-8.018	-2.600
zukünftige Wärmekunden										
Einzelheizungen Erdgas	2.471	2.718	498		0	0	0		0	0
Einzelheizungen Heizöl	2.625	2.888	700		0	0	0		0	0
Summe	18.255	3.522	-287		12.310	-2.538	-1.249	13.099	-7.085	-2.451
Einsparung geg. Ist		0	0			6.059	963		10.606	2.164

Tabelle 20: Primär- und CO₂-Bilanz Helfenberg

Primärenergie/CO ₂	Ist-Zustand (Wärmenetz Bestand)				2030				2045			
	Endenergie MWh/a	Primärenergie MWh/a	CO ₂ t/a		Endenergie MWh/a	Primärenergie MWh/a	CO ₂ t/a		Endenergie MWh/a	Primärenergie MWh/a	CO ₂ t/a	
Wärmenetz												
Erdgas	27	30	6		26	28	5			0	0	
Heizöl	0	0	0		0	0	0		0	0	0	
Wasserstoff	0	0	0		0	0	0		26	3	1	
Holz	0	0	0		0	0	0		0	0	0	
Stromverbrauch	0	0	0		160	128	42		160	16	5	
Wärmeerzeugung (KWK)	546	373	68		263	180	33		263	10	2	
Wärmebezug Biogasanlage	0	0	0		0	0	0		0	0	0	
zukünftige Wärmekunden												
Einzelheizungen Erdgas	144	159	29		0	0	0			0	0	
Einzelheizungen Heizöl	153	168	41		0	0	0			0	0	
Summe	871	731	144		448	336	80		448	29	7	
Einsparung geg. Ist		0	0			395	64			702	136	

Die Parameter des Wärmenetzes sind in Tabelle 21 zusammengefasst.

Tabelle 21: Parameter des Wärmenetzes

Parameter	Erläuterung
Netzart	Wärmenetz, gedämmt
Art der Rohrleitung	- Kunststoffmantelrohr (KMR) - Polyethylen kreuzvernetzt, (PE-xa) - Doppelrohr
Rohrdimensionierung	DN 150 – DN 20
Druckniveau im Netz	PN10 – P16
Vorlauftemperatur	70 - 85 °C
Rücklauftemperatur	50 - 60 °C

8 Kostenrahmen

Im folgenden Abschnitt werden die Ergebnisse aus Finanzierung und Wirtschaftlichkeitsberechnung aufgeführt.

8.1 Investitions- und Ressourcenplan

Die weiteren Planungsstufen der Heizzentrale sowie des Heizzentralengebäudes liefert die Kostenberechnung für die Realisierung des ersten Maßnahmenpakets. Diese wird bei Erbringung der zweiten Stufe des Modul 1 erstellt. Für die erstellte Wirtschaftlichkeitsberechnung liegt die Kostenschätzung der Anlagen zugrunde.

8.2 Wärmetarif

Das bisherige Preismodell beinhaltet verschiedene Grundpreise, welche in Bezug auf das Datum des Vertragsabschlusses unterscheiden.

Da die mit der aktualisierten Erzeugung die Preise angepasst werden müssen, wird in der Berechnung nur ein Wärmemischpreis berechnet.

Die Unterteilung des Mischpreises in Leistungspreis und Arbeitspreis erfolgt im Anschluss. Aufgrund der Änderung der Erzeugungsstruktur muss die Preisänderungsformel im Wärmeliefervertrag ebenfalls angepasst werden.

Tabelle 22: Wärmepreise 2025

Preise	Netto	Brutto inkl. 19 % MwSt.	Netto	Brutto inkl. 19 % MwSt.
GP 1 - Altverträge	21,02 ct/kWh	25,01 ct/kWh	538,16 €/Jahr	640,41 €/Jahr
GP 2 - Altverträge	21,02 ct/kWh	25,01 ct/kWh	217,83 €/Jahr	259,22 €/Jahr
GP 4 - Altverträge	21,02 ct/kWh	25,01 ct/kWh	730,36 €/Jahr	869,13 €/a
GP 5 - Altverträge	21,02 ct/kWh	25,01 ct/kWh	794,42 €/Jahr	945,36 €/Jahr
GP 6 - Altverträge	21,02 ct/kWh	25,01 ct/kWh	2.460,15 €/Jahr	2.927,58 €/Jahr
GP 7 - Altverträge	21,02 ct/kWh	25,01 ct/kWh	4.459,02 €/Jahr	5.306,23 €/Jahr
GP 8 - Altverträge	21,02 ct/kWh	25,01 ct/kWh	858,49 €/Jahr	1.021,60 €/Jahr
GP 9 - Altverträge	21,02 ct/kWh	25,01 ct/kWh	1.499,15 €/Jahr	1.783,99 €/Jahr
GP 10 - Altverträge	21,02 ct/kWh	25,01 ct/kWh	1.921,99 €/Jahr	2.287,17 €/Jahr
GP 11 - Altverträge	21,02 ct/kWh	25,01 ct/kWh	6.406,64 €/Jahr	7.623,90 €/Jahr
GP 15 - Altverträge	21,02 ct/kWh	25,01 ct/kWh	1.178,82 €/Jahr	1.402,80 €/Jahr
GP 1 - Neuverträge	21,02 ct/kWh	25,01 ct/kWh	506,95 €/Jahr	603,27 €/Jahr
GP 15 - Neuverträge	21,02 ct/kWh	25,01 ct/kWh	2.921,00 €/Jahr	3.475,99 €/Jahr

Der Tarif für den Bezug von Wärme aus dem kalten Netz im Neubaugebiet Steinhäldenweg 2 ist in Tabelle 23 ersichtlich.

Tabelle 23: Wärmepreise kalte Nahwärme

Preise	Netto	Brutto inkl. 19 % MwSt.	Netto	Brutto inkl. 19 % MwSt.
NBG Steinhäldenweg	6,63 ct/kWh	7,89 ct/kWh	240,00 €/Jahr	285,60 €/Jahr

Für den weiteren Ausbau wird von Anschlusskosten in Höhe von 10.000 € pro Anschluss ausgegangen. Kosten für die Übergabestation wurden bei den Investitionskosten nicht berücksichtigt, da davon ausgegangen wird, dass diese Kosten zusätzlich über Anschlusskosten refinanziert werden.

8.3 Einnahmen/Ausgabenbetrachtung inkl. weiterer Ausbauplanung

Im Rahmen der Untersuchung wird für den möglichen Ausbau jeweils eine statische Wirtschaftlichkeitsberechnung durchgeführt. In Tabelle 24 sind die laufenden Jahreskosten des berechneten Ausbauszenarios aufgeführt. Dem gegenüber stehen die Einnahmen aus Strom- und Wärmeverkauf sowie die voraussichtlich möglichen Fördermittel aus KWK-Stromerzeugung und Betriebsprämie für innerhalb der Wärmepumpe erzeugte Wärme, welche gemäß dem aktuellen Stand der BEW-Förderung im Modul 4 möglich ist.

Unter Annahme des Mischpreises wird als kalkulierte Zielvorgabe ein Mischpreis von 17,5 ct/kWh (netto, zzgl. MwSt.) angenommen. Damit kann von einer Entwicklung der Einnahmen und Ausgaben gemäß der Tabelle 24 unter den angenommenen Randbedingungen ausgegangen werden.

Tabelle 24: Einnahmen / Ausgabenbetrachtung mit dargestelltem Ausbau

Einnahmen/Ausgaben exkl. MwSt.	Gesamtwärmeverbund Ilsfeld, Auenstein & Helfenberg			
	A 1: €/a Nachverdichtung 70 % & Erweiterung Abwasser-WP	A 2: €/a Ausbau Ilsfeld Ost & Erweiterung Luft- WP	A 3: €/a Ausbau obere Bustadt & Erweiterung Luft-WP	A 4: €/a Ausbau Auenstein Ost & Erweiterung Luft-WP
Stromerlöse	37.400	58.300	83.400	111.200
KWK-Zulage	36.500	47.600	65.700	78.500
Betriebskostenzuschuss BEW	392.400	701.900	923.800	1.208.400
Grundpreis Wärmeverkauf	9.100	9.100	9.100	9.100
Wärmeeinnahmen	2.615.200	3.927.700	5.397.700	6.780.200
Wärmeeinnahmen Helfenberg	78.900	78.900	78.900	78.900
Summe Einnahmen	3.169.500	4.823.500	6.558.600	8.266.300
Kapitalkosten Bestand	852.400	852.400	852.400	852.400
Kapitalkosten Erweiterung	510.900	1.152.200	1.789.000	2.883.400
Förderung	-179.900	-428.800	-667.300	-1.115.300
Baukostenzuschüsse kap.	0	-30.400	-65.600	-214.000
Kapitalkosten inkl. Förd./BKZ	1.183.400	1.545.400	1.908.500	2.406.500
Betriebskosten	547.700	668.800	852.600	1.057.200
Brennstoffkosten	625.000	899.000	1.269.000	1.614.000
Wärmekosten Helfenberg	52.000	52.000	52.000	52.000
Stromkosten	699.300	1.195.700	1.652.800	2.233.000
Summe Ausgaben	3.107.400	4.360.900	5.734.900	7.362.700
Ergebnis	62.100	462.600	823.700	903.600
Wärmemenge	19.487.000 kWh	27.428.000 kWh	36.443.000 kWh	45.418.000 kWh
spez. Wärmeerzeugungskosten	13,6 ct/kWh	13,0 ct/kWh	12,8 ct/kWh	13,1 ct/kWh
ohne Betriebskostenförderung	15,6 ct/kWh	15,5 ct/kWh	15,3 ct/kWh	15,8 ct/kWh

Die Eingangsparameter für die Wirtschaftlichkeitsberechnung sind im Anhang aufgeführt. Mit den angesetzten Parametern ist ein wirtschaftlicher Ausbau gemäß der statischen Berechnung möglich. Der Ausbau muss vor jeder neuen Realisierungsstufe hinsichtlich der Parameter (Investitionskosten und Anschlussquote) überprüft werden und kann nur umgesetzt werden, falls die Zielsetzung der Anschlussquote in den einzelnen Abschnitten erreicht wird. Reihenfolge und Umsetzungszeiträume können ebenfalls abhängig vom Interesse angepasst werden.

8.4 Finanzierungskonzept

Der Ausbau des Wärmenetzes kann in der aktuellen Betreiberkonstellation nur über die Gemeinde erfolgen.

Der Zubau der Energieerzeugung ist auch über einen Contracting- Dienstleister möglich. Für den Kapitaldienst wird in der Berechnung der Wirtschaftlichkeit von 3,5 % Zinsen ausgegangen.

Die Höhe der Fördermittel wurde mit einem Fördersatz von 40 % für alle förderfähigen Investitionsgüter angesetzt. Nicht förderfähige Komponenten (Zusatzkessel) wurden hierbei nicht berücksichtigt.

8.5 Risikoanalyse

Im Folgenden werden die wichtigsten Risiken aufgeführt und zudem mögliche Gegenmaßnahmen zur Risikoreduzierung dargestellt.

Tabelle 25: Risikoanalyse

Risiko	Beschreibung	Gegenmaßnahme
Investitions-kostenrisiko	Risiko von Investitions-kostensteigerungen gegenüber der Kostenschätzung	Abschreibung der Wärmeleitungen über die Länge der Nutzungsdauer, Synergieeffekte durch gemeinsame Verlegung mit anderen Sparten
Marktrisiko	Geringe Anschlussquote, keine ausreichende Anzahl an Ankerkunden	Öffentlichkeitsarbeit und Beratungsangebote, Ausbau nur in Gebieten mit ausreichenden Vertragsabschlüssen
Risiken im Betrieb	Betrieb der Energieerzeuger nicht wie im Konzept geplant	Redundanz auf Erzeugerseite, Wartung Anlagen über Vollwartungsverträge, Einsatz von bewährten Wärmeerzeugern, Kontinuierliche Betriebsoptimierungen
Einkaufsrisiken	Preise für Energiebezug entsprechen nicht den getroffenen Annahmen	langfristige Einkaufsstrategie, Weitergabe von Preisänderung über Preisänderungsformel, Anpassung der Betriebsstrategie

9 Maßnahmen zur Bürgereinbindung und Stärkung der Akzeptanz

Zur Abstimmung mit der Gemeinde fanden in regelmäßigen Abständen Termine mit dem Auftraggeber statt, um die Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung frühzeitig in der Konzeption zu berücksichtigen.

Weiterhin wurde das Vorgehen sowie Teilergebnisse im Nahwärmebeirat der Gemeinde besprochen. Das Ergebnis des Trafoplane wird im Gemeinderat vorgestellt und als erste Maßnahme soll die Nachverdichtung beschlossen werden.

Der weitere Ausbau wie dargestellt kann nur bei ausreichender Beteiligung umgesetzt werden. Als nächster Schritt wäre die gezielte Adressierung der Gebäudeeigentümer, welche bereits über einen vorverlegten Anschluss im Gebäude an das Wärmenetz angeschlossen sind, möglich.

10 Genehmigungsfähigkeit

Das erste Maßnahmenpaket soll als Erweiterung der bereits bestehenden Energiezentrale am Standort Kläranlage umgesetzt werden. Die Anlage fällt durch den Zubau der Wärmepumpe nicht unter den Immissionsschutz. Bei der Erweiterung des Heizzentralengebäudes bedarf es einer Genehmigung nach Baurecht.

Bei dem weiteren Heizzentralenstandort handelt es sich ebenfalls um eine Energiezentrale, welche nicht genehmigungsbedürftig gemäß Bundes-Immissionsschutzgesetz ist. Es sind derzeit keine Gründe bekannt, die eine Genehmigungsfähigkeit des Projekts einschränken würden. Eine genaue Prüfung müsste erfolgen, wenn ein weiterer Standort bekannt ist.

11 Zeitplan und Fazit

In Abbildung 35 sind die Maßnahmepakete in 4 Jahresabschnitten für das Bauvorhaben dargestellt. Bei erfolgreicher Umsetzung des ersten Maßnahmenpakets und ausreichendem Interesse können noch weitere Maßnahmenpakete aus der Untersuchung ergänzt werden.

Abbildung 35: Maßnahmepakete für die Realisierung des Gesamtprojekts

[illegible]

Die Untersuchungen innerhalb des Transformationsplans zeigen deutlich, dass durch eine gezielte Nachverdichtung im Bestand eine Steigerung der verkauften Wärmemenge ohne zusätzliche Investitionen in das Hauptverteilnetz realisiert werden kann. Hierbei ist eine vielversprechende Maßnahme, insbesondere Gebäude mit bereits vorhandenen Vorverlegungen durch aktive Beratung und konkrete Angebotsunterbreitung in das Wärmenetz einzubinden.

Darüber hinaus bietet die Nutzung bereits vorhandener Infrastruktur – insbesondere die Einbindung bereits verfügbarer Wärmequellen sowie die Nutzung bestehender Wärmeleitungen zur Erweiterung der Energiezentrale mit bereits berücksichtigter Ausbaureserven – eine effiziente und zukunftsfähige Option. Dies ermöglicht eine kostengünstige Wärmeerzeugung durch die Kombination aus Betriebsprämie und Investitionsförderung und ermöglicht damit einen attraktiveren Wärmepreis.

Ein weiterer möglicher Handlungspfad ist der Ausbau zusätzlicher Versorgungsgebiete, der jedoch in enger Abhängigkeit vom Erfolg der Nachverdichtungsmaßnahmen steht. Hierfür ist eine systematische Interessenabfrage in den identifizierten Eignungsgebieten erforderlich. Sollte sich eine ausreichende Nachfrage ergeben, ist zudem eine Standortsuche für eine weitere Heizzentrale weiter zu verfolgen.

Im nächsten Schritt gilt es, die Konkretisierung der Planung im Rahmen des BEW Modul 1 – Stufe 2 voranzutreiben. Dies umfasst die Erstellung der Planungsleistungen für das erste Maßnahmenpaket, wodurch die Umsetzung der priorisierten Maßnahmen vorbereitet und die Grundlage für die Beantragung weiterführender Fördermittel geschaffen wird.

Der Transformationsplan verdeutlicht, dass durch die bereits umgesetzten Maßnahmen schon heute ein hoher Anteil erneuerbarer Wärme im Netz realisiert wird. Für die bisherige Erschließung hat der Wärmenetzbetreiber jedoch erhebliche Vorleistungen erbracht, indem sowohl Hauptleitungen als auch Hausanschlüsse vorfinanziert wurden. Diese Investitionen schaffen bereits jetzt die Grundlage für eine effiziente Wärmeversorgung mit hohem erneuerbarem Anteil.

Gleichzeitig führen die mittel- bis langfristige Berücksichtigung zusätzlicher Ausbaureserven, die Erschließung von Hauptleitungen mit zunächst geringerer Anschlussquote sowie Investitionen in Vorverlegungen zu höheren Wärmepreisen im Vergleich zu anderen Netzen. Um die Wirtschaftlichkeit zu sichern und konkurrenzfähigere Preise anbieten zu können, ist es daher notwendig, die Anschlussquote weiter zu erhöhen und die bereits errichteten Vorverlegungen mittelfristig in Nutzung zu bringen.

12 Allgemeine Grundlagen Wärmeerzeugung

12.1 Wärmepumpen

Funktionsprinzip Wärmepumpe

Wärmepumpen funktionieren wie Kältemaschinen oder Kühlschränke. Einem Medium wird Energie auf niedrigem Temperaturniveau entzogen und durch den Einsatz von Antriebsenergie (i.d.R. elektrischer Strom) das Temperaturniveau der entzogenen Energie so angehoben, dass diese an ein Medium auf höherer Temperatur abgegeben werden kann. Der grundsätzliche Unterschied besteht lediglich darin, dass bei der Kältemaschine die entzogene Energie (Kälteerzeugung) und bei der Wärmepumpe die abgegebene Energie (Heizwärme) als Nutzenergie betrachtet wird. In beiden Fällen ist die Antriebsenergie die Energie, welche für den Prozess aufgewendet werden muss. Ca. 2/3 der Heizwärme kommen aus der Wärmequelle und 1/3 von der Antriebsenergie der Wärmepumpe (siehe Abbildung 36).

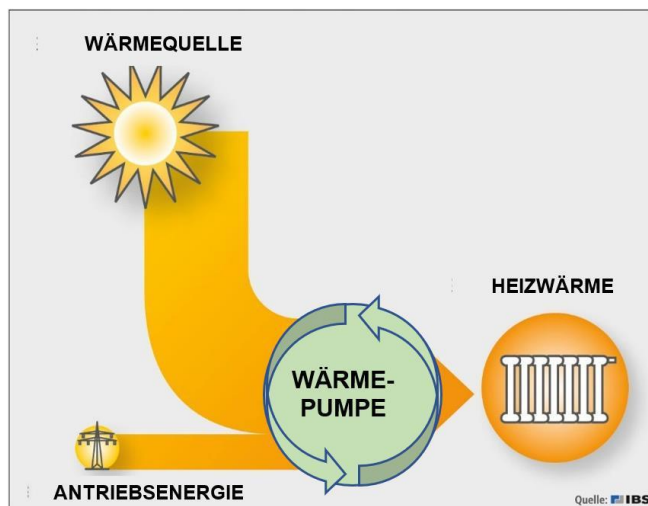


Abbildung 36: Prinzipdarstellung Erzeugungskonzept Wärmepumpe

Der Wärmepumpenprozess besteht aus einem Niederdruck- und Hochdruckbereich und lässt sich entsprechend seiner Hauptkomponenten in vier Schritte aufgliedern (im Schema Abbildung 37: links beginnend im Gegenuhrzeigersinn):

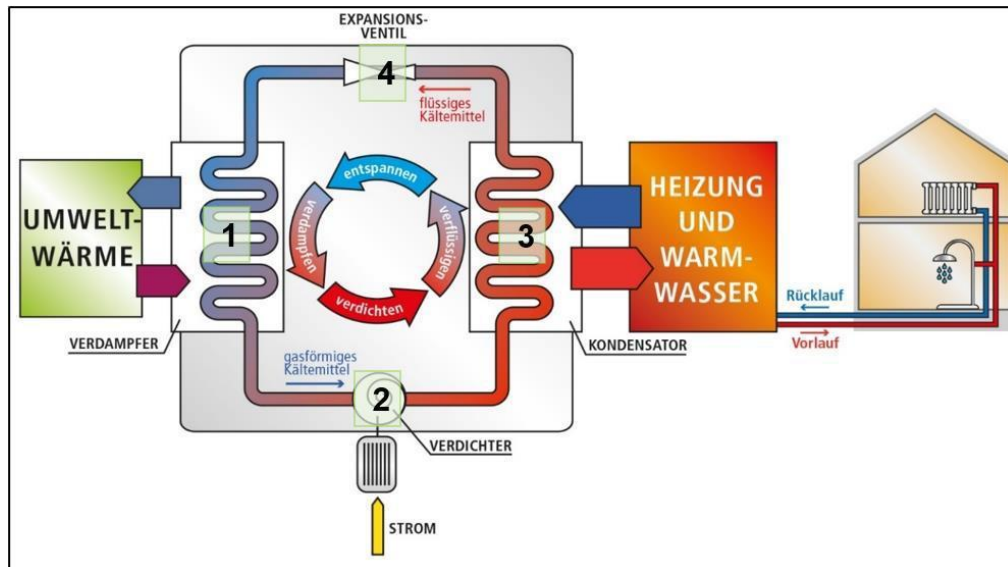


Abbildung 37: der Wärmepumpen-Kreisprozess

1. Schritt: Verdampfen

Durch Wärmezufuhr aus der Quelle wird das Kältemittel im Verdampfer (Wärmeübertrager) auf niedrigem Druck- und Temperaturniveau verdampft.

2. Schritt: Verdichten

Aus dem Verdampfer saugt der Verdichter das dampfförmige Kältemittel an und bringt es durch die Kompression auf ein höheres Druck- und Temperaturniveau. Die elektrische Antriebsenergie erhöht den Energieinhalt des Kältemittels um diesen Betrag.

3. Schritt: Verflüssigen

Im Verflüssiger, auch als Kondensator bezeichnet (Wärmeübertrager), wird dem Kältemittel durch das Heizmedium (Heizwasser) Wärme entzogen, so dass es sich bei annähernd gleichbleibender Temperatur verflüssigt. Die dabei freiwerdende Kondensationswärme wird an das Heizmedium übertragen und erhöht dadurch die Temperatur des Heizmediums von der Heizungsrücklauftemperatur auf die notwendige Heizungsvorlauftemperatur. Die an das Heizmedium abgegebene Wärmemenge entspricht der im Verdampfer zugeführten Verdampfungswärme zuzüglich der dem Verdichter zugeführten Antriebsenergie.

4. Schritt: Entspannen

Der Kreislauf schließt sich mit dem Expansionsventil. Hier wird das aus dem Verflüssiger kommende Kältemittel auf das Niederdruckniveau des Verdampfers entspannt. Durch die Expansion kühlt sich das Kältemittel ab und gelangt so auf niedrigem Druck- und Temperaturniveau in verflüssigter Form in den Verdampfer, wo es dann erneut verdampft wird. Der Kreislauf ist geschlossen.

12.1.1 Wärmequellen, Antriebsenergie und Wärmeverbraucher

Mögliche Wärmequellen:

- Sonnenenergie über Solarabsorber
- Außenluft
- Wasser (Fluss-/Seewasser)
- Erdreich (Erdf Kollektoren, Erdsonden)

- Abwärme (Abluft, Abgase etc.)
- Abwasser (Kläranlage, Abwasserkanäle)

Die elektrische Antriebsenergie kann geliefert werden von:

- dem öffentlichen Stromnetz
- Photovoltaikanlagen
- Blockheizkraftwerken

Die Wärmepumpe kann eingesetzt werden zur:

- Wärmeversorgung von Einzelgebäuden wie Ein- und Mehrfamilienhäusern
- Wärmeversorgung von Nahwärmenetzen z. B. in Neubaugebieten
- Wärmeeinspeisung in größere Fernwärmenetze

Die nachfolgende Abbildung 38 gibt einen schematischen Überblick über Wärmequellen, Antriebsenergien und Wärmeverbraucher. Bei den Wärmeverbrauchern kann in Bestandsgebäuden mit geringem und Neubauten mit gutem bis sehr gutem Wärmeschutz unterschieden werden. Davon hängt ab, auf welchem Temperaturniveau die Heizwärme bereitgestellt werden muss. Grundsätzlich gilt, je niedriger die erforderliche Heiztemperatur und je höher die Temperatur der Wärmequelle, umso weniger Antriebsenergie muss aufgewendet werden, um die Wärme von der kalten auf warme Seite zu „pumpen“.

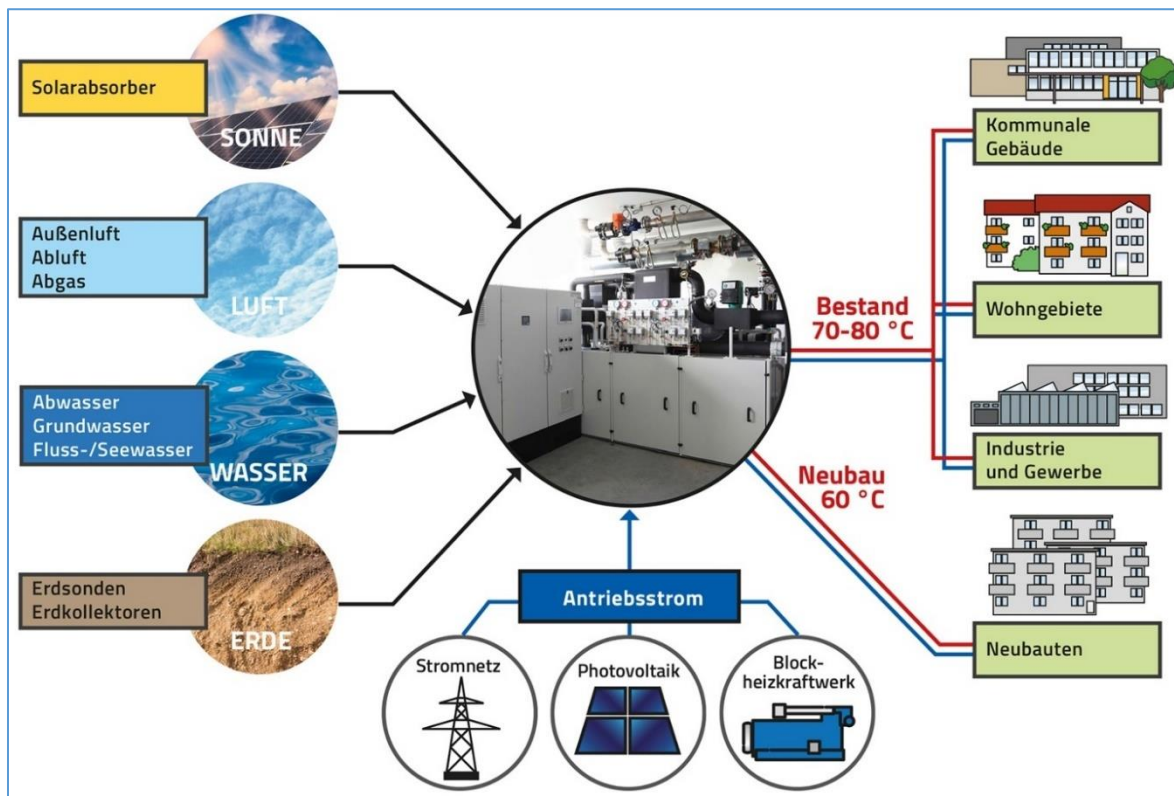


Abbildung 38: Wärmequellen, Antriebsenergien und Wärmeverbraucher