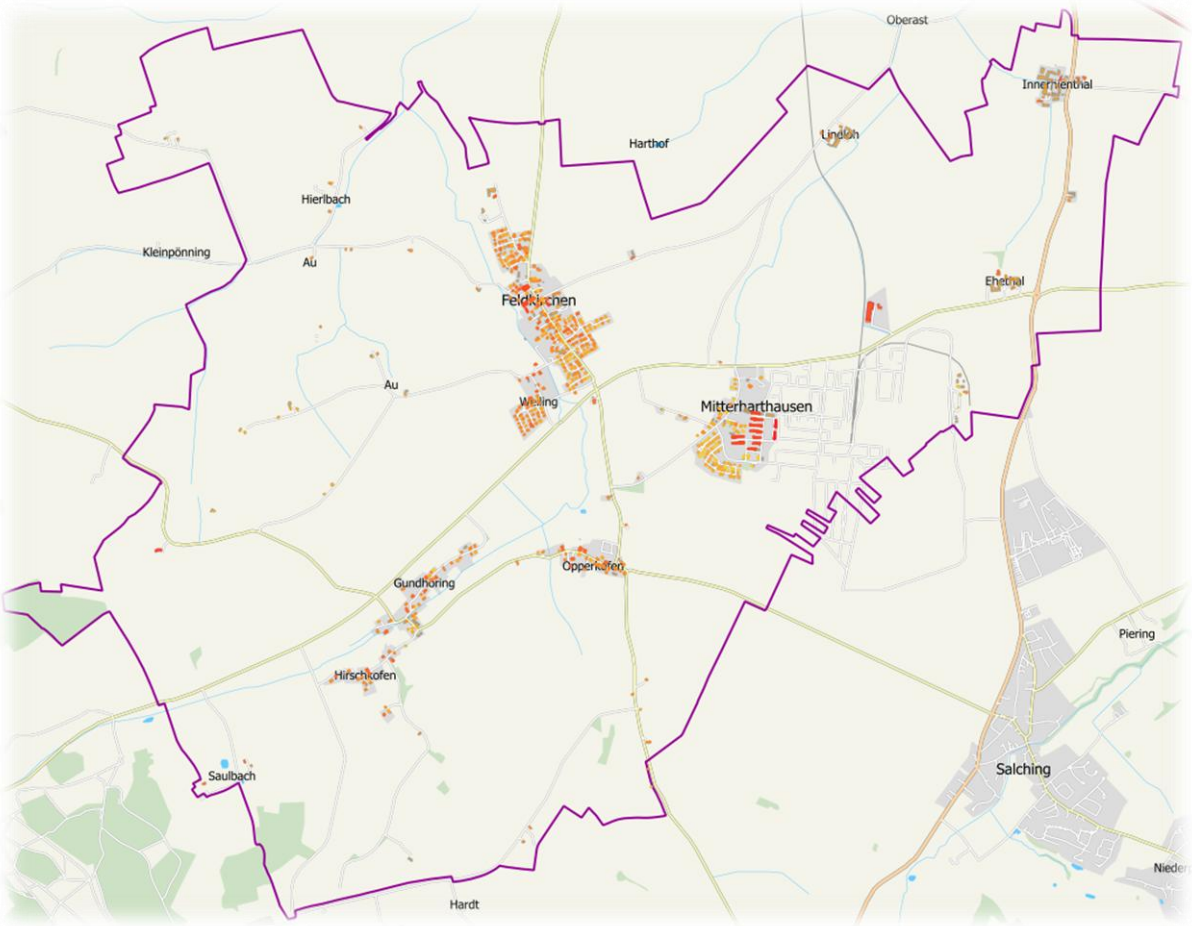
GEMEINDE FELDKIRCHEN

Landkreis Straubing-Bogen

WÄRMEPLAN FELDKIRCHEN



Kommunale Wärmeplanung Gemeinde Feldkirchen - Endbericht

Version: 2

Datum: 08.09.2025

Auftraggeber: Gemeinde Feldkirchen

Auftragnehmer: Kundoplan GmbH & Co. KG

Verfasser und Mitwirkende: Eric Aschenbrenner, Karl Kaiser, Klaus Gottschalk

Die Kommunale Wärmeplanung

Gesetzlicher Rahmen und Auftrag

Die Kommunale Wärmeplanung beruht auf den gesetzlichen Vorgaben des **Gesetzes für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (WPG).**

Zu beachten sind dabei verschiedene ergänzende Dokumente, z.B. der **Leitfaden Wärmeplanung der Bundesministerien** für Wirtschaft und Klimaschutz und des Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen.

Unsere Vorgehensweise beruht auf einer über 20-jährigen Erfahrung in diesem Bereich in Zusammenarbeit zwischen Datendienstleistern, Ingenieurbüros, GIS-Spezialisten und Software-Herstellern für Infrastruktur-Software (flexRM), GIS und digitalem Zwilling (RIWA-GIS).

Die durch die o.g. Dokumente und andere relevanten Publikationen gesetzten Vorgaben werden selbstverständlich berücksichtigt.

Am 1. Januar 2024 ist das Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (WPG) auf kommunaler Ebene in Kraft getreten. Durch das Inkrafttreten dieses Gesetzes sind bestimmte Kommunen und Städte dazu verpflichtet, einen kommunalen Wärmeplan zu erstellen. Dabei wurden Fristen in Abhängigkeit der Einwohnerzahl festgelegt, welche in §4 Pflicht zur Wärmeplanung im WPG niedergeschrieben sind. Die Fristen wurden wie folgt festgesetzt:

- Bis zum Ablauf des 30. Juni 2026 für alle bestehenden Gemeindegebiete, in denen zum 1. Januar 2024 mehr als 100.000 Einwohner gemeldet sind.
- Bis zum Ablauf des 30. Juni 2028 für alle bestehenden Gemeindegebiete, in denen zum 1. Januar 2024 100.000 Einwohner oder weniger gemeldet sind.

Für bestimmte bestehende Gemeindegebiete, in welchen bis zum 1. Januar 2024 weniger als 10.000 Einwohner gemeldet sind, kann ein vereinfachtes Verfahren für die kommunale Wärmeplanung nach Maßgabe von §22 WPG angewendet werden. Das primäre Ziel dieses Gesetzes ist es, einen wesentlichen Beitrag zur Umstellung der Erzeugung sowie der Versorgung mit Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme auf erneuerbare Energien zu leisten und somit eine sparsame, kosteneffiziente, nachhaltige, bezahlbare sowie treibhausgasneutrale Wärmeversorgung bis spätestens zum Jahr 2045 (Zieljahr) zu gewährleisten. Während der gesamten Projektbearbeitung wurden die Anforderungen und Regelungen des WPG stets berücksichtigt und eingehalten.

Unser Auftragsumfang

Der Auftrag beinhaltet die Durchführung einer kompletten kommunalen Wärmeplanung für die Gemeinde Feldkirchen im Landkreis Straubing - Bogen. Es erfolgt die Erstellung eines kommunalen Wärmeplans für die genannte Gemeinde. Die Tätigkeiten in Bezug auf die Konzepterstellung wurden wie folgt festgelegt:

- Ausarbeitung einer Bestandsanalyse sowie Energie- und Treibhausgasbilanz
- Ausarbeitung einer Potenzialanalyse
- Entwicklung von Zielszenarien und Entwicklungspfaden
- Organisation und Durchführung von Veranstaltungen zur Akteursbeteiligung
- Darstellung der Akteursbeteiligung im Konzept
- Strategie und Maßnahmenkatalog
- Kommunikationsstrategie
- Verstetigungsstrategie
- Controlling – Konzept

Die aufgelisteten Punkte wurden während der Wärmeplanung stets berücksichtigt. Im Rahmen dieses Berichts wird auf die Anforderungen eingegangen und bestimmte Vorgehensweisen werden genauer beschrieben bzw. erläutert.

Inhaltsverzeichnis

1. Vorgehensweise 1
Förderungen 1
Konsortium 1
Zusammenfassung/Ausblick 1
Kommunale Wärmeplanung als Basis der Wärmewende 2
Ziele des Wärmeplans und Einordnung in den planerischen Kontext 3
2. Schritte des Wärmeplans 4
Aufbau des Berichts 5
Landschaftsbild der Gemeinde Feldkirchen 6
Datenerhebung 6
Digitaler Zwilling als zentrales Arbeitswerkzeug 7
3. Übersicht Bestandsanalyse 9
Allgemein 9
Verwendete Datenquellen 10
Gebäudebestand 10
Baualtersklasse (Zensus – Datengrundlage) 11
Energieträger der Heizung 12
Zahl der Wohnungen im Gebäude 13
Gebäudetyp – Bauweise 13
Beheizte Flächen 13
4. Potenzialanalyse 15
Allgemein 15
Cluster – Auswertung 18
Vorstudie – Wärmenetz 21
Mögliche Potenziale (Energieatlas – Bayern) 24
5. Potenziale für Sanierung (Einzelmaßnahmen) 29
Förderungen durch das Gebäude – Energie – Gesetz (GEG): 31
Maßnahmen 33
6. Simulation des Zielszenarios 34
Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs 37
7. Verstetigungsstrategie 42
8. Kommunikationsstrategie 44

8.1 Öffentlichkeitsbeteiligung 45
9. Controlling – Konzept 45
10. Wärmewendestrategie 46
Literaturverzeichnis 48
Anhang 1 (Cluster – Gemeinde Feldkirchen) 49
Anhang 2 (Wärmekostenberechnung – VDI 2067) 63
1. Cluster Gundhöring – Wärmenetz 64
Wärmenutzung 64
Wärmeverteilung 65
Pufferspeicher 66
Wärmeerzeugung 66
Jahresdauerlinie 67
Hausübergabestation 68
Rauchgasreinigung 68
Treibhausgasemissionen 68
Wirtschaftlichkeitsberechnung 70
2. Cluster Opperkofen – Wärmenetz 72
Wärmenutzung 72
Wärmeverteilung 73
Pufferspeicher 74
Wärmeerzeugung 74
Jahresdauerlinie 75
Hausübergabestation 75
Rauchgasreinigung 76
Treibhausgasemissionen 76
Wirtschaftlichkeitsberechnung 77
3. Cluster Mitterharthausen – Wärmenetz 78
Wärmenutzung 79
Wärmeverteilung 79
Pufferspeicher 81
Wärmeerzeugung 81
Jahresdauerlinie 82
Hausübergabestation 82
Rauchgasreinigung 83

Treibhausgasemissionen 83
Wirtschaftlichkeitsberechnung 84
4. Projektvergleich 85
Wirtschaftlichkeit 85
Investitionen 86
Energetische Kennzahlen 86
4. Zusammenfassung 86

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Prozesse der kommunalen Wärmeplanung 2
Abbildung 2: GIS - CO2 - Ausstoß 8
Abbildung 3: GIS - Baualtersklassen 8
Abbildung 4: Schaltfläche GIS 9
Abbildung 5: Diagramm - Gebäudebestand nach Baualtersklassen 11
Abbildung 6: Diagramm – Energieträger 12
Abbildung 7: Ausschnitt Bauleitplanung - Winkelbreite 14
Abbildung 8: Richtwerte Wärmenetzeignung 20
Abbildung 9: GIS - Abnehmer Wärmenetz 21
Abbildung 10: Sanierungsquote Deutschland – Gebäudehülle 22
Abbildung 11: Sanierungsquote Deutschland - Dach in [%] 23
Abbildung 12: Sanierungsquote Deutschland - Fassade in [%] 23
Abbildung 13: Sanierungsquote Deutschland - Fenster in [%] 23
Abbildung 14: Übersicht - Erdwärmesonden 26
Abbildung 15: Übersicht - Erdwärmekollektoren 27
Abbildung 16: PV - Freiflächenkulisse 27
Abbildung 17: Wärmebedarfsdichte 28
Abbildung 18: Legende 29
Abbildung 19: Übersicht - Kosten für Sanierungsmaßnahmen 29
Abbildung 20: Diagramm - Wärmebedarf 38
Abbildung 21: Diagramm - Heizlast 38
Abbildung 22: Diagramm - CO2 - Ausstoß 39
Abbildung 23: Diagramm - Wärmebedarf 39
Abbildung 24: Richtwerte spezifische Heizlast nach Gebäudetyp 41
Abbildung 25: Reduzierung der Heizlast 41
Abbildung 26: Kommunikationsmodell 44
Abbildung 27: Ausschnitt GIS - WN Gundhöring 64
Abbildung 28: Kennzahlen WN 65
Abbildung 29: Kennzahlen – Pufferspeicher 66
Abbildung 30: JDL – Netzlast 67
Abbildung 31: THG – Emissionen 69
Abbildung 32: THG – Vergleich 69
Abbildung 33: Kostenübersicht 70

Abbildung 34: Kostenübersicht – Produktgebiet ... 71
Abbildung 35: Opperkofen – WN ... 72
Abbildung 36: Kennzahlen WN ... 73
Abbildung 37: Kennzahlen Pufferspeicher ... 74
Abbildung 38: JDL – Netzlast ... 75
Abbildung 39: THG – Emissionen ... 76
Abbildung 40: THG – Vergleich ... 77
Abbildung 41: Kostenübersicht ... 77
Abbildung 42: Kostenübersicht – Produktgebiet ... 78
Abbildung 43: Mitterharthausen - WN ... 78
Abbildung 44: Kennzahlen WN ... 79
Abbildung 45: Kennzahlen Pufferspeicher ... 81
Abbildung 46: JDL – Netzlast ... 82
Abbildung 47: THG – Emissionen ... 83
Abbildung 48: THG – Vergleich ... 84
Abbildung 49: Kostenübersicht ... 84
Abbildung 50: Kostenübersicht – Produktgebiet ... 85
Abbildung 51: Wirtschaftlichkeitsvergleich aller Projekte ... 85
Abbildung 52: Investitionskostenvergleich ... 86
Abbildung 53: Vergleich der energetischen Kennzahlen ... 86

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Gebäudebestand (Zensus) ... 11
Tabelle 2: Energieträger der Heizung (Zensus) ... 12
Tabelle 3: Zahl der Wohnungen im Gebäude ... 13
Tabelle 4: Gebäudetyp - Bauweise ... 13
Tabelle 5: Cluster - Auswertung Gemeindekern ... 18
Tabelle 6: Kennzahlen des Clusters ... 18
Tabelle 7: Beurteilung – Wärmenetzeignung ... 18
Tabelle 8: Sanierungspotenzial ... 19
Tabelle 9: Strom ... 24
Tabelle 10: Biogas - Potenzial ... 24
Tabelle 11: Solarenergie ... 25
Tabelle 12: Photovoltaik ... 25
Tabelle 13: Sanierungsquote Feldkirchen ... 30
Tabelle 14: Übersicht Schlüsselakteure ... 34
Tabelle 15: Wärmetechnische Kennzahlen ... 37
Tabelle 16: Werte für Erzeugung und Verlust ... 68
Tabelle 17: Werte für Erzeugung und Verlust ... 75

1. Vorgehensweise

Förderungen

Die Umsetzung des Projekts Kommunale Wärmeplanung – Gemeinde Feldkirchen wird durch die Zukunft – Umwelt – Gesellschaft (ZUG) gGmbH mit einem Fördersatz von 90% gefördert. Alle weiteren Informationen diesbezüglich sind in dem Förderungsbescheid der ZUG hinterlegt.

Konsortium

Auftraggeber:

Die Gemeinde Feldkirchen im niederbayerischen Landkreis Straubing – Bogen, welche eine Einwohnerzahl von rund 2000 Einwohner aufweist, hat beschlossen eine kommunale Wärmeplanung innerhalb der Gemeinde durchzuführen. Aufgrund der geringen Einwohnerzahl zählt die Gemeinde zu den Gebieten, welche zu der Erstellung eines Wärmeplans auf kommunaler Ebene bis zum 30. Juni 2028 verpflichtet sind. Die zentrale Kommune übernimmt die Koordination zwischen den verschiedenen Stakeholdern und kann die Umsetzung durch Förderprogramme und Verordnungen erleichtern.

Auftragnehmer:

Das Planungsbüro Kundoplan GmbH & Co. KG unterstützt Kommunen und Stadtwerke zielgerichtet bei allen mit der kommunalen Wärmeplanung verbundenen Anforderungen und Herausforderungen. Die Grundlage hierfür sind die jahrelange Erfahrung im Bereich der Energietechnik sowie für den Ausbau von Wärmenetzen, ein gut aufgestelltes Team mit dem nötigen energieplanerischen Know – How und eine große Leidenschaft für das Thema Energiewende. Die gesamte kommunale Wärmeplanung wird in Zusammenarbeit mit der netCADservice GmbH durchgeführt, welche mit der Datenbank – Software flexRM einen wichtigen Beitrag in Bezug auf die Datenverarbeitung leistet.

Zusammenfassung/Ausblick

Im Laufe der Jahre wird es immer deutlicher, dass Deutschland in Anbetracht des fortschreitenden Klimawandels eine treibhausgasneutrale und dabei auch sichere und kostengünstige Energieversorgung benötigt. Die Wärmeversorgung spielt dabei eine zentrale Rolle. Hierfür hat die Gemeinde Feldkirchen mit der kommunalen Wärmeplanung (KWP) ein strategisches Planungsinstrument erarbeitet. Mit Hilfe der

KWP werden bestehende Potenziale sowie die treibhausgasneutralen Versorgungsoptionen für die Wärmewende analysiert und untersucht.

Kommunale Wärmeplanung als Basis der Wärmewende

Die kommunale Wärmeplanung ist das entscheidende Instrument, um die vorgesehenen Klimaziele im Wärmesektor zu erreichen. Geplant ist eine gezielte Integration erneuerbarer Energiequellen und die Reduktion fossiler Brennstoffe unter Berücksichtigung der geltenden gesetzlichen Vorgaben um somit eine angepasste und nachhaltige Wärmeversorgung zu ermöglichen.

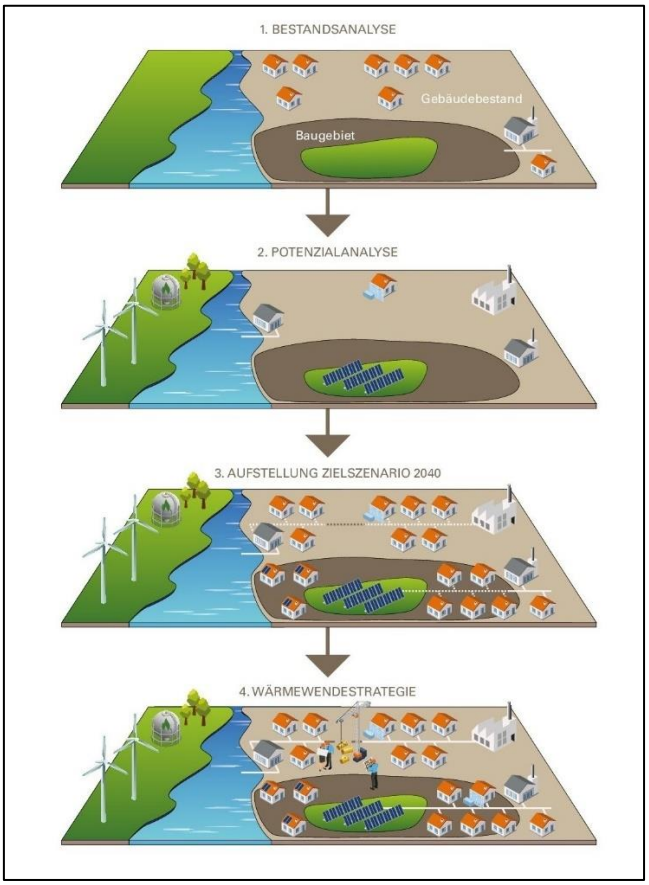


Abbildung 1: Prozesse der kommunalen Wärmeplanung
(Quelle: https://ea-rlp.de/lokale-verantwortung-kommunen-gestalten-die-waermewende)

Abbildung 1 zeigt die vier wesentlichen Grundbausteine, auf welchen eine kommunale Wärmeplanung aufgebaut ist. Dieser Ablauf ist sehr wichtig und nur durch die Einhaltung der abgebildeten Reihenfolge ist die ordnungsgemäße Umsetzung einer KWP möglich. Aufgrund der steigenden Bedrohung, verursacht durch die Klimakrise, hat auch Deutschland das Klimaschutzvorhaben gesetzlich festgeschrieben. Da Wärme sowohl lokal erzeugt als auch verbraucht werden muss, fällt die Hauptaufgabe

der Dekarbonisierung des Wärmesektors vor allem den Städten und Kommunen zu. Die kommunale Wärmeplanung stellt eine essenzielle Planungsgrundlage im Energiebereich dar. Im Rahmen der Planung erfolgt eine systematische Erhebung von Daten und Informationen von Wärmeverbräuchen, spezifischen Heizungssystemen und der aktuell bestehenden Energieinfrastruktur. Durch die Erstellung einer detaillierten Analyse des aktuellen und prognostizierten Wärmebedarfs im Kontext der verfügbaren erneuerbaren Energieressourcen wird es ermöglicht, Strategien zur Erreichung der Treibhausgasneutralität zu formulieren. Es werden bestimmte Gebiete definiert, in denen zentralisierte Wärmenetze prioritär implementiert werden sollen und die dazugehörigen Energiequellen festgelegt werden, welche zur Wärmeerzeugung herangezogen werden. In den restlichen Gebieten sind eine dezentrale Wärmeversorgung bzw. Einzelmaßnahmen vorgesehen.

Ziele des Wärmeplans und Einordnung in den planerischen Kontext

Der kommunale Wärmeplan ist ein wichtiges Instrument zur Förderung einer nachhaltigen und effizienten Bereitstellung sowie Nutzung von Wärmeenergie innerhalb der Gemeinde Feldkirchen. Dabei werden drei übergreifende Ziele verfolgt:

- Versorgungssicherheit
- Treibhausgasneutralität
- Wirtschaftlichkeit

Damit diese Ziele in naher Zukunft erreicht werden können, strebt der kommunale Wärmeplan eine Verbesserung der Energieeffizienz von Gebäuden und Heizungsanalgen innerhalb der Kommune an. Dabei spielen bestimmte Maßnahmen, wie z.B. die Gebäudesanierung, die Dämmung von Gebäuden oder die Optimierung von Heizungs- und Kühlsystemen eine wichtige Rolle. Durch die Umsetzung dieser Effizienzsteigerungen kann der Wärmeverbrauch innerhalb der Gemeinde insgesamt reduziert werden, was sowohl ökonomische als auch ökologische Vorteile mit sich bringt. Der kommunale Wärmeplan ist eng mit anderen planerischen Instrumenten wie dem Klimaschutzkonzept oder dem Energienutzungsplan verknüpft. Berücksichtigt werden dabei lokale Rahmenbedingungen des Gebiets, wie beispielsweise den vorhandenen Energiemix, die baulichen Gegebenheiten oder auch das lokale Klima. Anschließend an einen Wärmeplan erfolgen Machbarkeitsstudien und Umsetzungsplanungen sowie tiefgreifende Potenzialanalysen für ausgewählte

Projekte. Durch die Integration eines Wärmeplans in den planerischen Kontext wird eine ganzheitliche Betrachtung der Energieversorgung ermöglicht. Dadurch können Synergien genutzt und Maßnahmen aufeinander abgestimmt werden, um geplante Prozesse, wie die Umsetzung von Clusterkonzepten sowie die Entwicklung und Durchführung von Bauprojekten, effektiv anzugehen.

2. Schritte des Wärmeplans

Die Entwicklung und Ausarbeitung des kommunalen Wärmeplans für die Gemeinde Feldkirchen und deren umliegenden Ortsteile ist ein mehrstufiger Prozess, der systematisch verschiedene Aspekte der Wärmeversorgung der Gemeinden analysiert und schließlich eine Strategie für die Umsetzung einer nachhaltigen und effizienten Wärmeversorgung definiert. Der Prozess umfasst vier Schritte (siehe Abbildung 1):

Der erste Schritt umfasst die Bestandsanalyse, durch welche der aktuelle Stand der Wärmeversorgung untersucht wird. Dazu gehört die Erhebung von Daten in Bezug auf den aktuellen Wärmebedarf und -verbrauch, den resultierenden Treibhausgasemissionen sowie den vorhandenen Gebäudetypen mit den dementsprechenden Baualtersklassen. Die bestehende Versorgungsstruktur aus Gas- und Wärmenetzen, Heizzentralen und Speichern sowie die Beheizungsstruktur der Wohn- und Nichtwohngebäude werden erfasst.

Anschließend erfolgt im Zuge der Potenzialanalyse die Ermittlung von Potenzialen für Energieeinsparungen und den Einsatz von erneuerbaren Energien. Dazu gehört eine Analyse von vorhandenen Möglichkeiten zur Energieeinsparung in den Bereichen Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme in den Sektoren Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen, Industrie und öffentliche Liegenschaften. Zudem werden die lokal verfügbaren Potenziale erneuerbarer Energien und Abwärmepotenziale erhoben.

Basierend auf der Grundlage, welche in den ersten beiden Schritten ermittelt wurde, werden Prüfgebiete (Cluster) für Wärmenetze und Einzelversorgungen im Bereich Feldkirchen identifiziert und ein Zielszenario für die zukünftige Wärmeversorgung der Kommunalgemeinschaft entwickelt.

In dem letzten Schritt erfolgt die Formulierung eines Transformationspfads zur Umsetzung des kommunalen Wärmeplans. Dazu gehört die Ausarbeitung konkreter Maßnahmen sowie einer übergreifenden Wärmewendestrategie.

Aufbau des Berichts

Der vorliegende Bericht gliedert sich in 10 Hauptabschnitte. Die ersten zwei Kapitel liefern Ihnen einen transparenten Überblick über die kommunale Wärmeplanung der Gemeinde Feldkirchen. Nach einer kurzen Zusammenfassung des Projekts werden die wichtigsten Erkenntnisse für die Bevölkerung aufgezeigt und der Ablauf für die Erstellung des Wärmeplans umrissen. Anschließend erfolgt eine detaillierte Beschreibung der vier Phasen, die den Kern einer kommunalen Wärmeplanung bilden: die Bestandsanalyse, die Potenzialanalyse, die Entwicklung von Zielszenarien und die Entwicklung einer Wärmewendestrategie. Die verschiedenen Abschnitte werden mittels zusätzlicher Elemente ergänzt, um umfassende und verständliche Einblicke in den Prozess der Wärmeplanung zu ermöglichen.

1. In der Bestandsanalyse wird die aktuelle Situation der Energieversorgung und -nutzung der Kommunalgemeinschaft beschrieben. Diese Analyse bildet die Basis für die Identifizierung verschiedener Entwicklungsmöglichkeiten und Verbesserungspotenzialen.
2. Die Potenzialanalyse beschäftigt sich mit der Untersuchung verschiedener Möglichkeiten, um die Integration von erneuerbaren Energien flächendeckend umzusetzen und somit die Energieeffizienz zu steigern.
3. Im Zielszenario erfolgt die Darstellung der zukünftigen Wärmeversorgung. Basierend auf den Ergebnissen der vorherigen Schritte wird ein Szenario für das Jahr 2040 entwickelt.
4. Die Wärmewendestrategie legt einen Beispiel-Fahrplan fest, wie der Weg zu einer Treibhausgasneutralität im Wärmesektor aussehen kann. Sie enthält konkrete Maßnahmen, Empfehlungen und Prioritäten.

Schlussendlich erfolgt die Zusammenfassung der Befunde in Bezug auf die Wärmeplanung in Form eines Fazits. Für die Cluster – Auswertungen wurden separate Berichte ausgearbeitet, welche die Ergebnisse der Auswertungen beinhalten. Zudem wurde jedes ermittelte Cluster mit der Gemeinde besprochen und die Ergebnisse in den Bericht eingetragen. Durch diese „Steckbriefe“ wird ein schneller Überblick über die spezifischen Eigenschaften und Potenziale jedes Gebiets gewährleistet.

Landschaftsbild der Gemeinde Feldkirchen

Die Gemeinde Feldkirchen befindet sich im niederbayerischen Landkreis Straubing – Bogen. Die Einwohnerzahl beläuft sich aktuell auf ca. 2000 Einwohner. Die gesamte Fläche der Gemeinde beträgt 22,6 km². Somit ergibt sich eine Bevölkerungsdichte von rund 89 Einwohner pro km². Herauszustellen ist, dass sich die Gemeinde Feldkirchen im Herzen des Gäubodens befindet und somit die Landwirtschaft einen erheblich prägenden Teil von Wirtschaft und Landschaft darstellt. Das Höhenniveau des Gebiets ist näherungsweise konstant, ohne bergiger Landschaft.

Datenerhebung

Im Bereich der Bestandsanalyse erfolgt am Anfang die systematische Erfassung von Verbrauchsdaten für den Wärmesektor, einschließlich dem Stromverbrauch speziell für Heizzwecke, sowie der Abnahmemengen aus den bestehenden Wärmenetzen (straßenzugsweise). Die Anfrage für die Bereitstellung des elektronischen Kehrbuchs wurde von der Kommune an die zuständigen Bezirksschornsteinfeger weitergeleitet und nach Erhalt in den Wärmeplan eingearbeitet. Zusätzlich erfolgte die RIWA-GIS Einrichtung bzgl. dem externen Zugang für die Firmen Kundoplan GmbH & Co. KG sowie netCADservice GmbH, was dazu führte, dass Daten aus Plan- und Geoinformationssystemen (GIS) der städtischen Ämter bzw. den Gemeinden ebenso zur Verfügung standen. Die primären Datenquellen des Projekts KWP – Gemeinde Feldkirchen für die Bestandsanalyse sind folgendermaßen:

- Statistik und Katasterdaten des amtlichen Liegenschaftskatasters (ALKIS)
- Daten zu Strom-, Gas- und Fernwärmeverbräuchen, welche von den Netzbetreiber zur Verfügung gestellt werden
- Auszüge aus dem elektronischen Kehrbuch der Schornsteinfeger mit Informationen zu den jeweiligen Feuerstellen
- Verlauf von vorhandenen Strom-, Gas- und Fernwärmenetze
- Daten über Abwärmequellen, welche durch die Befragung von Akteuren erfasst wurden
- Zensus-Daten
- Daten aus dem zentralen Landesportal für die Bauleitung in Bayern

Die Datenquellen weisen eine hohe Vielfalt und Heterogenität auf. Deshalb wurde eine umfassende manuelle Aufbereitung und Harmonisierung der Datensätze durchgeführt, damit diese anschließend sauber in den kommunalen Wärmeplan eingearbeitet werden können. Die Datensätze wurden auf Plausibilität geprüft, um diese als valide Berechnungsgrundlage etablieren zu können.

Digitaler Zwilling als zentrales Arbeitswerkzeug

Die Erstellung eines digitalen Zwillings dient in der kommunalen Wärmeplanung als zentrales Arbeitswerkzeug für die Projektbeteiligten und erleichtert die Komplexität von Planungs- und Entscheidungsprozessen. Es handelt sich dabei um ein spezialisiertes digitales Kartentool, welches durch das RIWA-GIS in Verbindung mit der flexRM Datenbank aufgebaut ist. In dem GIS - System ist die Karte der Gemeinde hinterlegt, sprich ein virtuelles und gebäudescharfes Abbild von Feldkirchen. Nach der Einarbeitung der Daten, welche im Rahmen der Bestandsanalyse ermittelt wurden, ist zunächst der Ist - Zustand der Kommune ersichtlich. Die Erstellung eines digitalen Zwillings bringt drei wesentliche Vorteile mit sich, welche nachfolgend aufgezeigt werden:

1. Eine homogene Datenqualität ist garantiert, d.h. eine gleichförmige Datenstruktur ist vorhanden. Diese Grundlage dient für fundierte Analysen und Entscheidungen.
2. Ein gemeinsames Arbeiten an den Datensätzen ist gewährleistet, somit ergibt sich eine bessere und effizientere Prozessgestaltung.
3. Energetische Analysen sind direkt in dem Tool durchführbar, wodurch die Identifikation und Bewertung von Energieeffizienzmaßnahmen erleichtert wird.

Des Weiteren können allgemein betrachtet die Daten einfacher gefiltert und interaktiv angepasst werden, um spezifische Prüfgebiete für die Wärmeversorgung auszuweisen. Die aufgezählten Vorteile tragen zu einer schnelleren und präziseren Planung bei und dienen somit als Erleichterung für die Umsetzung der Energiewende auf kommunaler Ebene.

Abbildung 2: GIS - CO2 - Ausstoß

Beispielsweise ist in dem digitalen Zwilling der CO2 – Ausstoß in [t/a] der einzelnen Bestandsgebäude innerhalb der Gemeinde Feldkirchen grafisch hinterlegt (Abbildung 2). Hinterlegt sind Auswertungen wie Baualtersklasse der Gebäude, CO2 – Ausstoß, CO2 – Ausstoß pro m² beheizte Fläche, Heizlast, Heizlast pro m² beheizte Fläche, Heizungsart etc., welche für den kommunalen Wärmeplan untersucht wurden.

Abbildung 3: GIS - Baualtersklassen

Abbildung 3 zeigt die Auswertung in Bezug auf die Baualtersklassen der jeweiligen Gebäude. Durch das anklicken des Gebäudes öffnet sich ein Fenster, in welchem die wärmetechnischen Kennzahlen der Auswertungen enthalten sind.

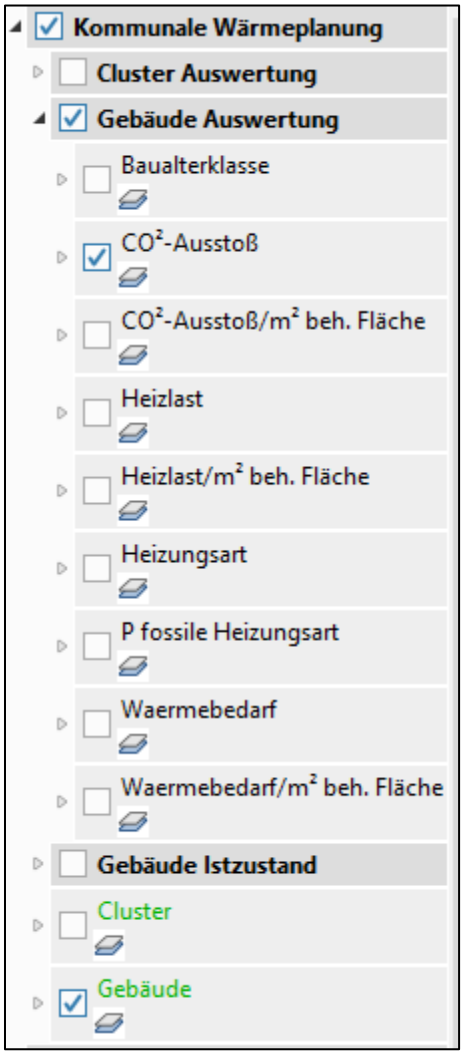


Abbildung 4: Schaltfläche GIS

Im GIS – System befindet sich links eine Schaltfläche (Abbildung 4), in welcher sich die Auswertungen der kommunalen Wärmeplanung befinden. Durch das Auswählen der jeweiligen Auswertung wird diese anschließend farbig sichtbar. Es kann ein beliebiges Gebäude ausgewählt werden, durch einen rechten Mausklick und die Auswahl der Objektinformationen werden die Daten bzgl. der Heizung eingeblendet und ersichtlich. Die gebildeten Cluster können durch die Aktivierung der Zeichenebene, diese befindet sich auch in der Schaltfläche links, erkennbar gemacht werden und bei Bedarf auch geändert/angepasst werden.

3. Übersicht Bestandsanalyse

Allgemein

Das Ziel der Bestandsanalyse besteht darin, ein genaues Bild des aktuellen Zustands der Gebäudestruktur, des Wärmebedarfs und der vorhandenen Wärmeinfrastruktur zu erlangen. Durch eine umfassende Datengrundlage wird eine Identifikation konkreter Handlungsbedarfe und die Ausarbeitung von Szenarien zur Dekarbonisierung, inklusive der darauf aufbauenden strategischen Maßnahmen, ermöglicht. Es erfolgt die Erhebung des aktuellen Wärmebedarfs und -verbrauchs und der daraus resultierenden Treibhausgas – Emissionen. Zudem werden Informationen zu den

vorhandenen Gebäudetypen und den Baualtersklassen, der Versorgungsstruktur aus Gas- und Wärmenetzen, Heizzentralen und Speichern sowie der Beheizungsstruktur der Wohn- und Nichtwohngebäude ermittelt. Die kommunale Wärmeplanung bezieht sich dabei auf das gesamte Gemeindegebiet und schließt damit auch vorhandene Gewerbe- und Industriegebiete mit ein.

Die Datenbeschaffung sowie das zur Verfügung stellen der Daten ist die Aufgabe der Gemeinde. Der Planer muss im Vorfeld erklären, welche Daten für die kommunale Wärmeplanung wichtig sind und welche zur ordnungsgemäßen Durchführung benötigt werden. Viele der erforderlichen Daten sind für die Gemeinde über öffentliche Quellen verfügbar (z.B. digitale Flurkarte, eigene Statistik, statistisches Landesamt usw.). Des Weiteren sind Stakeholder, Wohnungsbaugesellschaften etc. darum gebeten, Mitwirkung bei der zur Verfügungstellung der vorhandenen Daten zu zeigen.

Verwendete Datenquellen

Im Rahmen des Projekts kommunale Wärmeplanung Feldkirchen wurden für die Bestandsanalyse mehrere Datenquellen verwendet bzw. verarbeitet. Nachfolgend werden die zur Verfügung gestellten Datenquellen aufgelistet:

- Schornsteinfeger – Daten (Kehrbuch – Daten)
- Vorhandene Fragebögen in Bezug auf ein Wärmenetz
- Fragebogenaktion bzgl. Akteure
- Alkis Flurdaten, LOD2 Gebäudedaten (RIWA – GIS)
- Stromabsatzdaten (Bayernwerk)
- Statistische Daten aus den Gemeinden
- Zensus - Daten

Alle aufgelisteten Datenquellen wurden bei der Erstellung des kommunalen Wärmeplans stets berücksichtig und sorgfältig behandelt. Die Daten wurden in die Datenbank eingepflegt und dienen zur Treibhausgasbilanz – Erstellung sowie der Bildung von Zielszenarien.

Gebäudebestand

Die Datengrundlage für den aktuellen Gebäudebestand wurde mit der Zusammenführung von offenem Kartenmaterial, Zensus- und ALKIS-Daten sowie Daten der Gemeinde gebildet. Weitere Datenquellen wie z.B. die Bauleitplanung

Bayern wurden ebenso berücksichtigt. Auf Basis der Datenbank wurde eine tabellarische Übersicht sowie eine Auswertung erstellt.

Baualtersklasse (Zensus – Datengrundlage)

	Baujahr	Altersklasse	spezifische Heizlast in [W/m²]	Baualter	Anzahl	Anteil
vor	1940	1	180	vor 1919	20	4%
vor	1950	2	180	1919-1949	24	4%
vor	1960	3	180	1950-1959	77	14%
vor	1970	4	170	1960-1969	40	7%
vor	1980	5	115	1970-1979	67	13%
vor	1990	6	95	1980-1989	55	10%
vor	2000	7	75	1990-1999	98	18%
vor	2010	8	50	2000-2009	61	11%
vor	2020	9	40	2010-2015	46	9%
vor	2030	10	35	2016 und später	48	9%

Tabelle 1: Gebäudebestand (Zensus)

In Tabelle 1 ist die Auswertung der Gebäudeauswertung in Bezug auf die Baualtersklassen ersichtlich. Als Datengrundlage wurden hierfür die Zensus – Daten der Befragung herangezogen. Basierend auf diesen Datenbestand haben insgesamt 536 Hauseigentümer/-innen eine Auskunft bzgl. des Gebäudealters gegeben. Die Mehrheit (19%) liegt dabei im Bereich der Jahre 1990 – 1999. Lediglich 4% der Gebäude wurden vor 1940 erbaut.

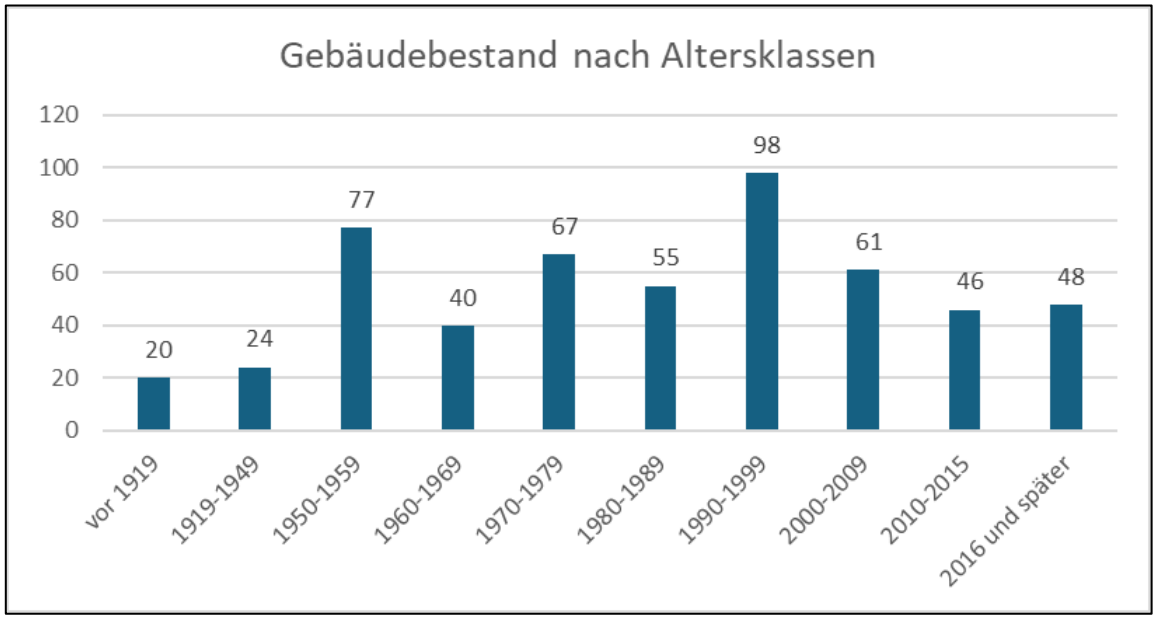


Abbildung 5: Diagramm - Gebäudebestand nach Baualtersklassen (Quelle: Zensus 2022)

Abbildung 5 dient als Veranschaulichung der in Tabelle 1 enthaltenen Daten. Dabei befinden sich auf der Abszisse die Baujahre und auf der Ordinate die Anzahl der beständigen Gebäude. Wie bereits erwähnt wurden die meisten Gebäude vor dem Jahr 2000 errichtet.

Energieträger der Heizung

Energieträger der Heizung	Anzahl	[%]
Gas	101	19
Heizöl	272	51
Holz, Holzpellets	77	14
Biomasse (ohne Holz), Biogas	-	-
Solar-/Geothermie, Wärmepumpen	49	9
Strom (ohne Wärmepumpe)	21	4
Kohle	-	-
Fernwärme (verschiedene Energieträger)	5	1
kein Energieträger (keine Heizung)	9	2

Tabelle 2: Energieträger der Heizung (Zensus)

Die vorhandenen Energieträger der installierten Heizungen sind in Tabelle 2 ersichtlich. Mehr als die Hälfte aller Heizungen werden mit Öl betrieben, was dazu führt, dass Potenzial für Sanierungen vorhanden ist. Der Anteil an Holz bzw. Pelletheizungen sowie Wärmepumpen fällt eher gering aus.

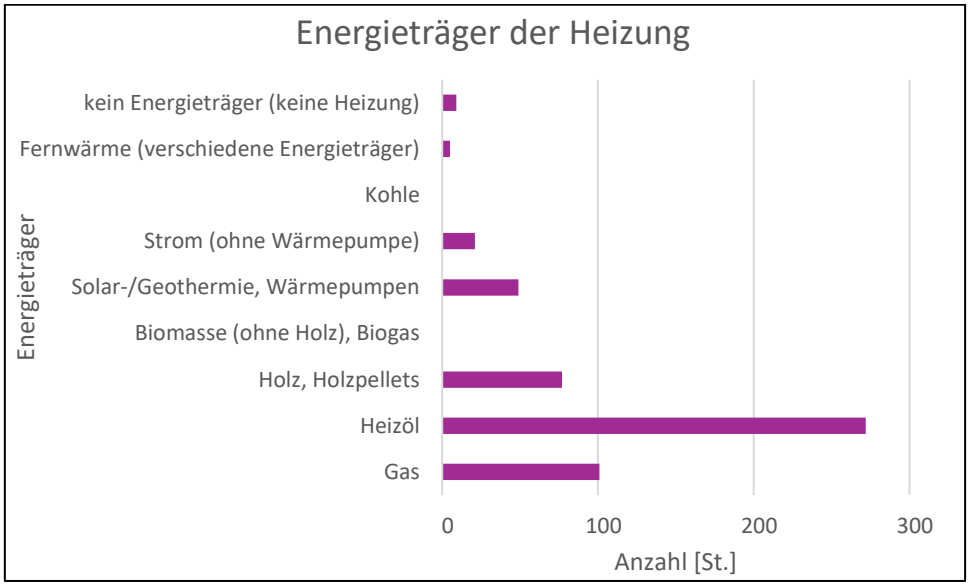


Abbildung 6: Diagramm – Energieträger (Quelle: Zensus 2022)

Abbildung 6 zeigt die grafische Auswertung der Energieträger. Durch das Diagramm soll verdeutlicht werden, wie die einzelnen Anteile der Energieträger ausfallen. Es ist deutlich zu erkennen, dass der Großteil der beständigen Heizungen mittels Heizöls betrieben wird. Durch ein bestehendes Gasnetz fällt der Anteil an Gasheizungen ebenfalls relativ hoch aus.

Zahl der Wohnungen im Gebäude

Zahl der Wohnungen im Gebäude				
1 Wohnung	2 Wohnungen	3-6 Wohnungen	7-12 Wohnungen	13 und mehr Wohnungen
436	50	37	9	-

Tabelle 3: Zahl der Wohnungen im Gebäude

Gebäudetyp – Bauweise

Gebäudetyp-Bauweise			
freistehendes Haus	Doppelhaushälfte	gereihtes Haus	anderer Gebäudetyp
413	58	47	15

Tabelle 4: Gebäudetyp - Bauweise

Die Zahl der Wohnungen im Gebäude sowie die Gebäudetyp – Bauweise sind in Tabelle 3 und 4 zu erkennen. Diese Daten wurden ebenso mittels Zensus aufgenommen.

Beheizte Flächen

Aus den GIS-Daten der Vermessungsverwaltung wurden für die Kommunale Wärmeplanung relevante Gebäude herausgefiltert.

Folgende Gebäudetypen wurden ausgefiltert:

- Garagen
- Nicht-Wohngebäude mit weniger als 50 m² Grundfläche und eingeschossig, da dies in der Regel ebenso Garagen o.ä. sind.
- Gebäude für Wirtschaft und Gewerbe, die an der gleichen Adresse wie ein Wohngebäude liegen und die fast ausschließlich Stallungen, Lagerräume, Schuppen sind.
- Tiefgaragen
- Umformer

- Wasserbehälter

In Folge ergeben sich für das gesamte Betrachtungsgebiet der Gemeinde Feldkirchen 841 beheizte Gebäude, welche in der kommunalen Wärmeplanung berücksichtigt werden.

Aus den LOD2-Daten wurden näherungsweise die Anzahl der Geschosse und der Dachgeschosse abgeleitet und daraus je Gebäude eine Annahme für die beheizte Fläche ermittelt. Diese dient als Grundlage für die Ermittlung von Wärmebedarf und CO2-Ausstoß. Dabei haben sich folgende Flächen ergeben:

- 533 Wohngebäude mit 122.156 m² beheizter Fläche
- 11 öffentliche Gebäude mit 3.053 m² beheizter Fläche
- 297 Gebäude für Wirtschaft und Gewerbe mit 41.061 m² beheizter Fläche

Klassifizierung der Baugebiete

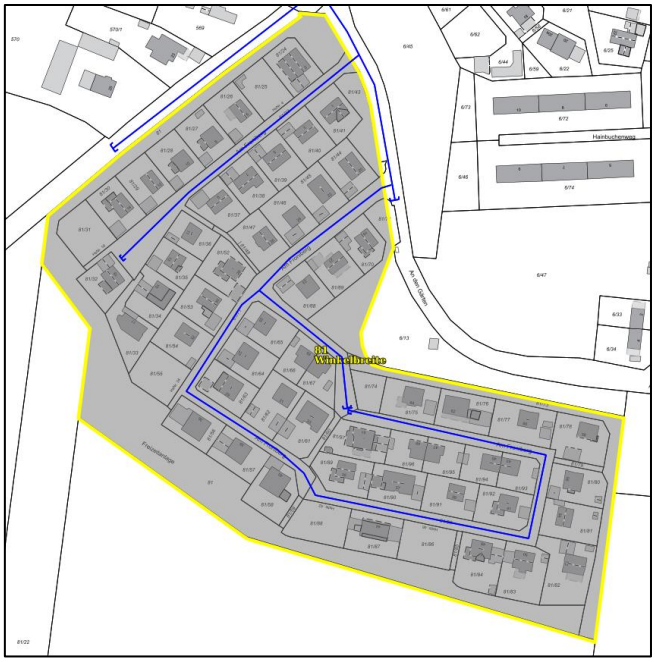


Abbildung 7: Ausschnitt Bauleitplanung - Winkelbreite

Mittels dem zentralen Landesportal für die Bauleitplanung Bayern konnten vorhandene Bebauungspläne der Gemeinde Feldkirchen abgerufen werden. Dadurch ließen sich die verschiedenen Baualtersklassen der Bestandsgebäude klassifizieren und in dem jeweiligen Cluster hinterlegen. Die restlichen Gebäude wurden straßenzugsweise via Google Maps (street – view) untersucht und bewertet. Schätzungsweise kann man sagen, dass die meisten Gebäude zwischen 1960 und 1980 erbaut wurden. Vereinzelt

sind Neubauten vorhanden, die geplanten Neubaugebiete wurden jedoch in den Clustern durch die vorhandenen Bebauungspläne explizit berücksichtigt. Die Gebiete, für welche ein Bebauungsplan öffentlich vorliegt, sind im GIS mit der Farbe gelb hinterlegt. Mit Hilfe des niedergeschriebenen Datums auf dem Plan kann gut abgeschätzt werden, in welchem Jahr die Wohngebäude erbaut wurden.

4. Potenzialanalyse

Allgemein

Die Potenzialanalyse umfasst die strukturierte Erfassung von Energiequellen für die erneuerbare Wärmeversorgung innerhalb der Region. Genau wie die Bestandsanalyse ist auch die Potenzialanalyse ein wesentlicher Schritt in der kommunalen Wärmeplanung. Die Potenzialanalyse zeigt Möglichkeiten auf, durch deren Umsetzung eine treibhausgasneutrale und nachhaltige Wärmeversorgung bis zum Jahre 2045 gewährleistet ist. Grundsätzlich lässt sich die Potenzialanalyse in drei wichtige Teilbereiche aufteilen:

Vorauswahl:

- Restriktionsflächen
  - Dies sind Flächen, denen eine vorrangige Nutzung zugesprochen wird
  - Festgehalten werden diese in regionalen Raumordnungsplänen
- Abstandsregeln
  - Gesetzlich bzw. planerisch festgelegte Abstände müssen eingehalten werden
- Geländeeignung
  - Gezielte Prüfung eines bestimmen Geländes

Lokale Restriktionen:

- Analyse von lokalen Einschränkungen
  - Sind Einschränkungen vorhanden? Wenn ja, welche?
- Neubaugebiete
  - Geplante und bereits vorhandene Neubaugebiete prüfen
- Einbezug von lokalem Wissen
  - Welche Informationen liegen bereits vor?

Eignungsklasse:

- Platzierung von Anlagen
  - In welchen Eignungsgebieten wäre eine Anlagenplatzierung am wirtschaftlichsten?
- Simulation des Ertrags
  - Welcher Ertrag würde sich dabei in Zukunft ergeben?
- Bewertung
  - In den Cluster – Auswertungen werden alle besprochenen Cluster beschrieben bzw. die Ergebnisse niedergeschrieben

Der Fokus liegt dabei auf den technischen Möglichkeiten zur Erschließung erneuerbarer Wärmequellen in dem jeweiligen Untersuchungsgebiet. Von der gesamten Gemeinde wurden interne Datensätze sowie umfassende Daten aus öffentlichen Quellen eingearbeitet und berücksichtigt. Nachfolgend ein paar Beispiele, welche Potenziale berücksichtigt werden können:

- Biomasse: Erschließbare Energie aus organischen Materialien
- Windkraft: Erzeugter Strom mittels Windenergie
- Solarthermie (Freifläche & Aufdach): Nutzbare Wärmeenergie aus Sonnenstrahlung
- Photovoltaik (Freifläche & Aufdach): Stromerzeugung durch Sonneneinstrahlung
- Industrielle Abwärme: Erschließbare Restwärme aus industriellen Prozessen
- Abwärme aus Klärwerken: Erschließbare Restwärme aus Abwasserbehandlungsanlagen

Insgesamt gibt es vier verschiedene Arten der Potenziale, welche wie folgt beschrieben werden können:

Theoretisches Potenzial:

Das theoretische Potenzial beschreibt das physikalisch vorhandene Potenzial der Region wie z.B. die Wärmeerzeugung über einen Biomassekessel für eine bestimmte Anzahl an Hausanschlüssen.

Technisches Potenzial:

Das technische Potenzial ist die Eingrenzung des theoretischen Potenzials unter Berücksichtigung der gesetzlichen Rahmenbedingungen und technologische Möglichkeiten. Somit kann das technische Potenzial auch als obere Grenze betrachtet werden. Es wird nochmals differenziert in:

- Geeignetes Potenzial mit weichen und harten Restriktionen, sprich unter Anwendung von weichen und harten Kriterien
- Bedingt geeignetes Potenzial unter Anwendung von harten Restriktionen

Wirtschaftliches Potenzial:

Das wirtschaftliche Potenzial ist die Eingrenzung des technischen Potenzials unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit. Inhalt dabei sind z.B. Material- und Erschließungskosten sowie Betriebskosten und erzielbare Energiepreise.

Realisierbares Potenzial:

Ob ein geplantes Projekt tatsächlich umsetzbar ist, hängt von zusätzlichen Faktoren wie z.B. Akzeptanz, raumplanerische Abwägung von Flächenkonkurrenz, kommunale Prioritäten oder ähnlichem ab. Unter Berücksichtigung der genannten Punkte spricht man auch von einem „praktisch nutzbarem Potenzial“.

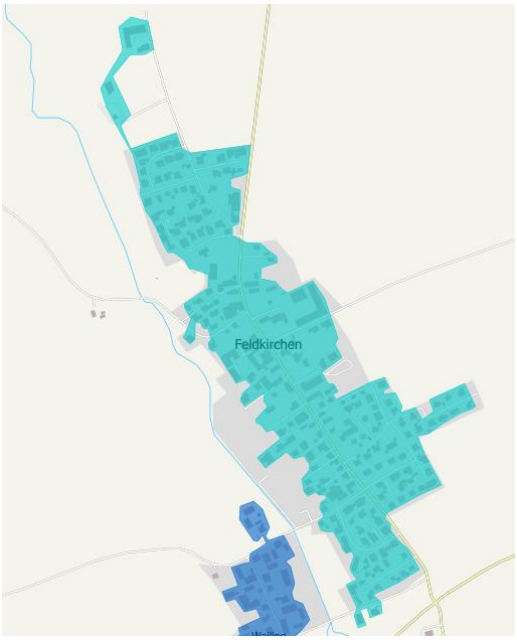
Die Potenziale sind in den Cluster – Auswertungen hinterlegt. Es erfolgte für jedes Cluster eine Beurteilung in Bezug auf ein Nahwärmenetz. Bestehende oder geplante Nahwärmenetze wurden in den Zeichenebenen berücksichtigt.

Alle relevanten Gemarkungen rund um die Gemeinde Feldkirchen wurden mittels einer Zeichenebene im RIWA – GIS hinterlegt bzw. gekennzeichnet. Solche Gebiete werden als „Cluster“ bezeichnet und sind ein wichtiger Bestandteil jeder Potenzialanalyse. Es wurden insgesamt 7 Gebiete erfasst und in einer Besprechung die wichtigsten Daten und Informationen besprochen sowie notiert. Nachfolgend werden die untersuchten Cluster der vier Kommunen aufgelistet:

Feldkirchen (Gemeindekern), Weiling, Mitterharthausen, Mitterharthausen - Wohnblöcke, Opperkofen, Gundhöring und Hirschkofen.

Die aufgelisteten Gebiete wurden auf mögliche Potenziale geprüft und die Ergebnisse der Besprechung wurden für jedes Cluster in den jeweiligen Cluster-Berichten niedergeschrieben.

Cluster – Auswertung



Fläche des Clusters
Fläche der Flurstücke, die im Cluster liegen
Fläche: 250.942 m²; 25,1 ha; 0,25 km²

Gebäudebestand
Vorwiegende Baualtersklasse: alle Baualtersklassen vertreten
Anteil fossile Heizung: 82,6%

	Anzahl	beheizte Fläche [m²]	geschätzte Heizlast [kW]	geschätzter Wärmebedarf [MWh]
Wohngebäude	217	40.575	3.855	6.938
öffentliche Gebäude	5	2111	201	281
Gewerbegebäude	21	3318	315	441
gesamt		**46.004**	**4.371**	**7.660**

Tabelle 5: Cluster - Auswertung Gemeindekern

Kennzahlen

CO2-Ausstoß gesamt [t/a]	2.046	CO2-Ausstoß bezogen auf beh. Fläche [kg/a*m²]	44
Heizlast bezogen auf beh. Fläche [W/m²]	95	Wärmebedarf bezogen auf beh. Fläche [kWh/a*m²]	167

Tabelle 6: Kennzahlen des Clusters

Beurteilung Eignung Wärmenetz

Wärmedichte [MWh/ha*a]	305	Empfehlung für Niedertemperaturnetze im Bestand
Flächendichte [MW/km²]	17,4	eventuell wirtschaftlich

Tabelle 7: Beurteilung – Wärmenetzeignung

Mögliche Maßnahmen

Für den Gebäudebestand: Gebäudesanierung prüfen

Für Wärmenetze: Nahwärmenetz aufbauen

Potential nach 2% Gebäudesanierung pro Jahr

Geschätzte Heizlast im Jahr 2045 [kW]	1.840
Geschätzter Wärmeverbrauch im Jahr 2045 [MWh]	3.225

Tabelle 8: Sanierungspotenzial

Die eingefügten Tabellen 5 bis 8 zeigen die Cluster – Auswertungen der Gemeinde Feldkirchen. Für alle gebildeten Cluster wurde eine Übersicht mit den dazugehörigen Auswertungen erstellt. Zusammenfassend werden auf Basis der Bestandsanalyse mögliche Potenziale im Bereich der Wärmeplanung ermittelt, weshalb die Beurteilung der Cluster ein wesentlicher Bestandteil jeder Potenzialanalyse sind. Die Dokumente werden im Anhang dieses Berichts beigefügt. Die Auswertungen lassen sich in mehrere Teilbereiche gliedern:

1. Gebäudebestand

Alle Bestandgebäude wurden hinsichtlich der Baualtersklassen untersucht und in die Datenbank eingepflegt. In Feldkirchen liegen somit alle Baualtersklassen vor. Des Weiteren wurden die Gebäude in verschiedene Kategorien unterteilt, nämlich in Wohngebäude, öffentliche Gebäude, Gewerbegebäude und zu klärende Gebäude. Den einzelnen Kategorien wird jeweils noch die Gebäudeanzahl, beheizte Fläche in [m²], geschätzte Heizlast in [kW] und der geschätzte Wärmebedarf in [MWh] zugeordnet.

2. Kennzahlen

Die wichtigsten Kennzahlen im Bereich der kommunalen Wärmeplanung sind der gesamte CO2 – Ausstoß je Cluster in [t/a], CO2 – Ausstoß bezogen auf die beheizte Fläche in [kg/m²*a], die Heizlast bezogen auf die beheizte Fläche in [W/m²] und der Wärmebedarf bezogen auf die beheizte Fläche in [kWh/a*m²]. Diese ermittelten Kennzahlen dienen als Grundbaustein für die Zielszenarienentwicklung. Ziel ist es diese Werte zukünftig zu senken, um die Treibhausgasneutralität flächendeckend zu erreichen.

3. Beurteilung einer Wärmenetzeignung

Jedes erstellte Cluster erhält eine Beurteilung hinsichtlich der Eignung für ein Wärmenetz. Die Kriterien für die Beurteilung befinden sich jeweils auf der ersten Seite der Cluster – Berichte. Dies sind Richtwerte, welche vom Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz mittels dem Wärmeplanungsgesetz (WPG) angelehnt an §18 und §19 berücksichtigt werden müssen. Für eine tatsächliche Umsetzung und Planung eines Wärmenetzes muss in jedem Fall eine Machbarkeitsstudie sowie eine Berechnung der Wirtschaftlichkeit durchgeführt werden. Die Eignung ist abhängig von der Wärmedichte in [MWh/ha*a] sowie der Flächendichte in [MW/km²]. Andere Faktoren wie z.B. die geografische Lage oder der Höhenunterschied innerhalb eines Gebietes sind ebenfalls von hoher Priorität und müssen berücksichtig werden.

Wärmenetze wurde im Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (2020) ausgewiesen und ist in Tabelle 11 dargestellt.

Tabelle 11: Wärmenetzeignung in Abhängigkeit von der Wärmedichte. Quelle: Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (2020)

Wärmedichte [MWh/ha*a]	Einschätzung der Eignung zur Errichtung von Wärmenetzen
0–70	Kein technisches Potenzial
70–175	Empfehlung von Wärmenetzen in Neubaugebieten
175–415	Empfohlen für Niedertemperaturnetze im Bestand
415–1.050	Richtwert für konventionelle Wärmenetze im Bestand
> 1.050	Sehr hohe Wärmenetzeignung

Zu Wärmeliniendichten können folgende Empfehlungen formuliert werden (Tabelle 12).

Tabelle 12: Wärmenetzeignung in Abhängigkeit von der Wärmeliniendichte. Quelle: ifeu 2024, angelehnt an Stadt Hamburg (2019)

Wärmelinien-dichte [MWh/m*a]	Einschätzung der Eignung zur Errichtung von Wärmenetzen
0–0,7	Kein technisches Potenzial
0,7–1,5	Empfehlung für Wärmenetze bei Neuerschließung von Flächen für Wohnen, Gewerbe oder Industrie
1,5–2	Empfehlung für Wärmenetze in bebauten Gebieten
> 2	Wenn Verlegung von Wärmetrassen mit zusätzlichen Hürden versehen ist (z. B. Straßenquerungen, Bahn- oder Gewässerquerungen)

Abbildung 8: Richtwerte Wärmenetzeignung

Abbildung 8 beinhaltet die Tabellen mit den Richtwerten in Bezug auf die Wärmenetzeignung des jeweiligen Clusters. In Anbetracht der Beurteilung wird differenziert zwischen der Wärmedichte in [MWh/ha*a] und der Wärmeliniendichte in [MWh/m*a]. Beide Werte sind sehr wichtig, da diese eine große Rolle in der Wärmenetzplanung einnehmen. Dabei beschreibt die Wärmeliniendichte die Wärmemenge, die ein Wärmenetz pro Leitungslänge transportiert. Diese wird für jede Rohrleitung berechnet und gibt den Planern Auskunft über die Wirtschaftlichkeit und Effizienz des jeweiligen Trassenabschnitts. Die Berechnung entspricht der Division der

transportierten Wärmemenge durch die Leitungslänge stromab des entsprechenden Rohrabschnitts. Die Wärmedichte ist abhängig von der Bebauungsdichte sowie der Bausubstanz. Je höher die Wärmedichte, desto höher ist die Wirtschaftlichkeit des Wärmenetzes zu beurteilen. D.h. bei einer hohen Anschlussdichte und geringen Trassenlängen ist ein optimaler Betrieb wahrscheinlich gewährleistet. Die Beurteilung ist kein Ersatz für die Machbarkeitsstudie hinsichtlich eines Wärmenetzausbaus, da andere Faktoren wie z.B. die geographische Lage des Netzes oberste Priorität besitzen.

Vorstudie – Wärmenetz

In Feldkirchen befindet sich aktuell ein Wärmenetz mit Heizzentrale in der Vorstudie. Die Auswertung der Fragebögen ergab, dass 100 Hauseigentümer/-innen Interesse haben kurzfristig, mittelfristig oder langfristig an ein Wärmenetz anzuschließen.

Abbildung 9: GIS - Abnehmer Wärmenetz

Abbildung 9 zeigt einen Ausschnitt des Wärmenetzes. Unterschieden wird dabei in kurzfristig (grün), mittelfristig (gelb) und langfristiger (rot) Anschluss. Die Interessenten

sind verteilt auf die gesamte Gemeinde. Durch den hohen Anteil an fossilen Heizungen ist in jedem Fall Potenzial für eine Umsetzung vorhanden.

4. Sanierungspotenzial

In der Potenzialanalyse wurde eine Sanierungsquote von 2% pro Jahr angesetzt. Eine Quote von 2% bedeutet, dass theoretisch in 50 Jahren alle Gebäude innerhalb dieses Clusters saniert sind. Laut Studien liegt die Quote für energetische Sanierungen im deutschen Gebäudebestand aktuell bei ca. 0,7% (Stand 10/24).

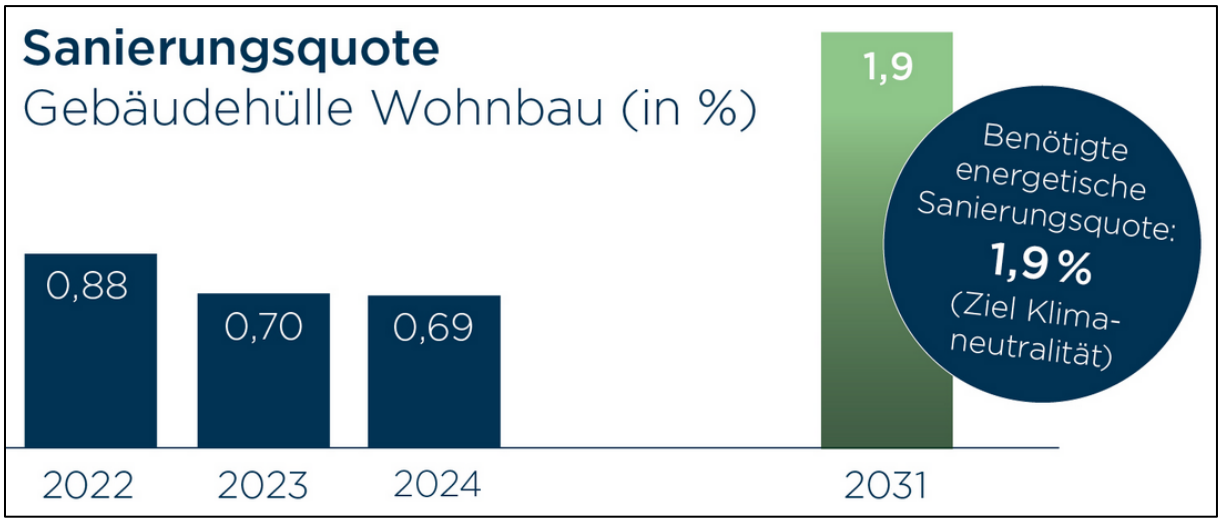


Abbildung 10: Sanierungsquote Deutschland – Gebäudehülle
(Quelle: https://buveg.de/sanierungsquote/)

In Abbildung 10 sind die Sanierungsquoten des deutschen Gebäudebestandes der letzten drei Jahre ersichtlich. Erkennbar dabei ist, dass seit dem Jahr 2022 die Sanierungsquote abgenommen hat, von 0,88% auf 0,69%. Eine theoretische Sanierungsquote von 1,9 – 2,0% ist daher in der Realität sehr schwer umzusetzen, was dazu führt, dass der Ansatz einer Quote von 1,5% sinnvoller ist. Auftretende Sanierungen müssen in den kommunalen Wärmeplan eingetragen und angepasst werden.

Abbildung 11: Sanierungsquote Deutschland - Dach in [%]

Auch die Anzahl an Dachsanierungen ist in den letzten Jahren gesunken. Von ursprünglich 0,96% (2022) auf aktuell 0,74% (2024).

Abbildung 12: Sanierungsquote Deutschland - Fassade in [%]

Die Erneuerungen von Hausfassaden liegen prozentual betrachtet deutlich und den Dächern sowie den Fenstern. Die Hausfassade ist ein wichtiger Bestandteil der Gebäudehülle und ist wichtig in Bezug auf die Heiztechnik. Dort liegt die Quote aktuell bei ca. 0,5%.

Abbildung 13: Sanierungsquote Deutschland - Fenster in [%]

Abbildung 13 liefert einen Überblick der Fenster – Sanierungen. Auch diese sind in den letzten zwei Jahren wieder gesunken. Diese Quote lag ursprünglich bei fast 1,4%.

Die Abbildungen 11 bis 13 dienen als Überblick, in welchem Bereich sich die verschiedenen Quoten hinsichtlich einer Gebäudesanierung befinden. Diese dienen als Erläuterung, weshalb eine Sanierungsquote von 1,5% bezüglich dem Endbericht angesetzt wurde.

Mögliche Potenziale (Energieatlas – Bayern)

Strom

Mittels dem Energieatlas Bayern können bestimmte Auswertungen in Bezug auf die Energieversorgung recherchiert werden. Nachfolgend wird auf verschiedene Potenziale eingegangen und deren Bedeutung erläutert.

Gemeinde	**Feldkirchen**
Stromproduktion Photovoltaik	6.047 MWh, 100,0 % (2023)
Stromproduktion aus EE (Summe)	6.047 MWh, 100 % (2023)
Hinweis Stromproduktion	Wasserkraft: Wert berechnet (für Nicht-EEG-Anlagen wurden durchschnittliche Volllaststunden angenommen); alle anderen: nur EEG-Meldungen, ausschließlich Netzeinspeisung

Tabelle 9: Strom

In Tabelle 9 sind die Werte für die Stromproduktion aus Photovoltaik und Erneuerbaren Energien ersichtlich. Die Werte belaufen sich auf 6.047 MWh für das Jahr 2023.

Biogas

Gemeinde	**Feldkirchen**
Technisches Biogaspotenzial gesamt	1.854.109 m³ CH4/a
Technisches Biogaspotenzial gesamt (elektrisch)	7.249.566 kWh/a
ANTEILE AM TECHNISCHEN BIOGASPOTENZIAL NACH SEKTOREN	
Pflanzliche Biomasse - Erntehauptprodukte	198.650 m³ CH4/a (10,7 %)
Pflanzliche Biomasse - Erntenebenprodukte	1.556.256 m³ CH4/a (83,9 %)
Organischer Abfall ...	42.965 m³ CH4/a (2,3 %)
davon kommunales Biogut (Biotonne)	25,1 %
davon kommunales Grüngut (Garten und Parkabfälle)	9,3 %
davon Organik im Hausmüll	21,1 %
davon gewerbliche organische Abfälle (Lebensmittelabfälle)	20,3 %
davon Landschaftspflegeabfälle	24,2 %
Gülle und Festmist ...	56.238 m³ CH4/a (3,0 %)
davon Gülle	65,8 %
davon Festmist	34,2 %

Tabelle 10: Biogas - Potenzial

Tabelle 10 liefert einen Überblick über das technische Biogaspotenzial. Dabei wird differenziert in Biogaspotenzial gesamt und die Aufteilung der bestimmten Sektoren. Laut Energieatlas Bayern beträgt das theoretische technische Biogaspotenzial für die Gemeinde Feldkirchen insgesamt 1.854.109 m³ CH4/a. Der Umrechnungsfaktor für den Energiegehalt in dem Methan (CH4) lautet 9,97 kWh Energie pro m³ Methan.

Somit beläuft sich der gesamte Energiegehalt der Gemeinde Feldkirchen in Bezug auf das anfallende Methangas (Biogas) auf 18,49 GWh/a. Dabei fallen ca. 10,7% der Energie (1,98 GWh/a) auf den Sektor pflanzliche Biomasse – Erntehauptprodukte und ca. 83,9% (15,52 GWh/a) auf die Erntenebenprodukte. Bei dem Rest handelt es sich um organischen Abfall und Gülle/Festmist.

Solarenergie

Gemeinde	**Feldkirchen**
PV-Potenzial auf Dachflächen (Stromproduktion)	25.582 MWh
PV-Ausbaustand auf Dachflächen (Stromproduktion)	4.762 MWh
Verbleibendes PV-Potenzial auf Dachflächen (Stromproduktion)	20.820 MWh
Ausbaugrad (PV)	18,6 %
Anteil denkmalgeschützter Gebäude am PV-Dachflächenpotenzial	20,8 %
Solarthermie-Potenzial (Warmwasserbereitung; alternativ zu PV-Nutzung)	2.150 MWh
ANTEILE AM PV-DACHFLÄCHENPOTENZIAL NACH NUTZUNGSART	
Wohngebäude	25,3 %
Öffentliche Gebäude	10 %
Gebäude Gewerbe/Handel/Dienstleistungen	4,3 %
Industrielle Gebäude	1,4 %
Unbeheizte Gebäude	64,3 %
Sonstige Gebäude	2,8 %
Stand	31.12.2023

Tabelle 11: Solarenergie

Die Aufteilung und Nutzung von Solarenergie ist in Tabelle 11 ersichtlich. Die Nutzungsart wird durch die Art des Gebäudes beschrieben. Dabei wird unterschieden in Wohngebäude, öffentliche Gebäude, industrielle Gebäude, unbeheizte Gebäude etc. Der größte Anteil der PV – Anlagen befindet sich auf unbeheizten Gebäuden sowie Wohngebäuden.

Photovoltaikanlagen

Beschreibung	274 Anlagen bis 30 kWp in der Gemeinde Feldkirchen (aggregiert wg. Datenschutz)
Leistung	3.341 kWp
Netzeinspeisung	2.450.230 kWh (2023)
Stromproduktion	2.621.421 kWh (2023)

Tabelle 12: Photovoltaik

Innerhalb der Gemeinde Feldkirchen befinden sich 274 PV – Anlagen mit einer Leistung bis zu 30 kWp (Tabelle 12). Die Netzeinspeisung beläuft sich auf ca. 2,45 GWh, die Stromproduktion auf 2,621 GWh.

Erdwärmesonden

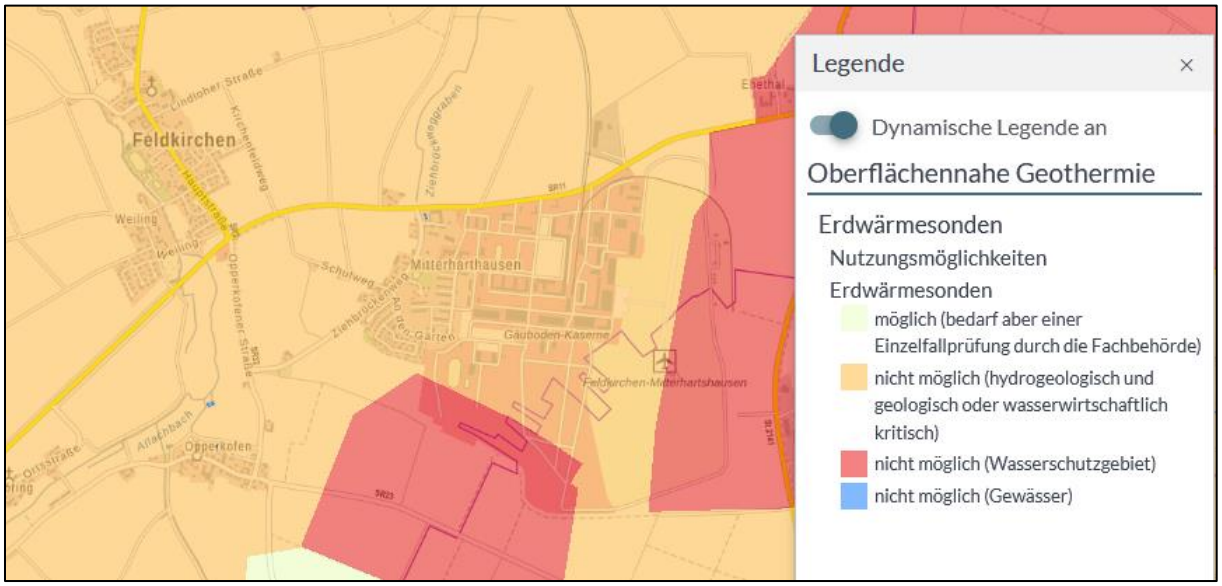


Abbildung 14: Übersicht - Erdwärmesonden
(Quelle: Umweltatlas Bayern)

Abbildung 14 zeigt die möglichen Eignungsgebiete für die Umsetzung einer oberflächennahen Geothermie. Dabei wird unterschieden in möglich (bedarf aber einer Einzelfallprüfung durch die Fachbehörde), nicht möglich (hydrogeologisch und geologisch oder wasserwirtschaftlich kritisch), nicht möglich (Wasserschutzgebiet) und nicht möglich (Gewässer). Zentral in Feldkirchen sowie rund um den Gemeindekern ist laut dem Umweltatlas Bayern eine Umsetzung hydrogeologisch und geologisch oder wasserwirtschaftlich kritisch zu beurteilen (orange hinterlegt). Nord – östlich unterhalb der Gemarkung Mitterharthausen ist durch ein Wasserschutzgebiet eine Umsetzung grundsätzlich nicht möglich.

Erdwärmekollektoren

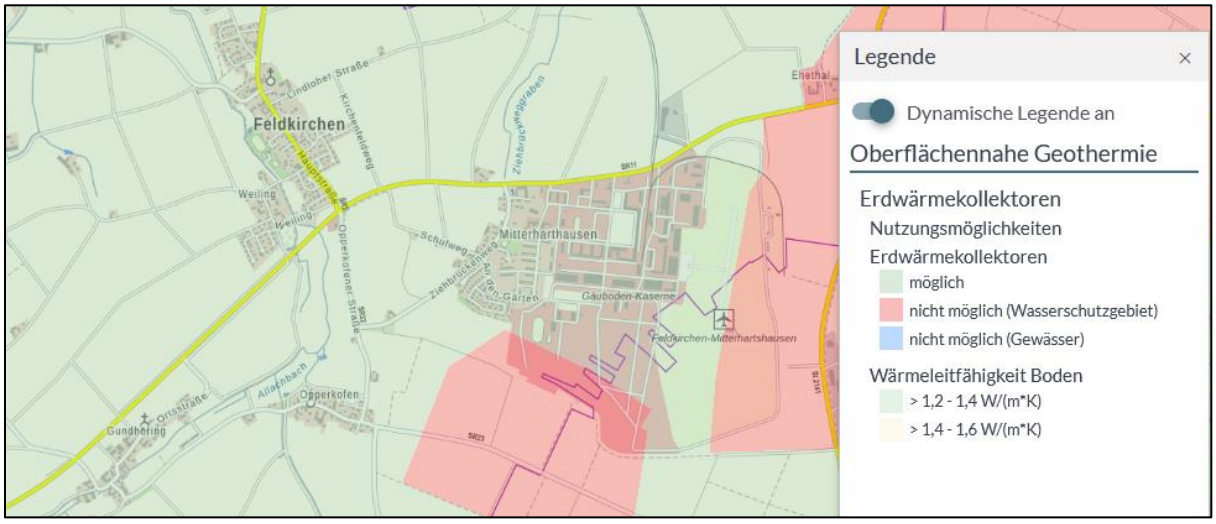


Abbildung 15: Übersicht - Erdwärmekollektoren
(Quelle: Umweltatlas Bayern)

Neben der Eignung für Erdwärmesonden gibt es ebenso die Eignung für Erdwärmekollektoren (Abbildung 15). Dabei wird unterschieden in möglich, nicht möglich (Wasserschutzgebiet) und nicht möglich (Gewässer). Die Legende beinhaltet auch die Wärmeleitfähigkeit des Bodens. Die Integration von Erdwärmekollektoren ist in Feldkirchen möglich. Unterhalb der Gemarkung Mitterharthausen ist dies wegen einem Wasserschutzgebiet nicht möglich.

PV – Freiflächenkulisse

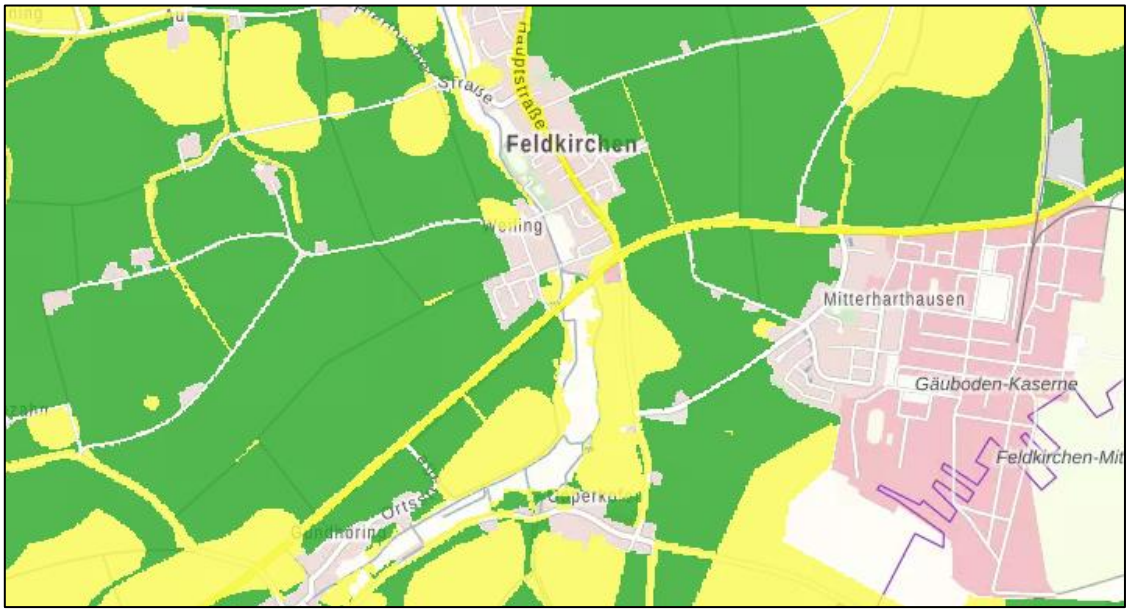


Abbildung 16: PV - Freiflächenkulisse
(Quelle: Energieatlas Bayern)

Die PV – Freiflächenkulisse kann ebenfalls im Energieatlas recherchiert werden. Dies ist eine bayernweite Übersichtskarte, die Potenzialflächen für die Errichtung von klassischen Freiflächen – Photovoltaikanlagen (keine Sonderformen) zeigt. In Form einer groben ersten Beurteilung werden die Potenzialflächen basierend auf bestimmten Restriktionen nach Eignung unterschieden. Dabei kennzeichnen die grün hinterlegten Flächen eine für Freiflächen – PV voraussichtlich geeignete Fläche basierend auf dem Kriterienkatalog. Die gelben Flächen zeigen die bedingt geeigneten Flächen, welche einer besonderen Prüfung unterzogen werden müssen, um die Eignung genau beurteilen zu können.

Wärmebedarfsdichte

Abbildung 17: Wärmebedarfsdichte
(Quelle: Energieatlas Bayern)

Der aggregierte Wärmebedarf in [MWh/a] von Wohn- und Nichtwohngebäuden ist in Abbildung 17 farblich gekennzeichnet. Die abgebildeten Rechteckflächen sind jeweils 100x100 m Raster. Beständige Industriegebäude sind dabei ausgeschlossen. Mittels der Daten kann eine Ersteinschätzung vorgenommen werden, ob in bestimmten Bereichen z.B. durch eine hohe Wärmebedarfsdichte die Erschließung eines Wärmenetzes sinnvoll wäre.

Die entsprechende Legende:

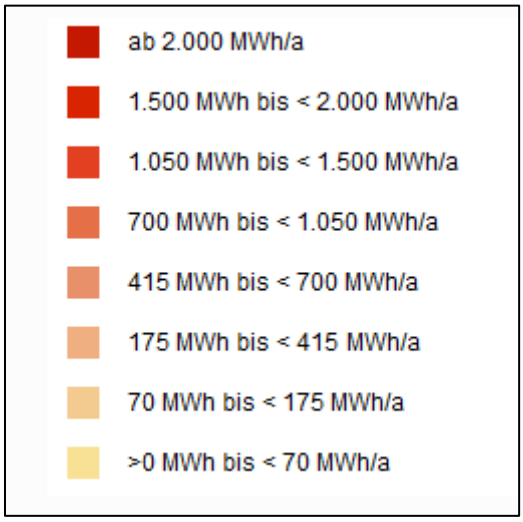


Abbildung 18: Legende

Hinterlegt ist die Wärmebedarfsdichte in einem Intervall von 0 bis über 2.000 MWh/a. Die Gemeinde Feldkirchen beinhaltet alle Bereiche. In Mitterharthausen liegt der Wärmebedarf pro Hektar bei 2476,07 MWh/a.

5. Potenziale für Sanierung (Einzelmaßnahmen)

Die energetische Sanierung des Gebäudebestands stellt ein zentrales Element zur Erreichung der kommunalen Klimaziele dar. Der größte Anteil an Sanierungspotenzial liegt in den Gebäuden, welche zwischen 1960 und 1980 erbaut wurden. Diese Gebäude sind sowohl in der Anzahl als auch in ihrem energetischen Zustand besonders relevant. Vereinzelt liegen auch Gebäude vor, die früher erbaut wurden, jedoch hält sich dieser Anteil gering.

Maßnahme	Kosten	Amortisationszeit
Dämmung des Daches	125€ / m²	8 – 18 Jahre
Dämmung der Außenwand	160€ / m²	8 – 14 Jahre
Dämmung der Kellerdecke	40€ / m²	14 – 18 Jahre
Austausch der Heizung	Ab 10.000 €	7 – 10 Jahre
Austausch der Fenster	Ab 500€ / Fenster	8 – 15 Jahre
PV-Anlage installieren	Ab 5.000 €	10 – 15 Jahre

Quelle: https://www.homeday.de/de/blog/energetische-sanierung/

Abbildung 19: Übersicht - Kosten für Sanierungsmaßnahmen

Abbildung 19 zeigt eine Übersicht der ungefähren Kosten bestimmter Sanierungsmaßnahmen. Es handelt sich hierbei um Richtwerte, die tatsächlichen Kosten können von den Richtwerten abweichen. Ein erhöhtes Sanierungspotenzial ist besonders im Wohnbereich vorhanden. Durch eine energetische Verbesserung der Gebäudehülle können signifikante Energieeinsparungen erzielt werden. Wenn die genannten Arten der Sanierung in Kombination mit einem Heizungsaustausch stattfinden, bietet dies insbesondere für Gebäude mit einer Einzelversorgung einen großen Hebel. Das vorhandene Sanierungspotenzial bietet nicht nur eine Möglichkeit zur Reduzierung des Energiebedarfs, sondern auch zur Steigerung des Wohnkomforts und zu einer Wertsteigerung der Immobilien. Auch Einzelmaßnahmen spielen in der kommunalen Wärmeplanung eine große Rolle, deshalb sind diese ein integraler Bestandteil des Wärmeplans.

Betrachtung Sanierungsquoten					
runden auf Nachkommastellen	0				
Häuser werden saniert, wenn älter als	30 [Jahre]				
Start der Betrachtung	2025				
Ende der Betrachtung	2025				
Sanierungsquote	1,5%				
sanierte Gebäude erhalten Altersklasse	8				
durchschnittlicher CO2-Ausstoß fossil [g CO2/kWh]	285				
Vollbenutzungsstunden Wohngebäude	1800				
Vollbenutzungsstunden Nicht-Wohngebäude	1400				
Startwert Anteil fossile Heizung	69,7%				
Verringerung fossiler Heizung	3,5%				
Häuser werden saniert, wenn älter als	1995	2000	2005	2010	2015
Jahr	**2025**	**2030**	**2035**	**2040**	**2045**
Anzahl gesamt	536	536	536	536	536
Anzahl sanierungsfähig, wenn keine Sanierung	283	283	381	381	442
Anzahl Sanierung bei 1,5%	8	8	8	8	8
Anzahl der noch zu sanieren bei 1,5%	275	235	293	253	274

Tabelle 13: Sanierungsquote Feldkirchen

Basierend auf den aktuell vorliegenden Daten im Rahmen der Bestandsanalyse wurden erste Berechnungen im Bereich der Potenzialanalyse durchgeführt (Tabelle 13), welche nachfolgend aufgezeigt werden. Die ausführlichen Berechnungen

hinsichtlich Zielszenario und Potenziale werden im Endbericht der kommunalen Wärmeplanung genauer erläutert und beschrieben. Ein wichtiger Punkt der Potenzialanalyse ist die Einführung einer Sanierungsquote für die beständigen Gebäude. Diese Quote ist der Prozentsatz der Gebäude, welche saniert werden müssen, um die Treibhausgasneutralität bis zum Zieljahr 2045 zu erreichen. Laut Gesetz ist für die Berechnung der Sanierungen eine Quote von 1,5 – 2% anzusetzen. Im Jahre 2024 lag die Sanierungsquote der Gebäudehüllen in Deutschland bei 0,69%.

Förderungen durch das Gebäude – Energie – Gesetz (GEG):

Durch den Beschluss des GEG ist die Nutzung von mindestens 65% erneuerbaren Energien spätestens ab 2028 für alle neuen Heizungen verbindlich geworden. Mit dem Inkrafttreten am 01. Januar 2024 ist somit auch die überarbeitete BEG (Bundesförderung für effiziente Gebäude) – Einzelmaßnahmen – Förderrichtlinie gültig. Seit dem 27. Februar 2024 kann die neue Heizungsförderung für den Austausch einer Heizungsanlage bei der KfW (Kreditanstalt für Wiederaufbau) beantragt werden.

Dabei kann eine Grundförderung von 30% der Kosten für den Einbau einer neuen Heizung auf Basis von erneuerbaren Energien in Bestandsgebäuden beantragt werden. Diese Förderung steht wie bisher allen privaten Hauseigentümerinnen und -eigentümern, Vermieterinnen und Vermietern, Unternehmen, gemeinnützigen Organisationen, Kommunen sowie Contractoren zur Verfügung. Wenn es sich um einen Einbau einer Wärmepumpe handelt, welche als Wärmequelle Wasser, Erdreich oder Abwasser nutzt oder ein natürliches Kältemittel in dem Kreislauf verwendet wird, ist ein zusätzlicher Effizienz – Bonus von 5% erhältlich. Wenn verbaute Biomasseheizungen einen Staub – Emissionsgrenzwert von 2,5 mg/m³ einhalten, wird zudem ein Zuschlag von 2500 Euro gewährt.

Der Klimageschwindigkeits – Bonus von 20% wird selbstnutzenden Hauseigentümerinnen und -eigentümern gewährt, wenn diese eine alte und ineffiziente Heizung bis 31. Dezember 2028 austauschen. Nach Ablauf des 31. Dezember 2028 sinkt dieser Prozentsatz alle zwei Jahre um 3% ab. Gültig ist dieser Bonus für den Austausch von funktionstüchtigen Öl-, Kohle-, Gasetagen- oder Nachtspeicherheizungen sowie mehr als 20 Jahre alten Biomasse- und Gasheizungen.

Eine weitere Förderung ist der einkommensabhängige Bonus von 30%. Dieser kann von Eigentümerinnen und Eigentümer beantragt werden, wenn diese ein zu versteuerndes Jahreshaushaltseinkommen von bis zu 40.000 Euro nicht überschreiten.

Die aufgezählten Boni sind kumulierbar, sprich diese können aufsummiert werden. Wichtig dabei ist, dass der maximale förderfähige Prozentsatz von 70% nicht überschritten werden kann. Zudem betragen die maximal förderfähigen Ausgaben für einen Heizungstausch 30.000 Euro. Wenn also die Kosten der Baumaßnahme genau 30.000 Euro betragen, können bis zu 21.000 Euro gefördert werden. Gültig ist dies für ein Einfamilienhaus bzw. die erste Wohneinheit in einem Mehrparteienhaus. Liegt ein Mehrparteienhaus vor, so erhöhen sich die maximal förderfähigen Ausgaben um jeweils 15.000 Euro für die zweite bis sechste sowie jeweils um 8.000 Euro ab der siebten Wohneinheit.

Vermieterinnen und Vermieter erhalten ebenfalls den Grundfördersatz von 30%. Dazu kommen ggf. 5% Effizienz – Bonus oder pauschal 2.500 Euro durch das Einhalten der Staub – Emissionsgrenze. Die Kosten, welche sich Vermietende durch eine Förderung sparen, dürfen nicht auf die Mieterinnen und Mieter umgelegt werden. Somit wird ein akuter Anstieg der Miete eingedämmt.

Grundsätzlich wird in Bezug auf die Förderungen differenziert in einmal den reinen Heizungsaustausch und des Weiteren Zuschüsse für weitere Effizienzmaßnahmen bzgl. des Gebäudes wie z.B. für eine Dämmung der Gebäudehülle, Anlagentechnik und die Optimierung der Heizung. Für weitere Effizienzmaßnahmen beträgt der Grundfördersatz weiterhin 15%. Wenn ein individueller Sanierungsfahrplan (iSFP) vorliegt gibt es weitere 5% Bonus. Der Maximalbetrag, welcher bei weiteren Effizienzmaßnahmen gefördert werden kann, liegt bei 60.000 Euro, wenn ein individueller Sanierungsfahrplan vorliegt. Liegt kein Sanierungsfahrplan vor, so ist der Maximalbetrag begrenzt auf 30.000 Euro.

Zusammengefasst ist es möglich, beide Förderungen zu addieren. In der Summe können somit für ein Einfamilienhaus bzw. die erste Wohneinheit in einem Mehrfamilienhaus insgesamt bis zu 90.000 Euro der Sanierung gefördert werden, wenn ein Heizungsaustausch und weitere Effizienzmaßnahmen mit einem

dazugehörigen individuellen Sanierungsfahrplan durchgeführt werden. Die Förderung für den Austausch einer Heizung können bei der KfW beantragt werden, weitere Effizienzmaßnahmen wie z.B. ein Fenstertausch oder eine Gebäudedämmung bei der BAFA BEG. Die erläuterten Angaben liefern einen Überblick, welche Arten der Förderung aktuell möglich sind. Genauere Informationen und bestimmte Antragsformulare können bei der BAFA BEG oder dem KfW angefragt werden. [1]

Maßnahmen

In diesem Teil des Berichts werden konkrete technische Ansätze, Implementierungsstrategien und Maßnahmen beschrieben und diskutiert, welche zur Erreichung der Wärmewende notwendig sind. Diese sind das Ergebnis einer systematischen Analyse von Potenzialen, Technologieoptionen und einer aktiven Einbindung relevanter Stakeholder.

In den vorherigen Kapiteln dieses Endberichts wurden die wichtigsten Elemente einer klimaneutralen Wärmeversorgung identifiziert und dargestellt. Auf dem Weg zur Wärmewende müssen diese nun zeitlich angeordnet, konkretisiert und in einzelne Projekte (Maßnahmen) überführt werden. Als entscheidende Komponenten einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung in der Region Feldkirchen kommen folgende in Frage:

- Energetische Sanierung: Sanierungsquote von ca. 1,5%
    - Im Rahmen der Potenzialanalyse (Cluster – Auswertungen) wurde eine Sanierungsquote von 2% angesetzt, in der Zielszenarienentwicklung nach Absprache eine Quote von 1,5%
- Ausbau von Nahwärmenetzen sowie der Neubau von Nahwärmenetzen ggf. unter Einbindung vorhandener Akteure
- Verstärkte Integration von Wärmepumpen
- Ausbau von PV – Anlagen (auch für private Dachflächen)
- Höchste Effizienz in geplanten Neubaugebieten

Diese Schlüsselkomponenten wurden anhand der Bestands- und Potenzialanalyse sowie der einzelnen Auswertungen der vorhandenen Cluster festgestellt. Diese

[1] Hinweis: Die Richtlinien in Bezug auf die Förderungen werden regelmäßig aktualisiert/angepasst. Ggf. aktuellste Version aufrufen und prüfen. Die Angaben basieren auf der Richtlinie BEG EM vom 21. Dezember 2023.

aufgelisteten Maßnahmen sind ein zentraler Bestandteil des Wärmeplans und stellen die ersten Schritte auf dem Transformationspfad zum Zielszenario dar. Nachfolgend werden bestimmte Handlungsvorschläge für Schlüsselakteure in Form einer Tabelle aufgelistet:

Immobilienbesitzer	• Inanspruchnahme von Energieberatungen • Gebäudesanierungen von älteren Bestandsgebäuden • Investition in energieeffiziente Heizsysteme unter der Berücksichtigung der zukünftigen Wärmeversorgung laut kommunalen Wärmeplan • Austausch von alten, fossil betriebenen Heizungsanlagen • Installation und Einspeisung von PV – Anlagen in das Heizsystem
Gemeinde	• Konsequenter Ausbau von erneuerbaren Energien zur Strom- und Wärmeerzeugung • Investition in Speichertechnologien • Erstellung von detaillierten Netzstudien basierend auf den Ergebnissen der KWP für Wärmenetze • Erstellung von Dekarbonisierungs- und Transformationsplänen für Wärmenetze • Ausbau und Dekarbonisierung von bestehenden Wärmenetzen • Erschließung und Sicherung erneuerbarer Energiequellen für Wärmenetze • Bewertung der Machbarkeit von geplanten Wärmenetzen • Identifikation von geeigneten Quartieren für eine Wärmeversorgung • Vorverträge mit Wärmeabnehmern in Eignungsgebieten und Abwärmelieferanten • Implementierung von großflächigen erneuerbaren Energieprojekten
Gemeinde	• Umsetzung und Fortschreibung des kommunalen Wärmeplans • Erreichen der zielgerechten Sanierungsquote für kommunale Liegenschaften • Aufbau und Weiterentwicklung von Wärmenetzen • Öffentlichkeitsarbeit, Information zu KWP

Tabelle 14: Übersicht Schlüsselakteure

6. Simulation des Zielszenarios

Für die Entwicklung des Zielszenarios ist die Einbindung der Kommune, der Stadt- und Gemeindewerke und weiterer wichtiger Akteure essenziell.

- Berücksichtigung zukünftiger Planungen
- Berücksichtigung von Beschränkungen wie z.B. Denkmalschutz, finanzielle Möglichkeiten
- Finale Clusterbildung, Ermittlung der Kennzahlen für diese Cluster
- Beurteilung der Cluster
    - Aktuell gut aufgestellte Cluster (z.B. Neubaugebiete mit Wärmepumpen) können zurückgestellt werden
    - Cluster mit hohem Potential zur Verbesserung des Gebäudebestands
    - Cluster mit hohem Potential zum Auf- bzw. Ausbau von Wärmenetzen
    - Cluster für die nur lokale Lösungen aufgrund zu geringer Wärmedichte in Frage kommen
    - Cluster, die z.B. derzeit über ein Gasnetz verfügen und auf Wasserstoff umgestellt werden können
- Visualisierung der Cluster und deren Kennzahlen im GIS

Das Zielszenario beschreibt den Endzustand einer klimaneutralen Wärmeversorgung, weshalb es auch oft Zielbild genannt wird. Das Zielszenario beschreibt also, was denn zukünftig durch die Umsetzung von geplanten Maßnahmen an Energie gespart werden könnte. Die Bildung eines Szenarios basiert auf den Ergebnissen der Bestands- sowie Potenzialanalyse und beinhaltet z.B. auch relevante Cluster, welche besprochen und untersucht wurden.

Die Formulierung eines zukunftsorientierten Zielszenarios ist ein zentraler Bestandteil eines kommunalen Wärmeplans. Ziel ist es, eine nachhaltige und effiziente Wärmeversorgung bis zum Jahre 2045 umzusetzen. Um dieses Ziel auch erreichen zu können, müssen mehrere Kernfragen geklärt werden:

- Wo wäre ein Wärmenetz sinnvoll und auch technisch sowie wirtschaftlich realisierbar?
    - Mögliche Gebiete wurden in einer Besprechung mit den Kommunen besprochen und in dem jeweiligen Steckbrief hinterlegt
    - Jedes Cluster beinhaltet eine kurze Bewertung bzgl. einem Wärmenetz
    - Bereits vorhandene Wärmenetze wurden in den Clustern hinterlegt und müssen auf Erweiterung geprüft werden

- Wie lässt sich die Wärmeversorgung dieser Netze treibhausgasneutral gestalten?
    - Beispielsweise mit der Kombination aus einem Biomassekessel (Winterbetrieb, Übergangszeit) und Wärmepumpen (Sommermonate)
- Wie viele Gebäude müssen bis zur Zielerreichung energetisch saniert werden?
    - Eine Sanierungsrate von 2% ist in der Realität nicht umsetzbar, weshalb mit 1,5% kalkuliert wird
- Welche Optionen gibt es für Gebäude, welche nicht an ein Wärmenetz anschließen?
    - Einzelmaßnahmen (Heizungsaustausch sowie weitere Effizienzmaßnahmen rund um das beständige Gebäude)

Durch die Beantwortung der aufgelisteten Fragen schafft das Zielszenario eine solide Grundlage für zukünftig anfallende Entscheidungen im Bereich der Wärmeplanung und -versorgung der Gemeinde Feldkirchen. Die Erstellung eines Szenarios erfolgt grundsätzlich in drei Schritten:

1. Die Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs.
2. Die Identifikation geeigneter Gebiete für Wärmenetze (dies erfolgte bereits bei der Auswertung der verschiedenen Cluster).
3. Die Evaluierung einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung der Gebäude, welche nicht an ein Wärmenetz anschließen.

Wichtig dabei ist es zu wissen, dass ein Zielszenario die Technologien zur Wärmeerzeugung nicht verbindlich festlegt, sondern als Ausgangspunkt für eine strategische Infrastrukturentwicklung dient. Es werden also Möglichkeiten aufgezeigt, wie die Klimaziele erreicht werden könnten. Die Umsetzung dieser kommunalen Wärmeplanung hängt von weitaus mehr Variablen ab, welche in der Szenarienentwicklung nicht berücksichtigt werden. Dazu gehören zum Beispiel die Bereitschaft der Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer, Schwankungen im Bereich der Brennstoffkosten sowie der Erfolg bei der Kundenakquisition für Wärmenetze. Deshalb stellt dieses Zielszenario keinen definitiven Leitfaden für gewissen Investitionsentscheidungen dar, sondern dient als Exploration der Zukunft. Damit die technische Machbarkeit sowie Umsetzung in Bezug auf einen

Wärmenetzausbau möglich sind, müssen dafür detaillierte Untersuchungen wie z.B. eine Machbarkeitsstudie durchgeführt werden.

Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs

Durchschnittliche spezifische Heizlast

Die Ermittlung des zukünftigen Wärmebedarfs ist eines der wichtigsten Ergebnisse in der Potenzialanalyse, sowie der Zielszenarienentwicklung. Fakt ist, dass der flächendeckende Wärmebedarf signifikant reduziert werden muss, um eine realistische Chance zu haben, den zukünftig anfallenden Wärmebedarf über erneuerbare Energien decken zu können. Für bestehende Wohngebäude wird eine Sanierungsrate von 1,5% angenommen, was bedeutet, dass pro Jahr 1,5% dieser Bestandsgebäude saniert werden. Eine wichtige Rolle dabei spielt die Gebäudehülle (Dämmung), da durch die Verbesserung des Wärmeschutzes der Wärmebedarf reduziert wird.

KWP Gemeinde Feldkirchen					
Zieljahre	**2025**	**2030**	**2035**	**2040**	**2045**
durchschnittliche spezifische Heizlast [W/m²]	102	94	88	81	78
durchschn. spezifischer Wärmebedarf Wohngebäude [kWh/a*m²]	184	169	158	146	140
durchschn. spezifischer Wärmebedarf Nicht-Wohngebäude [kWh/a*m²]	143	132	123	113	109
Anteil fossiler Heizung	70,0%	52,5%	35,0%	17,5%	0,0%
durchschn. spezifischer CO2-Ausstoß Wohngebäude [kg/a*m²]	37	25	16	7	0
durchschn. spezifischer CO2-Ausstoß Nicht-Wohngebäude [kg/a*m²]	29	20	12	6	0

Tabelle 15: Wärmetechnische Kennzahlen

In Tabelle 15 sind die wärmetechnischen Kennzahlen bzgl. der Zielszenarienentwicklung enthalten. Die Reduzierung der durchschnittlichen spezifischen Heizlast in [W/m²] nimmt dabei eine sehr wichtige Position ein. Enthalten sind ebenso der Wärmebedarf in [kWh/a*m²] und der CO2 – Ausstoß in [kg/a*m²]. Durch die Festlegung verschiedener Maßnahmen wie z.B. Wärmenetzausbau oder Gebäudesanierungen soll dies in die Realität umgesetzt werden.

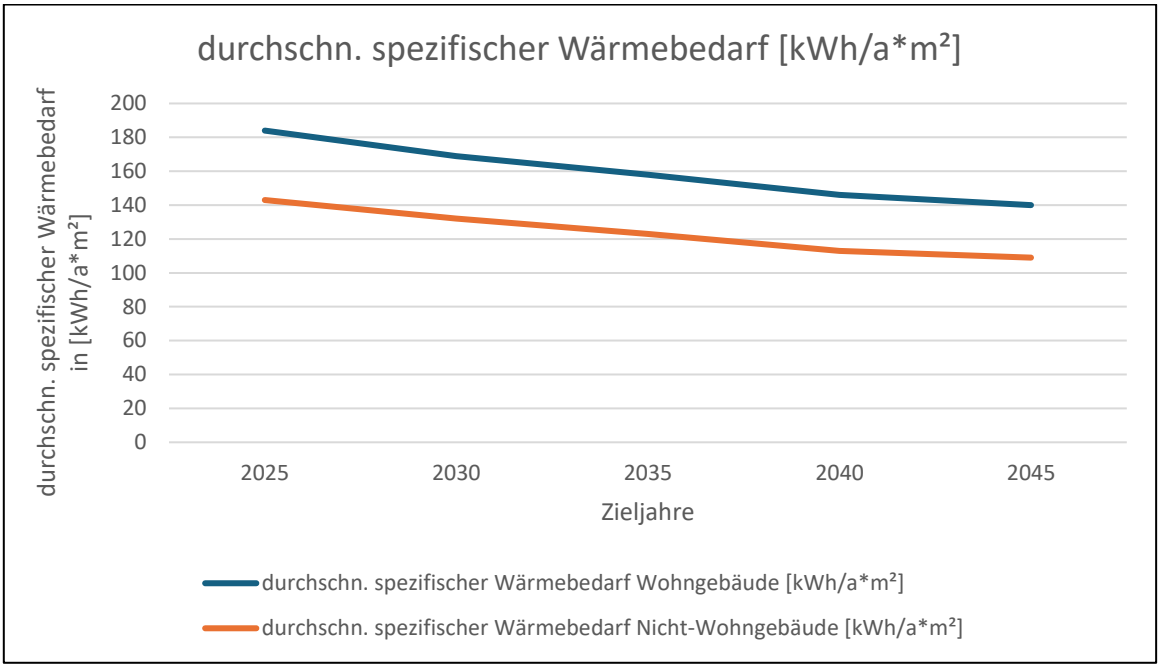


Abbildung 20: Diagramm - Wärmebedarf

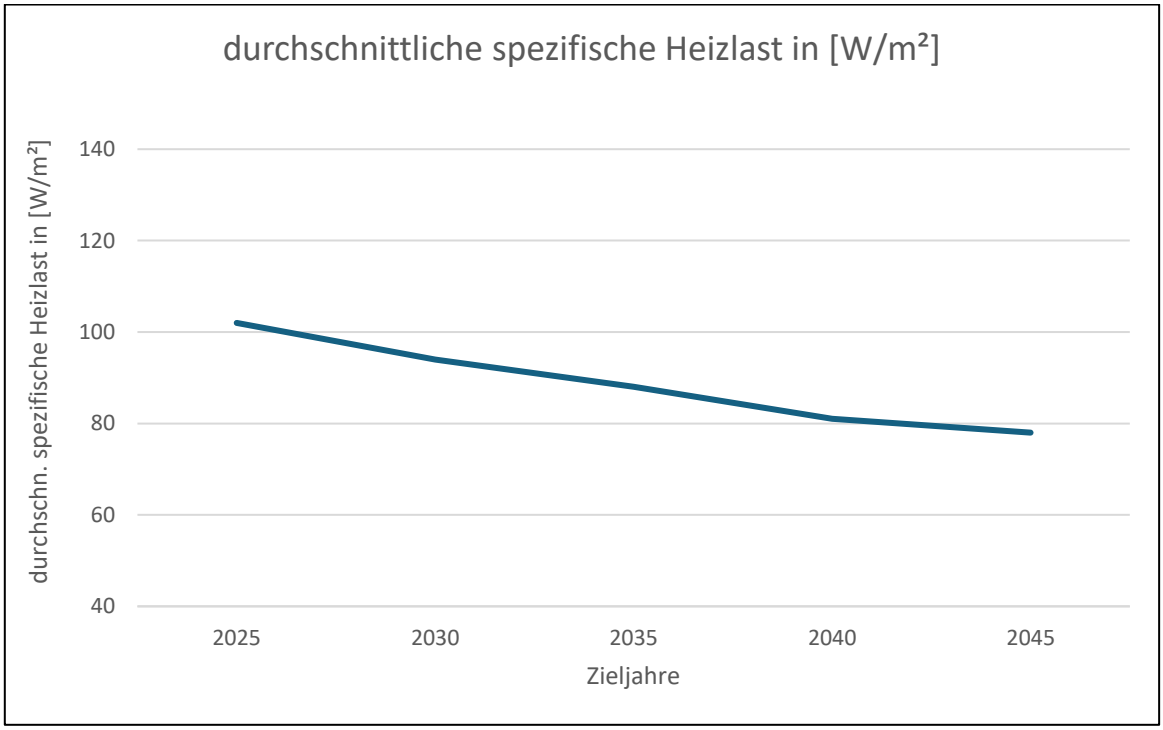


Abbildung 21: Diagramm - Heizlast

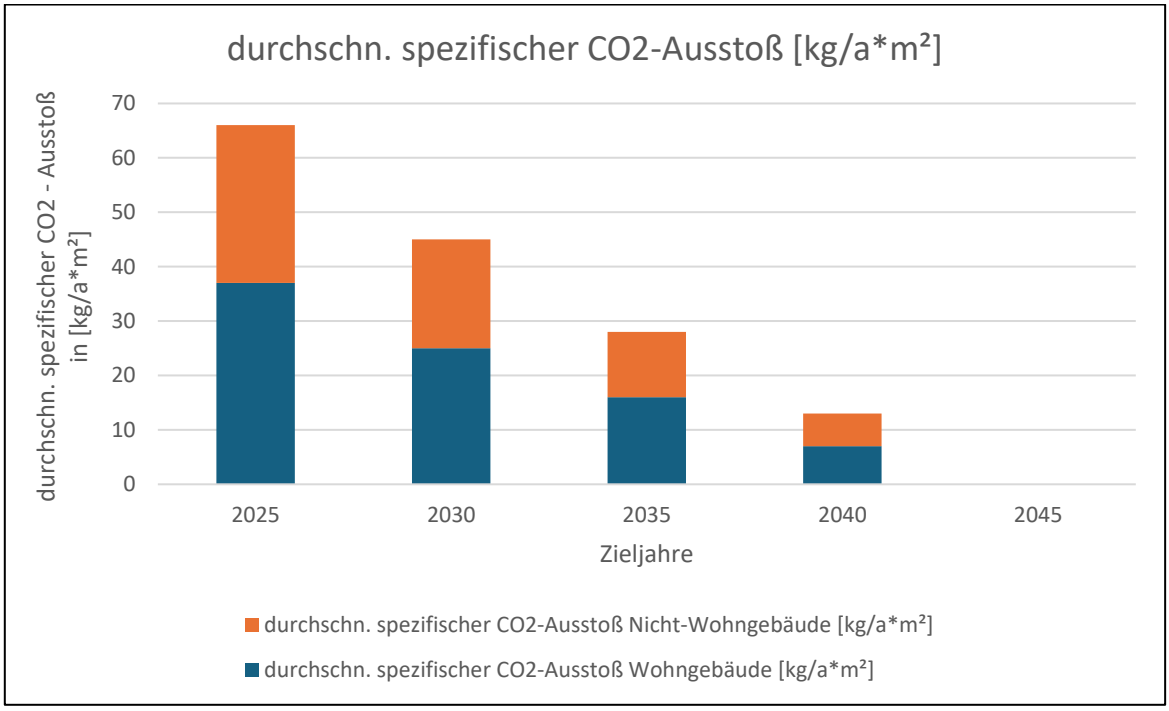


Abbildung 22: Diagramm - CO2 - Ausstoß

Die Abbildungen 20 bis 22 zeigen die Auswertungen der wichtigen Parameter in Form eines Diagramms. Der zentrale Kern ist die Abnahme der jeweiligen Kennzahlen bis zum Zieljahr 2045.

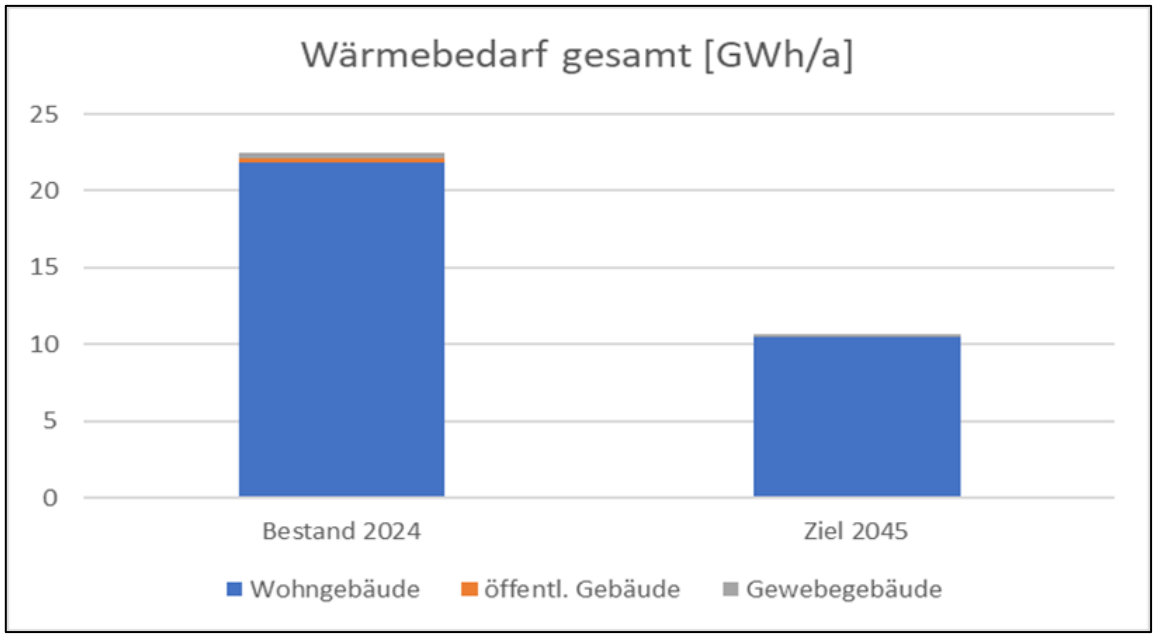


Abbildung 23: Diagramm - Wärmebedarf

Der gesamte Wärmebedarf in [GWh/a] ist in Abbildung 23 mittels einem Balkendiagramm dargestellt. Basierend auf den Bestandsdaten wurde das Ziel für das Jahr 2045 berechnet.

Als spezifische Heizlast eines Gebäudes wird der Wärmeverlust bezeichnet, der aufgrund einer bestimmten Außentemperatur und einer definierten Raumtemperatur auftritt. Die Einheit dieser physikalischen Größe ist Watt pro Quadratmeter [W/m²]. Diese Heizlast ist hilfreich, wenn berechnet werden muss, wie viel Wärmeleistung eine Heizungsanlage bereitstellen muss, um die definierte Innentemperatur konstant zu halten. Durch eine Umsetzung der kontinuierlichen Sanierung von älteren Bestandsgebäuden nimmt die spezifische Heizleistung in Zukunft ab, was auch in Tabelle 10 ersichtlich ist. Durch die Abnahme der durchschnittlichen spezeifischen Heizlast kann zusammenfassend gesagt werden, dass weniger Wärme verloren geht. Es gilt grundsätzlich zwei wichtige Begriffe zu unterscheiden:

- Heizlast: Durch die Heizlast wird die Leistung in Watt [W] angegeben, die eine Heizungsanlage bereitstellen muss, um ein Gebäude auf die gewünschte Raumtemperatur zu bringen und auch konstant auf dem gewünschten Niveau halten zu können.
- Wärmebedarf: Gibt die jährliche Energiemenge in Kilowattstunden [kWh] an, die benötigt wird, um das Gebäude zu beheizen.

Die spezifische Heizlast von Gebäuden wird von einigen wichtigen Einflussfaktoren beeinflusst, welche nachfolgen aufgezählt und beschrieben werden:

- Wärmedämmung der Gebäudehülle: Transmissionswärmeverluste sind abhängig von der Dämmqualität des Gebäudes. Je hochwertiger die Dämmung, desto geringer sind diese Verluste. Der U-Wert der Außenwände, Fenster und Türen gibt dabei Auskunft über die Dämmqualität.
- Lüftungsverhalten: Altbauten sind meist undicht, weshalb diese höhere Lüftungswärmeverluste aufweisen.
- Raumtemperatur: Eine erhöhte Raumtemperatur führt zu einer größeren Heizlast.
- Außentemperatur: Je größer die Temperaturdifferenz der Innen- und Außentemperatur ist, desto größer wird die spezifische Heizlast.
- Bauliche Geometrie des Gebäudes: Die Ausrichtung des Gebäudes sowie Größe, Form und die Anzahl von Fenstern beeinflussen ebenfalls die Heizlast.

All diese Faktoren spielen eine wichtige Rolle innerhalb einer Wärmeplanung, da nur durch eine Optimierung der Gebäude und einer Verbesserung der Heiztechnik eine nachhaltige Energieversorgung flächendeckend umgesetzt werden kann.

Gebäudetyp	Spezifische Heizlast (W/m²)
Neubau (Passivhaus)	10-20
Neubau mit guter Dämmung	30-50
Energetisch sanierter Altbau	50-80
Unsanierter Altbau	100-150

Abbildung 24: Richtwerte spezifische Heizlast nach Gebäudetyp
(Quelle: https://greenox-group.de/spezifische-heizlast/)

Abbildung 24 zeigt eine Übersicht, in der Richtwerte für die spezifische Heizlast in Abhängigkeit von dem jeweiligen Gebäudetyp vorhanden sind. Ein Richtwert für einen unsanierten Altbau liegt zwischen 100 und 150 W/m². Der Wert für einen energetisch sanierten Altbau liegt zwischen 50 und 80 W/m².

Sanierungsmaßnahme	Potentielle Reduzierung der Heizlast (%)
Austausch der Fenster	15-20%
Dämmung der Außenwände	20-30%
Dämmung des Dachs	10-15%

Abbildung 25: Reduzierung der Heizlast
(Quelle: https://greenox-group.de/spezifische-heizlast/)

Die potentielle Reduzierung der Heizlast in [%] in Abhängigkeit von Sanierungsmaßnahmen ist in Abbildung 25 erkennbar. Ein Austausch der alten Fenster, die Dämmung der Außenwände sowie die Dämmung des Dachs sind ausschlaggebend für die Reduzierung der Heizlast. Durch die Dämmung der Gebäudehülle können bis zu 30% Verluste pro Gebäude eingedämmt werden.

Zusammenfassend haben auch Einzelmaßnahmen eine sehr hohe Priorität im Bereich der kommunalen Wärmeplanung. Die Bestandsanalyse hat bereits bestätigt, dass der Großteil der Gebäude zwischen den Jahren 1970 und 1980 erbaut wurden. Die

Umsetzung der Maßnahmen wird durch die Sanierung dieser Gebäude die spezifische Heizlast zukünftig senken, sprich pro Gebäude werden mögliche Wärmeverluste besser eingedämmt.

7. Verstetigungsstrategie

Der kommunale Wärmeplan bildet für die Verwaltung der Kommune eine sogenannte „zentrale Roadmap“ hinsichtlich der kommenden Jahrzehnte, um das Ziel einer klimaneutralen Wärmeversorgung zu erreichen. In der ersten Fassung ist der Wärmeplan nicht in einen Stein gemeißelt, sondern muss regelmäßig aktualisiert werden. Für diesen Vorgang müssen die ermittelten Potenziale in Bezug auf die Wärmeversorgung, welche in den Cluster – Auswertungen hinterlegt sind, analysiert und bewertet werden. Wichtig ist jedoch der frühzeitige Start, um gewisse Erfahrungen für die Zukunft sammeln zu können.

Die Schwerpunkte der Wärmeplanung werden für den Gemeindekern sowie die umliegenden Ortsteile unterschiedlich ausfallen. In dem einen Cluster wird der Schwerpunkt auf einer Sanierungskampagne liegen, der nächste startet mit der Planung eines Wärmenetzes und wiederum ein anderes Gebiet plant eine Solar – Freiflächenanlage, welche in ein bestehendes oder geplantes Wärmenetz einspeisen soll. Es steht vorab fest, die Schwerpunkte werden unterschiedlich ausfallen.

Der Fokus liegt auf dem Zieljahr 2050, dies sind nur noch 25 Jahre, also muss es zeitnah losgehen. Das Interesse für ein neues Wärmenetz und die Chance, regionale Wertschöpfung zu steigern, parallel dazu ein schnelles Internet zu verlegen und die Straße für Rad- und Fußverkehr attraktiver zu machen, ist wesentlich wichtiger als langatmige Diskussionen über die CO2 – Preise oder die aufgerissene Straße. Die Verwaltungsspitze bekommt dabei eine wichtige Aufgabe, nämlich das Thema Wärmeplanung zur Chefsache zu machen und die Aufbruchstimmung erzeugen, die benötigt wird, um die zu erwartenden Schwierigkeiten zu überwinden.

Die Umsetzung der Wärmewendestrategie kann erhebliche Fördermittel in die Kommune lenken und wird ebenso viel Handwerksleistung erfordern. Diese kann also wie ein groß angelegtes Wirtschaftsförderprogramm wirken. Beispielsweise verursacht allein die Beheizung der Wohnflächen einer Kommune mit 5.000 Einwohnerinnen und Einwohnern überschlägig jährliche Heizkosten von ca. 2 Millionen Euro.

Die Vorschriften des bayerischen Klimaschutzgesetzes (BayKlimaG) vom 23. November 2020 sind dabei stets zu berücksichtigen. Dabei sind in Artikel zwei die Minderungsziele hinterlegt, welche wie folgt beschrieben werden:

(1) [1]Das CO_2-Äquivalent der Treibhausgasemissionen je Einwohner soll bis zum Jahr 2030 um mindestens 65 % gesenkt werden, bezogen auf den Durchschnitt des Jahres 1990. [2]Der Koordinierungsstab nach Art. 13 hat bei Hinweisen auf das Verfehlen der Zielmarke nach Satz 1 im Jahr 2025 dem Ministerrat zusätzliche steuernde Maßnahmen vorzuschlagen.

(2) Spätestens bis zum Jahr 2040 soll Bayern klimaneutral sein.

(3) [1]Jeder soll nach seinen Möglichkeiten zur Verwirklichung der Minderungsziele beitragen. [2]Die staatlichen Behörden unterstützen die Verwirklichung der Minderungsziele im Rahmen ihrer hoheitlichen Tätigkeit.

(4) Treibhausgase im Sinne dieses Gesetzes sind die in Anhang V Teil 2 der Verordnung (EU) 2018/1999 genannten Stoffe, die in Bayern emittiert werden.

(5) [1]Bei der Verwirklichung der Minderungsziele kommt der Energieeinsparung, der effizienten Bereitstellung, Umwandlung, Nutzung und Speicherung von Energie, dem Ausbau erneuerbarer Energien, dem energie- und ressourcenschonenden Einsatz der Informations- und Kommunikationstechnik und digitaler Instrumente sowie der Modernisierung des Verkehrssektors und der energetischen Sanierung des Gebäudebestands besondere Bedeutung zu. [2]Die Errichtung und der Betrieb von Anlagen zur Erzeugung von erneuerbaren Energien sowie den dazugehörigen Nebenanlagen liegen im überragenden öffentlichen Interesse und dienen der öffentlichen Sicherheit.

Eine möglichst zeitnahe Umsetzung der Projekte ist sehr wichtig, damit die Vorschriften eingehalten werden können. Deshalb ist es wichtig, stetig an dem Wärmeplan zu arbeiten und diesen auch umzusetzen.

8. Kommunikationsstrategie

Eine relevante Voraussetzung ist ein zentraler Ansprechpartner in der Gemeinde oder eine Person, welche sich mit der kommunalen Wärmeplanung der Kommune beschäftigt. Es wäre also vom Vorteil, eine zentrale Person zu haben, welche der Hauptansprechpartner für auftretende Fragen oder Anpassungen in dem Wärmeplan ist.

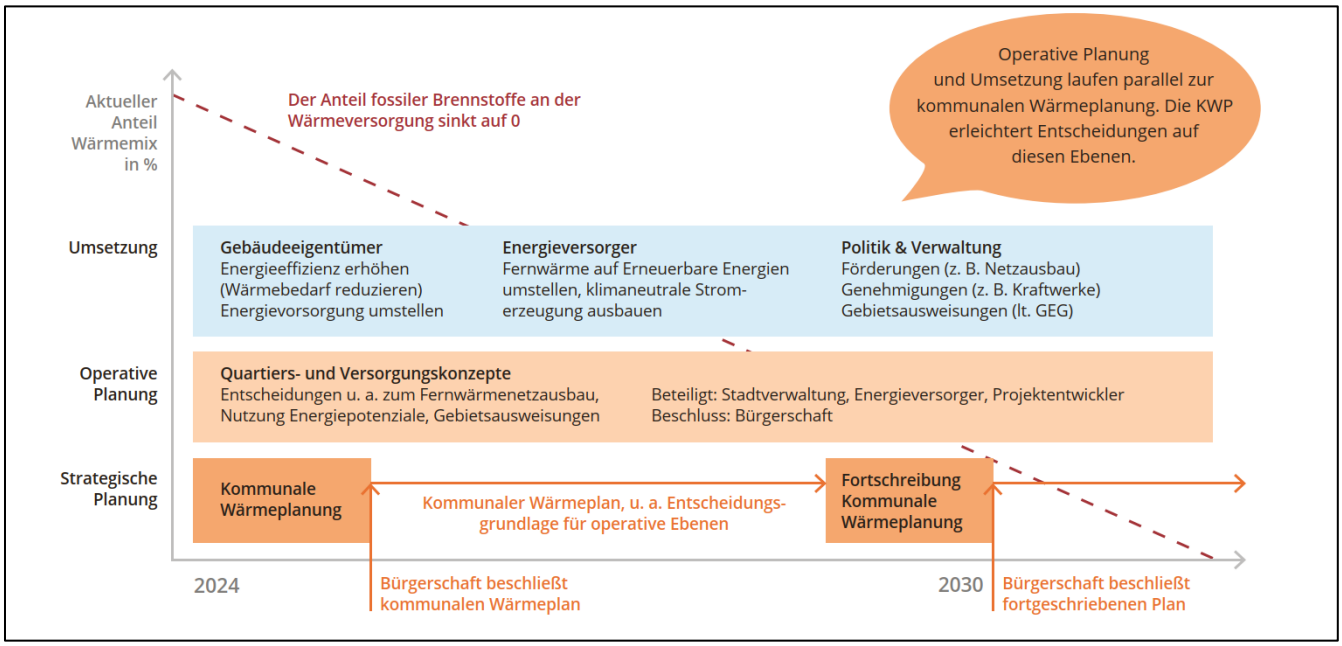


Abbildung 26: Kommunikationsmodell
(Quelle: https://www.luebeck.de/de/stadtentwicklung/klimaschutz/energie-bau/kommunale-waermeplanung/index.html)

Die zukünftige Entwicklung der kommunalen Wärmeplanung ist in Abbildung 26 in Form einer Grafik abgebildet. Entlang der Ordinate ist der Verlauf für die Umsetzung einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung aufgetragen, über die Abszisse sind die Zieljahre aufgetragen. In der Grafik ist ebenso erkennbar, welche Personengruppen wichtig sind und was deren gemeinsame Kommunikation und Planung umsetzen könnte. Gebäudeeigentümer, Energieversorger sowie Politik und die Verwaltungsebene sollten gemeinsam an einem Strang ziehen, um die Klimaziele in Zukunft erreichen zu können. Dabei haben eine wirtschaftliche Kalkulation sowie die Prüfung der technischen Umsetzbarkeit geplanter Projekte höchste Priorität.

8.1 Öffentlichkeitsbeteiligung

Im Rahmen der Durchführung einer kommunalen Wärmeplanung ist es wichtig, die Beteiligung der Öffentlichkeit zu pflegen. Wichtig ist dabei die Identifizierung wichtiger Akteure, welche einen wesentlichen Beitrag zur KWP leisten können. Diese wurden mittels eines Fragebogens kontaktiert. Des Weiteren wurde den privaten Hauseigentümer/-innen auch ein Fragebogen für die Datenaufnahme der kommunalen Wärmeplanung zur Verfügung gestellt. Es handelt sich dabei um eine freiwillige Beteiligung, um die Datengrundlage zu verbessern. Im Juni 2025 wird der aktuelle Stand innerhalb der Gemeinderatssitzung präsentiert und anschließend besprochen.

9. Controlling – Konzept

Ein sehr wichtiger Punkt ist, die Kontrolle über die Wärmeplanung der Gemeinde Feldkirchen auch zukünftig beibehalten zu können. Wenn also zukünftig wärmetechnische Projekte umgesetzt werden, ist es wichtig, diese auch mittels eines Konzepts wie z.B. einer Terminübersicht für geplante Bauvorhaben niederzuschreiben bzw. zu dokumentieren. Somit sind diese Information ebenso in dem Wärmeplan hinterlegt und die Kontrolle über die Wärmeplanung wird beibehalten. Zusammenfassend kann man sagen, geplante Ziele und deren Umsetzung müssen in die KWP eingepflegt werden. Wichtige Aufgaben im Bereich des Controlling – Konzepts werden nachfolgend aufgelistet:

- Die Datenhoheit über die Daten und Ergebnisse der Kommunalen Wärmeplanung muss bei der Kommune bleiben. Idealerweise sind die Daten in das kommunale GIS integriert und stehen dort dauerhaft, bearbeitbar und auswertbar zur Verfügung.
- Gemäß der gesetzlichen Vorgabe ist die planungsverantwortliche Stelle verpflichtet, den Kommunalen Wärmeplan spätestens alle 5 Jahre zu überprüfen.
- Für die einzelnen Maßnahmen und Cluster müssen regelmäßig die Ziele mit dem tatsächlichen Sachstand abgeglichen werden. Die Cluster-Steckbriefe sind entsprechend zu aktualisieren.
- Der Grad der tatsächlichen Gebäudesanierung muss jährlich ermittelt werden und mit den Randbedingen (z.B. 1,5% Sanierungsquote) abgeglichen werden.

- Empfohlen wird, eine laufende Datenaktualisierung gebäudescharf im GIS der Kommune durch die Zuständigen in der Verwaltung (z.B. Bauamt, Klimaschutzmanagement).
- Daten von Folgeprojekten, wie z.B. Machbarkeitsstudien, Bau und Betrieb von Wärmenetzen müssen zum einen auf den Daten der Kommunalen Wärmeplanung aufbauen und als verbesserte Daten dieser auch wieder zur Verfügung stehen.

Durch die Einhaltung der aufgelisteten Punkte ist eine ordnungsgemäße Weiterführung des kommunalen Wärmeplans der Gemeinde Feldkirchen gewährleistet.

10. Wärmewendestrategie

Durch die beschlossene Wärmewendestrategie wurde ein systematischer Ansatz zur Dekarbonisierung des Wärmesektors entwickelt. Das Konzept für die Durchführung einer Wärmeplanung auf kommunaler Ebene dient als Leitfaden für die Umsetzung von nachhaltigen Wärmelösungen und legt somit den Grundbaustein für langfristige Entwicklungen. Das konkrete Ziel dieser Vorgehensweise ist, einen nahtlosen Übergang zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung sicherzustellen.

Am Anfang sollte der Fokus auf die Evaluierung der Umsetzbarkeit von Nahwärmeversorgungen in den untersuchten Gebieten, in welchen ein Nahwärmenetz wirtschaftlich umsetzbar wäre. Dies führt dazu auf Seiten der Bewohner so früh wie möglich Klarheit zu schaffen, ob und wann es ein Wärmenetz in ihrer Straße geben wird. Es sollte angefragt werden, ob diese denn an einem Ausbau bzw. einer Erweiterung interessiert wären. Hierzu müssen erneuerbare Wärmequellen mittels Machbarkeitsstudien bewertet sowie die Verfügbarkeit von Standorten für zukünftiger Heizzentralen geprüft werden. Die erfolgreiche Umsetzung der Wärmewende in der Region Feldkirchen hängt nicht nur von technischen Maßnahmen ab, sondern erfordert auch den Erhalt und die Stärkung geeigneter Strukturen in der Kommune. In dem gesamten Gebiet ist die Berücksichtigung von personellen Kapazitäten für das Thema Wärmewende von Bedeutung, um kontinuierliche Expertise und administrative Kapazitäten sicherzustellen. Diese Personalressourcen werden nicht nur für die Überwachung, sondern auch für die fortlaufende Überwachung und Optimierung der Maßnahmen erforderlich sein.

Innerhalb der mittelfristigen Phase bis 2030 sollte der Ausbau und die Nachverdichtung von Nahwärmenetzen in den definierten Gebieten fortgeführt werden. Ein weiteres Ziel sollte sein, eine Sanierungsrate von mindestens 1,5% pro Jahr zu erreichen. Diese Quote sollte bis 2040 eingehalten werden, damit eine flächendeckende Dekarbonisierung der Wärmeversorgung gewährleistet ist. Eine Umstellung der restlichen konventionellen Wärmequellen auf erneuerbare Energien sollte bis dahin abgeschlossen sein. Diesbezüglich sollte auch die Einrichtung von Wärmespeichern zur Verbesserung der Integration erneuerbarer Energien mit einer fluktuierenden Erzeugung berücksichtigt werden.

Literaturverzeichnis

AGFW - Der Energieeffizienzverband für Wärme, K. u.-u.-T.-w. (2023). *Gemeinsamer Praxisleitfaden des AGFW e.V. und DVGW e.V.*

Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, L. u. (2024). *Gemeinsame Sprachregelung zwischen dem Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie, dem Bayerischen Gemeindetag und dem bayerischen Städtetag zur Umsetzung des WÄrmeplanungsgesetzes in Bayern.* Abgerufen am 09. Dezember 2024 von https://www.stmwi.bayern.de/fileadmin/user_upload/stmwi/Energie/Energiewende/Kommunale_Waermeplanung/2024-01-25_Gemeinsame_Erkl%C3%A4rung_Sprachregelung_Gemeinde-St%C3%A4dtetag.pdf

Bundesverbad energieeffiziente Gebäudehülle e.V. (2024). Von https://buveg.de/sanierungsquote/ abgerufen

Dr. Max Peters, T. S. (2020). *Kommunale Wärmeplanung - Handlungsleitfaden.*

GREENOX. (kein Datum). Abgerufen am 10. Dezember 2024 von https://greenox-group.de/spezifische-heizlast/

Justiz, B. f. (2023). *Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (Wärmeplanungsgesetz - WPG).* Gesetzestext. Abgerufen am 09. Dezember 2024 von https://www.gesetze-im-internet.de/wpg/BJNR18A0B0023.html

Klimaschutz, B. f. (kein Datum). *Heizungstausch und Gebäudesanierung: Jetzt Förderung sichern.* Abgerufen am 04. Dezember 2024 von https://www.energiewechsel.de/KAENEF/Redaktion/DE/Dossier/beg.html?etcc_cmp=energiewechsel&etcc_med=sea&etcc_par=google-ads&etcc_ctv=mbeg-dossier&etcc_bky=beg%20f%C3%B6rderung&gad_source=1&gclid=EAIaIQobChMIkJ_47dmcigMVLaaDBx21BQweEAAYASAAEgIx_fD_BwE

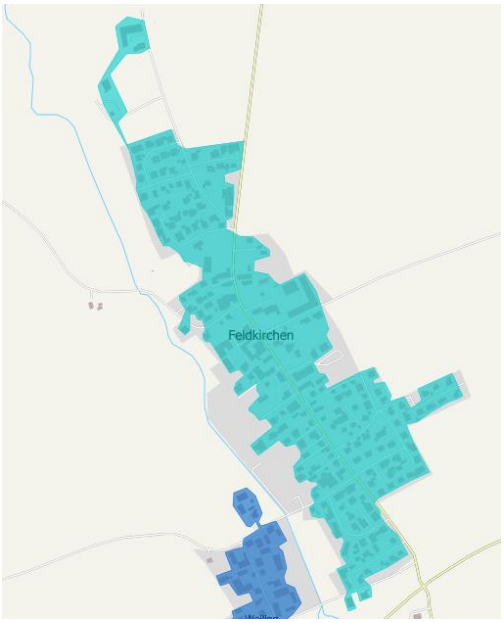
nPro Planungstool für Gebäude & Quartiere. (kein Datum). Abgerufen am 26. März 2025 von https://www.npro.energy/main/de/help/linear-heat-density

Staatskanzlei, B. (2020). *BAYERN.RECHT*. Von https://www.gesetze-bayern.de/Content/Document/BayKlimaG abgerufen

Anhang 1 (Cluster – Gemeinde Feldkirchen)

Cluster-Auswertung

Bezeichnung des Clusters: Cluster-Feldkirchen Gemeindekern



Fläche des Clusters
Fläche der Flurstücke, die im Cluster liegen
Fläche: 250.942 m²; 25,1 ha; 0,25 km²
Gebäudebestand
Vorwiegende Baualtersklasse: alle Baualtersklassen vertreten
Anteil fossile Heizung: 82,6%

	Anzahl	beheizte Fläche [m²]	geschätzte Heizlast [kW]	geschätzter Wärmebedarf [MWh/a]
Wohngebäude	217	40.575	3.855	6.938
öffentliche Gebäude	5	2111	201	281
Gewerbegebäude	21	3318	315	441
gesamt		**46.004**	**4.371**	**7.660**

Kennzahlen

CO2-Ausstoß gesamt [t/a]	2.046	CO2-Ausstoß bezogen auf beh. Fläche [kg/a*m²]	44
Heizlast bezogen auf beh. Fläche [W/m²]	95	Wärmebedarf bezogen auf beh. Fläche [kWh/a*m²]	167

Beurteilung Eignung Wärmenetz

Wärmedichte [MWh/ha*a]	305	Empfehlung für Niedertemperaturnetze im Bestand
Flächendichte [MW/km²]	17,4	eventuell wirtschaftlich

Mögliche Maßnahmen

Für den Gebäudebestand: Gebäudesanierung prüfen

Für Wärmenetze: Nahwärmenetz prüfen

Potential nach 2% Gebäudesanierung pro Jahr

Geschätzte Heizlast im Jahr 2045 [kW]	1.840
Geschätzter Wärmeverbrauch im Jahr 2045 [MWh/a]	3.225

Potential Wärmeversorgung, Umsetzungsmaßnahmen

- Wärmenetz innerhalb des Gemeindekerns befindet sich in der Vorstudie
- Ca. 100 potenzielle Anschluss – Interessenten sind vorhanden
- Anteil fossiler Energieträger sehr hoch -> ggf. Einzelmaßnahmen empfehlen

Ausschnitt Wärmenetz (GIS):

Cluster-Auswertung

Bezeichnung des Clusters: Cluster-Weiling

Fläche des Clusters
Fläche der Flurstücke, die im Cluster liegen
Fläche: 61.897 m²; 6,2 ha; 0,06 km²
Gebäudebestand
Vorwiegende Baualtersklasse: alle Baualtersklassen vertreten
Anteil fossile Heizung: 86,4%

	Anzahl	beheizte Fläche [m²]	geschätzte Heizlast [kW]	geschätzter Wärmebedarf [MWh/a]
Wohngebäude	52	9.682	920	1.656
öffentliche Gebäude	0	0	0	0
Gewerbegebäude	0	0	0	0
gesamt		**9.682**	**920**	**1.656**

Kennzahlen

CO2-Ausstoß gesamt [t/a]	480	CO2-Ausstoß bezogen auf beh. Fläche [kg/a*m²]	50
Heizlast bezogen auf beh. Fläche [W/m²]	95	Wärmebedarf bezogen auf beh. Fläche [kWh/a*m²]	171

Beurteilung Eignung Wärmenetz

Wärmedichte [MWh/ha*a]	267	Empfehlung für Niedertemperaturnetze im Bestand
Flächendichte [MW/km²]	14,8	eventuell wirtschaftlich

Mögliche Maßnahmen

Für den Gebäudebestand: Gebäudesanierung prüfen

Für Wärmenetze: Nahwärmenetz prüfen

Potential nach 2% Gebäudesanierung pro Jahr

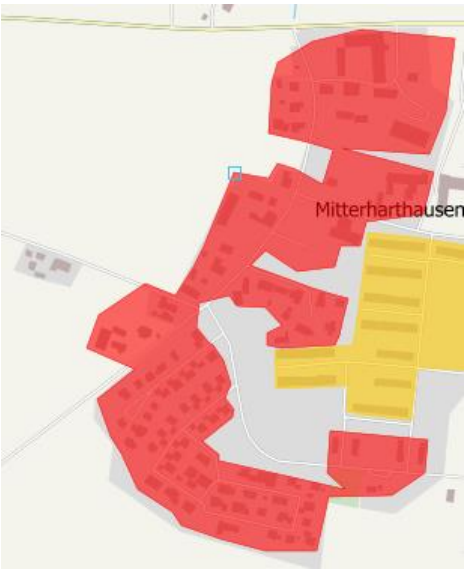
Geschätzte Heizlast im Jahr 2045 [kW]	391
Geschätzter Wärmeverbrauch im Jahr 2045 [MWh/a]	702

Potential Wärmeversorgung, Umsetzungsmaßnahmen

- Anteil fossiler Energieträger sehr hoch -> ggf. Einzelmaßnahmen empfehlen
- Prüfen, ob Interesse für ein Nahwärmenetz besteht
- Mehrere Bestandsgebäude besitzen eine PV-/Solaranlage. Diese könnten evtl. in den Heizkreislauf mit einspeisen, um den Anteil an erneuerbaren Energien zu erhöhen.

Cluster-Auswertung

Bezeichnung des Clusters: Cluster-Mitterharthausen



Fläche des Clusters
Fläche der Flurstücke, die im Cluster liegen
Fläche: 150.102 m²; 15,0 ha; 0,15 km²
Gebäudebestand
Vorwiegende Baualtersklasse: 2010-2020
Anteil fossile Heizung: 95,5%

	Anzahl	beheizte Fläche [m²]	geschätzte Heizlast [kW]	geschätzter Wärmebedarf [MWh/a]
Wohngebäude	91	13.472	809	1.456
öffentliche Gebäude	0	0	0	0
Gewerbegebäude	0	0	0	0
gesamt		**13.472**	**809**	**1.456**

Kennzahlen

CO2-Ausstoß gesamt [t/a]	435	CO2-Ausstoß bezogen auf beh. Fläche [kg/a*m²]	32
Heizlast bezogen auf beh. Fläche [W/m²]	60	Wärmebedarf bezogen auf beh. Fläche [kWh/a*m²]	108

Beurteilung Eignung Wärmenetz

Wärmedichte [MWh/ha*a]	97	Empfehlung von Wärmenetzen in Neubaugebieten
Flächendichte [MW/km²]	5,4	vermutlich nicht wirtschaftlich

Mögliche Maßnahmen

Für den Gebäudebestand: Gebäudesanierung prüfen

Für Wärmenetze: Nahwärmenetz prüfen

Potential nach 2% Gebäudesanierung pro Jahr

Geschätzte Heizlast im Jahr 2045 [kW]	657
Geschätzter Wärmeverbrauch im Jahr 2045 [MWh/a]	1.178

Potential Wärmeversorgung, Umsetzungsmaßnahmen

- Innerhalb der Gemarkung befindet sich eine Kaserne. Die Kaserne wir mittels einem Wärmenetz versorgt. Es handelt sich um mehrere große Kasernengebäude. Die Kaserne wird nicht weiter in der kommunalen Wärmeplanung berücksichtigt.
- Es liegt ein beständiges, desolates Erdgasnetz vor, an welchem mehrere Abnehmer angeschlossen sind.
- Anteil fossiler Energieträger sehr hoch -> ggf. Einzelmaßnahmen empfehlen
- Aufgrund der Wärmedichte könnte ein Wärmenetz eventuell wirtschaftlich betrieben werden, falls Neubauten geplant sind. Dies ist jedoch von Fachplanern mittels Machbarkeitsstudien zu prüfen.

Cluster-Auswertung

Bezeichnung des Clusters: Cluster-Opperkofen

Fläche des Clusters
Fläche der Flurstücke, die im Cluster liegen
Fläche: 55.734 m²; 5,6 ha; 0,06 km²
Gebäudebestand
Vorwiegende Baualtersklasse: alle Baualtersklassen vertreten
Anteil fossile Heizung: 82,3%

	Anzahl	beheizte Fläche [m²]	geschätzte Heizlast [kW]	geschätzter Wärmebedarf [MWh/a]
Wohngebäude	29	6.840	650	1.170
öffentliche Gebäude	0	0	0	0
Gewerbegebäude	0	0	0	0
gesamt		**6.840**	**650**	**1.170**

Kennzahlen

CO2-Ausstoß gesamt [t/a]	320	CO2-Ausstoß bezogen auf beh. Fläche [kg/a*m²]	47
Heizlast bezogen auf beh. Fläche [W/m²]	95	Wärmebedarf bezogen auf beh. Fläche [kWh/a*m²]	171

Beurteilung Eignung Wärmenetz

Wärmedichte [MWh/ha*a]	209	Empfehlung von Wärmenetzen in Neubaugebieten
Flächendichte [MW/km²]	11,6	Eventuell wirtschaftlich

Mögliche Maßnahmen

Für den Gebäudebestand: Gebäudesanierung prüfen

Für Wärmenetze: Einzelmaßnahmen empfehlen

Potential nach 2% Gebäudesanierung pro Jahr

Geschätzte Heizlast im Jahr 2045 [kW]	293
Geschätzter Wärmeverbrauch im Jahr 2045 [MWh/a]	519

Potential Wärmeversorgung, Umsetzungsmaßnahmen

- Flächendichte sehr gering. Eine wirtschaftliche Umsetzung einer Nahwärmeversorgung wäre wahrscheinlich nicht gewährleistet.
- Anteil fossiler Energieträger hoch -> ggf. Einzelmaßnahmen empfehlen
- Aufgrund der Wärmedichte könnte ein Wärmenetz eventuell wirtschaftlich betrieben werden, falls Neubauten geplant sind. Dies ist jedoch von Fachplanern mittels Machbarkeitsstudien zu prüfen.

Cluster-Auswertung

Bezeichnung des Clusters: Cluster-Gundhöring

Fläche des Clusters
Fläche der Flurstücke, die im Cluster liegen
Fläche: 89.537 m²; 9,0 ha; 0,09 km²
Gebäudebestand
Vorwiegende Baualtersklasse: alle Baualtersklassen vertreten
Anteil fossile Heizung: 69,9%

	Anzahl	beheizte Fläche [m²]	geschätzte Heizlast [kW]	geschätzter Wärmebedarf [MWh/a]
Wohngebäude	34	8.361	794	1.430
öffentliche Gebäude	0	0	0	0
Gewerbegebäude	0	0	0	0
gesamt		**8.361**	**794**	**1.430**

Kennzahlen

CO2-Ausstoß gesamt [t/a]	339	CO2-Ausstoß bezogen auf beh. Fläche [kg/a*m²]	41
Heizlast bezogen auf beh. Fläche [W/m²]	95	Wärmebedarf bezogen auf beh. Fläche [kWh/a*m²]	171

Beurteilung Eignung Wärmenetz

Wärmedichte [MWh/ha*a]	159	Empfehlung von Wärmenetzen in Neubaugebieten
Flächendichte [MW/km²]	8,8	vermutlich nicht wirtschaftlich

Mögliche Maßnahmen

Für den Gebäudebestand: Gebäudesanierung prüfen

Für Wärmenetze: Einzelmaßnahmen empfehlen

Potential nach 2% Gebäudesanierung pro Jahr

Geschätzte Heizlast im Jahr 2045 [kW]	355
Geschätzter Wärmeverbrauch im Jahr 2045 [MWh/a]	631

Potential Wärmeversorgung, Umsetzungsmaßnahmen

- Anteil fossiler Energieträger hoch -> ggf. Einzelmaßnahmen empfehlen
- Flächendichte sehr gering. Eine wirtschaftliche Umsetzung einer Nahwärmeversorgung wäre wahrscheinlich nicht gewährleistet.
- Mehrere Bestandsgebäude besitzen eine PV-/Solaranlage. Diese könnten evtl. in den Heizkreislauf mit einspeisen, um den Anteil an erneuerbaren Energien zu erhöhen.
- Aufgrund der Wärmedichte könnte ein Wärmenetz eventuell wirtschaftlich betrieben werden, falls Neubauten geplant sind. Dies ist jedoch von Fachplanern mittels Machbarkeitsstudien zu prüfen.

Cluster-Auswertung

Bezeichnung des Clusters: Cluster-Hirschkofen

Fläche des Clusters
Fläche der Flurstücke, die im Cluster liegen
Fläche: 37.422 m²; 3,7 ha; 0,04 km²
Gebäudebestand
Vorwiegende Baualtersklasse: alle Baualtersklassen vertreten
Anteil fossile Heizung: 100%

	Anzahl	beheizte Fläche [m²]	geschätzte Heizlast [kW]	geschätzter Wärmebedarf [MWh/a]
Wohngebäude	17	3.737	355	639
öffentliche Gebäude	0	0	0	0
Gewerbegebäude	0	0	0	0
gesamt		**3.737**	**355**	**639**

Kennzahlen

CO2-Ausstoß gesamt [t/a]	203	CO2-Ausstoß bezogen auf beh. Fläche [kg/a*m²]	54
Heizlast bezogen auf beh. Fläche [W/m²]	95	Wärmebedarf bezogen auf beh. Fläche [kWh/a*m²]	171

Beurteilung Eignung Wärmenetz

Wärmedichte [MWh/ha*a]	173	Empfehlung von Wärmenetzen in Neubaugebieten
Flächendichte [MW/km²]	9,6	vermutlich nicht wirtschaftlich

Mögliche Maßnahmen

Für den Gebäudebestand: Gebäudesanierung prüfen

Für Wärmenetze: Einzelmaßnahmen empfehlen

Potential nach 2% Gebäudesanierung pro Jahr

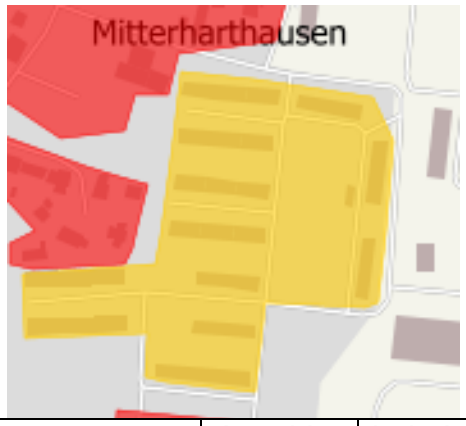
Geschätzte Heizlast im Jahr 2045 [kW]	154
Geschätzter Wärmeverbrauch im Jahr 2045 [MWh/a]	275

Potential Wärmeversorgung, Umsetzungsmaßnahmen

- Flächendichte sehr gering. Eine wirtschaftliche Umsetzung einer Nahwärmeversorgung wäre wahrscheinlich nicht gewährleistet.
- Wärmedichte sehr gering. Eine wirtschaftliche Umsetzung einer Nahwärmeversorgung wäre wahrscheinlich nicht gewährleistet.
- Mehrere Bestandsgebäude besitzen eine PV-/Solaranlage. Diese könnten evtl. in den Heizkreislauf mit einspeisen, um den Anteil an erneuerbaren Energien zu erhöhen.

Cluster-Auswertung

Bezeichnung des Clusters: Cluster-Mitterharthausen - Wohnblöcke



Fläche des Clusters
Fläche der Flurstücke, die im Cluster liegen
Fläche: 42.620 m²; 4,3 ha; 0,04 km²
Gebäudebestand
Vorwiegende Baualtersklasse: alle Baualtersklassen vertreten
Anteil fossile Heizung: 69,9%

	Anzahl	beheizte Fläche [m²]	geschätzte Heizlast [kW]	geschätzter Wärmebedarf [MWh/a]
Wohngebäude	25	19.914	3.385	6.094
öffentliche Gebäude	0	0	0	0
Gewerbegebäude	0	0	0	0
gesamt		**19.914**	**3.385**	**6.094**

Kennzahlen

CO2-Ausstoß gesamt [t/a]	1.366	CO2-Ausstoß bezogen auf beh. Fläche [kg/a*m²]	69
Heizlast bezogen auf beh. Fläche [W/m²]	170	Wärmebedarf bezogen auf beh. Fläche [kWh/a*m²]	306

Beurteilung Eignung Wärmenetz

Wärmedichte [MWh/ha*a]	1417	sehr hohe Wärmenetzeignung
Flächendichte [MW/km²]	78,7	vermutlich wirtschaftlich

Mögliche Maßnahmen

Für den Gebäudebestand: Gebäudesanierung prüfen
Für Wärmenetze: Nahwärmenetz prüfen

Potential nach 2% Gebäudesanierung pro Jahr

Geschätzte Heizlast im Jahr 2045 [kW]	797
Geschätzter Wärmeverbrauch im Jahr 2045 [MWh/a]	1.434

Potential Wärmeversorgung, Umsetzungsmaßnahmen

- Desolates Wärmenetz ist in diesem Gebiet vorhanden
- Ggf. auf zukünftige Erneuerung hinweisen
- Ca. 200 WE werden damit versorgt
- Eher alte Bestandsgebäude, Sanierungen vorschlagen

Anhang 2 (Wärmekostenberechnung – VDI 2067)

Kommunale Wärmeplanung der Gemeinde Feldkirchen – Potenzialanalyse (Wärmekostenberechnung)

Version:	2
Datum:	08.09.2025
Auftraggeber:	Gemeinde Feldkirchen (Hr. Martin Hain – Geschäftsleiter Gemeinde)
Auftragnehmer:	Kundoplan GmbH & Co. KG
	Pfleggasse 9, 94469 Deggendorf
Verfasser und Mitwirkende:	Karl Kaiser, Kundoplan GmbH & Co. KG Eric Aschenbrenner, Kundoplan GmbH & Co. KG Klaus Gottschalk, netCADservice GmbH

Im Rahmen der Durchführung einer kommunalen Wärmeplanung ist es vorgesehen, für bestimmte Gebiete eine regenerative sowie zukunftsorientierte Wärmeversorgung in Bezug auf die Treibhausgasneutralität zu prüfen. Des Weiteren werden dabei die Wärmegestehungskosten, Investitionskosten, kapitalgebunden Kosten sowie Wärmeerlöse berechnet. Durchgeführt wird diese Analyse mittels der Software „Sophena“, welche vom C.A.R.M.E.N. e.V. (zentrales Agrar – Rohstoff Marketing und Energie – Netzwerk) zur Verfügung gestellt wird. Mit Hilfe dieser Software können fiktive Projekte im Bereich der Wärmeversorgung sowohl wirtschaftlich als auch energetisch simuliert und optimiert werden. Gearbeitet wird an vielen Stellen mit voreingestellten, praxisnahen Werten.

Hinweis:

Die komplette Berechnung der Cluster basiert auf Annahmen. Es handelt sich lediglich um fiktive Wärmenetze, welche einer ersten groben Abschätzung unterliegen. Dies ist jedoch kein Ersatz für eine Machbarkeitsstudie.

1. Cluster Gundhöring – Wärmenetz

Abbildung 27: Ausschnitt GIS - WN Gundhöring

Abbildung 27 zeigt einen Ausschnitt aus dem GIS, auf welchem ein fiktives Wärmenetz (WN) innerhalb des Ortsteils „Gundhöring“ zu erkennen ist. Das rote Polygon stellt eine mögliche Energiezentrale dar, die grünen Gebäude sind Anschlussnehmer und die Leitungen der Wärmeversorgung wurden rot eingezeichnet.

Wärmenutzung

In das fiktive Wärmenetz wurden insgesamt 34 mögliche Anschlussnehmer/-innen mit einbezogen. Dabei beläuft sich die gesamte Heizlast aller Gebäude auf 958 kW und der Wärmebedarf für das Gebiet beträgt 2.045.098 kWh. Angenommen wurde dabei, dass bei den beständigen Gebäuden aktuell eine Ölheizung verbaut ist, über welche die benötigte Wärme erzeugt wird. Im GIS sind die beheizten Flächen der Gebäude hinterlegt, dadurch kann der Heizölverbrauch ermittelt werden. Ein guter Wert für eine plausible Annahme ist dabei 15 l/m². Das Baualter der Gebäude liegt im Bereich von 1979 – 1994, das entspricht der Baualtersklasse 6 in Bezug auf die kommunale Wärmeplanung.

Wärmeverteilung

Die Wärmeverteilung erfolgt dabei mittels Wärmeleitungen. Die Auswahl der Leitungen hängt von zwei sehr wichtigen Faktoren ab, die Temperaturspreizung in [K] innerhalb des Wärmenetzes und die Leistung, welche bei der Wärmeerzeugung vorliegt in [kW].

Wärmenetz

Vorlauftemperatur	80	°C
Rücklauftemperatur	50	°C
Trassenlänge	2.040	m
Verlustleistung	528,36	W/K
Maximal benötigte Leistung (ohne Gleichzeitigkeitsfaktor)	959	kW
Gleichzeitigkeitsfaktor	0,8	ⓘ
Glättungsfaktor	0,0	ⓘ
Maximal benötigte Leistung (mit Gleichzeitigkeitsfaktor)	768	kW

Abbildung 28: Kennzahlen WN

Die Vorlauftemperatur des Wärmenetzes liegt bei 80 °C, der Rücklauf bei 50 °C. Somit erhält man eine Temperaturspreizung von 30 K. Die Firma Rehau stellt einen Katalog zur Verfügung, welcher die Nahwärmesysteme RAUTHERMEX und RAUVITHERM beinhaltet. Darin sind Tabellen hinterlegt, welche die Wärmeleitungen in Abhängigkeit der Leistung und Temperaturspreizung beinhalten. Für die Hauptleitung wurde ein RAUTHERMEX SDR 11 90x8,2 mm (UNO) gewählt. Die Strömungsgeschwindigkeit beträgt dabei 1,88 m/s und der Druckverlust liegt bei 347,1 Pa/m. Benötigt wird eine Trassenlänge von ca. 1360m bezogen auf die Hauptleitung. Für die Hausanschlüsse wurde dasselbe Schema bzgl. der Leitungswahl verwendet. Ausgewählt wurde eine RAUTHERMEX SDR11 25x2,3 mm (DUO), Strömungsgeschwindigkeit zwischen 0,4 und 1,38 m/s und Druckverlust zwischen 97,7 und 922,9 Pa/m. Die Gesamtlänge der Anschlussleitungen beläuft sich auf ca. 680 m. Für die Bestimmung der Leitungslängen wurden Richtwerte aus der Praxis verwendet, Hauptleitung je Gebäude 40 m und Anschlussleitung je Gebäude 20 m. Dies sind Werte für eine Annahme, welche aus früheren Machbarkeitsstudien entnommen werden konnten. Der Gleichzeitigkeitsfaktor ist dabei der Quotient aus der tatsächlich im Netz benötigten Maximalleistung und der Summe der Nennleistungen der Abnehmer. Dieser beeinflusst somit die im Heizhaus zu installierender Leistung. Dieser Faktor bewegt sich normalerweise in einem Intervall von 0,5 bis 1,0. Durch den Glättungsfaktor

werden in dem Wärmenetz die Temperaturschwankungen oder Lastspitzen beschrieben. Angegeben wird dabei, wie stark die Schwankungen durch die thermische Trägheit des Netzes reduziert werden. Je höher der Glättungsfaktor, desto größer die Dämpfung der Temperaturschwankungen. Dies führt zu einer stabilen Temperaturversorgung. Die Kosten für das Wärmenetz (Leitungen, Übergabestationen, Pumpen, Tiefbau, Installationen) betragen ca. 930.000 Euro.

Pufferspeicher

Durch die Integration eines 10.000 l Pufferspeichers kann zusätzlich der erforderliche Wärmebedarf abgedeckt werden.

Pufferspeicher

Produkt	Pufferspeicher_10000	
Volumen	10.000	L
Ziel-Ladestand	50	%
Maximale Entladeleistung	852	kW
Maximale Ladetemperatur	95	°C
λ-Wert der Dämmung	0,04	W/m*K
Investitionskosten	15.000	EUR
Nutzungsdauer	40	Jahre
Instandsetzung	1	%

Abbildung 29: Kennzahlen – Pufferspeicher

Die technischen Angaben des Pufferspeichers sind ich Abbildung 29 ersichtlich. Die Kosten wurden geschätzt, erfahrungsgemäß sind dabei 15.000 Euro ein guter Richtwert. In diesem Fall speichert der integrierte Speicher ca. 245.000 KWh an Wärme.

Wärmeerzeugung

Die Erzeugung der Wärme erfolgt mittels einer 900 kW Hackschnitzelkaskade (Grundlast) bestehend aus 3x ECO HK 300 Kessel der Firma Hargassner (beispielsweise). Der Wirkungsgrad η der Heizungsanlage beträgt in etwa 0,92. Der Energieträger ist dabei Waldhackgut gemischt (70% Wh, 30% Hh) mit einem Wassergehalt von 20%. Der daraus berechnete Heizwert des Brennstoffs sind 3976 kWh/t. Für die Anlage wird ein Hackschnitzelbunker, Schubboden sowie ein Austragungssystem benötigt. Daraus lässt sich schließen, dass ca. 900 kW Leistung zur Verfügung stehen, um die 34 Anschlussnehmer zu versorgen. Zusammenfassend

kann somit der Jahreswärmebedarf von ca. 2.000.000 kWh gedeckt werden. Die Kosten der Anlagentechnik betragen etwa 980.000 Euro.

Jahresdauerlinie

Eine Jahresdauerlinie (JDL) stellt in der Wärmeversorgung ein Diagramm dar, welches die zeitliche Verteilung des Wärmebedarfs eines Wärmenetzes über ein Jahr beinhaltet. Erkennbar dabei ist, wie oft und wie lange eine bestimmte Wärmeleistung benötigt wird. Dabei werden die Leistungen in absteigender Reihenfolge aufgetragen.

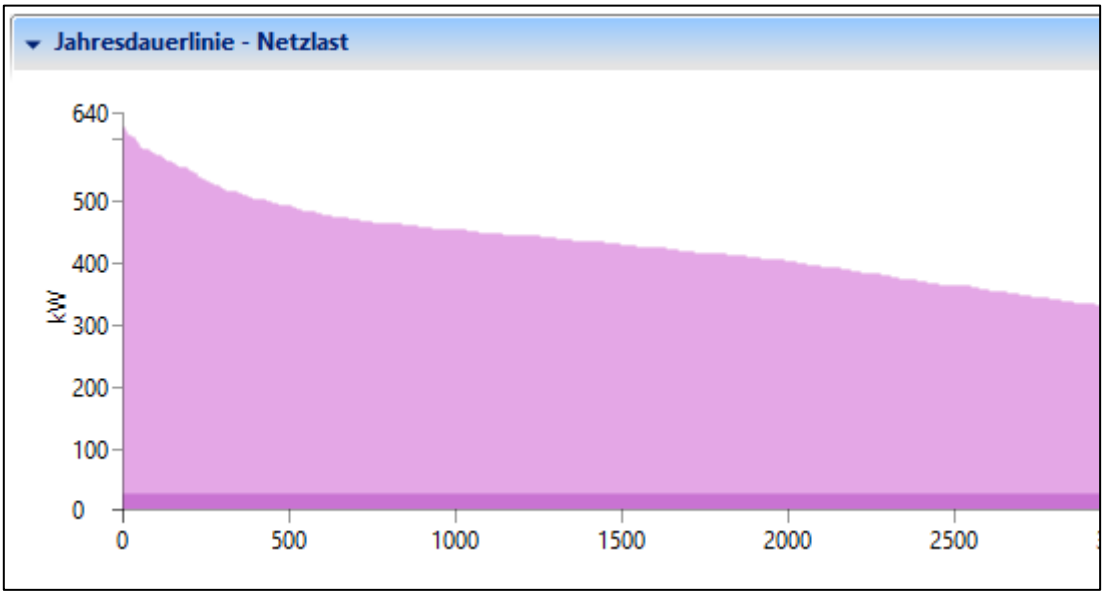


Abbildung 30: JDL – Netzlast

Des Weiteren gibt es für die Netzlast eine JDL. Diese stellt den Wärmebedarf ab dem Heizhaus dar und bildet somit die stündlich anliegende Leistung am Netz ab. Die Skalierung ist identisch mit den anderen Jahresdauerlinien. Der dunkel – lila gefärbte Bereich repräsentiert dabei die im Wärmenetz auftretenden Netzverluste. Diese belaufen sich auf etwa 29 kW. Der hell – lila gefärbte Bereich kennzeichnet die ab dem Heizhaus abgegebene Leistung.

Der gesamte Wärmeverlust setzt sich aus der Berechnung wie folgt zusammen:

Erzeugte Wärme	2.045.125 kWh
Pufferspeicherverluste	4.275 kWh
Verteilungsverluste	254.564 kWh
Genutzte Wärme	1.786.285 kWh
Gesamtverluste	**258.839 kWh**

Tabelle 16: Werte für Erzeugung und Verlust

Hausübergabestation

Alle Gebäude, welche an das Wärmenetz anschließen benötigen eine Hausübergabestation. Bei den beständigen Gebäuden liegt ein Leistungsbereich von etwa 15 – 60 kW vor, abhängig ist diese Leistung jeweils von der beheizten Fläche und dem Wärmebedarf. Es gibt verschiedene Arten von Übergabestationen, zum einen mittels eines verbauten Pufferspeichers und zum anderen mit einem Plattenwärmetauscher. Beide Optionen werden häufig verbaut. Die Kosten dabei liegen jeweils im Bereich von 5.000 bis 10.000 Euro.

Rauchgasreinigung

Durch die Integration eines Elektrofilters wird das anfallende Rauchgas gereinigt. Die Leistung des Filters beträgt ca. 800 kW und die Kosten belaufen sich auf etwa 80.000 Euro.

Treibhausgasemissionen

Durch die Verbrennung der Rohstoffe entsteht auch ein gewisser Anteil an Treibhausgasemissionen (THG). Diese werden auf Basis der berechneten Brennstoff- und Stromverbräuche beim Betrieb des Wärmenetzes ermittelt. Als Vergleich werden fiktive Treibhausgasemissionen aus einer Wärmeerzeugung mit dezentralen Erdgas- bzw. Heizöl – Brennwertkessel berechnet. Dabei werden Jahresnutzungsgrade von 95% (Erdgas) bzw. 92% (Heizöl) angenommen.

Treibhausgasemissionen

	Emissionen
900 kW Kaskade 3x ECO HK 300-G...	91.141 kg CO2 eq.
Eigenstromverbrauch	19.142 kg CO2 eq.
Wärmenetz	**110.284 kg CO2 eq.**
Erdgas dezentral	449.761 kg CO2 eq.
Heizöl dezentral	596.455 kg CO2 eq.

Abbildung 31: THG – Emissionen

Die Werte für die entstehenden Treibhausgasemissionen sind in Abbildung 31 ersichtlich. In Summen sind es ca. 110.000 kg CO2 eq. Im Vergleich zu den fiktiven Wärmeerzeugern fallen diese eher gering aus. Dies wirkt sich positiv auf das Wärmenetz aus.

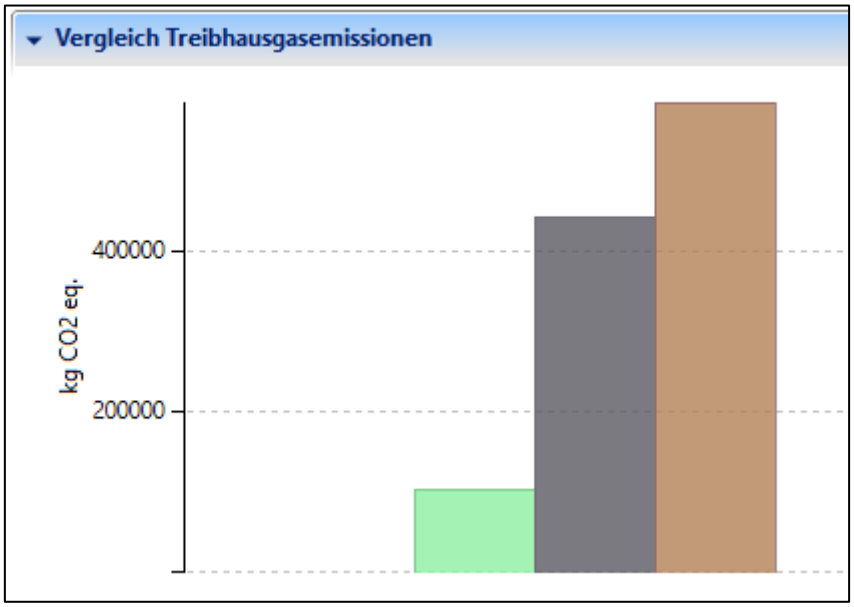


Abbildung 32: THG – Vergleich

Eine grafische Auswertung des Vergleichs liegt ebenso vor. Abgebildet sind die Emissionen des Wärmenetzes (grün), die Emissionen von Erdgas (grau) und die Emissionen von Heizöl (braun). Nach wie vor Heizöl und Erdgas lediglich fiktiv.

Wirtschaftlichkeitsberechnung

Wirtschaftlichkeit

	dynamisch	statisch
Investitionskosten	2.611.000 EUR	2.611.000 EUR
Investitionsförderung	963.850 EUR	963.850 EUR
Anschlusskostenbeiträge	204.000 EUR	204.000 EUR
Finanzierungsbedarf	**1.443.150 EUR**	**1.443.150 EUR**
Kapitalgebundene Kosten	91.529 EUR/a	90.964 EUR/a
Bedarfsgebundene Kosten	116.576 EUR/a	98.148 EUR/a
Betriebsgebundene Kosten	86.041 EUR/a	72.440 EUR/a
Sonstige Kosten	34.576 EUR/a	29.110 EUR/a
Gesamtkosten	**328.722 EUR/a**	**290.661 EUR/a**
Wärmeerlöse	345.833 EUR/a	291.165 EUR/a
Stromerlöse	0 EUR/a	0 EUR/a
Gesamterlöse	**345.833 EUR/a**	**291.165 EUR/a**
Jahresüberschuss	**17.111 EUR/a**	**503 EUR/a**
Wärmegestehungskosten	**184 EUR/MWh**	**163 EUR/MWh**

Abbildung 33: Kostenübersicht

Die Wirtschaftlichkeit wird auf Basis der Richtlinie VDI 2067 untersucht sowie anschließend berechnet. Die Parameter hinsichtlich der Kostenberechnung können für jedes Projekt angegeben bzw. geändert werden. Die Ergebnisse der Berechnung geben eine erste Einschätzung der Wirtschaftlichkeit und sind für einen Variantenvergleich sehr gut geeignet. Für eine Finanzierungsplanung müssen jedoch exaktere Berechnungen durchgeführt werden (Machbarkeitsstudie). In Sophena sind Richtwerte für bestimmte Kosten angegeben, welche meist sehr geringgehalten werden. Durch einen Vergleich mit anderen Projekten wurden die Investitionen dementsprechend angepasst. Die prozentuale Investitionsförderung wurde mit 35 % angesetzt. In Abbildung 7 sind die Ergebnisse der dynamischen Kostenberechnung enthalten, dynamisch deshalb, weil die Preisdynamik innerhalb der Berechnung berücksichtigt wird.

Fazit:

Die Wärmegestehungskosten in Höhe von 163 Euro/MWh befinden sich in einem realistischen Bereich. Eine wirtschaftliche Umsetzung dieses Bauvorhabens könnte eventuell möglich sein. Dies muss aber mittels einer Machbarkeitsstudie geprüft werden.

Kostenübersicht

Produktgebiet	Investitionskosten	Kapitalgebundene Kos...	Bedarfsgebundene Ko...	Betriebsgebundene Ko...
Anlagentechnik	980.000 EUR	70.548 EUR/a	116.576 EUR/a	65.992 EUR/a
Gebäude	400.000 EUR	19.658 EUR/a	0 EUR/a	9.502 EUR/a
Wärmenetz	931.000 EUR	62.386 EUR/a	0 EUR/a	10.547 EUR/a
Planung	300.000 EUR	21.108 EUR/a	0 EUR/a	0 EUR/a

Abbildung 34: Kostenübersicht – Produktgebiet

Aufgeteilt werden die Kosten in Anlagentechnik, Gebäude, Wärmenetz und schließlich die dazugehörende Planung (Abbildung 8). Ein Richtwert für die Planungskosten ist in etwa 8 – 12% der gesamten Investitionskosten. Des Weiteren werden kapitalgebundene, bedarfsgebundene sowie betriebsgebundene Kosten berücksichtigt.

Kapitalgebundene Kosten:

Innerhalb der kapitalgebundenen Kosten werden die Kosten für Zins und Tilgung sowie eventuelle Ersatzbeschaffungen ausgewiesen. Bestimmt werden diese durch deren Höhe, den Zinssatz sowie der Nutzungsdauer des Investitionsobjekts.

Bedarfsgebundene Kosten:

In diese Kategorie fallen die Kosten für die Brennstoffe und den Eigenstrombedarf.

Betriebsgebundene Kosten:

In diesem Bereich werden die Kosten für Wartung und Inspektion, Instandsetzung und Bedienen der Anlagen ausgewiesen. Die Höhe dieser Kosten ist abhängig von den jeweiligen Parametern der Investition.

2. Cluster Opperkofen – Wärmenetz

Abbildung 35: Opperkofen – WN

Abbildung 35 zeigt einen Ausschnitt aus dem GIS, auf welchem ein fiktives Wärmenetz (WN) innerhalb des Ortsteils „Opperkofen“ zu erkennen ist. Das rote Polygon stellt eine mögliche Energiezentrale dar, die grünen Gebäude sind Anschlussnehmer und die Leitungen der Wärmeversorgung wurden rot eingezeichnet.

Wärmenutzung

In das fiktive Wärmenetz wurden insgesamt 28 mögliche Anschlussnehmer/-innen mit einbezogen. Dabei beläuft sich die gesamte Heizlast aller Gebäude auf 872 kW und der Wärmebedarf für das Gebiet beträgt 1.940.435 kWh. Angenommen wurde dabei, dass bei den beständigen Gebäuden aktuell eine Ölheizung verbaut ist, über welche die benötigte Wärme erzeugt wird. Im GIS sind die beheizten Flächen der Gebäude hinterlegt, dadurch kann der Heizölverbrauch ermittelt werden. Ein guter Wert für eine plausible Annahme ist dabei 15 l/m². Das Baualter der Gebäude liegt im Bereich von 1979 – 1994, das entspricht der Baualtersklasse 6 in Bezug auf die kommunale Wärmeplanung.

Wärmeverteilung

Die Wärmeverteilung erfolgt dabei mittels Wärmeleitungen. Die Auswahl der Leitungen hängt von zwei sehr wichtigen Faktoren ab, die Temperaturspreizung in [K] innerhalb des Wärmenetzes und die Leistung, welche bei der Wärmeerzeugung vorliegt in [kW].

Wärmenetz

Vorlauftemperatur	80	°C
Rücklauftemperatur	50	°C
Trassenlänge	1.660	m
Verlustleistung	675,04	W/K
Maximal benötigte Leistung (ohne Gleichzeitigkeitsfaktor)	873	kW
Gleichzeitigkeitsfaktor	0,8	ⓘ
Glättungsfaktor	0,0	ⓘ
Maximal benötigte Leistung (mit Gleichzeitigkeitsfaktor)	699	kW

Abbildung 36: Kennzahlen WN

Die Vorlauftemperatur des Wärmenetzes liegt bei 80 °C, der Rücklauf bei 50 °C. Somit erhält man eine Temperaturspreizung von 30 K. Die Firma Rehau stellt einen Katalog zur Verfügung, welcher die Nahwärmesysteme RAUTHERMEX und RAUVITHERM beinhaltet. Darin sind Tabellen hinterlegt, welche die Wärmeleitungen in Abhängigkeit der Leistung und Temperaturspreizung beinhalten. Für die Hauptleitung wurde ein RAUTHERMEX SDR 11 110x10 mm (UNO) gewählt. Die Strömungsgeschwindigkeit beträgt dabei 1,41 m/s und der Druckverlust liegt bei 160,7 Pa/m. Benötigt wird eine Trassenlänge von ca. 2.200 m bezogen auf die Hauptleitung. Für die Hausanschlüsse wurde dasselbe Schema bzgl. der Leitungswahl verwendet. Ausgewählt wurde eine RAUTHERMEX SDR11 25x2,3 mm (DUO), Strömungsgeschwindigkeit zwischen 0,4 und 1,38 m/s und Druckverlust zwischen 97,7 und 922,9 Pa/m. Die Gesamtlänge der Anschlussleitungen beläuft sich auf ca. 560 m. Für die Bestimmung der Leitungslängen wurden Richtwerte aus der Praxis verwendet, Hauptleitung je Gebäude 40 m und Anschlussleitung je Gebäude 20 m. Dies sind Werte für eine Annahme, welche aus früheren Machbarkeitsstudien entnommen werden konnten. Der Gleichzeitigkeitsfaktor ist dabei der Quotient aus der tatsächlich im Netz benötigten Maximalleistung und der Summe der Nennleistungen der Abnehmer. Dieser beeinflusst somit die im Heizhaus zu installierender Leistung. Dieser Faktor bewegt sich normalerweise in einem Intervall von 0,5 bis 1,0. Durch den Glättungsfaktor

werden in dem Wärmenetz die Temperaturschwankungen oder Lastspitzen beschrieben. Angegeben wird dabei, wie stark die Schwankungen durch die thermische Trägheit des Netzes reduziert werden. Je höher der Glättungsfaktor, desto größer die Dämpfung der Temperaturschwankungen. Dies führt zu einer stabilen Temperaturversorgung. Die Kosten für das Wärmenetz (Leitungen, Übergabestationen, Pumpen, Tiefbau, Installationen) betragen ca. 850.000 Euro.

Pufferspeicher

Durch die Integration eines 5.500 l Pufferspeichers kann zusätzlich der erforderliche Wärmebedarf abgedeckt werden.

Pufferspeicher

Produkt	Pufferspeicher_5500	
Volumen	5.500	L
Ziel-Ladestand	50	%
Maximale Entladeleistung	699	kW
Maximale Ladetemperatur	95	°C
λ-Wert der Dämmung	0,04	W/m*K
Investitionskosten	9.000	EUR
Nutzungsdauer	40	Jahre
Instandsetzung	1	%

Abbildung 37: Kennzahlen Pufferspeicher

Die technischen Angaben des Pufferspeichers sind ich Abbildung 37 ersichtlich. Die Kosten wurden geschätzt, erfahrungsgemäß sind dabei 9000 Euro ein guter Richtwert. In diesem Fall speichert der integrierte Speicher ca. 270.000 kWh an Wärme.

Wärmeerzeugung

Die Erzeugung der Wärme erfolgt mittels einer 900 kW Hackschnitzelkaskade bestehend aus 3x ECO HK 300 Kessel der Firma Hargassner (beispielsweise). Der Wirkungsgrad „η“ der Heizungsanlage beträgt in etwa 0,92. Der Energieträger ist dabei Waldhackgut gemischt (70% Wh, 30% Hh) mit einem Wassergehalt von 20%. Der daraus berechnete Heizwert des Brennstoffs sind 3.976 kWh/t. Für die Anlage wird ein Hackschnitzelbunker, Schubboden sowie ein Austragungssystem benötigt. Zusammenfassend kann somit der Jahreswärmebedarf von ca. 1.940.000 kWh gedeckt werden. Die Kosten der Anlagentechnik betragen etwa 975.000 Euro.

Jahresdauerlinie

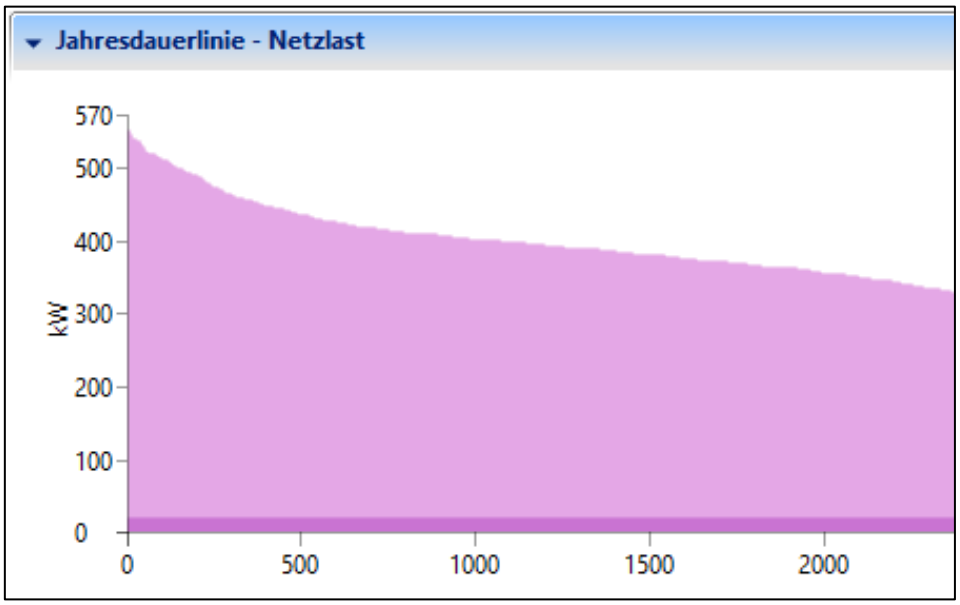


Abbildung 38: JDL – Netzlast

Des Weiteren gibt es für die Netzlast auch eine JDL. Diese stellt den Wärmebedarf ab dem Heizhaus dar und bildet somit die stündlich anliegende Leistung am Netz ab. Die Skalierung ist identisch mit den anderen Jahresdauerlinien. Der dunkel – lila gefärbte Bereich repräsentiert dabei die im Wärmenetz auftretenden Netzverluste. Diese belaufen sich auf etwa 37 kW. Der hell – lila gefärbte Bereich kennzeichnet die ab dem Heizhaus abgegebene Leistung. Der gesamte Wärmeverlust setzt sich aus der Berechnung wie folgt zusammen:

Erzeugte Wärme	1.940.516 kWh
Pufferspeicherverluste	3.001 kWh
Verteilungsverluste	325.234 kWh
Genutzte Wärme	1.612.281 kWh
Gesamtverluste	**328.235 kWh**

Tabelle 17: Werte für Erzeugung und Verlust

Hausübergabestation

Alle Gebäude, welche an das Wärmenetz anschließen benötigen eine Hausübergabestation. Bei den beständigen Gebäuden liegt ein Leistungsbereich von etwa 15 – 60 kW vor, abhängig ist diese Leistung jeweils von der beheizten Fläche und dem Wärmebedarf. Es gibt verschiedene Arten von Übergabestationen, zum einen mittels eines verbauten Pufferspeichers und zum anderen mit einem

Plattenwärmetauscher. Beide Optionen werden häufig verbaut. Die Kosten dabei liegen jeweils im Bereich von 5.000 bis 10.000 Euro.

Rauchgasreinigung

Durch die Integration eines Elektrofilters wird das anfallende Rauchgas gereinigt. Die Leistung des Filters beträgt ca. 800 kW und die Kosten belaufen sich auf etwa 80.000 Euro.

Treibhausgasemissionen

Durch die Verbrennung der Rohstoffe entsteht auch ein gewisser Anteil an Treibhausgasemissionen. Diese werden auf Basis der berechneten Brennstoff- und Stromverbräuche beim Betrieb des Wärmenetzes ermittelt. Als Vergleich werden fiktive Treibhausgasemissionen aus einer Wärmeerzeugung mit dezentralen Erdgas- bzw. Heizöl – Brennwertkessel berechnet. Dabei werden Jahresnutzungsgrade von 95% (Erdgas) bzw. 92% (Heizöl) angenommen.

Treibhausgasemissionen

	Emissionen
900 kW Kaskade 3x ECO HK 300	85.550 kg CO2 eq.
Eigenstromverbrauch	18.163 kg CO2 eq.
Wärmenetz	**103.713 kg CO2 eq.**
Erdgas dezentral	405.935 kg CO2 eq.
Heizöl dezentral	538.335 kg CO2 eq.

Abbildung 39: THG – Emissionen

Die Werte für die entstehenden Treibhausgasemissionen sind in Abbildung 13 ersichtlich. In Summen sind es ca. 104.000 kg CO2 eq. Im Vergleich zu den fiktiven Wärmeerzeugern fallen diese eher gering aus. Dies wirkt sich positiv auf das Wärmenetz aus.

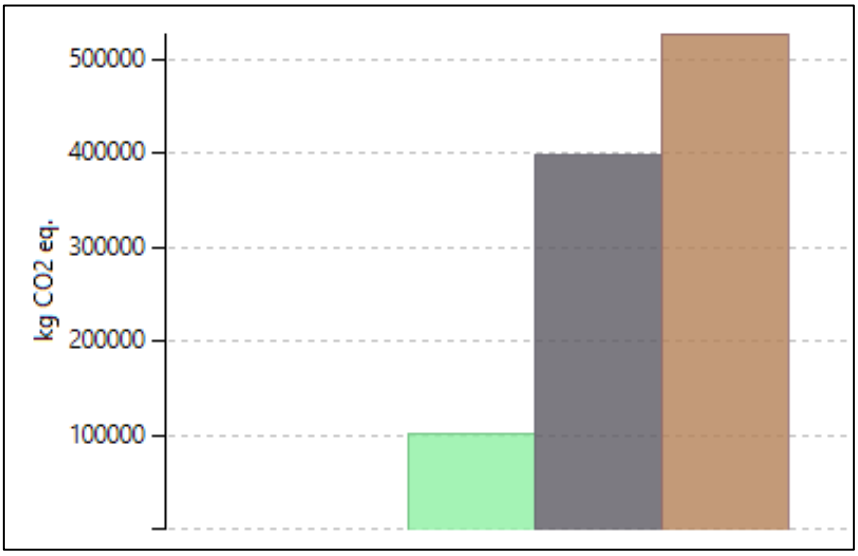


Abbildung 40: THG – Vergleich

Eine grafische Auswertung des Vergleichs liegt ebenso vor. Abgebildet sind die Emissionen des Wärmenetzes (grün), die Emissionen von Erdgas (grau) und die Emissionen von Heizöl (braun). Nach wie vor Heizöl und Erdgas lediglich fiktiv.

Wirtschaftlichkeitsberechnung

Wirtschaftlichkeit

	dynamisch	statisch
Investitionskosten	2.508.600 EUR	2.508.600 EUR
Investitionsförderung	928.010 EUR	928.010 EUR
Anschlusskostenbeiträge	190.000 EUR	190.000 EUR
Finanzierungsbedarf	**1.390.590 EUR**	**1.390.590 EUR**
Kapitalgebundene Kosten	88.737 EUR/a	88.140 EUR/a
Bedarfsgebundene Kosten	78.406 EUR/a	66.012 EUR/a
Betriebsgebundene Kosten	87.209 EUR/a	73.423 EUR/a
Sonstige Kosten	29.796 EUR/a	25.086 EUR/a
Gesamtkosten	**284.148 EUR/a**	**252.661 EUR/a**
Wärmeerlöse	315.975 EUR/a	266.026 EUR/a
Stromerlöse	0 EUR/a	0 EUR/a
Gesamterlöse	**315.975 EUR/a**	**266.026 EUR/a**
Jahresüberschuss	**31.827 EUR/a**	**13.365 EUR/a**
Wärmegestehungskosten	**176 EUR/MWh**	**157 EUR/MWh**

Abbildung 41: Kostenübersicht

Die Erläuterungen hinsichtlich der Kostenübersicht wurden auf Seite 71 schon niedergeschrieben. Die Kosten der Investitionen sind etwas niedriger als die des Clusters Gundhöring, da weniger Anschlussnehmer vorhanden sind.

Fazit:

Die Wärmegestehungskosten in Höhe von 157 Euro/MWh befinden sich in einem realistischen Bereich. Durch eine Erhöhung der Anschlussnehmerzahl und einer höheren Wärmebelegungsdichte innerhalb des Clusters könnte eine wirtschaftliche Umsetzung eventuell möglich sein.

Kostenübersicht

Produktgebiet	Investitionskosten	Kapitalgebundene Kos...	Bedarfsgebundene Ko...	Betriebsgebundene Ko...
Anlagentechnik	974.000 EUR	70.356 EUR/a	78.406 EUR/a	65.921 EUR/a
Gebäude	400.000 EUR	19.658 EUR/a	0 EUR/a	9.502 EUR/a
Wärmenetz	854.600 EUR	57.687 EUR/a	0 EUR/a	11.786 EUR/a
Planung	280.000 EUR	19.701 EUR/a	0 EUR/a	0 EUR/a

Abbildung 42: Kostenübersicht – Produktgebiet

Die Erläuterungen bzgl. der Kostenübersicht für die einzelnen Produktgebiete wurden auf Seite 71 bereits niedergeschrieben. Die Kosten der Anlagentechnik sowie des Wärmenetzes sind niedriger als in Gundhöring, da es sich um ein kleineres Wärmenetz handelt.

3. Cluster Mitterharthausen – Wärmenetz

Abbildung 43: Mitterharthausen - WN

Abbildung 43 zeigt einen Ausschnitt aus dem GIS, auf welchem ein fiktives Wärmenetz (WN) innerhalb des Ortsteils „Mitterharthausen“ zu erkennen ist. Das rote Polygon stellt eine mögliche Energiezentrale dar, die grünen Gebäude sind Anschlussnehmer und die Leitungen der Wärmeversorgung wurden rot eingezeichnet.

Wärmenutzung

In das fiktive Wärmenetz wurden insgesamt 71 mögliche Anschlussnehmer/-innen mit einbezogen. Dabei beläuft sich die gesamte Heizlast aller Gebäude auf 4.367 kW und der Wärmebedarf für das Gebiet beträgt 8.655.877 kWh. Angenommen wurde dabei, dass bei den beständigen Gebäuden aktuell eine Ölheizung verbaut ist, über welche die benötigte Wärme erzeugt wird. Im GIS sind die beheizten Flächen der Gebäude hinterlegt, dadurch kann der Heizölverbrauch ermittelt werden. Ein guter Wert für eine plausible Annahme ist dabei 15 l/m². Das Baualter der Gebäude liegt im Bereich von 1979 – 1994, das entspricht der Baualtersklasse 6 in Bezug auf die kommunale Wärmeplanung.

Wärmeverteilung

Die Wärmeverteilung erfolgt dabei mittels Wärmeleitungen. Die Auswahl der Leitungen hängt von zwei sehr wichtigen Faktoren ab, die Temperaturspreizung in [K] innerhalb des Wärmenetzes und die Leistung, welche bei der Wärmeerzeugung vorliegt in [kW].

Wärmenetz

Vorlauftemperatur	80	°C
Rücklauftemperatur	50	°C
Trassenlänge	4.080	m
Verlustleistung	216,24	W/K
Maximal benötigte Leistung (ohne Gleichzeitigkeitsfaktor)	4.367	kW
Gleichzeitigkeitsfaktor	0,7	ⓘ
Glättungsfaktor	0,0	ⓘ
Maximal benötigte Leistung (mit Gleichzeitigkeitsfaktor)	3.057	kW

Abbildung 44: Kennzahlen WN

Die Vorlauftemperatur des Wärmenetzes liegt bei 80 °C, der Rücklauf bei 50 °C. Somit erhält man eine Temperaturspreizung von 30 K. Die Firma Rehau stellt einen Katalog zur Verfügung, welcher die Nahwärmesysteme RAUTHERMEX und RAUVITHERM

beinhaltet. Darin sind Tabellen hinterlegt, welche die Wärmeleitungen in Abhängigkeit der Leistung und Temperaturspreizung beinhalten. Für die Hauptleitung wurde ein RAUTHERMEX SDR 11 110x10 mm (DUO) gewählt. Die Strömungsgeschwindigkeit beträgt dabei 1,41 m/s und der Druckverlust liegt bei 160,7 Pa/m. Benötigt wird eine Trassenlänge von ca. 2.720 m bezogen auf die Hauptleitung. Für die Hausanschlüsse wurde dasselbe Schema bzgl. der Leitungswahl verwendet. Ausgewählt wurde eine RAUTHERMEX SDR11 40x3,7 mm (DUO), Strömungsgeschwindigkeit zwischen 0,3 und 1,44 m/s und Druckverlust zwischen 35,3 und 563,5 Pa/m. Die Gesamtlänge der Anschlussleitungen beläuft sich auf ca. 1360 m. Für die Bestimmung der Leitungslängen wurden Richtwerte aus der Praxis verwendet, Hauptleitung je Gebäude 40 m und Anschlussleitung je Gebäude 20 m. Dies sind Werte für eine Annahme, welche aus früheren Machbarkeitsstudien entnommen werden konnten. Der Gleichzeitigkeitsfaktor ist dabei der Quotient aus der tatsächlich im Netz benötigten Maximalleistung und der Summe der Nennleistungen der Abnehmer. Dieser beeinflusst somit die im Heizhaus zu installierender Leistung. Dieser Faktor bewegt sich normalerweise in einem Intervall von 0,5 bis 1,0. Durch den Glättungsfaktor werden in dem Wärmenetz die Temperaturschwankungen oder Lastspitzen beschrieben. Angegeben wird dabei, wie stark die Schwankungen durch die thermische Trägheit des Netzes reduziert werden. Je höher der Glättungsfaktor, desto größer die Dämpfung der Temperaturschwankungen. Dies führt zu einer stabilen Temperaturversorgung. Die Kosten für das Wärmenetz (Leitungen, Übergabestationen, Pumpen, Tiefbau, Installationen) betragen ca. 1.800.000 Euro.

Pufferspeicher

Durch die Integration eines 18.000 l Pufferspeichers kann zusätzlich der erforderliche Wärmebedarf abgedeckt werden.

Pufferspeicher

Produkt	Pufferspeicher_18000	
Volumen	18.000	L
Ziel-Ladestand	50	%
Maximale Entladeleistung	2.998	kW
Maximale Ladetemperatur	95	°C
λ-Wert der Dämmung	0,04	W/m*K
Investitionskosten	25.000	EUR
Nutzungsdauer	40	Jahre
Instandsetzung	1	%
Wartung und Inspektion	0	%
Aufwand für Bedienen	0	h/a

Abbildung 45: Kennzahlen Pufferspeicher

Die technischen Angaben des Pufferspeichers sind ich Abbildung 19 ersichtlich. Die Kosten wurden geschätzt, erfahrungsgemäß sind dabei 25.000 Euro ein guter Richtwert. In diesem Fall speichert der integrierte Speicher ca. 317.000 kWh an Wärme.

Wärmeerzeugung

Die Erzeugung der Wärme erfolgt mittels einem 1,4 MW Hackschnitzelkessel und einem 1,7 MW Hackschnitzelkessel. Der Wirkungsgrad „η“ der Heizungsanlagen beträgt in etwa 0,92. Der Energieträger ist dabei Waldhackgut gemischt (70% Wh, 30% Hh) mit einem Wassergehalt von 20%. Der daraus berechnete Heizwert des Brennstoffs sind 3.976 kWh/t. Für die Anlagen wird ein Hackschnitzelbunker, Schubboden sowie ein Austragungssystem benötigt. Zusammenfassend kann somit der Jahreswärmebedarf von ca. 8.655.877 kWh gedeckt werden. Die Kosten der Anlagentechnik betragen etwa 5.400.000 Euro.

Jahresdauerlinie

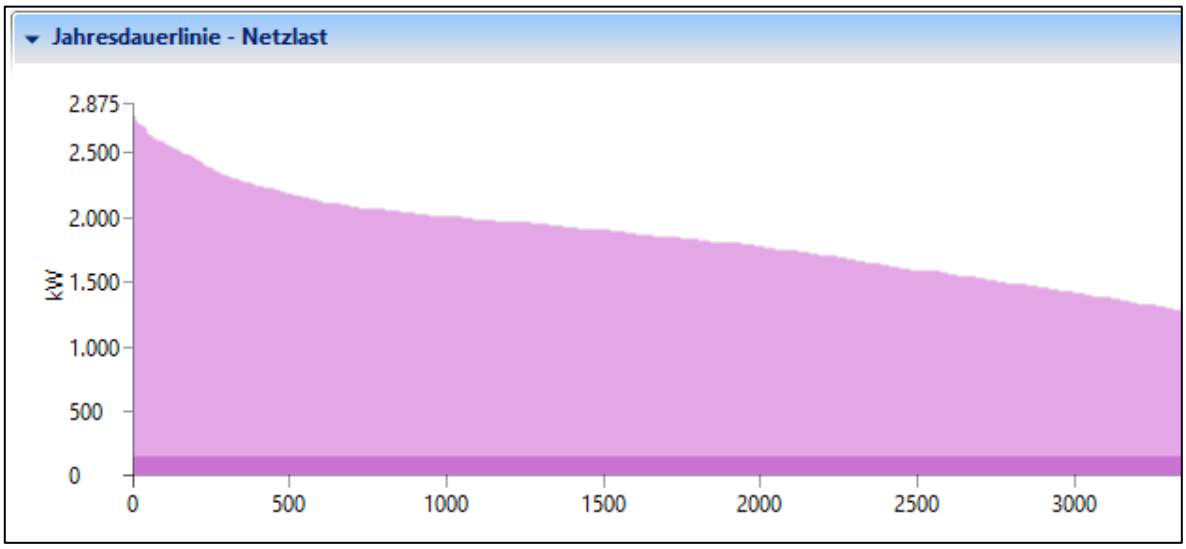


Abbildung 46: JDL – Netzlast

Des Weiteren gibt es für die Netzlast auch eine JDL. Diese stellt den Wärmebedarf ab dem Heizhaus dar und bildet somit die stündlich anliegende Leistung am Netz ab. Die Skalierung ist identisch mit den anderen Jahresdauerlinien. Der dunkel – lila gefärbte Bereich repräsentiert dabei die im Wärmenetz auftretenden Netzverluste. Diese belaufen sich auf etwa 12 kW. Der hell – lila gefärbte Bereich kennzeichnet die ab dem Heizhaus abgegebene Leistung. Der gesamte Wärmeverlust setzt sich aus der Berechnung wie folgt zusammen:

Erzeugte Wärme	8.656.094 kWh
Pufferspeicherverluste	8.099 kWh
Verteilungsverluste	104.184 kWh
Genutzte Wärme	8.543.811 kWh
Gesamtverluste	**112.284 kWh**

Tabelle 3: Werte für Erzeugung und Verlust

Hausübergabestation

Alle Gebäude, welche an das Wärmenetz anschließen benötigen eine Hausübergabestation. Bei den beständigen Gebäuden liegt ein Leistungsbereich von etwa 15 – 400 kW vor, abhängig ist diese Leistung jeweils von der beheizten Fläche und dem Wärmebedarf. Es gibt verschiedene Arten von Übergabestationen, zum einen mittels eines verbauten Pufferspeichers und zum anderen mit einem

Plattenwärmetauscher. Beide Optionen werden häufig verbaut. Die Kosten dabei liegen jeweils im Bereich von 5.000 bis 15.000 Euro.

Rauchgasreinigung

Durch die Integration zweier Elektrofilter wird das anfallende Rauchgas gereinigt. Die Leistungen der Filter betragen 1.400 kW und 1.700 kW und die Kosten belaufen sich auf etwa 650.000 Euro.

Treibhausgasemissionen

Durch die Verbrennung der Rohstoffe entsteht auch ein gewisser Anteil an Treibhausgasemissionen. Diese werden auf Basis der berechneten Brennstoff- und Stromverbräuche beim Betrieb des Wärmenetzes ermittelt. Als Vergleich werden fiktive Treibhausgasemissionen aus einer Wärmeerzeugung mit dezentralen Erdgas- bzw. Heizöl – Brennwertkessel berechnet. Dabei werden Jahresnutzungsgrade von 95% (Erdgas) bzw. 92% (Heizöl) angenommen.

Treibhausgasemissionen

	Emissionen
Pyroflex 300-FSB 1.700 (1.700 kW)	69.594 kg CO2 eq.
Pyroflex 300-FSB 1.400 (1.400 kW)	324.739 kg CO2 eq.
Eigenstromverbrauch	81.021 kg CO2 eq.
Wärmenetz	**475.354 kg CO2 eq.**
Erdgas dezentral	2.151.187 kg CO2 eq.
Heizöl dezentral	2.852.817 kg CO2 eq.

Abbildung 47: THG – Emissionen

Die Werte für die entstehenden Treibhausgasemissionen sind in Abbildung 47 ersichtlich. In Summen sind es ca. 475.000 kg CO2 eq. Im Vergleich zu den fiktiven Wärmeerzeugern fallen diese eher gering aus. Dies wirkt sich positiv auf das Wärmenetz aus.

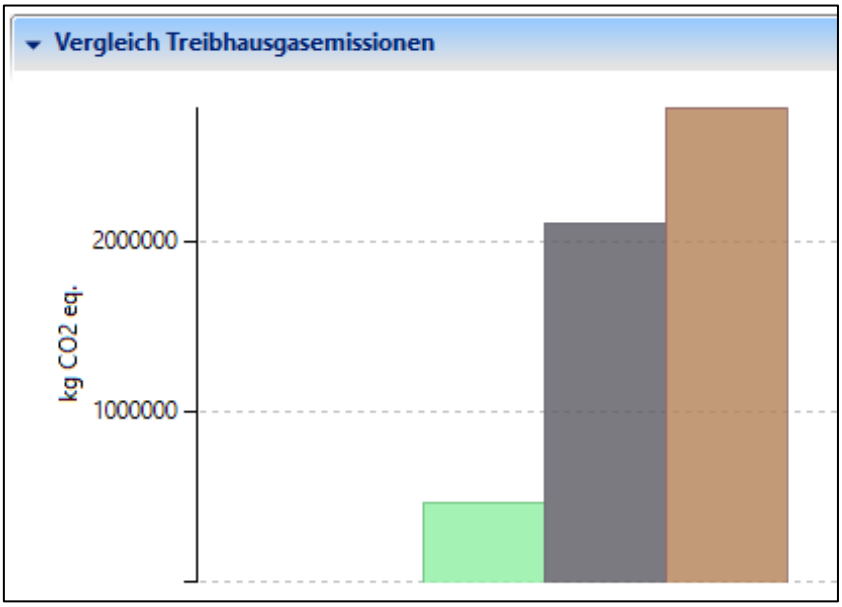


Abbildung 48: THG – Vergleich

Eine grafische Auswertung des Vergleichs liegt ebenso vor. Abgebildet sind die Emissionen des Wärmenetzes (grün), die Emissionen von Erdgas (grau) und die Emissionen von Heizöl (braun). Nach wie vor Heizöl und Erdgas lediglich fiktiv.

Wirtschaftlichkeitsberechnung

Wirtschaftlichkeit

	dynamisch	statisch
Investitionskosten	8.911.600 EUR	8.911.600 EUR
Investitionsförderung	3.169.060 EUR	3.169.060 EUR
Anschlusskostenbeiträge	200.000 EUR	200.000 EUR
Finanzierungsbedarf	**5.542.540 EUR**	**5.542.540 EUR**
Kapitalgebundene Kosten	452.862 EUR/a	430.470 EUR/a
Bedarfsgebundene Kosten	359.348 EUR/a	302.543 EUR/a
Betriebsgebundene Kosten	358.713 EUR/a	302.008 EUR/a
Sonstige Kosten	109.412 EUR/a	92.116 EUR/a
Gesamtkosten	**1.280.335 EUR/a**	**1.127.137 EUR/a**
Wärmeerlöse	1.725.157 EUR/a	1.452.448 EUR/a
Stromerlöse	0 EUR/a	0 EUR/a
Gesamterlöse	**1.725.157 EUR/a**	**1.452.448 EUR/a**
Jahresüberschuss	**444.823 EUR/a**	**325.310 EUR/a**
Wärmegestehungskosten	**150 EUR/MWh**	**132 EUR/MWh**

Abbildung 49: Kostenübersicht

Die Erläuterungen hinsichtlich der Kostenübersicht wurden auf Seite 71 schon niedergeschrieben. Die Kosten der Investitionen sind etwas höher als die der anderen Cluster, da mehr Anschlussnehmer sowie ein größerer Wärmebedarf vorhanden sind.

Fazit:

Die Wärmegestehungskosten in Höhe von 150 Euro/MWh befinden sich in einem realistischen Bereich. Durch eine Erhöhung der Anschlussnehmerzahl und einer höheren Wärmebelegungsdichte innerhalb des Clusters könnte eine wirtschaftliche Umsetzung eventuell möglich sein.

Kostenübersicht

Produktgebiet	Investitionskosten	Kapitalgebundene Kosten	Bedarfsgebundene Kosten	Betriebsgebundene Kosten
Anlagentechnik	5.445.000 EUR	469.212 EUR/a	359.348 EUR/a	310.064 EUR/a
Gebäude	900.000 EUR	44.230 EUR/a	0 EUR/a	21.380 EUR/a
Wärmenetz	1.866.600 EUR	127.218 EUR/a	0 EUR/a	27.269 EUR/a
Planung	700.000 EUR	49.253 EUR/a	0 EUR/a	0 EUR/a

Abbildung 50: Kostenübersicht – Produktgebiet

Die Erläuterungen bzgl. der Kostenübersicht für die einzelnen Produktgebiete wurden auf Seite 71 bereits niedergeschrieben. Die Kosten der Anlagentechnik sowie des Wärmenetzes sind höher als die der anderen Ortsteile, da es sich um ein größeres Wärmenetz handelt.

4. Projektvergleich

Wirtschaftlichkeit

Wirtschaftlichkeit

	Cluster-Gundhöring-Wärmenetz	Cluster-Mitterharthausen-Wär...	Cluster-Opperkofen-Wärmenetz
Investitionskosten	2.611.000 EUR	8.911.600 EUR	2.508.600 EUR
Investitionsförderung	963.850 EUR	3.169.060 EUR	928.010 EUR
Anschlusskostenbeiträge	204.000 EUR	200.000 EUR	190.000 EUR
Finanzierungsbedarf	**1.443.150 EUR**	**5.542.540 EUR**	**1.390.590 EUR**
Kapitalgebundene Kosten	91.529 EUR/a	452.862 EUR/a	88.737 EUR/a
Bedarfsgebundene Kosten	116.576 EUR/a	359.348 EUR/a	78.406 EUR/a
Betriebsgebundene Kosten	86.041 EUR/a	358.713 EUR/a	87.209 EUR/a
Sonstige Kosten	34.576 EUR/a	109.412 EUR/a	29.796 EUR/a
Gesamtkosten	**328.722 EUR/a**	**1.280.335 EUR/a**	**284.148 EUR/a**
Wärmeerlöse	345.833 EUR/a	1.725.157 EUR/a	315.975 EUR/a
Stromerlöse	0 EUR/a	0 EUR/a	0 EUR/a
Gesamterlöse	**345.833 EUR/a**	**1.725.157 EUR/a**	**315.975 EUR/a**
Jahresüberschuss	**17.111 EUR/a**	**444.823 EUR/a**	**31.827 EUR/a**
Wärmegestehungskosten	**184 EUR/MWh**	**150 EUR/MWh**	**176 EUR/MWh**

Abbildung 51: Wirtschaftlichkeitsvergleich aller Projekte

Abbildung 51 liefert einen Überblick hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit aller drei Projekte. Es liegen drei unterschiedliche Dimensionierungen vor, weshalb sich dementsprechend auch die Kosten unterscheiden.

Investitionen

Investitionskosten

	Cluster-Gundhöring-Wärmenetz	Cluster-Mitterharthausen-Wär...	Cluster-Opperkofen-Wärmenetz
Anlagentechnik	980.000 EUR	5.445.000 EUR	974.000 EUR
Gebäude	400.000 EUR	900.000 EUR	400.000 EUR
Wärmenetz	931.000 EUR	1.866.600 EUR	854.600 EUR
Planung	300.000 EUR	700.000 EUR	280.000 EUR
Investitionssumme	**2.611.000 EUR**	**8.911.600 EUR**	**2.508.600 EUR**

Abbildung 52: Investitionskostenvergleich

Abbildung 52 beinhaltet den Vergleich der Investitionskosten. Abhängig von der Abnehmerzahl, leitungslängen, Übergabestationen etc. variieren auch diese. Alle angegebenen Zahlen bzgl. der Kosten basieren auf Standardwerten von Sophena oder wurden aus durchgeführten Machbarkeitsstudien entnommen und dementsprechend angepasst.

Energetische Kennzahlen

Energetische Kennzahlen

	Cluster-Gundhöring-Wärmenetz	Cluster-Mitterharthausen-Wär...	Cluster-Opperkofen-Wärmenetz
Erzeugte Wärmemenge	2.045.125 kWh	8.656.094 kWh	1.940.516 kWh
Installierte Leistung	897 kW	3.100 kW	897 kW
Trassenlänge	2.040 m	4.080 m	1.660 m
Wärmebelegungsdichte	0,88 MWh/(m*a)	2,09 MWh/(m*a)	0,97 MWh/(m*a)
Netzverluste	12 %	1 %	17 %
CO2-Einsparung (gegen Erdgas...	339.477 kg CO2 eq./a	1.675.833 kg CO2 eq./a	302.222 kg CO2 eq./a
Primärenergiefaktor	0,30	0,27	0,31

Abbildung 53: Vergleich der energetischen Kennzahlen

Eine Übersicht für die energetischen Kennzahlen befindet sich in Abbildung 53. Dabei sind die wichtigsten Kennzahlen enthalten, welche ein Wärmenetz bestimmen.

4. Zusammenfassung

Alle angegebenen Werte, Parameter, Ergebnisse und Auswertungen basieren lediglich auf ersten Annahmen im Rahmen der Potenzialanalyse. Laut der ersten Abschätzung wäre eine wirtschaftliche Umsetzung der Projekte möglich. Des Weiteren basieren die aktuell verbauten Heizungsanlagen der Bestandsgebäude auch auf Annahmen. Eine

Fragebogenaktion oder ähnliches wurde nicht durchgeführt. Für eine tatsächliche Prüfung der technischen Umsetzbarkeit muss eine Machbarkeitsstudie mit präziser Wirtschaftlichkeitsuntersuchung durchgeführt werden, ausnahmslos.