100 Projekte Raus aus Gas

Raus aus Gas für Kleingärten

Dekarbonisierung der Energieversorgung von Kleingärten abseits des zentralen Fernwärmenetzes

Erstellt durch TB Obkircher OG
im Auftrag der Abteilung Energieplanung
März 2025



Veröffentlichung im Sinne des Art. 20 Abs. 5 B-VG

Stadt Wien

Raus aus Gas für Kleingärten

Dekarbonisierung der Energieversorgung von Kleingärten abseits des zentralen Fernwärmenetzes

Warum diese Studie?

Die besondere Flächennutzung und Organisationsstruktur in den mehr als 250 Kleingartenvereinen erfordert eine gesamthafte Betrachtung der Möglichkeiten zur Dekarbonisierung. Zwei Drittel der gesamt 36.000 Gebäude werden ganzjährig bewohnt, verfügen aber nicht über die nötige Fläche für Einzellösungen aus erneuerbaren Wärmequellen wie Erdsonden oder Grundwasser-Brunnen. Es bietet sich daher an, gemeinschaftliche Lösungen zur Wärmeversorgung zu entwickeln. Die vorliegende Studie zeigt systematisch Lösungsoptionen auf und bietet Handlungsempfehlungen – sowohl für den untersuchten Kleingartenverein Kagran, als auch für andere Kleingartenvereine im Wiener Stadtgebiet.

Eingebettet ist die Studie in die Initiative „100 Projekte Raus aus Gas“ der Abteilung Energieplanung der Stadt Wien (MA 20) für den Wohngebäudebestand. Abseits der Fernwärmeversorgungsgebiete soll eine möglichst große Vielfalt an Lösungen zur fossilfreien Wärmeversorgung aufgezeigt werden.

Die Studie wurde im Laufe des Jahres 2024 erstellt und spiegelt daher die Rahmenbedingungen von 2024 wider. Die Fördersituation wurde aktualisiert und auf den Stand Februar 2025 überarbeitet.

Endbericht - Machbarkeitsstudie „Raus aus Gas für Kleingärten“ zur Dekarbonisierung der Energieversorgung von Kleingärten abseits des zentralen Fernwärmenetzes

Die Machbarkeitsstudie wurde von der Urban Innovation Vienna GmbH, im Auftrag der Stadt Wien - Energieplanung (MA 20), vergeben.

Bearbeitung:
DI DI (FH) Jerome Posch
DI Michael Wiesmayr, BSc
Ing. Martin Kornfeind

Überprüft:
DI Anna Aichinger, MEng
DI Hannes Hofer
Ing. Helma Ettl, Bsc

Wien, 01.04.2025

Inhaltsverzeichnis

1 Zusammenfassung 4
2 Abstract 4
3 Einleitung 5
4 Fragestellungen 6
5 Methodik 7
5.1 Datenbasis Referenzgebäude 7
5.2 Erhebung Energiepotenzial am Standort 8
6 Gebäudestruktur 9
6.1 Bestandsgebäude 9
6.2 Referenzgebäude 10
6.3 Technische Gebäudeausrüstung im Bestand 11
7 Liegenschaftsstruktur 13
7.1 Elektrische Infrastruktur 13
7.2 PV-Potenzial 14
8 Geothermisches und hydrologisches Potenzial 15
8.1 Thermische Grundwassernutzung 15
8.2 Nutzung von Tiefensonden 17
8.3 Kombinationen von Wärmequellen: Grundwasser, Erdwärme mit Tiefensonden und Luft 19
8.3.1 Grundwasser plus Tiefensonden 19
8.3.2 Grundwasser plus Tiefensonden plus Luft 20
8.3.3 Tiefensonden plus Luft 20
9 Lösungsansätze 21
9.1 Einzellösungen 21
9.1.1 Luft/Wasser-Wärmepumpe 21
9.1.2 Sole/Wasser-Wärmepumpe 22
9.1.3 Wasser/Wasser-Wärmepumpe 24
9.1.4 Exkurs Biomasse 24
9.1.5 Exkurs Infrarotheizung 24
9.2 Gemeinschaftslösungen 24
9.2.1 Grundwassernetz 26
9.2.2 Verteilnetz mit Tiefensonden 27
9.2.3 Anergienetz mit Tiefensonden und zentraler Luft/Wasser-Wärmepumpe 29
9.2.4 Anergienetz mit Tiefensonden, Grundwassernutzung und zentraler Luft/Wasser-Wärmepumpe 30
10 Ökologische Betrachtung 33
11 Ökonomische Betrachtung 36
11.1 Aktuelle Förderungsmöglichkeiten 36

11.2 Ökonomischer Vergleich 38
12 Übertragbarkeit auf andere Kleingartenvereine 42
12.1 Fläche und Platzverfügbarkeit 42
12.2 Thermische Grundwassernutzung 42
12.3 Verfügbarkeit anderer Wärmequellen 42
12.4 Infrastruktur und Zugangsmöglichkeiten 43
12.5 Zustand der thermischen Gebäudehüllen 43
12.6 Energiebilanz und PV-Anlagen 44
13 Handlungsempfehlungen 45
13.1 Erste Schritte 46
13.2 Förderung und finanzielle Unterstützung 46
13.3 Contracting-Modelle als Alternative zur Eigenfinanzierung 46
13.4 Langfristige Planung und schrittweiser Ausbau 47
14 Conclusio 48

1 Zusammenfassung

Die Machbarkeitsstudie "Raus aus Gas für Kleingärten", im Auftrag der UIV Urban Innovation Vienna GmbH, zielt darauf ab, replizierbare Lösungen für eine erneuerbare Wärmeversorgung in Wiener Kleingartenvereinen darzustellen. Im Fokus steht der Kleingartenverein Kagran, der als Beispiel für die Rahmenbedingungen und Umsetzungsoptionen dient. Die Betrachtung der Gebäude- und Liegenschaftsstruktur zeigt, dass die Mehrheit der Gebäude bereits thermisch saniert ist und ein erhebliches Potenzial für Photovoltaik besteht.
Nach der Modellierung eines Referenzgebäudes für den untersuchten Kleingartenverein werden in einem ersten Schritt Lösungen mit Wärmepumpen für jede einzelne Parzelle untersucht. Der Fokus liegt in der Erarbeitung von Gemeinschaftslösungen mit Niedertemperaturnetzen, an die die Parzellen über Wärmepumpen angeschlossen sind. Durch die Kombination von Erdwärme, Grundwassernutzung und Luftwärme ergeben sich mehrere mögliche Systemvarianten, die miteinander verglichen werden.
Aus ökologischer Sicht schneidet ein gemeinschaftliches Niedertemperatur-Wärmenetz in Kombination mit Wärmepumpen in den einzelnen Gebäuden etwas schlechter ab als die Einzellösungen von Wärmepumpen aus Erdwärme. Die Einzellösungen sind aber im Kleingartenverein mangels ausreichendem Platzangebot nicht flächendeckend umsetzbar. Die Gemeinschaftslösung hingegen ist zusätzlich aus ökonomischer Sicht sinnvoll, insbesondere wenn Fördermittel berücksichtigt werden.

2 Abstract

The feasibility study " Phasing Out Gas for Allotment Gardens”, commissioned by UIV Urban Innovation Vienna GmbH, aims to present replicable solutions for a renewable heat supply in Viennese allotment associations. The focus is on the Kagran allotment garden association, which serves as an example of the framework conditions and implementation options. The analysis shows that the majority of the buildings have already been thermally renovated and that there is considerable potential for photovoltaics.

After modeling a reference building for the examined allotment association, the first step is to examine solutions with heat pumps for each individual plot. However, the focus is on developing community-based solutions with low-temperature networks, to which the plots are connected via heat pumps. By combining geothermal energy, groundwater use, and air heat, several possible system variants are identified and compared.

From an ecological perspective, a community-based low-temperature heating network combined with heat pumps in individual buildings performs slightly worse than the individual solutions of heat pumps using geothermal energy. However, individual solutions are not feasible in all areas of the allotment association due to lack of space. The community solution, on the other hand, makes sense from an economic perspective, especially when funding opportunities are considered.

3 Einleitung

Wien will bis 2040 klimaneutral sein. Vorzeigeprojekte spielen auf dem Weg der Energiewende eine zentrale Rolle. Mit der Initiative „100 Projekte Raus aus Gas“[1] der Abteilung Energieplanung der Stadt Wien (MA 20), die von der UIV Urban Innovation Vienna GmbH betreut wird, werden Umsetzungsprojekte zur fossilfreien Wärmeversorgung von Wiener Bestandsgebäuden vor den Vorhang geholt. Ein Schwerpunkt liegt darauf, geplante oder in Umsetzung befindliche Projekte bei der Dekarbonisierung zu unterstützen und replizierbare Lösungen für vergleichbare Projekte aufzuzeigen. Ziel ist es, eine möglichst große Vielfalt an Lösungen zur fossilfreien Wärmeversorgung aufzuzeigen. Die Erfahrungen aus den umgesetzten Projekten sollen andere Projekte in der Umsetzung unterstützen, sowie der Stadt Wien und ihren Beratungsstellen wertvolle Informationen zurückspielen.

Aufgrund der hohen Anzahl an Kleingärten in Wien mit rund 36.000 Gebäuden auf Kleingartenparzellen (Kleingartenhäuser und Kleingartenwohnhäuser), von denen circa 24.000 als Kleingartenwohnhäuser für ganzjähriges Wohnen gewidmet sind, braucht es auch für diese Wohnform Lösungen zur fossilfreien Wärmeversorgung. Die im Zuge dieser Studie angestellten Erhebungen und Evaluierungen von Lösungsoptionen weisen daher ein hohes Skalierungspotenzial auf.

Als Untersuchungsobjekt der Machbarkeitsstudie dient der Kleingartenverein ÖBB Landwirtschaft BBL - Region Ost Zweigverein Kagran (KGV Kagran), der aufgrund seiner Ambitionen an die Auftraggeberin herangetreten ist. Der KGV Kagran mit seinen 336 Parzellen ist bestrebt, eine umfassende Dekarbonisierung des gesamten Areals zu initiieren und wurde daher nach mehreren Vorgesprächen in die Planung einbezogen. Zudem hatte der KGV Kagran bereits Vorarbeiten geleistet, darunter eine Energiebefragung unter den Pächter*innen, die für die Ist-Analyse dieser Studie unterstützend herangezogen werden konnte.

Diese Machbarkeitsstudie wurde von UIV Urban Innovation Vienna GmbH im Auftrag der Abteilung Energieplanung der Stadt (MA 20) vergeben.

<u>Ziel der Studie</u>

Im Rahmen der geplanten Machbarkeitsstudie „Raus aus Gas für Kleingärten“ sollen Lösungen zur erneuerbaren Wärmeversorgung außerhalb des zentralen Fernwärmegebietes für Kleingärten aufgezeigt werden. Es soll untersucht werden, unter welchen Voraussetzungen eine Dekarbonisierung der Raumwärme möglich ist und welchen Beitrag die Errichtung von Photovoltaikanlagen und die thermische Sanierung leisten kann.

Die Studie soll eine konkrete Orientierungshilfe bieten, wie kleingliedrige Strukturen hinsichtlich ihrer Dekarbonisierung untersucht, bewertet und technisch aufgerüstet werden können.

[1] Abrufbar unter: https://www.wien.gv.at/umwelt/100-projekte-raus-aus-gas

4 Fragestellungen

Die Machbarkeitsstudie zielt darauf ab, verschiedene technische Lösungen zu evaluieren. Dabei werden sowohl dezentrale als auch zentrale Lösungen sowie Kombinationen verschiedener Technologien wie Wärmepumpen und Photovoltaik (PV) in Betracht gezogen. Zudem wird untersucht, welche Teilgebiete des KGV Kagran sich für bestimmte technischen Umsetzungen eignen.

Die thermische-energetische Sanierung der Kleingartenhäuser unter Berücksichtigung technischer und ökonomischer Gesichtspunkte wird untersucht, wobei die Auswirkungen dieser Maßnahmen auf die Lösungsoptionen betrachtet werden. Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf der technischen Umsetzung von parzellenübergreifenden thermischen Netzen, einschließlich der Betrachtung von geeigneten Temperaturniveaus und der Regelungstechnik. Hierbei wird auch der Platzbedarf für Untergrund-, Freiraum- und Gebäudeflächen ermittelt und die Umsetzbarkeit der Baumaßnahmen im begrenzten Raum der Kleingärten analysiert, beispielsweise durch Gehwegbohrungen und die Sicherstellung der Zufahrtsmöglichkeiten.

Die Studie untersucht zudem, in welchem Ausmaß die lokale Stromproduktion mittels Photovoltaik die Energieversorgung unterstützen kann und welche Auswirkungen die Dekarbonisierung auf die Anschlussleistung der Wiener Netze hat. Des Weiteren werden die Investitions- und Betriebskosten der betrachteten Lösungsoptionen sowohl in der Gesamtheit als auch für eine einzelne Parzelle unter Berücksichtigung möglicher Bundes- und Landesförderungen detailliert dargestellt.

Ein weiterer Aspekt der Studie ist die Ermittlung des Zeitraums, in dem sich die betrachteten Energiesysteme im Vergleich zum aktuellen Status quo amortisieren. Abschließend werden mögliche Betreiber- und Finanzierungsmodelle, wie zum Beispiel das Contracting-Modell, diskutiert, um eine wirtschaftliche Umsetzung der vorgeschlagenen Lösungen zu gewährleisten.

5 Methodik

Um eine möglichst einheitliche und übersichtliche Bewertung vornehmen zu können, wurde ein Referenzgebäude modelliert. Die dafür verwendeten Einflussgrößen und die zugrunde liegende Datenbasis sind in Abbildung 5.1 dargestellt und werden im weiteren Verlauf ausführlich beschrieben. Dieses Referenzgebäude stellt damit den repräsentativen Durchschnitt dar und wurde in Folge als Basis für weiterführende Untersuchungen herangezogen.

5.1 Datenbasis Referenzgebäude

Eine wichtige Grundlage der Untersuchungen bildet die im Vorfeld vom KGV Kagran durchgeführte Befragung der Pächter*innen, die für die Ist-Analyse dieser Studie unterstützend zur Verfügung gestellt wurde. Folgende Daten wurden dabei erhoben:

Objektdaten:

- Baujahr des Gebäudes
- Parzellengröße
- Nutzung (saisonal, ganzjährig)
- Beheizte Wohnnutzfläche
- Ausgebaute Kellerflächen
- Thermische Sanierung
    - Wenn Ja
        - in welchem Jahr
        - in welchem Umfang
- Außenliegende Beschattung

Daten zur Energiebereitstellung:

- Wärmeabgabe (Fußbodenheizung oder Radiatoren)
- Wärmebereitstellung (Wärmepumpe, Gas, Heizöl, Strom direkt, Biomasse)
- Warmwasserbereitung (Wärmepumpe, Gas, Heizöl, Strom direkt, Biomasse, thermische Solaranlage)
- Besteht eine Kühlung?
- Besteht der Bedarf an Kühlung?
- Besteht eine Photovoltaikanlage?
- Kochstelle (Gas, Strom)

Zusätzlich zur durchgeführten Befragung wurden, für die Modellierung des Referenzgebäudes, flächenbezogene Benchmarks für den Heizwärmebedarf, den

Warmwasserbedarf und den Strombedarf auf Basis der Bruttogeschoßflächen erstellt. Als Basis für die Berechnungen wurden Norm- und Literaturwerte[2,3,4] herangezogen. Die Bruttogeschoßflächen wurden aus dem Baukörpermodell[5] (Dreiecksvermaschung, LOD1.4) des Geodatenviewer der Stadtvermessung Wien entnommen und im DXF-Format als Datenmodell weiterverarbeitet. Aus den Höhenangaben im Modell konnte die Geschoßanzahl abgeleitet werden.

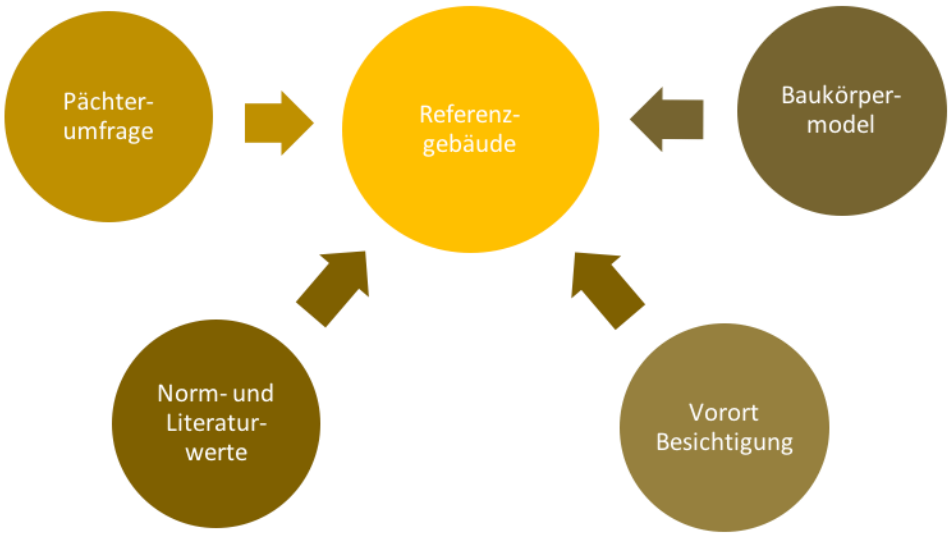


Abbildung 5.1: Einflussgrößen Referenzgebäude (Quelle: eigene Darstellung)

5.2 Erhebung Energiepotenzial am Standort

Für eine erste Beurteilung des Standortes wurden Informationen aus dem Themenstadtplan Energie[6] eingeholt.

Hier finden sich folgende Kataster:

- Solarpotenzialkataster
- Erdwärmepotenzialkataster
- Windpotenzialkataster
- Abwärmepotenzialkarte

Die vertiefende geologische und hydrogeologische Standortbeurteilung wurde durch ein Ingenieurbüro für Kulturtechnik & Wasserwirtschaft durchgeführt. Neben geothermischen Kenngrößen, wie z.B. Temperaturniveaus, Grundwasserdargebot, Grundwasserfließrichtung

[2] OIB-Richtlinie 6 Ausgabe 2023
[3] ÖNORM B 8110-5 Ausgabe 2019-03-15
[4] ÖNORM EN 15450 Ausgabe 2008-01-01
[5] Abrufbar unter https://www.wien.gv.at/ma41datenviewer/public/start.aspx
[6] Abrufbar unter https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/energie/themenstadtplan/

und Geschwindigkeit sowie Wärmeleitfähigkeiten, wurden im Speziellen mögliche Wechselwirkungen zu bestehenden bzw. zu planenden Energiegewinnungsanlagen beurteilt.

Dazu können folgende Quellen angeführt werden:

- Prüfung des Altlastenkatasters[7] in Hinblick auf Vorhandensein einer Altlast oder Verdachtsflächen am Grundstück
- Auswertung der lokalen geologischen Situation am Standort über eine Kartenapplikation[8] zur generellen Beschreibung der hydrogeologischen Situation am Standort
- Erhebung der Grundwasserstände und Grundwassertemperaturen über die Plattform des Hydrographischen Dienst[9], in welcher die Grundwassermessstellen verzeichnet sind.
- Das digitale Wasserbuch der Stadt Wien[10] gibt Überblick über vorhandene umliegende Wasserrechte, einschließlich Grundwasserwärme- und Erdwärmenutzung.

Darüber hinaus wurden durch den Fachkonsulenten eigene Datengrundlagen und Erfahrungen aus regionalen Vergleichsprojekten in die Bewertung aufgenommen.

So konnten geothermische Potenziale beurteilt und in weiterführende Betrachtungen einbezogen werden.

6 Gebäudestruktur

In diesem Kapitel wird die Gebäudestruktur des Kleingartenvereins Kagran analysiert. Die Grundlage dafür bildet die Befragung der Pächter*innen[11], die im Kleingartenverein im April 2023 durchgeführt wurde. Der Anteil der Umfrageteilnehmer lag bei etwa 50 % des gesamten Kleingartenvereins.

6.1 Bestandsgebäude

In Abbildung 6.1 sind die Umfrageergebnisse über durchgeführte Dämmmaßnahmen dargestellt. Die Auswertung der Befragung zeigt, dass die seit den 1950er Jahren errichteten Gebäude größtenteils saniert wurden. Zum Zeitpunkt der Erhebung im Jahr 2023 verfügte 86% der Bebauung über eine thermisch sanierte Gebäudehülle oder entsprachen aufgrund ihres Baujahrs dem Stand der Technik gemäß OIB-Richtlinien 2007-2019.

[7] Quelle: https://www.altlasten.gv.at
[8] Quelle: https://maps.geosphere.at
[9] Quelle: https://ehyd.gv.at
[10] Quelle: https://www.wien.gv.at/wisviewer/public
[11] Quelle: Befragung des Kleingartenvereins Kagran (2023)

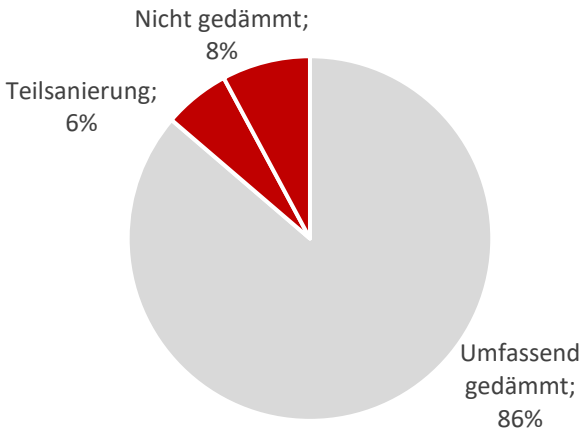


Abbildung 6.1: Umfrageergebnisse über durchgeführte Dämmmaßnahmen. Sanierungspotenziale in Rot hervorgehoben. Anteil Umfrageteilnehmer an gesamten KGV ca. 50 % (Quelle: eigene Darstellung)

Konkreter Sanierungsbedarf der Gebäudehülle konnte bei rund 14% der Bestandsgebäude ermittelt werden. Bei 6% der Gebäude wurden einzelne Dämmmaßnahmen durchgeführt, wie zum Beispiel am Dach, an der obersten Geschoßdecke, an der Kellerdecke oder an den Fenstern. Bei 8% der Gebäude wurden bisher keine Dämmmaßnahmen durchgeführt.

6.2 Referenzgebäude

Für die technische und wirtschaftliche Beurteilung wurden die Medianwerte der erhobenen Einflussgrößen berechnet und als Grundlage für das Referenzgebäude verwendet. Die Medianwertbildung wurde der Durchschnittswertbildung vorgezogen um unsymmetrische Verteilungen und Extremwerte (Ausreißer) besser integrieren zu können. Die folgenden Energiekennzahlen beziehen sich auf eine ganzjährige Gebäudenutzung.

- 139 m² Bruttogeschoßfläche inkl. Kellergeschoß
- Photovoltaik-Potenzial: 8.400 kWh/a bzw. 8,4 kWpeak (60% proj. Dachfläche 42 m²)
- Heizlast inkl. Warmwasserbereitung: 8,7 kW
- Heizwärmebedarf: 9.030 kWh/a (65 kWh/m^2_{BGF}a)
- Warmwasserbedarf: 4.060 kWh/a (29 kWh/m^2_{BGF}a)
- Wärmeverluste für Raumheizung und Warmwasser: 2.614 kWh/a (18 kWh/m^2_{BGF}a)
- Resultierender Gesamtwärmebedarf: 15.704 kWh/a
- Kühllast: 2,08 kW
- Jahreskühlarbeit: 2.083 kWh/a (15 kWh/m^2_{BGF}a)

Anhand dieser Referenzwerte wurden weiterführende Berechnungen sowohl für das Referenzgebäude als auch für den gesamten Verein durchgeführt.

6.3 Technische Gebäudeausrüstung im Bestand

Die Betrachtung der bestehenden Heiz- und Warmwassersysteme ergibt ein hohes Potenzial zur Dekarbonisierung. In Abbildung 6.2 sind die Umfrageergebnisse zu den im Bestand verbauten Heizsystemen dargestellt. Daraus geht hervor, dass 68 % der Heizungssysteme Strom oder Gas als Energiequelle nutzen und gemäß OIB-Richtlinie 6 nicht dem Stand hocheffizienter Energiesysteme entsprechen.

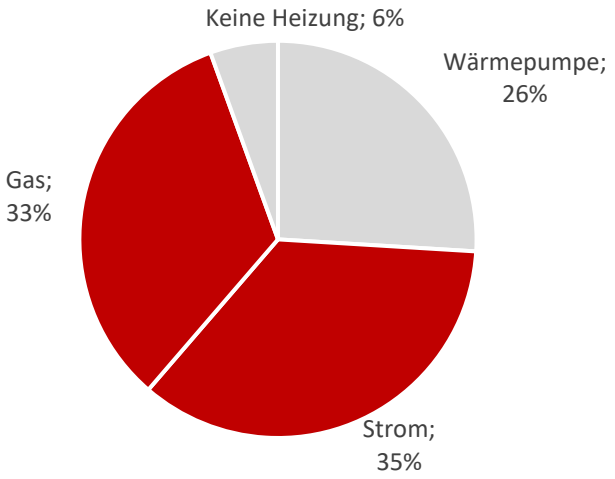


Abbildung 6.2: Umfrageergebnisse über die im Bestand verbauten Heizsysteme. Optimierungspotenziale in Rot hervorgehoben. Anteil Umfrageteilnehmer an gesamten KGV ca. 50 % (Quelle: eigene Darstellung)

Wie aus Abbildung 6.3 hervorgeht, wird das Warmwasser in 31 % der Gebäude mit Gas und in 42 % mit Strom erzeugt. Das bedeutet, dass 73 % der Warmwasserbereitungsanlagen nicht dem Stand hocheffizienter Energiesysteme gemäß OIB-Richtlinie 6 entsprechen.

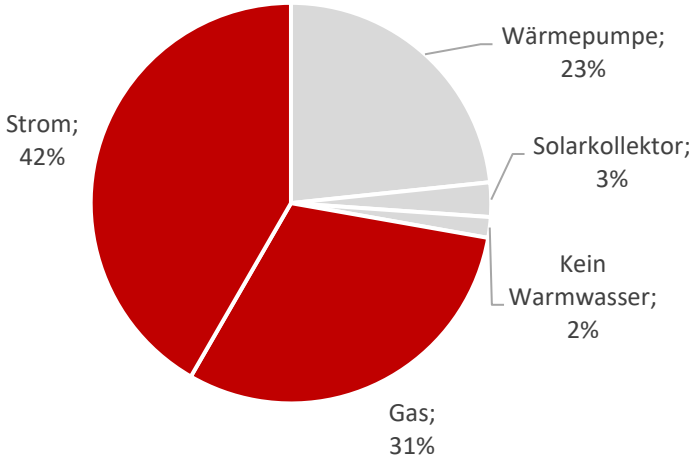


Abbildung 6.3: Umfrageergebnisse über die im Bestand verbauten Warmwasserbereitungs-Systeme. Optimierungspotenziale in Rot hervorgehoben. Anteil Umfrageteilnehmer an gesamten KGV ca. 50 % (Quelle: eigene Darstellung)

Abbildung 6.4 zeigt die Umfrageergebnisse zum Ausbau von Photovoltaikanlagen auf den Dächern der Kleingartenhäuser. Etwa 20% der Befragten gaben an, bereits eine Photovoltaikanlage installiert zu haben. Entsprechend hoch erscheint das ungenutzte Potential.

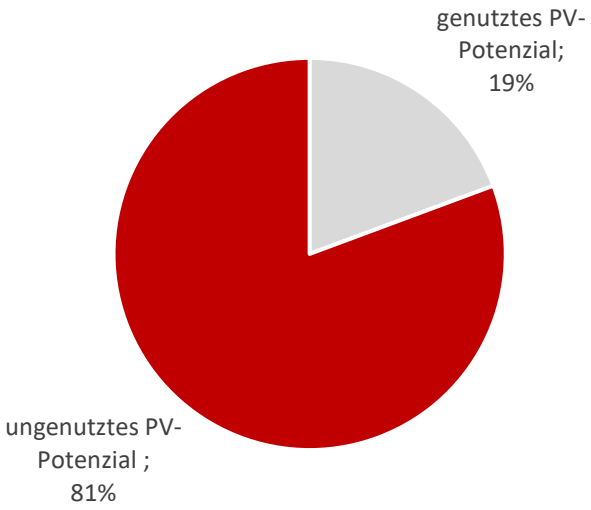


Abbildung 6.4: Umfrageergebnisse über den Ausbau von Photovoltaikanlagen auf den Dächern. Optimierungspotenziale in Rot hervorgehoben. Anteil Umfrageteilnehmer an gesamten KGV ca. 50 % (Quelle: eigene Darstellung)

7 Liegenschaftsstruktur

Die Liegenschaftsstruktur sowie die vorhandene technische Infrastruktur des KGV-Kagran kann laut den Gesprächen mit den Obmännern des Zentralverbands der Kleingärtner und Siedler Österreichs als „typische“ Kleingartenstruktur bezeichnet werden. Dazu gehören „gewachsene“ Stromversorgungsnetze aus Freileitungen, heterogene Bestandsgebäude und überwiegend eingeschränkte Erschließungsbereiche mit geringem Anteil an Allgemeinflächen.



Abbildung 7.1: Darstellung des Kleigartenvereins Kagran
(Quelle: Orthofoto - Google Maps/Google Earth; Grenzmarkierungen – eigene Darstellung)

Basierend auf den Parametern des Referenzgebäudes wurde der Gesamtenergiebedarf für Raumwärme und Warmwasserbereitung sowie der theoretische Kühlenergiebedarf hochgerechnet.

Thermischer Energiebedarf für den gesamten KGV

- Heizlast gesamt: 2,89 MW
- Jahresheizarbeit gesamt: 5.210 MWh/a
- Kühllast gesamt: 1,05 MW
- Jahreskühlarbeit gesamt: 1.047 MWh/a

7.1 Elektrische Infrastruktur

Im Gegensatz zu Einzelmaßnahmen, wie der Errichtung einer PV-Anlage oder einer Wärmepumpe für ein einzelnes Gebäude, stellt die großflächige Umrüstung von Wohngebieten auf erneuerbare Energiesysteme die Energieversorger gegebenenfalls vor Herausforderungen. Örtliche Stromnetze sind in der Regel nur auf sehr geringe, gleichzeitig auftretende Lasten ausgelegt. In Wohnsiedlungen werden Netze üblicherweise auf einen gleichzeitig auftretenden Leistungsbezug von etwa 1 kW pro Wohnung[12] oder Einfamilienhaus

[12] Quelle: Wiener Netze

ausgelegt, da in der Vergangenheit davon ausgegangen wurde, dass die Gebäude hauptsächlich durch Feuerungsanlagen beheizt wurden und somit nur der Allgemeinstrombedarf, sowie anteilig die Warmwasserbereitung zu berücksichtigen wäre. Ein flächendeckender Umstieg auf strombasierte Systeme, wie Wärmepumpen, führt jedoch zu einem signifikanten Anstieg des gleichzeitigen Leistungsbezugs.

In den letzten zwei Jahrzehnten wurden zudem verstärkt Photovoltaikanlagen auf privaten Dächern installiert, die potenziell mehr Leistung in das öffentliche Stromnetz einspeisen, als ursprünglich für den Gebietsanschluss veranschlagt wurde. Obwohl Netzbetreiber ihre Übergabestationen mit Leistungsreserven kalkulieren, besteht dennoch das Risiko, dass die bestehende Infrastruktur durch die Installation von Wärmepumpen und PV-Anlagen überlastet wird bzw. die Kapazität der Leitungs- und Umspannanlagen überschritten wird. Dies kann notwendige Ausbauten an der elektrischen Infrastruktur erforderlich machen. Daher müssen großflächige Umrüstungen stets vorab mit dem örtlichen Netzbetreiber abgestimmt werden, um die Machbarkeit und Auswirkungen noch in der Projektierungsphase bewerten zu können.

Eine erste Abstimmung[13] mit den Wiener Netzen ergab, dass die drei Transformatoren, die das Areal des Kleingartenvereins (KGV) Kagran mit elektrischer Energie versorgen, über ausreichende Kapazitäten verfügen, um alle Gebäude auf Wärmepumpen umzurüsten. Auch die Installation von PV-Anlagen zur Deckung des Eigenbedarfs stellt grundsätzlich kein Problem dar. Jedoch könnte die Ausgestaltung von Gemeinschaftsnetzen, die Luft/Wasser-Wärmepumpen als zentrale Wärmequellen nutzen (siehe 8.3.1 Erweiterte Kombinationssysteme), eine Verstärkung bzw. Erweiterung der lokalen elektrischen Infrastruktur erforderlich machen.

7.2 PV-Potenzial

Im Rahmen der Evaluierung des Photovoltaik-Potenzials für das Referenzgebäude wurde das Solarpotenzialkataster der Stadt Wien als Quelle herangezogen[14]. Diese umfassende Datensammlung dient der Bewertung der Dacheignung für solare Energienutzung und ist somit maßgebend für die Abschätzung des Energieertragspotenzials. Die Analyse des Katasters deutet auf eine hohe Eignung fast aller Dachflächen des Kleingartenvereins für die Installation von Photovoltaik- oder Solarthermieanlagen hin. Aufgrund der zu erwartenden solaren Einstrahlung werden die Dachflächen als „gut“ (900-1.250 kWh/m²a) bis „sehr gut“ (mehr als 1.250 kWh/m²a) geeignet klassifiziert. Dies bildet eine vielversprechende Grundlage für die Errichtung solcher Anlagen und lässt auf eine effektive Nutzung der solaren Einstrahlung zur Energiegewinnung schließen.

Es kann davon ausgegangen werden, dass unter Verwendung marktüblicher PV-Paneele eine Leistung von rund 0,2 kW_{peak}/m^2 installiert werden kann. Peak- oder Spitzenleistung bezeichnet die maximal erreichbare Leistung bei optimaler Sonneneinstrahlung. Für das Referenzgebäude bedeutet das, dass sich bei einer zur Verfügung stehenden Modulfläche von 42 m^2 eine Gesamtleistung von 8,4 kW_{peak} ergibt. Durch die gute bis sehr gute Eignung der

[13] Quelle: Auskunft der Wiener Netze auf Basis einer gezielten Anfrage mit prognostizierten Leistungs- und Energiekennzahlen

[14] Quelle: https://www.wien.gv.at/umweltgut/public (Energie -> Energiepotenziale -> Solarpotenzialkataster)

Dachflächen kann von einem jährlichen Ertrag von ca. 1000 kWh pro installiertem kW_{peak} ausgegangen werden. Der so ermittelte theoretische Jahresertrag von 8.400 kWh dient als Grundlage für weiterführende Analysen und ermöglicht eine erste Abschätzung der Beiträge der Photovoltaik zur Energiebilanz des Gebäudes.
In Kapitel 10 wird der prognostizierte Jahresertrag der PV-Anlagen dem Endenergiebedarf der Heiz- und Kühlsysteme übers Jahr gegenübergestellt. Die Analyse zeigt, dass der lokal gewonnene Solarstrom entscheidend zur bilanziellen Deckung des eigenen Energiebedarfs beitragen kann. Dadurch kann die Abhängigkeit von externen Energiequellen verringert werden und letztlich die Dekarbonisierung weiter vorangetrieben werden.

8 Geothermisches und hydrologisches Potenzial

Die vorliegende Potenzialanalyse stellt eine Bewertung der Eignung verschiedener geothermischer und hydrologischer Energiequellen dar. Ziel ist es, das Potenzial der thermischen Grundwassernutzung und der Verwendung von Tiefensonden zu quantifizieren, um eine optimale Lösung für die Energieversorgung des betrachteten Kleingartenvereins zu finden.
Wärmequellen müssen sowohl auf die Spitzenlast, d.h. im ungünstigsten Betriebsfall, als auch auf die periodisch zu entziehende bzw. rückgeführte Wärmemenge ausgelegt werden. Deswegen wurden in den weiterführenden Betrachtungen keine Gleichzeitigkeitsfaktoren, wie sie in der Netzdimensionierung vorkommen, angewandt. Die Auslegung der Wärmequellen basiert somit auf der maximal zu erwartenden Last.

8.1 Thermische Grundwassernutzung

Aus hydrogeologischer Sicht befindet sich der Standort in einem Gebiet, welches grundsätzlich über ausreichend Grundwasser verfügt. In Abbildung 8.1 sind die Ergebnisse der hydrogeologischen Analyse dargestellt. Es zeigt sich, dass die Wasserentnahme im Norden und die Versickerung im Süden des Areals erfolgen könnte. Gleichzeitig deutet die Analyse auf Wechselwirkungen mit bestehenden Wasserrechten hin, welche die Nutzungsmöglichkeiten erheblich einschränken könnten. Bestehende Wasserrechte sind in der Abbildung mit einem orangen Kreis gekennzeichnet. Im Digitalen Wasserbuch[15] der Stadt Wien können die erfassten Wasserrechte und Wassernutzungen online abgefragt werden.
Die Nutzung von Grundwasser ist immer im Kontext der Notwendigkeit einer ausgewogenen Temperaturregeneration des Wassers zu betrachten, die durch saisonale Schwankungen und durch die Nähe zu bereits bestehenden thermischen Nutzungen beeinflusst wird.

[15] Siehe Digitales Wasserbuch der Stadt Wien, abrufbar unter https://www.wien.gv.at/umwelt/gewaesser/digitales-wasserbuch.html



Abbildung 8.1: Analyse der regionalen Wasserrechte mit Hinblick auf die Errichtung einer Anlage zur thermischen Grundwassernutzung (Quelle: eigene Darstellung)

Bezüglich der thermischen Grundwassernutzung, im speziellen hinsichtlich erlaubter Temperaturspreizungen, werden Vorgaben vom jeweiligen Bundesland definiert. Als Referenz für den Stand der Technik gilt das ÖWAV Regelblatt 207 sowie die ÖNORM EN 15450 und die VDI 4640 Blatt 2. Für Wien gilt, dass eine Mindesttemperatur von 5°C nicht unter- und eine Maximaltemperatur von 18°C nicht überschritten werden darf.[16]

Die Erhebung zeigt eine Grundwassertemperatur von 11,5°C bis 13,5°C. Unter Rücksichtnahme auf mögliche Temperaturschwankungen wurde eine maximale Spreizung im Heizfall von 5 K definiert.
Damit ergibt sich für das Referenzgebäude eine benötigte Pumprate von etwa 0,36 l/s und 2.354 m³ pro Jahr. Hochgerechnet auf 336 Gebäude, bzw. den Gesamtwärmebedarf des KGV Kagran, erhöht sich die benötigte maximale Pumprate auf 120,5 l/s und 781.123 m³ pro Jahr.

Die Berechnungen gehen von einem mittleren Bodendurchlässigkeitsbeiwert (kf-Wert) von 3,0 x 10^{-3} m/s sowie einer Grundwassermächtigkeit von 6,6 m beim niedrigsten Grundwasserstand (NGW) aus.

[16] Quelle: https://www.wien.gv.at/umwelt/gewaesser/ahs-info/pdf/wasserrechtsverfahren-grundwassernutzung.pdf

Unter Verwendung aktueller Datengrundlagen kann pro Brunnenbauwerk mit einem Durchmesser von 400 mm und einer Tiefe von etwa 15 Metern unterhalb der Geländeoberkante (GOK) eine Ergiebigkeit von etwa 15 l/s erwartet werden. Dies gilt jedoch nur für einen einzelnen Brunnen. Wenn mehrere Brunnen nebeneinander errichtet werden, können sich diese gegenseitig beeinflussen (durch Überlappungen der Absenktrichter), was die mögliche Förderrate pro Brunnen verringert. In einer Mehrbrunnenanlage kann daher pro Brunnenbauwerk eine Förderrate von etwa 10 l/s angenommen werden.

Für die exakte Bestimmung der Anzahl an Entnahmebauwerken müssen vorab mehrere Probebohrungen (Brunnen) durchgeführt, ausgebaut und die tatsächlichen Untergrundparameter ermittelt werden. Hierzu sind Pump- und Versickerungsversuche notwendig.

Eine genauere Aussage über die erforderlichen Versickerungsbauwerke kann ebenfalls erst nach Durchführung eines oder mehrerer Versickerungsversuche vor Ort getroffen werden. Allerdings ist zu erwarten, dass die Größenordnung der Schluckbrunnenanlage in etwa jener der Entnahmebrunnen entspricht, da die Grundwassermächtigkeit im südlichen Bereich des Areals wahrscheinlich geringer ist, als im nördlichen Bereich. Eine Kombination aus Schluckbrunnen und Rohr-Rigolen (im Boden vergrabene, durchlässige Rohre) könnte hier eine sinnvolle Lösung sein.

Die Umsetzbarkeit einer Grundwasserwärmenutzung wird auch von umliegenden Wasserrechten mitbestimmt. In der Umgebung des geplanten Standortes befinden sich einige Wasserrechte, darunter thermische Grundwassernutzungen und Erdwärmebohrungen. Insbesondere der Mittel- und Südteil des Areals, in geringerem Maße auch der Nordteil, liegt im Abstrom bestehender thermischer Grundwassernutzungen, siehe Abbildung 8.1.

Die Grundwassernutzung als alleinige Wärmequelle ist mit verschiedenen Herausforderungen verbunden. Vor allem die Interaktion mit vorhandenen Wasserrechten und thermischen Nutzungskonflikten bedarf einer sorgfältigen Analyse und Planung. Um die maximale Wassermenge fördern zu können, müssen möglicherweise bis zu 15 Brunnen gebaut werden. Dies stellt die Machbarkeit und die Umweltverträglichkeit des Projekts in Frage: Die hohe Entnahmerate von bis zu 120,5 l/s kann den örtlichen Grundwasserhaushalt beeinträchtigen und zu einem thermischen Kurzschluss führen, bei dem das Grundwasser nicht ausreichend Zeit hat, seine ursprüngliche Temperatur vor der Rückführung zu regenerieren. Dies kann eine thermische Kontamination verursachen und die langfristige Versorgungssicherheit gefährden.

Eine Gesamtabdeckung des Wärmebedarfs durch Grundwasser erscheint bei der bestehenden Situation im KGV Kagran nicht umsetzbar. Mit den derzeit erhobenen Daten kann davon ausgegangen werden, dass ca. 30-40 l/s genutzt werden können. Diese Entnahmerate verbessert die Wahrscheinlichkeit einer Genehmigung für ein derartiges Projekt signifikant. Mit dieser Entnahmerate können etwa 30 % des Gesamtwärmebedarfs gedeckt werden.

8.2 Nutzung von Tiefensonden

Grundsätzlich eignet sich das gesamte Areal für Erdwärmebohrungen. Für die Berechnungen wurde die anhand des Referenzgebäudes definierte Kühlarbeit miteinbezogen. D.h. diese Abwärme dient anteilig zur Regeneration der Tiefensonden und reduziert damit die effektiv

notwendigen Sondenlaufmeter. Die Platzverfügbarkeit ist theoretisch gegeben. Für die Umsetzung ist die Zugänglichkeit und Erschließung der Flächen im Detail zu prüfen, wobei mit möglichen Einschränkungen zu rechnen ist.

Auf Basis des Energiebedarfs wäre aus derzeitiger Sicht beim vorgegebenen Verhältnis zwischen Heizbedarf und Kühlbedarf mit folgendem Sondenfelddimensionen zu rechnen:

- Für das Referenzgebäude wären ca. 1-2 Erdwärmebohrungen notwendig. Bei Betrachtung eines einzelnen Gebäudes (ohne Beeinflussung durch benachbarte Tiefensondenfelder) würden bei einer Heizlast von 8,7 kW lediglich ca. 2 x 80 lfm (bzw. gesamt ca. 160 lfm) benötigt.

  Da Tiefensonden thermische Wechselwirkungen aufweisen, wird für die Gesamtnutzung eine höhere Gesamtbohrtiefe benötigt.
- Gesamtlastabdeckung bei rechteckigem Sondenfeld (Bohrlochabstand 8,0 m; Einzugsfläche ca. 50 m^2; Entzugsleistung 30-35 W/lfm):
  ca. 415 Erdwärmebohrungen x 150 m unter GOK = *62.250* lfm gesamt
- Gesamtlastabdeckung bei rechteckigem Sondenfeld (Bohrlochabstand 10,0 m; Einzugsfläche ca. 79 m^2; Entzugsleistung 35-40 W/lfm):
  ca. 365 Erdwärmebohrungen x 150 m unter GOK = *54.750* lfm gesamt

Hierbei ist anzumerken, dass die Bohrlochanzahl theoretisch noch reduziert werden kann, sofern sich im Zuge von Probebohrungen zeigt, dass auch größere Bohrtiefen, als die für die Berechnung veranschlagten 150 m u. GOK, erreicht werden können.

Ein Potenzial zur Reduktion der Gesamtbohrlängen ergibt sich auch aufgrund steigender Außentemperaturen im Sommer und der damit verbundenen höheren Jahreskühlarbeit durch die Gebäudekühlung, was zu einer besseren Regeneration des Sondenfeldes führt.

Weiters könnten die Bohrlängen reduziert werden, falls die Erdwärmesonden in geringerer Punktdichte umgesetzt werden bzw. die durch Erdwärme versorgten Parzellen nicht unmittelbar nebeneinander liegen. Aufgrund der Größe des Areals gibt es viele mögliche Konfigurationen, sodass eine genaue Definition der Bohrlängen erst durch detaillierte Berechnungsverfahren und nach Vorliegen eines Geothermal Response Tests ermittelt werden kann.

Während Tiefensonden eine konstante und bei richtiger Planung zuverlässige Energiequelle darstellen, ist ihre Effektivität stark vom geologischen Untergrund abhängig. Die initialen Kosten und die räumliche Inanspruchnahme durch die notwendigen Bohrungen sind bedeutend und müssen bei der Planung berücksichtigt werden. Eine Unterdimensionierung des Sondenfeldes könnte, bei nicht ausreichender Regeneration, zu einer unerwünschten Abkühlung des Untergrundes führen, was die Effizienz des Systems beeinträchtigt und bis zum Systemausfall führen kann.

8.3 Kombinationen von Wärmequellen: Grundwasser, Erdwärme mit Tiefensonden und Luft

Kombinierte Systeme eignen sich insbesondere für Gesamt- oder Clusteranlagen. Entsprechend wurden diese Systeme anhand des thermischen Energiebedarfes des gesamten KGV bewertet.

Durch den Einsatz kombinierter Systeme können gegebenenfalls vorhandene Nachteile von Einzelsystemen reduziert werden. Mit einer sorgfältigen Planung können positive Wechselwirkungen genutzt werden, um eine ausgeglichenen Wärmebilanz und einer effiziente Temperaturregeneration zu erreichen. Gleichzeitig können Investitionen effektiver genutzt werden, da zuerst die einfach zugänglichen Potenziale erschlossen werden.

Um kombinierte Systeme effizient betreiben zu können, müssen diese über Mess-, Steuer- und Regelungstechnische Anlagen (MSR) verknüpft werden. Dadurch wird eine intelligente Steuerung der eingebundenen Komponenten ermöglicht und sichergestellt, dass die Einzelsysteme auf einem optimalen Betriebspunkt arbeiten.

Bei der Integration von Luft/Wasser-Wärmepumpen sollte zwingend darauf geachtet werden, dass diese Anlagen nicht zum Kühlen verwendet werden, da hier im Kühlfall folgende Nachteile auftreten:

- Es entstehen Schallemissionen, die vermeidbar sind.
- Die Effizienz im Betrieb ist geringer als bei einer Wärmeabfuhr über Grundwasser oder Tiefensonden in Verbindung mit einer Wasser/Wasser- oder Sole/Wasser-Wärmepumpe. Dies führt zu einem höheren Stromverbrauch.
- Die abgeführte Wärme trägt weder zur Regeneration der Tiefensonden noch zu einer ausgeglichenen Wärmebilanz bei Brunnenanlagen bei. Stattdessen verstärkt die an die Umgebung abgegebene Wärme den Urban Heat Island (UHI) Effekt.

8.3.1 Grundwasser plus Tiefensonden

Die Kombination aus Grundwassernutzung und Tiefensonden verspricht grundsätzlich die besten Chancen für eine effiziente und nachhaltige Lösung.

In dieser Kombination könnte die Pumprate für die Grundwassernutzung gem. Kapitel 8.1 von den errechneten 120,5 l/s auf die angenommenen nutzbaren 30-40 l/s reduzierten werden, wodurch sich thermische Konflikte minimieren. Zur restlichen Abdeckung müssten ca. 270 Stk. 150 lfm u. GOK Tiefensonden (Bohrlochabstand > 10,0 m) errichtet werden.

Für den KGV-Kagran würde die Nutzung von Grundwasser- und Erdwärmegewinnung ermöglichen, den größten Teil des Jahreswärmebedarfs zu decken. Eine Gesamtabdeckung scheint dennoch auf Grund der räumlichen Gegebenheiten nicht möglich. Die Ausarbeitung im Kapitel 9.2.4 zeigt eine mögliche Ausschöpfung der Standortpotentiale und das durch die Nutzung von Grundwasser und Tiefensonden eine verbleibende Wärmemenge von ca. 550 kW nicht gedeckt werden kann.

8.3.2 Grundwasser plus Tiefensonden plus Luft

Die Luft/Wasser-Wärmepumpen könnten in den Übergangszeiten und während der Sommermonate eine Entlastung der geothermischen Systeme bieten.

Es wird empfohlen, Luft/Wasser-Wärmepumpen primär zur Wärmeerzeugung und in einem Außentemperatur Bereich ab > 0°C einzusetzen. Hierdurch kann eine ausgeglichene Wärmebilanz erreicht werden, was wiederum die Effizienz und Lebensdauer der gesamten Anlage verbessert.

Die Erweiterung der Systeme, durch Einbeziehung von Luft/Wasser-Wärmepumpen ermöglicht eine weitere Diversifizierung der Energiequellen und trägt zur Resilienz des Gesamtsystems bei. Die Flexibilität dieser Lösung könnte besonders bei Störungen oder Ausfällen von technischen Einrichtungen oder bei sich ändernden klimatischen Verhältnissen von Vorteil sein.

Für den KGV Kagran stellt diese Kombination einen möglichen Lösungsansatz dar.

8.3.3 Tiefensonden plus Luft

Grundsätzlich bietet die Kombination von Tiefensonden und Außenluft als Energiequelle eine technisch und wirtschaftlich interessante Option. Um einen hohen Gesamtwirkungsgrad zu erzielen und Schallproblematiken zu verhindern, sollte ein Großteil der Energiegewinnung (>65%) aus den Tiefensonden erfolgen. Hierfür ist es wichtig, dass die Quantität der Energiequellen sowie der technischen Infrastruktur (Strominfrastruktur, Platzbedarf) im richtigen Verhältnis steht.
Für den KGV Kagran zeigt die Ausarbeitung in Kapitel 9.2.4, dass dies nicht der Fall ist und neben den Tiefensonden eine verbleibende Wärmeleistung von ca. 1,2 MW durch Luft/Wasser-Wärmepumpen zu erbringen wäre.

9 Lösungsansätze

9.1 Einzellösungen

9.1.1 Luft/Wasser-Wärmepumpe

Luft/Wasser-Wärmepumpen bieten eine zeitgemäße und energieeffiziente Lösung zur Wärmeversorgung von Wohngebäuden. Abbildung 9.1 zeigt die Energieflussdarstellung des Referenzgebäudes, das mit einer Luft/Wasser-Wärmepumpe ausgestattet ist. Der Energiefluss verdeutlicht, wie die Wärmepumpe Außenluft als Wärmequelle nutzt und diese zur Beheizung und Warmwasserbereitung im Gebäude umsetzt.

Die verschiedenen Systemvarianten zur Erschließung der Wärmequelle Luft eröffnen dabei vielfältige Ausführungsmöglichkeiten. Zu diesen zählen die Monoblock-Bauweise, bei der sich die gesamte Anlage im Freien befindet, sowie Split-Geräte, bei denen der Kältekreislauf zwischen einem Innen- und Außengerät aufgeteilt ist. Alternativ kann die Wärmepumpe auch innerhalb des Gebäudes installiert werden, wobei der Wärmeentzug aus der Außenluft mittels eines Wärmetauschers im Freien erfolgt, oder sie kann vollständig im Gebäude nahe einer Außenwand platziert werden, um Außenluft durch Wetterschutzgitter anzusaugen und wieder auszubringen.

Die Vorzüge der Nutzung von Luft/Wasser-Wärmepumpen sind vielgestaltig. Sie erlauben es nicht nur zu heizen, sondern auch zu kühlen und Warmwasser zu bereiten, wodurch eine separate Klimaanlage überflüssig wird. Dies führt zu einer vereinfachten Haustechnik und zu einem geringeren System- und Wartungsaufwand.

Da die Effizienz bzw. der Wirkungsgrad bei Wärmepumpensystemen maßgeblich von der Temperatur der Wärmequelle abhängt und diese speziell bei Außenluft im Jahresverlauf starken Schwankungen unterliegt, dient die sogenannte Jahresarbeitszahl (JAZ) als Basisgröße zu Systembeurteilung.

In Bezug auf die Wirtschaftlichkeit dieser Systeme wird bei Sanierungsanwendungen von einer durchschnittlichen JAZ von 3 ausgegangen[17]. Dies bedeutet, dass aus einer Einheit Strom drei Einheiten Wärme erzeugt werden können, was eine deutliche Energieeinsparung gegenüber konventionellen Heizsystemen bedeutet.

[17] Quelle: Fraunhofer Institut ISE, Abschlussbericht - Wärmepumpen in Bestandsgebäuden, 2020

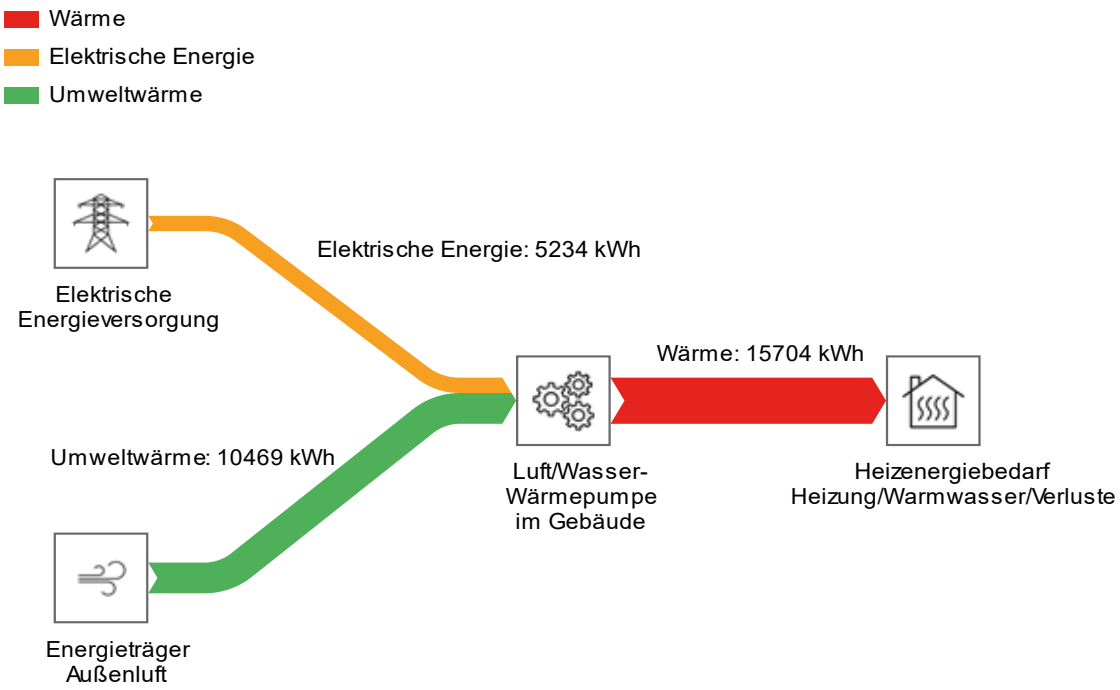


Abbildung 9.1: Energieflussdarstellung Referenzgebäude mit Luft/Wasser-Wärmepumpe (Quelle: eigene Darstellung)

Allerdings sind bei der Planung und Implementierung von Luft/Wasser-Wärmepumpen auch diverse Herausforderungen zu berücksichtigen. Ein effizienter Betrieb setzt ein Niedertemperaturheizsystem voraus, was ggf. die Anpassung oder Erneuerung bestehender Heizkörper erfordern kann. Der Flächenbedarf für das Außengerät kann zudem die Nutzung des Gartens einschränken. Schallemissionen stellen eine weitere Problematik dar, da diese trotz der Einhaltung von Normen und Regelwerken zu Konflikten unter Anrainern führen können. Eventuelle Schallschutzmaßnahmen (Schallschutzhauben, oder -wände) zur Minderung der Geräuschemission können erhebliche Mehrkosten verursachen. Zudem ist die Effizienz der Anlage von den Außentemperaturen abhängig. Ein Free-Cooling Betrieb, also die direkte Nutzung der Wärmesenke zur Innenraumkühlung, ist mit diesen Systemen nicht möglich. So wird Abwärme aus der Gebäudekühlung direkt an die Umgebungsluft abgegeben, wodurch der UHI-Effekt verstärkt wird. Das heißt, anstatt einer Nutzung oder Speicherung der Abwärme im Grundwasser oder im Erdreich trägt die Wärmeabfuhr aus Kühlprozessen zur Bildung städtischer Hitzeinseln bei.
In der Gesamtschau stellen Luft/Wasser-Wärmepumpen in der Sanierung von Einfamilienhäusern eine zeitgemäße und energieeffiziente Option mit einem breiten Anwendungsspektrum dar. Trotz gewisser Einschränkungen bieten sie eine zukunftsorientierte Alternative zu fossilen Heizsystemen und können einen signifikanten Beitrag zur Reduktion von Treibhausgasemissionen und zur Steigerung der Energieeffizienz im Gebäudesektor leisten.

9.1.2 Sole/Wasser-Wärmepumpe

Ebenfalls besteht die Möglichkeit, Geothermie als eine nachhaltige Wärmequelle zu erschließen. Abbildung 9.2 zeigt die Energieflussdarstellung des Referenzgebäudes, das mit einer Sole/Wasser-Wärmepumpe ausgestattet ist. In der Ausarbeitung wurde von einem

Wirkungsgrad (COP - Coefficient of Performance) von 4 ausgegangen. Diese Wärmepumpe nutzt das Erdreich als Wärmequelle, indem sie über Tiefensonden oder Erdkollektoren Wärme entzieht.

Wobei unterschiedliche Systemvarianten je nach verfügbarem Raumangebot im Eigengarten realisierbar sind. In Gärten mit ausreichender Fläche bieten sich Ringgraben- und Flächenkollektoren als kosteneffiziente Lösungen an, die den Vorteil der flächigen Wärmeabsorption aus dem unmittelbaren Erdreich nutzen.

In kleineren Gärten können Energiekörbe, Helixsonden oder Tiefensonden zum Einsatz kommen, die aufgrund ihrer Einbringung in tiefere Erdschichten eine konstante Leistung bei geringer Witterungsabhängigkeit bieten. Die Wärmepumpe für diese geothermischen Systeme ist in jedem Fall innerhalb des Gebäudes situiert.

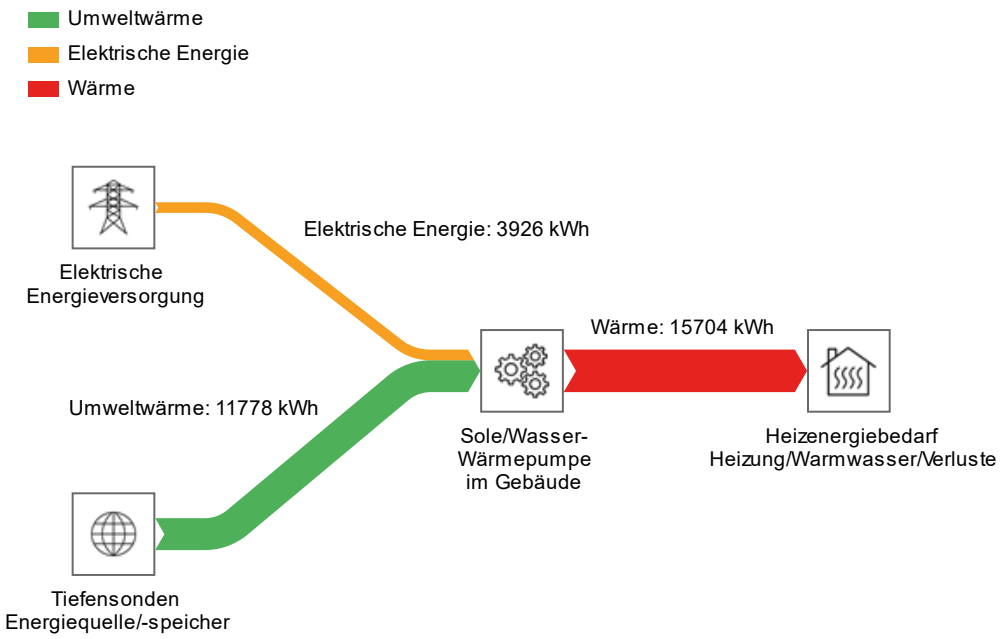


Abbildung 9.2: Energieflussdarstellung Referenzgebäude mit Sole/Wasser-Wärmepumpe (Quelle: eigene Darstellung)

Die Vorteile von geothermischen Lösungen sind vielfältig: Sie ermöglichen Heizung, Kühlung und Warmwasserbereitung in einem System. Ein besonders hervorzuhebender Aspekt ist die Möglichkeit des Free-Cooling-Betriebs mittels eines zusätzlichen Wärmetauschers, der umweltfreundliche Kühlung ohne aktiven Betrieb der Wärmepumpe erlaubt. Darüber hinaus wird die abgeführte Wärme aus der Temperierung nicht an die unmittelbare Umgebung abgegeben und beeinflusst den Urban Heat Islands (UHI) Effekt dadurch nicht negativ. Überdies zeichnen sich diese Systeme im Vergleich zu Luft/Wasser-Wärmepumpen durch eine höhere Effizienz aus, was aus den stabilen Temperaturverhältnissen des Erdreichs resultiert. Zudem sind im Gegensatz zu Luft/Wasser-Wärmepumpen keine Schallimmissionen im Außenraum zu erwarten.
Nichtsdestotrotz sind mit der Implementierung geothermischer Systeme auch höhere Investitionskosten verbunden und die Platzierung des Bohrgeräts oder anderer Baumaschinen kann auf kleineren Parzellen mit begrenzten Zugangswegen eine Herausforderung darstellen.

Insbesondere im Kontext von Kleingartenvereinen ist eine wasserrechtliche Bewilligung ein essentielles Kriterium, das in vergleichbaren Projekten spezifisch zu evaluieren ist.

9.1.3 Wasser/Wasser-Wärmepumpe

Wasser/Wasser-Wärmepumpen als Einzellösung wurden nicht näher betrachtet, da für eine Grundwassernutzung entsprechend große Grundstücke bzw. Parzellen benötigt werden um ausreichend Abstand zwischen Entnahme und Versickerung einhalten zu können.

9.1.4 Exkurs Biomasse

Da Biomasse Feuerungsanlagen in Kleingärten nicht erlaubt sind, wurden diese Systeme nicht weiter untersucht[18].

9.1.5 Exkurs Infrarotheizung

Abbildung 9.3 zeigt die Energieflussdarstellung des Referenzgebäudes mit einer Infrarotheizung. Diese Heiztechnik nutzt elektrische Energie, um Wärmestrahlung zu erzeugen, die direkt auf die Oberflächen im Raum wirkt.
Infrarotheizungen gehören nicht zu den hocheffizienten Energiesystemen und sind im Neu-, Zu- und Umbauten sowie bei Änderungen und Instandsetzungen von mindestens 25 vH der Oberfläche der Gebäudehülle nur bedingt bewilligungsfähig[19]. Da bei Infrarotheizungen mit einem Wirkungsgrad von 1 mit Strom geheizt wird, werden Stromnetze stark beeinflusst und es fallen im Vergleich zu anderen Systemen sehr hohe Energiekosten an.

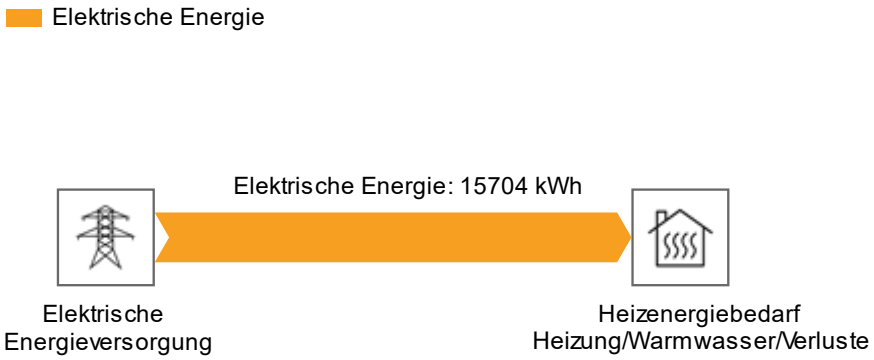


Abbildung 9.3: Energieflussdarstellung Referenzgebäude mit Infrarotheizung (Quelle: eigene Darstellung)

9.2 Gemeinschaftslösungen

Die folgenden Gemeinschaftslösungen basieren auf Niedertemperaturnetzen. Diese Netze transportieren Wärme auf relativ niedrigem Temperaturniveau, wodurch Energieverluste minimiert werden. Um das erforderliche Temperaturniveau für die Heizung und

[18] Siehe Wiener Kleingartengesetz 1996 §15 Abs. 7, abrufbar unter https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=LrW&Gesetzesnummer=20000061

[19] Entspricht der aktuellen Rechtsmeinung der MA 37 - Baupolizei hinsichtlich der OIB-Richtlinie 6 i.d.g.F. hinsichtlich des Einsatzes in Neubau- und Sanierungsprojekten.

Warmwasserbereitung im angeschlossenen Gebäude zu erreichen, benötigt jedes Objekt eine eigene Sole/Wasser- oder Wasser/Wasser-Wärmepumpe.

Innovative Lösungen in der Sanierung von größeren Arealen zeichnen sich durch Gemeinschaftsgeist und die Fähigkeit aus, sich adaptiv an lokale Gegebenheiten anzupassen. Sogenannte Anergienetze in Verbindung mit unterschiedlichen Wärmequellen stellen eine solche Lösung dar, die das Potenzial hat, eine hohe Energieeffizienz der Wärme- und Kälteversorgung herzustellen. Ein Anergienetz ist definiert als Nahwärme- und/oder Nahkältenetz mit einem Temperaturniveau zwischen ca. 5 °C und 25 °C und ermöglicht den angeschlossenen Gebäuden, „Umweltwärme“ zu beziehen oder Abwärme aus dem Kühlbetrieb ins Netz einzuspeisen. Die Versorgung basiert auf regenerativen Wärmequellen, wie Grundwasser, Tiefensonden, Luft, Solarenergie oder auch (betrieblicher) Abwärme, die direkt in das Netz integriert werden. Anergienetze sind multidirektional, können also Wärme aufnehmen und abgeben. Bei Verwendung von Erdwärme kann die sommerliche Abwärme zusätzlich saisonal im Erdreich gespeichert werden.

In Abbildung 9.4 wird der Energiefluss eines Anergienetzes dargestellt, das verschiedene Wärmequellen und Wärmepumpen kombiniert. Diese Grafik veranschaulicht den Energiefluss des in Abschnitt 9.2.4 beschriebenen „Anergienetz mit Tiefensonden, Grundwassernutzung und zentraler Luft/Wasser-Wärmepumpe“. Für Gemeinschaftsnetze errechnet sich der Gesamtwirkungsgrad nach den Wirkungsgraden der Einzelsysteme und deren Anteil an der Gesamtwärmegewinnung. Beispielsweise werden über ein ganzes Jahr betrachtet aus 1 kWh eingesetzter elektrischer Energie durchschnittlich 4,35 kWh Wärme erzeugt.

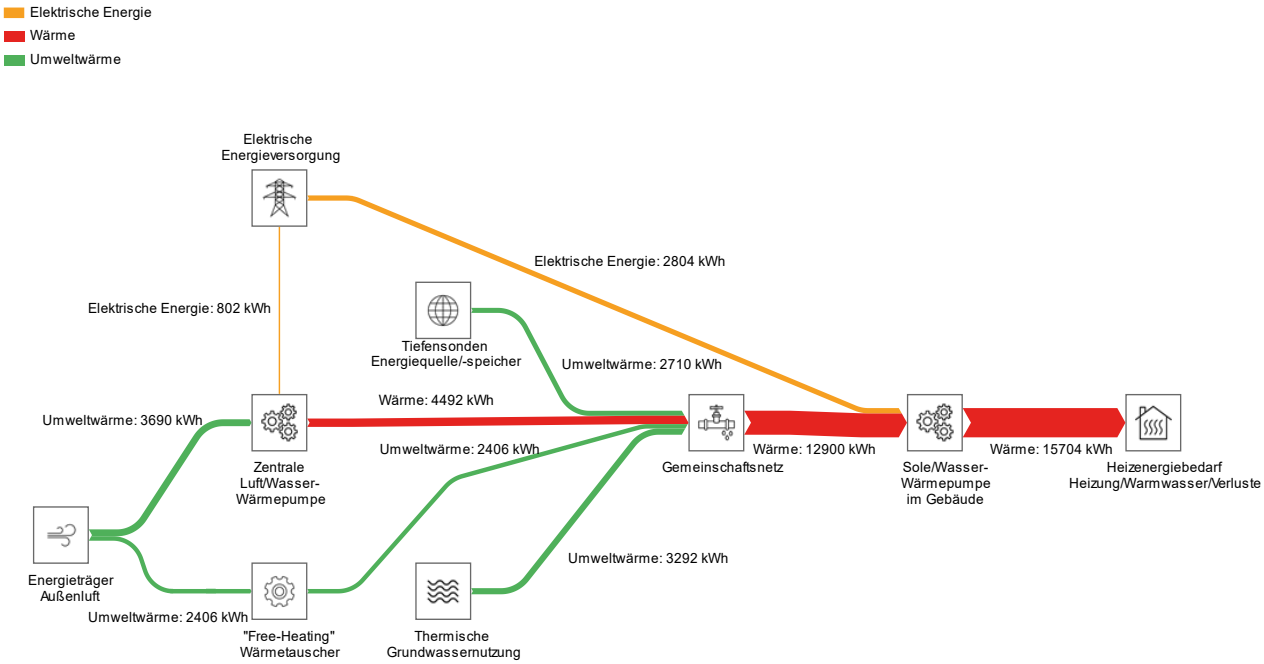


Abbildung 9.4: Energieflussdarstellung Anergienetz mit verschiedenen Wärmequellen und Wärmepumpen (Quelle: eigene Darstellung)

Ein zentraler Bestandteil eines Anergienetzes sind eine oder mehrere Wärmequellen, die das System ganzjährig mit ausreichend Wärme versorgen können. Die Wirtschaftlichkeit eines Anergienetzes wird von mehreren Faktoren beeinflusst. Dazu zählen die Vielfalt der angeschlossenen Verbraucher und deren individuelle Energieprofile, die Verfügbarkeit

geeigneter Wärmequellen sowie die Ergiebigkeit des lokalen Grundwassers oder die geologische Beschaffenheit des Bodens für thermische Nutzungen. Ebenso spielt das Vorhandensein ausreichender Freiflächen für technische Einbauten eine wichtige Rolle. Eine größere Anzahl angeschlossener Gebäude kann zudem Synergien schaffen, die das Netz effizienter und wirtschaftlicher machen.
Für eine wirtschaftliche Implementierung eines Anergienetzes ist eine Anschlussquote von 80% bis 90% zielführend. Ebenso ist die jeweilige Fördersituation für die Finanzierbarkeit maßgebend.

Ein Anergienetz bietet den zusätzlichen Vorteil, dass auch schwer zugängliche Parzellen mit begrenztem Platz die Vorteile der Geothermie nutzen können. Selbst wenn dort keine Bohrungen oder Grabungen möglich sind, kann die Wärme über das Netz und eine dezentrale Sole/Wasser-Wärmepumpe bereitgestellt werden.
Gleichzeitig gibt es auch Herausforderungen, wie die mögliche Abwesenheit ausreichender Wärmequellen und die daraus resultierende Notwendigkeit, zusätzliche Wärmequellen zu erschließen, etwa durch eine zentrale Luft/Wasser-Wärmepumpenanlage und die damit verbundene Betriebsführung. Zudem müssen die Infrastrukturkosten für Bau und Betrieb des Verteilnetzes, der erhöhte Bewilligungs-, Planungs- und Vergabeaufwand sowie das größere Projektrisiko berücksichtigt werden. Im Folgenden werden die untersuchten Netzvarianten für den KGV Kagran dargestellt.

9.2.1 Grundwassernetz

Ein Gemeinschaftsnetz zur thermischen Nutzung des Grundwassers, wie in Abbildung 9.5 skizziert, bietet eine innovative Möglichkeit, die Wärmeversorgung von Kleingartenvereinen effizient und nachhaltig zu gestalten. In diesem Szenario werden Saugbrunnen und Sickeranlagen so dimensioniert, dass sie den gesamten Leistungs- und Energiebedarf der angeschlossenen Parzellen decken. Das Rohrnetz dient dazu, das Grundwasser zwischen den Saug- und Schluckbrunnen und den Wärmetauschern als Übergabepunkt in den Gebäuden zu transportieren. Grundwasser ist als Wärmeträgermedium sehr gut geeignet. Verglichen mit Glykol-Wasser-Gemischen lassen sich Netze, die mit Wasser betrieben werden, effizienter dimensionieren. Da Wasser eine geringere Viskosität und damit einen geringeren Strömungswiderstand aufweist, ergeben sich geringere Nenndurchmesser.

Ein Gemeinschaftsnetz bietet mehrere Vorteile:

- Die Investitionskosten für die Nutzung von Grundwasser als Wärmequelle sind im Vergleich zu anderen geothermischen Systemen gering.
- Das System ermöglicht eine leistungsstarke und nachhaltige Kühlung (Free Cooling), was insbesondere in den Sommermonaten von großem Nutzen ist.
- Die gemeinschaftliche Nutzung der Brunnen verhindert, dass es zu negativen Beeinflussungen der Parzellen untereinander kommt, wie sie bei Einzelbrunnensystemen auftreten können.

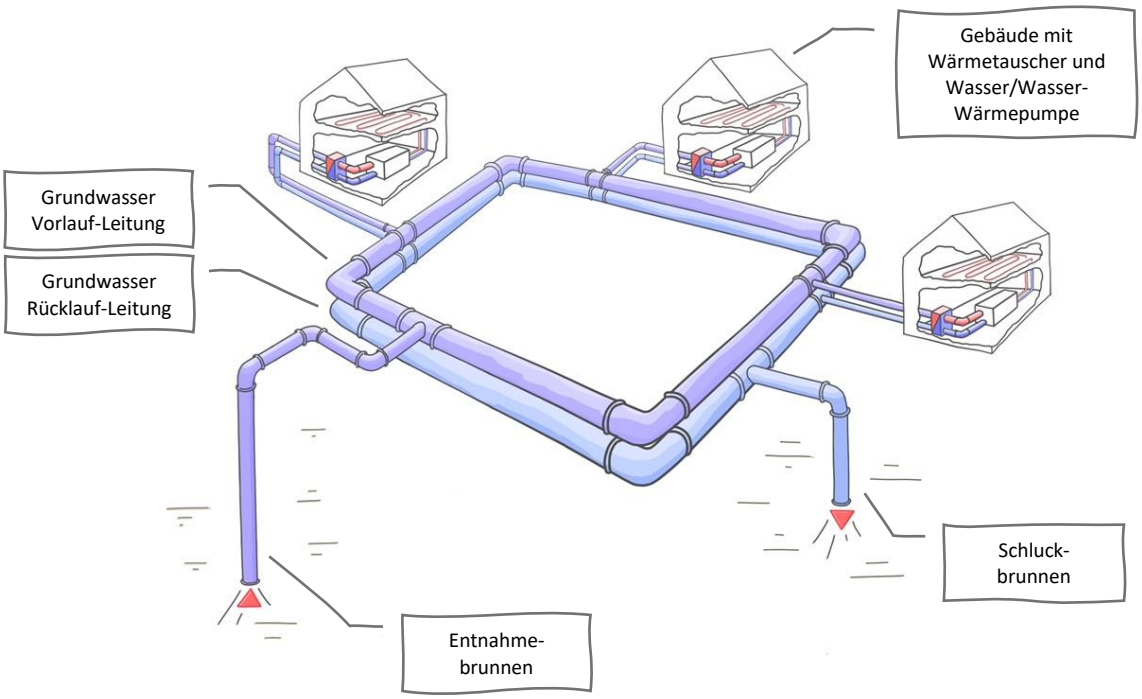


Abbildung 9.5: Skizze eines Anergienetzes mit reiner Grundwassernutzung (Quelle: eigene Darstellung)

Ein Nachteil dieser Systemvariante ist die fehlende Möglichkeit, Wärme aus der Kühlperiode für den Heizbetrieb saisonal zu speichern.
Für den KGV Kagran wurde die reine Grundwassernutzung aufgrund der Ergebnisse der hydrogeologischen Voruntersuchung (Kapitel 8.1) nicht weiterverfolgt. Die Untersuchung ergab, dass eine thermische Grundwasseranlage im Vollausbau die umliegenden Anrainer mit bestehenden Wasserrechten unzumutbar beeinträchtigen würde. Dies zeigt, dass bei der Planung von gemeinschaftlichen Grundwassernetzen neben den technischen und wirtschaftlichen Aspekten auch wasserrechtliche und ökologische Faktoren eine entscheidende Rolle spielen.

9.2.2 Verteilnetz mit Tiefensonden

Eine weitere Variante eines Gemeinschaftsnetzes ist ein Verteilnetz, welches von einem gemeinsamen Tiefensondenfeld gespeist wird. Die Struktur ähnelt im Wesentlichen dem einer Sole/Wasser-Wärmepumpenanlage für ein Einfamilienhaus, unterscheidet sich jedoch dadurch, dass nicht jedes Gebäude über eigene Tiefensonden verfügt. Stattdessen werden mehrere Gebäude über ein Verteilnetz mit dem Sondenfeld verbunden, wie in Abbildung 9.6 symbolisch dargestellt. Ein solches System ist besonders vorteilhaft in Situationen, in denen nicht alle Häuser, aufgrund mangelnder Fläche oder schlechter Erreichbarkeit durch Baumaschinen, mit eigenen Tiefensonden ausgestattet werden können. Tiefensonden können bei einem solchen System auch auf unterschiedlichen Flächen installiert werden. Neben Grünanlagen eignen sich Tiefensonden ebenso für die Installation in Parkflächen oder unter Wegen.

Auch bei dieser Variante muss die geothermische Anlage, hier in Form von Tiefensonden, auf die benötigte Wärmeleistung und -menge ausgelegt werden. Die Tiefensonden können als saisonale Speicher fungieren, indem das kalte Erdreich nach der Heizperiode durch die Abwärme aus der Gebäudekühlung (vorzugsweise durch Free Cooling) zusätzlich zur natürlichen Regeneration erwärmt wird. Dieser zusätzliche Wärmeeintrag führt zu einer Effizienzsteigerung des Sondenfeldes. Besonders effizient sind Sondenverbünde, wenn unterschiedliche Gebäudenutzungen im Netz integriert werden. Wohnbauareale neigen dazu, mehr Wärme aus dem Erdreich zu ziehen als sie während der Kühlperiode zurückgeben können. Durch die Einbindung von Büros oder Gewerbebetrieben, die tendenziell mehr Abwärme produzieren, kann die Effizienz des Netzes gesteigert und die Anzahl sowie Tiefe der notwendigen Tiefensonden möglicherweise reduziert werden.

Diese und andere Systemvarianten lassen sich als kleinteilige Mikronetze konzipieren, die nicht zwangsweise das gesamte Areal erschließen. Dies kann es erleichtern, eine Gruppe von Hauseigentümern zur Bildung einer Energiegemeinschaft zu bewegen. Auch ein Ausbau in mehreren Etappen ist denkbar, wobei vorbereitete Anschlusspunkte in Form von Übergabeschächten eine nachträgliche Erweiterung ohne größeren Aufwand ermöglichen können. Bei jeder Erweiterung müssten Tiefensonden und andere Wärmequellen im Umfang des zusätzlichen Wärmebedarfs ausgebaut werden.

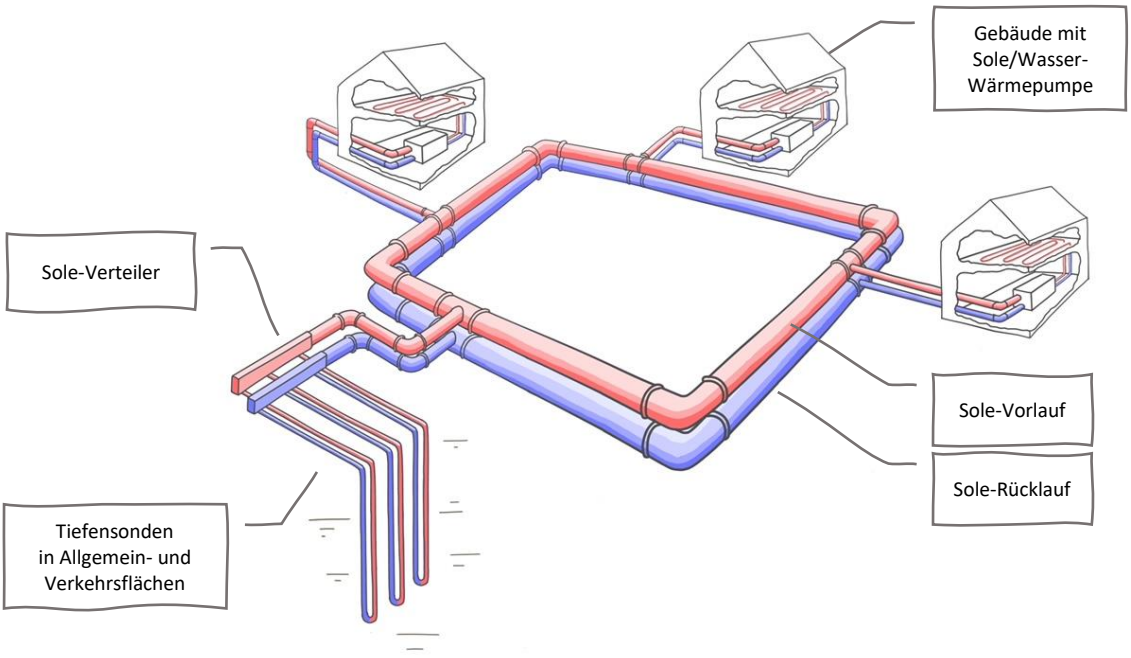


Abbildung 9.6: Skizze eines Netzverbundes mit Tiefensonden (Quelle: eigene Darstellung)

In der gegenständlichen Untersuchung des KGV Kagran wurde ein Verteilnetz mit Tiefensonden für die Vergleichsrechnungen nicht berücksichtigt, da die vorhandenen

Freiflächen (Wege- und Parkflächen) nicht ausreichen, um ein, wie in Kapitel 8.2 beschriebenes, Tiefensondenfeld zu errichten. Der Fokus wurde daher auf eine Kombinationsanlage mit zusätzlichen Wärmequellen gelegt, um die Anzahl der benötigten Sonden auf ein umsetzbares Maß zu reduzieren.

9.2.3 Anergienetz mit Tiefensonden und zentraler Luft/Wasser-Wärmepumpe

Bei Anlagen mit unzureichenden geothermischen Potenzialen, kann zur Erweiterung des zuvor beschriebenen Verteilnetzes die Integration einer oder mehrerer zentraler Luft/Wasser-Wärmepumpen eine Lösung bieten. Diese Erweiterung hat den Effekt, dass durch die zusätzliche Wärmequelle, weniger Wärmeleistung aus dem Sondenfeld bezogen werden muss, wodurch die Anzahl der benötigten Tiefensonden reduziert werden kann. In Abbildung 9.7 ist diese Erweiterung des Anergienetzes dargestellt.

Ein wesentlicher Vorteil dieser Lösung sind geringere Investitionskosten, da weniger Tiefensonden errichtet werden müssten. Darüber hinaus kann das Erdreich über das Verteilnetz mithilfe der warmen Sommerluft regeneriert werden ("Free Heating"). Dabei wird Wärme über den Wärmetauscher der Luft/Wasser-Wärmepumpe ins Erdreich geführt und dort gespeichert, ohne die Wärmepumpe aktiv zu betreiben. Dies kann die Effizienz des Gesamtsystems steigern und damit den Energiebedarf senken.

Allerdings gibt es auch einige Nachteile bei dieser Systemerweiterung. Zum einen reduziert sich die thermische Speichermasse des Gesamtsystems, was die Kapazität zur Speicherung von Wärme verringert. Zum anderen kann die Gesamteffizienz der Anlage aufgrund des zweistufigen Wärmepumpenprozesses (zentrale Wärmepumpe mit nachgeschalteter Wärmepumpe im jeweiligen Gebäude) geringer ausfallen, wobei mit einem höheren elektrischen Energiebedarf zu rechnen wäre. Weiter sind zusätzliche Technikflächen für die Aufstellung der zentralen Luft/Wasser-Wärmepumpe bzw. der Bau eines Technikgebäudes erforderlich. Solche Flächen müssten auf Kosten von Parkplätzen oder anderen Freiflächen bereitgestellt werden.

Für den KGV Kagran wurde diese Variante, zugunsten eines Systems, welches das Potenzial des örtlichen Grundwassers einbezieht, nicht weiter untersucht.

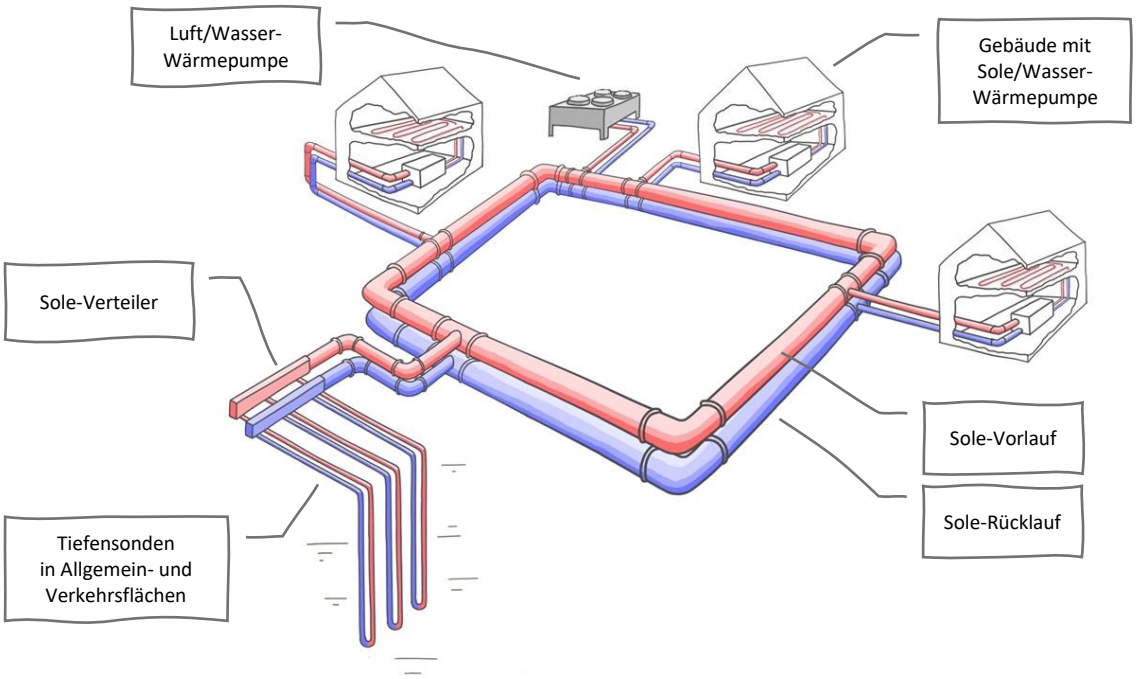


Abbildung 9.7: Skizze eines Anergienetzes mit Tiefensonden und einer Luft/Wasser-Wärmepumpe zur zentralen Wärmenachspeisung (Quelle: eigene Darstellung)

9.2.4 Anergienetz mit Tiefensonden, Grundwassernutzung und zentraler Luft/Wasser-Wärmepumpe

Die Integration der thermischen Grundwassernutzung in das Gesamtsystem kann zusätzliche Effizienzgewinne mit sich bringen. Die hydrogeologische Voruntersuchung in Kapitel 8.1 ergab, dass das nutzbare Grundwasser etwa 30% des benötigten Gesamtwärmebedarfs decken kann, ohne bestehende Wasserrechte der Anrainer zu beeinträchtigen. Die Einbindung erfolgt durch eine Wärmetauscheranlage, die ohne zusätzliche Wasser/Wasser - Wärmepumpen die Wärmeströme zwischen dem Verteil- und dem Brunnennetz austauscht. Dadurch könnten die Vorteile eines Grundwasserverteilnetzes in das Gesamtsystem integriert werden. Abbildung 9.8 zeigt die Integration der beschriebenen Komponenten in ein Anergienetz.

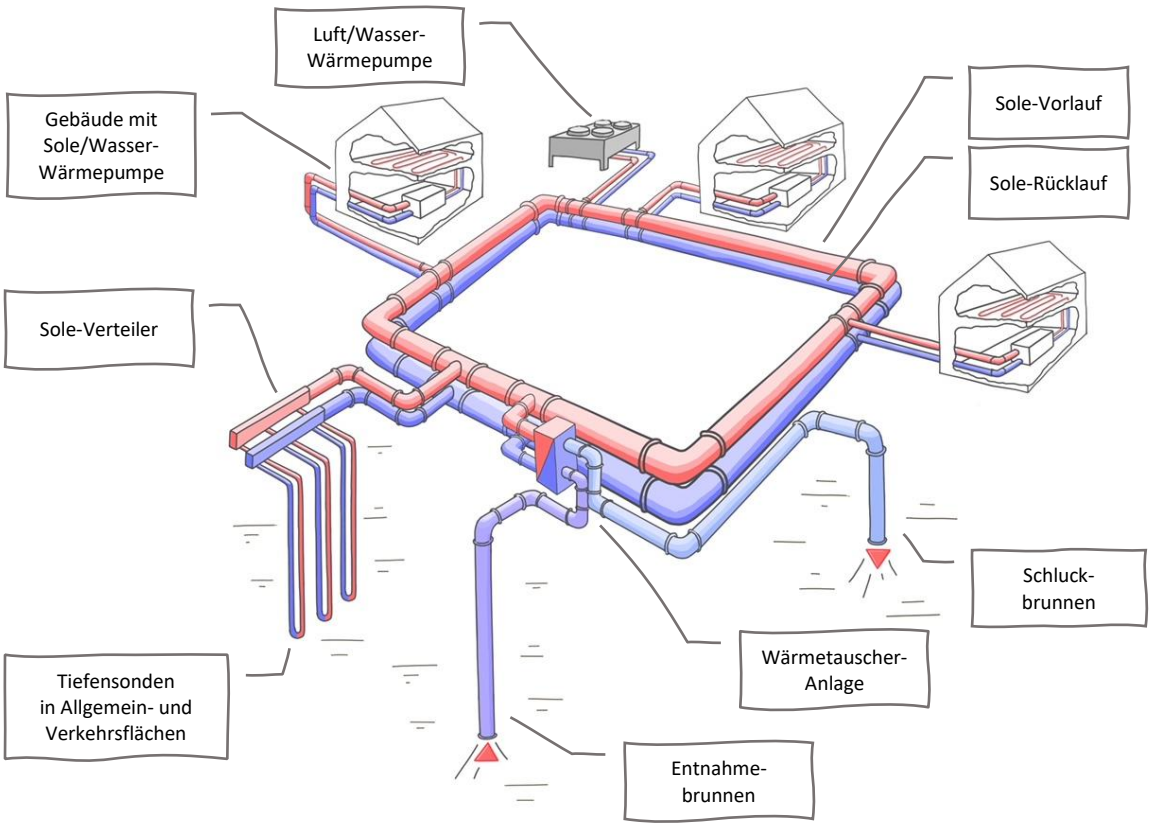


Abbildung 9.8: Skizze eines Anergienetzes mit Tiefensonden, einer thermischen Grundwassernutzung und einer Luft/Wasser-Wärmepumpe zur zentralen Wärmenachspeisung (Quelle: eigene Darstellung)

Durch die Einbindung des Grundwassers steht in den Wintermonaten eine zusätzliche Wärmequelle zur Verfügung, die mit minimalem elektrischem Energieeinsatz genutzt werden kann. Zudem wird die Einbindung des Grundwassers die Kapazität für den Free Cooling Betrieb erweitern, welche den Energiebedarf für eine sommerliche Kühlung reduzieren kann. Eine detaillierte Untersuchung für den KGV Kagran skizziert die Umsetzbarkeit eines vereinsübergreifenden Gemeinschaftsnetzes. Laut der vorliegenden Umfrage unter den Bewohnern verfügen etwa 70 % der Haushalte noch nicht über eine Wärmepumpenanlage und stellen somit das theoretische Ausbaupotenzial für die weiteren Untersuchungen dar.

Für die Umsetzung dieser Anlage ist es notwendig, Tiefensonden entlang der Park-, Wege- und Straßenflächen sowie Brunnen im Norden und Süden des Areals zu errichten. Zudem wird eine zentrale Technikfläche von etwa 180 m² für ein Technikgebäude und Rückkühlanlagen benötigt. Die schmaleren Gassen und Wege können dazu dienen, die Verteilleitungen des Anergienetzes zu den Parzellen zu führen, wodurch Tiefenbohrungen in den Eigengärten nicht zwingend erforderlich wären.

Zur Analyse der umsetzbaren Systemvarianten wurde zunächst die potenzielle Anzahl und Lage der Tiefensonden untersucht. Dabei wurden verfügbare Flächen wie Parkplätze, interne Wegeflächen sowie angrenzendes öffentliches Gut (z. B. Gehwege und Straßen) berücksichtigt. Die räumliche Analyse ergab, dass maximal 180 Bohrungen auf diesen Flächen realisierbar sind.

Auf dieser Grundlage wurden zwei Varianten detaillierter betrachtet:

Variante 1: Ein Anergienetz mit Tiefensonden, ergänzt durch eine zentrale Luft/Wasser-Wärmepumpe mit einer "Free-Heating"-Schaltung. Diese Schaltung sorgt im Winter für die Wärmeversorgung des Netzes und regeneriert im Sommer das Tiefensondenfeld.

Variante 2: Ein erweitertes System basierend auf Variante 1, das zusätzlich um ein Brunnensystem ergänzt wird. Dieses ermöglicht eine kleinere Dimensionierung der Luft/Wasser-Wärmepumpe.

Die Konfiguration beider Systemvarianten wurde darauf ausgerichtet, sowohl die Nennheizlast als auch den jährlichen Wärmebedarf sicherzustellen. Zudem sollte der Wärmebedarf im Winter über die Speicherkapazität der Tiefensonden gedeckt werden können. Daraus ergeben sich folgende technische Anforderungen:

- In Variante 1 ist eine Luft/Wasser-Wärmepumpe mit einer Leistung von 1,2 MW erforderlich.
- In Variante 2 kann die Auslegungsleistung der erforderlichen Luft/Wasser-Wärmepumpe auf 550 kW reduziert werden, da das Brunnensystem zusätzliche Kapazitäten bereitstellt.

Unterschiede zwischen den Varianten zeigen sich auch in den Betriebsstunden der Wärmepumpe sowie der Stunden im "Free-Heating"-Modus, um die notwendige Wärmeversorgung sicherzustellen. In einer Kostenanalyse erwies sich Variante 2 aufgrund geringerer Investitions- und Energiekosten als die wirtschaftlichere Lösung. Daher wurde diese Variante in der weiteren Konzeptuntersuchung und den Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen vertieft.

Systemvariante	Anzahl Tiefenbohrungen à 150 m [Stk]	Saug- und Schluckleistung [l/s]	Spreizung Brunnensystem [K]	Leistung L/W Wärmepumpe [kW]
V1: Tiefensonden + L/W-Wärmepumpe	180	n.V.	n.V.	1200
V2: Tiefensonden + L/W-Wärmepumpe + Grundwasser	180	30,00	5	550

Tabelle 9.1: Übersicht der Systemvarianten zur Leistungsabdeckung im Anergienetz (Quelle: eigene Darstellung)

Für die Anordnung der Tiefensonden wurde von einem Bohrlochabstand von 10m ausgegangen. Entsprechend wurde, in Bezug auf Kapitel 8.2, eine Entzugsleistung von 40 W/lfm angesetzt. Wie aus der nachstehenden Übersichtsskizze hervorgeht, wurden im Zuge der Konzepterstellung Flächen der Nachbarliegenschaft miteinbezogen. Diese Annahme verdeutlicht die Möglichkeit, auch benachbarte oder Flächen im öffentlichen Gut zu nutzen, falls entsprechende Nutzungsrechte vereinbart werden können. Die Herstellung von Erdsonden auf öffentlichem Straßengrund ist in Wien möglich[20].
Die Erschließung erfolgt im Wesentlichen am Grundstück des KGV-Kagran. Hier werden vor allem Verbindungswege bzw. Straßen und Freiflächen genutzt. Auch Brunnen- und

[20] https://www.wien.gv.at/verkehr/strassen/ahs-info/pdf/merkblatt-erdsonden.pdf

Versickerungsanlagen befinden sich auf dem Grundstück des KGV-Kagran. Darüber hinaus würde das öffentliche Gut für Tiefenbohrungen entlang der Breitenleer Straße sowie für Tiefenbohrungen und Verbindungsleitungen am Rainweg und entlang der Pogrelzstraße Verwendung finden. Das Merkblatt[21] für die Herstellung von Erdsonden auf öffentlichem Straßengrund enthält die aktuellen Bestimmungen und Regelungen.

Nachstehende Abbildung zeigt die mögliche Erschließung des Areals.



Abbildung 9.10: Skizze des untersuchten Gemeinschaftsnetzes am Areal des KGV Kagran (Quelle: eigene Darstellung)

10 Ökologische Betrachtung

Im Rahmen einer ökologischen Bewertung wurden drei ausgewählte Heizsystemvarianten für das Referenzgebäude genauer untersucht. Für die Untersuchung wurden einerseits die beiden Einzellösungen „Luft/Wasser-Wärmepumpe“ (9.1.1) und „Sole/Wasser-Wärmepumpe mit Tiefensonden“ (9.1.2) ausgewählt. Aus den gemeinschaftlichen Lösungsansätzen wurde das gemeinschaftliche Anergienetz mit Tiefensonden, Grundwassernutzung und einer zentralen Luft/Wasser-Wärmepumpe (9.2.4) für die ökologische Bewertung gewählt.
Der zu erwartende CO_{2eq}-Ausstoß für das in 6.2 beschriebene Referenzgebäude wurde für diese drei Heizsystemvarianten berechnet und zum Vergleich dem CO_{2eq}-Ausstoß einer konventionellen Gas-Etagenheizung in Kombination mit einer Split-Klimaanlage gegenübergestellt. Dieser Vergleich ermöglicht es, die Umweltauswirkungen hocheffizienter

[21] https://www.wien.gv.at/verkehr/strassen/ahs-info/pdf/merkblatt-erdsonden.pdf

Systeme im Gegensatz zu konventionellen, fossilen Heizmethoden für das Referenzgebäude darzustellen.
Die Analyse des jährlichen Endenergiebedarfs zeigt deutlich, dass hocheffiziente Energiesysteme nur einen Bruchteil des Energiebedarfs einer Gasheizung benötigen. Der Endenergiebedarf bezeichnet die Energiemenge, die tatsächlich benötigt wird, um den Heiz- und Warmwasserbedarf eines Gebäudes zu decken, wobei Verluste bei der Energieumwandlung und -verteilung im Gebäude berücksichtigt wurden.

Folgende Systemwirkungsgrade wurden zur Ermittlung des Endenergiebedarfs herangezogen:

Systemvariante	Wirkungsgrad Wärmeerzeugung	Wirkungsgrad Wärmeabfuhr
Sole/Wasser-Wärmepumpe mit Tiefensonden (COP)	4,0	Free-Cooling
Luft/Wasser-Wärmepumpe (JAZ)	3,0	4,0
Gas-Etagenheizung	0,9	-
Split-Klimaanlage (JAZ)	-	4,0
Wärmepumpe mit Anergienetz (JAZ)	4,35	Free-Cooling

Tabelle 10.2: Übersicht der Systemwirkungsgrade (Quelle: eigene Darstellung)

Die JAZ von 4,35 der Wärmepumpe mit Anergienetz wurde anhand der in Abbildung 9.5 dargestellten Energieflüsse errechnet.
In Abbildung 10.1 ist der ermittelte jährliche Endenergiebedarf von drei Heizsystemvarianten im Vergleich zu einer konventionellen Gas-Etagenheizung für das Referenzgebäude dargestellt. Unter Einbeziehung des in Kapitel 6 ermittelten theoretischen PV-Ertrags, ergibt sich, dass die hocheffizienten Energiesysteme in der Jahresbilanz als autark bezeichnet werden können. Mit etwa 8.400 kWh jährlich produzierter Energie der PV-Anlage wird der Strombedarf der hocheffizienten Systemvarianten bilanziell mehrfach gedeckt. Die bilanzielle Energieautarkie über das gesamte Jahr hinweg ist daher sehr robust, selbst wenn die PV-Anlage kleiner realisiert wird als die angenommenen 8,4 kW_{peak} des Referenzgebäudes.

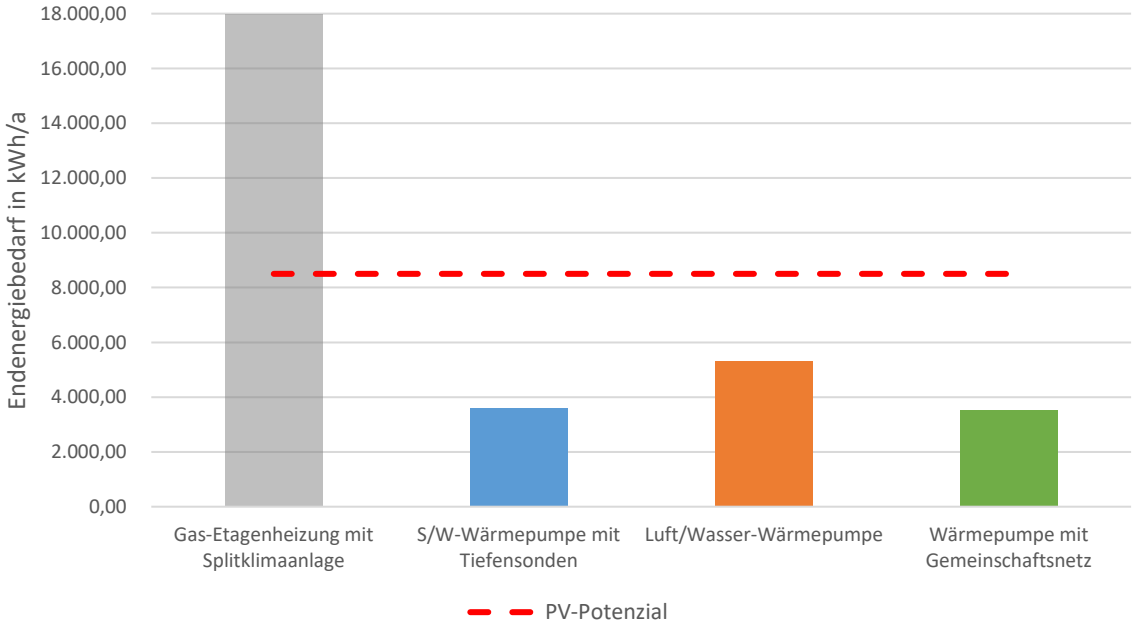


Abbildung 10.1: Vergleich des Endenergiebedarfs von drei Systemvarianten im Vergleich zu einer konventionellen Gas-Etagenheizung mit Split-Klimaanlage für das statistische Referenzgebäude (Quelle: eigene Darstellung)

Der jährliche CO_{2eq}-Ausstoß der untersuchten Varianten ist in Abbildung 10.2 dargestellt. Dieser wurde gemäß der Konversionsfaktoren der OIB-Richtlinie 6[22] und des jeweiligen Endenergiebedarfs berechnet. Für den Strombezug wurde der Konversionsfaktor f_{CO_2eq} für elektrische Energie (Liefermix) von 156 g/kWh verwendet.

Für hocheffiziente Energiesysteme zeigt sich eine signifikante Reduktion der CO_{2eq}-Emissionen. Im Vergleich zum fossilen Referenzsystem konnte eine Verminderung des CO_{2eq}-Ausstoßes um mehr als zwei Drittel festgestellt werden. Diese erhebliche Reduktion unterstreicht das CO_{2eq}-Reduktionspotenzial von Wärmepumpentechnologien, als Schlüsselkomponenten für eine nachhaltige und umweltfreundliche Wärmebereitstellung. Durch die Nutzung von PV-Strom und den Einkauf von Ökostrom lassen sich die verbleibenden Emissionen der hocheffizienten Energiesysteme weiter senken.

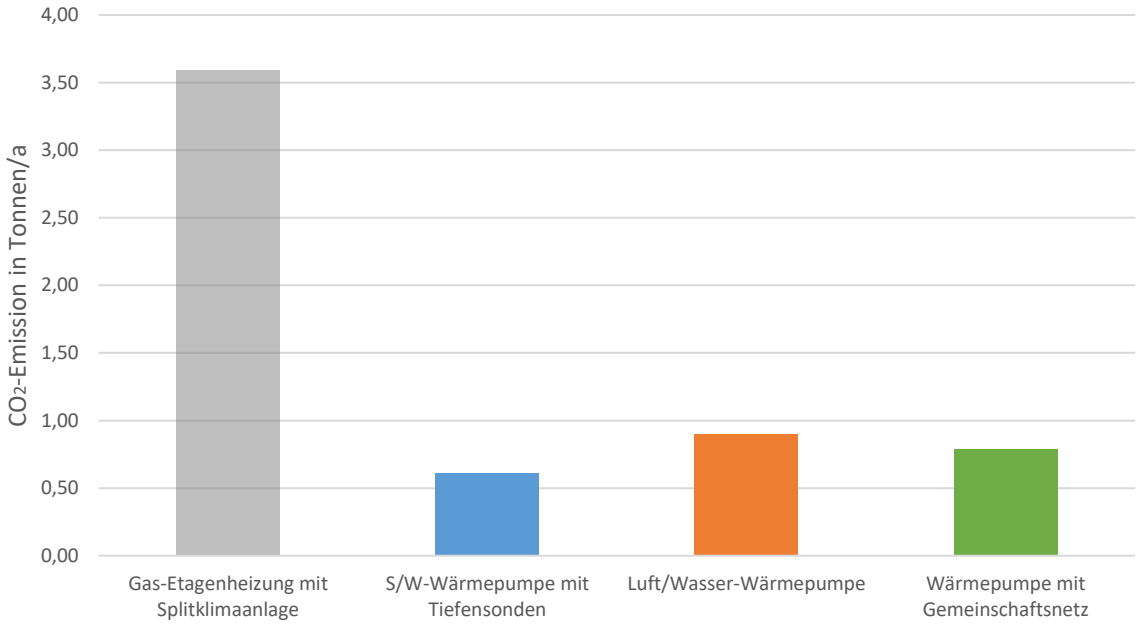


Abbildung 10.2: Vergleich der CO2eq-Emissionen von drei Systemvorschlägen im Vergleich zu einer konventionellen Gas-Etagenheizung mit Split-Klimaanlage für das statistische Referenzgebäude. Die CO2eq-Emissionen ergeben sich aus dem zuvor dargestellten Endenergiebedarf und den Konversionsfaktoren der OIB-Richtlinie 6 (Stand 2023) (Quelle: eigene Darstellung)

[22] Konversionsfaktoren sind festgelegte Werte, die zur Umrechnung des Energieverbrauchs in CO_{2eq}-Emissionen verwendet werden.

11 Ökonomische Betrachtung

11.1 Aktuelle Förderungsmöglichkeiten

Im Folgenden werden die Förderungen von Bund und Land für die Errichtung von Wärme- bzw. Anergienetzen sowie für die Installation von Wärmepumpen mit Stand Februar 2025 erläutert.

Förderungen für eine gemeinschaftliche Netzlösungen

Land Wien:

Die Wärmenetzförderung der Stadt Wien beträgt 30% der förderbaren Investitionskosten, maximal jedoch EUR 200.000.[23]

Bund:[24]

Eine Förderung für das Netz gibt es in unterschiedlicher Höhe. Für Anlagen mit einem jährlichen Wärmeverkauf von **mindestens 800 MWh (mind. 10 Abnehmer*innen)** werden die Wärmeerzeugung und das Wärmenetz getrennt gefördert.

Förderung Wärmeerzeugung: Die Förderung liegt bei EUR 1.500 pro eingesparter Tonne CO_2 bzw. 30% der Förderungsbasis (entspricht den förderungsfähigen Investitionskosten) plus einen Zuschlag von 15% der Förderungsbasis bei Einsatz von Wärme aus emissionsfreier Erzeugung (z.B. Wärmepumpen).

Förderung Netz: Die Förderung liegt bei EUR 2.250 pro eingesparter Tonne CO_2 bzw. 35% der Förderungsbasis plus einen Zuschlag von 15% der Förderungsbasis bei Einsatz von Wärme aus emissionsfreier Erzeugung (z.B. Wärmepumpen). Maximal werden aber nur 45% der förderfähigen Investitionskosten gefördert.

Bei kleinen **Netzen bis 800 MWh jährlichem Wärmeverkauf (max. 9 Abnehmer*innen)** werden die Wärmeerzeugung und das Wärmenetz gemeinsam gefördert. Der Förderung für Wärmeerzeugung und Netz liegt bei EUR 1.500 pro eingesparter Tonne CO_2 bzw. 30% der Förderungsbasis plus einen Zuschlag von 15% der Förderungsbasis bei Einsatz von Wärme aus emissionsfreier Erzeugung (z.B. Wärmepumpen). Maximal werden aber nur 40% der beihilfefähigen Investitionskosten gefördert.

Förderungsberechtigt sind Unternehmen und unternehmerisch tätige Organisationen. Außerdem können Vereine und konfessionelle Einrichtungen um Förderungen ansuchen.

Die Förderungen von Bund und Land sind miteinander kombinierbar.

[23] Förderrichtlinie der Stadt Wien - Energieplanung (MA 20): Förderrichtlinie für Wärmenetze (Anergienetze) in Verbindung mit Wärmepumpen im Rahmen einer Heizungsumstellung ab zwei Objekten 2024/2025

[24] Gewerbliche Wärme- und Kälteversorgung | Umweltförderung

Förderung Anschluss eines Hauses an das Wärmenetz

Zusätzlich zur Errichtung des Netzes fördert aktuell das Land Wien auch den Anschluss des einzelnen Hauses an ein Wärmenetz. Die Bundesförderung wurde bis Ende 2024 vollständig ausgeschöpft, daher gibt es aktuell keine Förderung durch den Bund.

Land Wien:[25]

Der Ersatz eines fossilen Heizsystems durch den Anschluss an ein Wärme-/bzw. Anergienetz mittels eigener Wärmepumpe im Haus wird von Wien mit EUR 8.000 gefördert.

Förderung für Luft/Wasser-Wärmepumpen oder einer Wärmepumpe mit Tiefensonde oder Grundwasser (Einzellösung)

Die Bundesförderung wurde bis Ende 2024 vollständig ausgeschöpft, daher gibt es aktuell keine Förderung durch den Bund.

Land Wien:[26]

Der Ersatz eines fossilen Heizsystems durch eine Luftwärmepumpe wird von Wien mit EUR 8.000 gefördert. Für eine Wärmepumpe mit Tiefensonde oder Grundwasser beträgt der Fördersatz ebenfalls EUR 8.000 zuzüglich eines Bonus von EUR 4.000.

Förderungsberechtigt sind Eigentümer*innen oder Mieter*innen eines Einfamilienhauses. Das geförderte Haus muss der Hauptwohnsitz der Antragssteller*in sein.

Die folgende Tabelle zeigt die aktuellen Fördermöglichkeiten im Überblick:

	Förderung KPC Gewerbliche Wärme- und Kälteversorgung	**Förderung Stadt Wien Wärmenetze (Anergienetze)**	**Förderung Wien Wärmepumpe (Netz/Einzelmaßnahme)**
Wer wird gefördert?	Betrieb / Verein	Privatpersonen/ Betrieb / Verein	Privatperson
Was wird gefördert?	Erdsonden, Wärmepumpe für Netzeinspeisung, Errichtung Netz	Erdsonden, Brunnenanlagen, Wärmepumpe für Netzeinspeisung, Errichtung Netz	Wärmepumpe zur Versorgung des Gebäudes
Förderhöhe	30% der Förderbasis; EUR 1500 pro eingesparter Tonne CO_2	30% der förderbaren Investitionskosten, max. EUR 200.000	Bei Netzanschluss Max. EUR 8.000 Bei Einzelmaßnahme zusätzlich EUR 4.000 für Quellerschließung

Tabelle 11.1: Übersicht aktuelle Fördermöglichkeiten Wärmenetze und Wärmpumpen

Zusätzlich gibt von Seiten des Bundes für einkommensschwache Haushalte die Förderung „Sauber Heizen für alle 2025“.[27]

[25] Errichtung und Umstellung/Nachrüstung vorhandener Heizanlagen - Förderungsantrag

[26] Errichtung und Umstellung/Nachrüstung vorhandener Heizanlagen - Förderungsantrag

[27] Sauber Heizen für Alle 2025 | Umweltförderung

11.2 Ökonomischer Vergleich

Um ein umfassendes Bild der verschiedenen Heizsystemvarianten zu erhalten, wurde der technische und ökologische Vergleich durch eine ökonomische Bewertung ergänzt. Wie bereits in Kapitel 10 der ökologischen Betrachtung, wurden die drei ausgewählten Heizsystemvarianten einander gegenübergestellt. Für die ökonomische Bewertung wurden sowohl die beiden Einzellösungen - die Luft/Wasser-Wärmepumpe (9.1.1) und die Sole/Wasser-Wärmepumpe mit Tiefensonden (9.1.2) - als auch das gemeinschaftliche Anergienetz mit Tiefensonden, Grundwassernutzung und zentraler Luft/Wasser-Wärmepumpe (9.1.4) herangezogen.

Basierend auf dem zuvor ermittelten Endenergiebedarf und unter Berücksichtigung der aktuellen Energiekosten zum Stichtag im Januar 2024, wurden die jährlichen Energiekosten für die drei betrachteten Systemalternativen kalkuliert und mit denen einer konventionellen Gas-Heizung in Kombination mit einer Split-Klimaanlage verglichen, sowie in Abbildung 11.1 zusammenfassend dargestellt.

Die Resultate zeigen, dass der Kostenvorteil von Wärmepumpensystemen gegenüber einer Gasheizung trotz ihrer höheren Effizienz vergleichsweise gering ausfällt. Dies lässt sich insbesondere durch die Preisdifferenz zwischen Strom und Erdgas im untersuchten Zeitraum erklären, wobei Strom mit 30 Cent/kWh deutlich kostspieliger als Erdgas mit 12 Cent/kWh war. Aufgrund dieser ausgeprägten Preisdifferenz kommen die ökonomischen Vorteile der Wärmepumpen nicht im gleichen Ausmaß zur Geltung wie ihre ökologischen Vorteile.

Da der Energiemarkt eine hohe Volatilität aufweist, sind die durchgeführten Kostenanalysen als zeitgebundene Momentaufnahmen zu interpretieren. Der Endenergiebedarf des jeweiligen Heizsystems, welcher u.a. die Systemeffizienz abbildet, wurde mit den aktuellen Energiepreisen multipliziert. Der Einfluss einer PV-Anlage auf die resultierenden Energiekosten wurde im Rahmen dieser Untersuchung nicht beurteilt. Um diesen zu berechnen muss der Deckungsbeitrag der PV-Anlage zur Wärmeerzeugung ermittelt werden. Hierfür bietet z.B. das Energieinstitut Vorarlberg, mit der kostenlosen Strom-Unabhängigkeits-Simulation[28], Hilfestellung.

[28] https://www.energieinstitut.at/tools/susi/

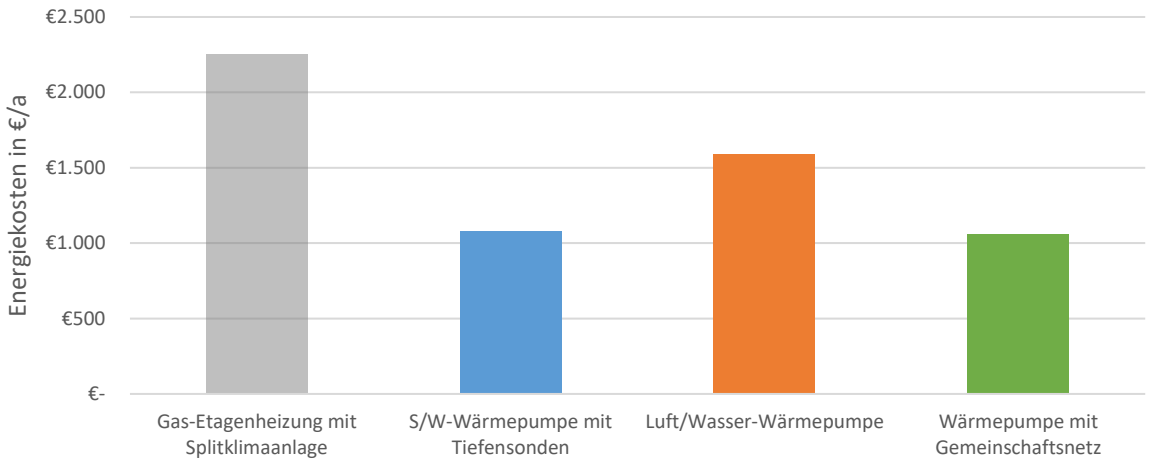


Abbildung 11.1: Energiekostenvergleich der Systemvarianten für das statistische Referenzgebäude auf Preisbasis Jänner 2024 (Quelle: eigene Darstellung)

Die folgende Kostengegenüberstellung wurde mit indexierten Referenzkosten erstellt. Speziell Neben- bzw. Erschließungskosten sind von örtlichen Gegebenheiten beeinflusst und unterliegen einer mitunter beträchtlichen Schwankungsbreite.
Die Analyse der initialen Investitionskosten für verschiedene Heizsysteme zeigt, dass die Umstellung auf ein hocheffizientes Energiesystem in der Regel teurer ist, als der Einbau einer herkömmlichen Gas-Etagenheizung in Kombination mit einer Split-Klimaanlage.
Abbildung 11.2 vergleicht die Investitionskosten der untersuchten Wärmebereitstellungssysteme. In Blau sind die Kosten für die Anschaffung und Installation der Systeme dargestellt. Bei Systemen mit Wärmepumpen, die aus Effizienzgründen mit niedrigeren Vorlauftemperaturen (< 55°C) arbeiten, sind ggf. zusätzliche Ausgaben für die Errichtung niedertemperaturfähiger Wärmeabgabesysteme erforderlich, sprich für die Anpassung und Sanierung der Heizkörper. Diese Kosten sind in Orange dargestellt.

Abbildung 11.2 stellt eine Vergleichsbasis für die Investitionskosten dar und ermöglicht einen direkten Kostenvergleich der unterschiedlichen Szenarien.

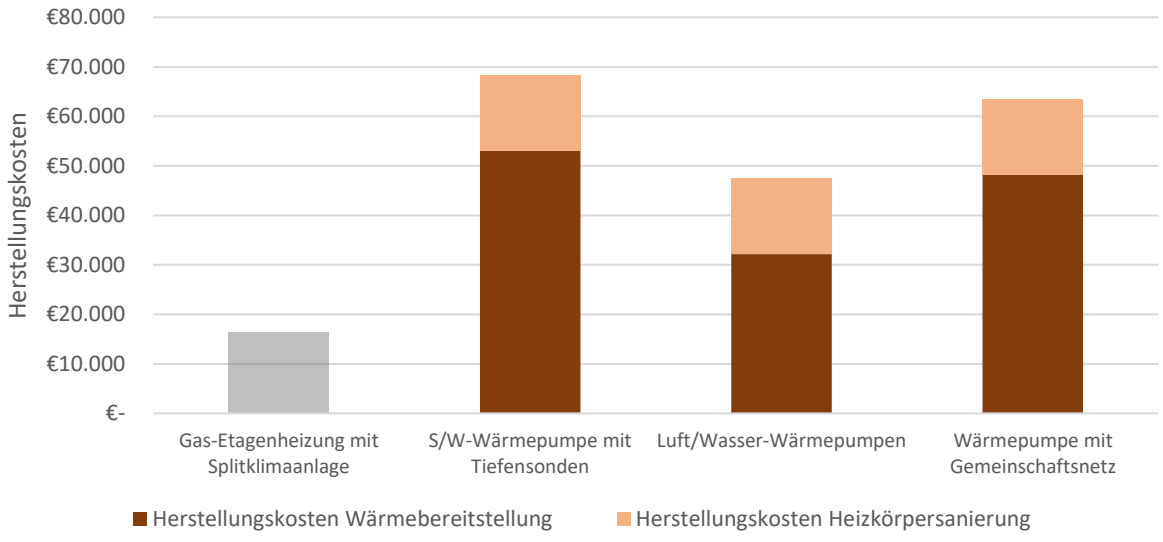


Abbildung 11.2: Geschätzte Investitionskosten für die Sanierung des Bestandsheizsystems im statistischen Referenzgebäude (Quelle: eigene Darstellung)

Die höheren Investitionskosten für hocheffiziente Heizsysteme verringern sich, sobald verfügbare Fördermittel (Stand 2024) in die Berechnung einbezogen werden. Aktuell stehen umfangreiche Förderprogramme bereit, die sowohl individuelle Heizlösungen als auch innovative Wärmenetzkonzepte unterstützen. Die Förderungen können in vielen Fällen miteinander kombiniert werden und bieten eine bedeutende finanzielle Unterstützung.

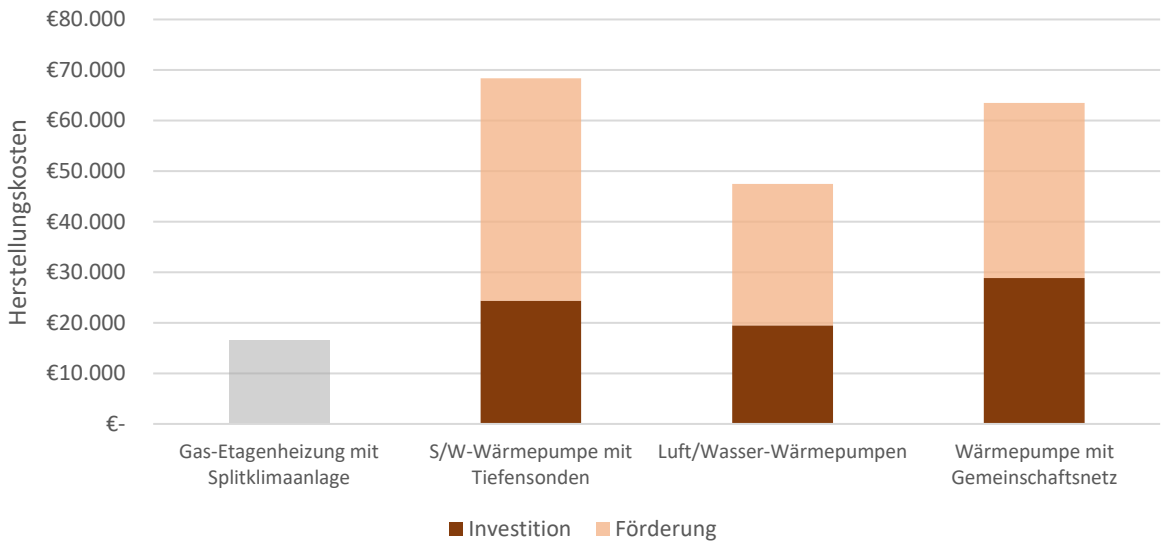


Abbildung 11.3: Geschätzte Investitionskosten für die Sanierung des Bestandsheizsystems unter Berücksichtigung von Förderungen (Stand 2024) im statistischen Referenzgebäude (Quelle: eigene Darstellung)

Die wirtschaftliche Bewertung der Heizsysteme wurde um eine Vollkostenrechnung ergänzt, welche die Kostenentwicklung über einen Zeitraum von 25 Jahren abbildet. Dabei werden die Investitionskosten sowie die zukünftigen Betriebskosten berücksichtigt. Diese Vorgehensweise ermöglicht eine ganzheitliche Betrachtung der anfallenden Kosten über den gesamten Lebenszyklus der Anlage. Um zukünftige Kosten gegenüber initialen Kosten vergleichbar zu machen, werden alle zukünftigen Kosten mittels Barwertmethode auf den heutigen Zeitpunkt diskontiert. Die so ermittelten Barwerte sämtlicher über den Lebenszyklus anfallender Kosten der vier betrachteten Varianten werden in Abbildung 11.4 dargestellt.

In die Berechnung fließen eine Reihe ökonomischer Variablen ein, darunter Inflation, erwartete Energiepreissteigerungen und die Prognose der CO_2-Bepreisung[29]. Des Weiteren wurden die Kosten für Wartung und Instandsetzung berücksichtigt. Um ein möglichst realitätsnahes Szenario abzubilden, wurde zusätzlich die Annahme getroffen, dass die Vergleichssysteme nach 15 Jahren einer Erneuerung bedürfen. Selbst unter Berücksichtigung dieser konservativen Annahme zeichnet sich ab, dass die drei Wärmepumpensysteme – bei Einbezug aller verfügbaren Förderungen – niedrigere Vollkosten als die auf fossilen Brennstoffen basierende Heiz- und Kühlsystem aufweisen. Zudem macht das Ergebnis deutlich, dass langfristig geplante CO_2-Preissteigerungen essenziell sind, um die Umweltbelastungen, die von konventionellen Gasfeuerungsanlagen ausgehen, zu internalisieren und damit die volkswirtschaftlichen Gesamtkosten fossiler Energieträger widerzuspiegeln.

[29] In Abstimmung mit der MA 20 wurde analog dem Wärmepumpen-Leitfaden der Stadt Wien die Annahme getroffen, dass je Tonne CO_2 ein Zertifikatspreis von EUR 25, unter Berücksichtigung einer Zertifikatspreissteigerung von 20 % pro Jahr, zu entrichten ist.

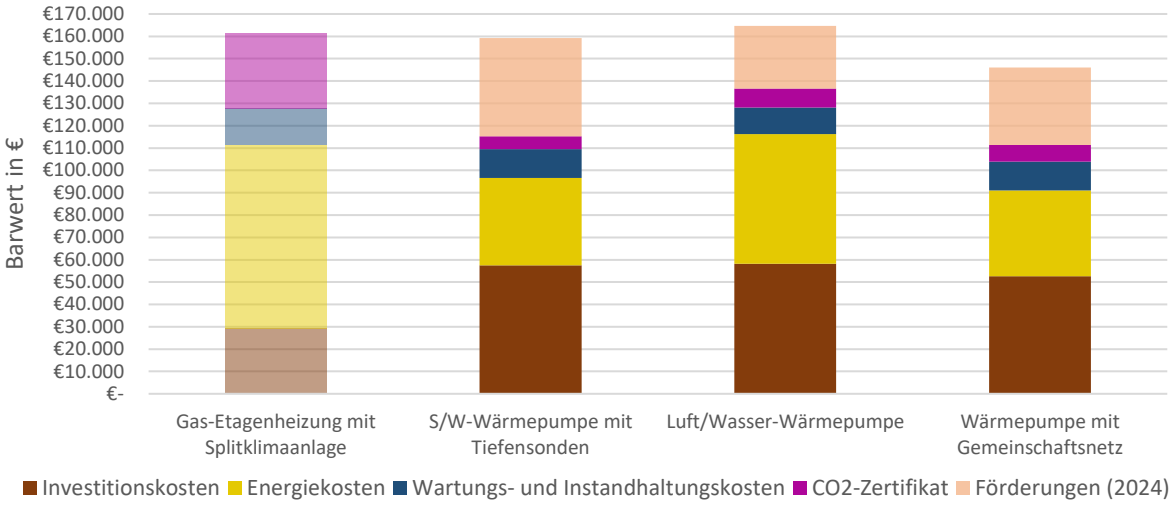


Abbildung 11.4: Vollkostenvergleich der Systemvarianten für das Referenzgebäude über einen Zeitraum von 25 Jahren (Quelle: eigene Darstellung)

Abbildung 11.5 zeigt die Ergebnisse der Vollkostenrechnung über den Bewertungszeitraum von 25 Jahren. Der sprunghafte Anstieg der Barwerte nach 15 Jahren ist bedingt durch Reinvestitionen für alle Vergleichssysteme am Ende ihrer Nutzungsdauer. Zu erkennen ist, dass die in den Herstellungskosten günstige Gas-Etagenheizung mit Split-Klimaanlage nach spätestens 21 Jahren von allen Vergleichssystemen den höchsten Barwert aufweist. Aus wirtschaftlicher Sicht schneiden somit alle hocheffizienten Systeme besser ab. Im Speziellen die Systemvarianten „Sole/Wasser-Wärmepumpe mit Tiefensonden“ und „Anergienetz mit Wärmepumpe“ stellen aufgrund der niedrigeren Betriebskosten wirtschaftliche Lösungen dar. Zudem kann sich bei hocheffizienten alternativen Energiesystemen aufgrund des geringeren Endenergiebedarfs und der Möglichkeit, PV-Strom zu nutzen, der Einfluss von Energiepreissteigerungen auf die wirtschaftliche Rentabilität verringern.

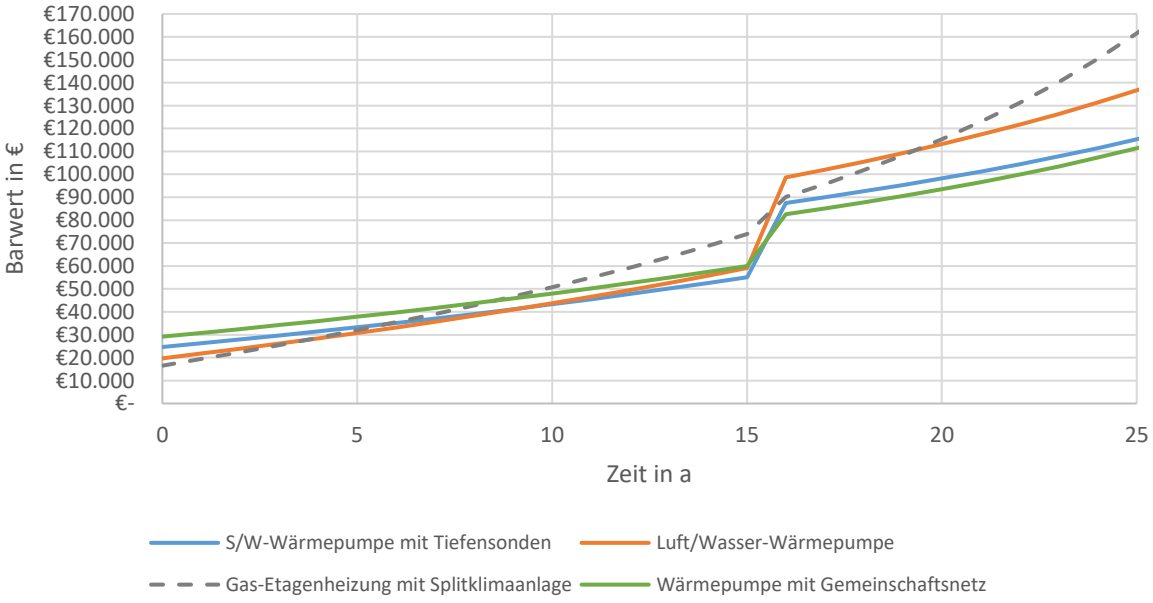


Abbildung 11.5: Vollkostenvergleich der Systemvarianten für das Referenzgebäude über einen Zeitraum von 25 Jahren. Die Darstellung zeigt die Ergebnisse aus Abbildung 11.4 in Form von Zeitstrahlen (Quelle: eigene Darstellung)

12 Übertragbarkeit auf andere Kleingartenvereine

Die Studie zeigt, dass die Dekarbonisierung von Kleingartenvereinen möglich ist. Der KGV Kagran verfügt über einige spezifische Ausgangsbedingungen, die die Umsetzung eines Gemeinschaftsnetzes grundsätzlich ermöglichen. Dazu zählen die nutzbaren Flächen wie Grünflächen, Wege und Stellflächen für Autos. Auch die Nutzung des Grundwassers zur Wärmebereitstellung ist im KGV Kagran möglich und kann etwa 30% der benötigten Energie abdecken. Ausreichend tiefe Bohrungen auf den verfügbaren Flächen können durchgeführt werden, um die erforderlichen Dimensionen für das Tiefensondenfeld zu erreichen. Diese günstigen Voraussetzungen ermöglichen eine effiziente und kostengünstige Implementierung hocheffizienter Energiesysteme.

Nachstehend werden die relevanten Faktoren für den Umstieg auf hocheffiziente Energiesysteme nochmals aufgeschlüsselt.

12.1 Fläche und Platzverfügbarkeit

Die Größe der verfügbaren Fläche spielt eine entscheidende Rolle bei der Umsetzung eines Gemeinschaftsnetzes. Grundsätzlich können z.B. Freiflächen, Gärten oder Grünflächen, Straßen und Wege sowie Stellplätze für Autos für die Nutzung der Erdwärme verwendet werden. Für Kleingartenvereine mit begrenztem Platzangebot und schmalen Erschließungswegen könnte es schwierig werden, ausreichend Raum für Tiefensonden, Brunnen und die notwendige Infrastruktur bereitzustellen. In solchen Fällen können alternativ Geothermiesysteme wie z.B. Energiekörbe, Helixsonden, Grabenkollektoren oder die verstärkte Nutzung von Luft/Wasser-Wärmepumpen in Betracht gezogen werden. Auch können, die in Kapitel 9.1 als Einzellösung beschriebenen, dezentralen Wärmepumpensysteme in Verbindung mit kleinen Gemeinschaftsnetzen zum Ziel führen.

12.2 Thermische Grundwassernutzung

Die Möglichkeit zur thermischen Nutzung von Grundwasser variiert je nach Örtlichkeit stark, und ist bedingt durch die lokalen hydrogeologischen Gegebenheiten. Während der KGV Kagran über vorteilhafte Bedingungen für die Nutzung von Grundwasser verfügt, könnten andere Standorte aufgrund rechtlicher Beschränkungen oder mangelnder Wasserverfügbarkeit eingeschränkt sein. In Wien ist die Nutzung des Grundwassers insbesondere in der östlichen Hälfte überwiegend möglich, wie aus der Potenzialkarte für die thermische Grundwassernutzung ersichtlich ist.[30] Eine gründliche hydrogeologische Untersuchung ist jedoch unerlässlich, um die Machbarkeit und Effizienz der Grundwassernutzung an anderen Standorten zu beurteilen.

12.3 Verfügbarkeit anderer Wärmequellen

Eine wesentliche Überlegung bei der Dekarbonisierung der Energieversorgung eines Kleingartenvereins ist die Überprüfung, ob in der Nähe des Vereins anderweitige Wärmequellen zur Verfügung stehen. Eine besonders vielversprechende Option wäre die

[30] https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/energie/themenstadtplan/erdwaerme

Anbindung an die Fernwärmeversorgung der Wien Energie, die sich das Ziel gesetzt hat, bis 2040 klimaneutral zu werden. Fernwärme kann eine zuverlässige und umweltfreundliche Wärmequelle darstellen, die den Verein unabhängig von lokal verfügbaren Potenzialen macht.

Auch die Nutzung von Abwärme aus Gewerbe- und Industriebetrieben als nachhaltige Wärmequelle ist möglich. Beispielsweise könnten benachbarte Serverfarmen, die erhebliche Mengen an Abwärme produzieren, zur Beheizung des Vereins beitragen. Ein Zusammenschluss mit einem angrenzenden Büroareal wäre ebenfalls denkbar, da unterschiedliche Gebäudenutzungen synergetisch in einem Gemeinschaftsnetz zusammenwirken können. Bürogebäude können z.B. während der Kühlperiode ihre Abwärme in das Netz einspeisen und so die Effizienz und Kapazität des Netzes erhöhen.

Ein weiterer Ansatz wäre die Integration von Abwasser-Wärmerückgewinnungsanlagen. Diese Methode nutzt die im Abwasser enthaltene Energie und trägt somit zur Reduktion des Primärenergieverbrauchs bei.

Die verschiedenen Ansätze bieten vielfältige Möglichkeiten, die Nachhaltigkeit und Effizienz eines Kleingartenvereins zu steigern. Jede dieser Optionen sollte im Kontext der spezifischen Bedingungen und Bedürfnisse des Kleingartenvereins sorgfältig geprüft werden, um die optimale Lösung zu finden.

12.4 Infrastruktur und Zugangsmöglichkeiten

Speziell bei Gemeinschaftslösungen ist der Zugang zu Infrastrukturflächen wie Parkplätzen, Wegen und Technikgebäuden ein wichtiger Faktor für den Projekterfolg. Zudem muss die vorhandene technische Infrastruktur geprüft und bewertet werden. Besonders wichtig sind dabei ausreichende Kapazitäten des öffentlichen Netzes für die Stromversorgung.

12.5 Zustand der thermischen Gebäudehüllen

Ein weiterer wesentlicher Faktor ist der Zustand der thermischen Gebäudehüllen. Vereine, deren Gebäude überwiegend nicht gedämmt oder nur geringfügig saniert sind, stehen vor größeren Herausforderungen hinsichtlich eines wirtschaftlich rentablen Umstiegs auf erneuerbare Energiesysteme. In solchen Fällen empfiehlt es sich dringend, zunächst Maßnahmen zur thermischen Sanierung durchzuführen, um den thermischen Energiebedarf der Gebäude zu senken und eine ausreichend hohe Gesamteffizienz der Anlagentechnik zu gewährleisten.

Erst wenn der Energieverbrauch durch Sanierungsmaßnahmen reduziert wurde, kann ein hocheffizientes Heiz- und Kühlsystem optimal betrieben werden. Zu den klassischen Sanierungsmaßnahmen, die eine hohe Wirkung auf den thermischen Energiebedarf von Gebäuden haben, zählen die Dämmung von Fassaden, die Erneuerung von Außenfenstern, sowie die Dämmung der obersten Geschoßdecke bzw. des Daches und der Kellerdecken. Diese Maßnahmen tragen wesentlich dazu bei, die Wärmeverluste zu minimieren und somit den Energiebedarf für Heizung und Kühlung zu senken.

12.6 Energiebilanz und PV-Anlagen

Die Errichtung von Photovoltaikanlagen auf den Dächern der Kleingartenhäuser spielt eine wesentliche Rolle bei der Dekarbonisierung. Damit kann bspw. die bilanzielle Deckung des Strombedarfs der Wärmepumpen mit 100 % Solarstrom erreicht werden. Die Eignung der Dachflächen für PV-Module muss sorgfältig bewertet werden. Vereine, deren Dachflächen weniger geeignet sind, können zusätzliche PV-Module an Freiflächen, Überdachungen (z.B. Carports) und dergleichen in Erwägung ziehen. In weiterer Folge können Stromspeicher und elektrisch betriebene Fahrzeuge den Eigenverbrauchsanteil deutlich steigern.

13 Handlungsempfehlungen

Die Ergebnisse der ökologischen und ökonomischen Vergleichsrechnungen zeigen deutlich, dass ein Umstieg von Erdgas auf hocheffiziente Energiesysteme, bei allen drei betrachteten Alternativen, nicht nur wirtschaftlich vorteilhaft ist, sondern auch eine vollständige Dekarbonisierung des Heiz-, Kühl- und Warmwasserbetriebs ermöglicht.

Für die Vereinsmitglieder des KGV Kagran gibt es mehrere Optionen, ihr Heiz- und Kühlsystem zu modernisieren. Die Analyse zeigt, dass der Einsatz von Wärmepumpentechnologien ein zu favorisierender Weg ist.

Es ist zu empfehlen, dass sich Vereine z.B. durch Informationsveranstaltungen und Befragungen der Pächter*innen auf eine gemeinsame Herangehensweise verständigen.
In einem solchen Rahmen kann erhoben werden, welche Parteien Interesse an Einzellösungen oder parzellenübergreifenden Gemeinschaftsnetzen haben. Gemeinschaftsnetze müssen nicht von Anfang an vollständig ausgebaut werden, sondern könnten schrittweise in mehreren Bauabschnitten erweitert werden, sobald sich ausreichend Parteien für den Umstieg finden.

Für Mitglieder, die sich für Einzellösungen entscheiden, kann festgestellt werden, dass sowohl eigene Luft/Wasser-Wärmepumpen als auch eigene Geothermieanlagen zur gewünschten Dekarbonisierung beitragen. Besonders in den zentralen Bereichen des Vereins, mit unzureichender Erschließung, wird vermutlich häufiger auf Luft/Wasser-Wärmepumpen zurückgegriffen werden müssen.
Um die Akzeptanz und den Konsens unter den Vereinsmitgliedern zu fördern, wird empfohlen, einen Leitfaden (Abstandsflächen, Schallgrenzen, Betriebszeiten, Sichtbarkeit) für die Aufstellung von Luft/Wasser-Wärmepumpen zu erstellen, der das Ruhebedürfnis der Bewohner*innen berücksichtigt. Zwar gibt es gesetzliche Regelungen für die Schallimmissionen dieser Anlagen, jedoch lässt sich durch eine umsichtige Herangehensweise, mögliches Konfliktpotenzial besser ausräumen. Parzellen, die an breitere Wege oder direkt an Freiflächen grenzen, könnten Tiefensonden als Teil von Einzellösungen, unabhängig von den Gemeinschaftsnetzen, errichten lassen. Grundsätzlich können kleinere Bohrgeräte bereits ab einer Durchgangsbreite von ca. 1,0 m eingesetzt werden. Die Bohrleistung dieser Maschinen ist jedoch auf etwa 80 bis 120 m, je nach Untergrundverhältnissen, beschränkt. Durchfahrtshöhen und die Höhe des Bohrgestänges im Bohrbetrieb müssen ebenfalls geprüft werden. Speziell unter Freileitungen kann es zu Einschränkungen kommen.

Bestehende Wärmepumpenanlagen müssen nicht unbedingt in ein neues Gemeinschaftsnetz integriert werden. Es spricht jedoch nichts dagegen, bereits Anschlüsse für eine mögliche spätere Einbindung vorzubereiten.

Für ganzjährig bewohnte Bestandshäuser wird empfohlen, zunächst die Qualität der thermischen Hülle zu prüfen. Dies kann durch die Erstellung eines Energieausweises erfolgen. Gebäude die einen Heizwärmebedarf (HWB) von über 50 kWh/m^2_{BFG}a aufweisen, sollten in einem ersten Schritt thermisch saniert werden. Bei einem Heizwärmebedarf (HWB) von unter 50 kWh/m^2_{BFG}a sollte der für die Sanierung notwendige Ressourcenbedarf sowie die resultierenden Lebenszykluskosten geprüft werden. Danach kann in einem zweiten Schritt der Umstieg auf ein hocheffizientes Energiesystem eingeleitet werden.

13.1 Erste Schritte

Für die Planung und Ausführung großflächiger Energieeffizienzmaßnahmen sollte in jedem Fall die Expertise entsprechender Fachleute eingeholt werden. Dies ist notwendig, um die örtlichen Gegebenheiten richtig einzuschätzen und eine objektive sowie transparente Analyse der vorhandenen Potenziale durchführen zu können.

Sollte der Kleingartenverein eine erste Vorabschätzung selbst durchführen wollen, bieten die Energiepotenzialkataster der Stadt Wien eine wertvolle Orientierungshilfe (abrufbar unter https://www.wien.gv.at/umweltgut/public/, im Dropdownmenü unter Karteninhalt → Energie → Energiepotenzial). Hier werden anhand des Stadtplans die lokalen Potenziale für Geothermie, Grundwasser, Solarenergie, Abwärmenutzung, sowie für andere nachhaltige Energiequellen visualisiert.

Für eine etwas detailliertere erste Einschätzung können die Hauskunft[31] der Stadt Wien oder die UIV Urban Innovation Vienna[32] (eine Tochtergesellschaft der Wien Holding) konsultiert werden. Diese Institutionen bieten eine Grobabschätzung der Möglichkeiten und geben wertvolle Hinweise für die weiteren Schritte.

Im weiteren Abwicklungsprozess ist die Begleitung durch einschlägige Ingenieur-[33] und Ziviltechnikerbüros[34], spezialisiert auf Kulturtechnik (Geotechnik), Maschinenbau und Gebäudetechnik, unerlässlich. Diese Fachleute sind in der Lage, ein konkretes Bild der Lage zu zeichnen, funktionstüchtige Konzepte zu erarbeiten und die Errichtung sowie Inbetriebnahme der Anlagen zu überwachen. Ihre Expertise kann eine sachgerechte und effiziente Umsetzung der geplanten Maßnahmen sicherstellen.

13.2 Förderung und finanzielle Unterstützung

Die Verfügbarkeit und Höhe von Fördermitteln kann stark variieren und beeinflusst die Wirtschaftlichkeit der Umstellung erheblich. Eine genaue Analyse der verfügbaren Förderungen und eine strategische Finanzplanung sind daher essenziell. Kostenlose Beratungen zur aktuellen Förderlandschaft bietet die Hauskunft und der Beratungsservice für erneuerbare Energien der UIV Urban Innovation Vienna an.

13.3 Contracting-Modelle als Alternative zur Eigenfinanzierung

Eine Alternative zur eigenständigen Finanzierung eines Gemeinschaftsnetzes stellt das sog. Contracting-Modell dar. Bei diesem Modell übernimmt ein spezialisiertes Energieversorgungsunternehmen die Errichtung, Wartung und den Betrieb der Anlage. Das Geschäftsmodell des Contractors zeichnet sich dadurch aus, dass ein Teil der Investitionskosten bei der Errichtung von den Nutzenden der Energieinfrastruktur eingefordert wird, während die verbleibenden Investitionskosten, einschließlich einer Gewinnspanne, in die laufenden Energiekosten der Bezieher*innen eingepreist werden.

[31] Siehe https://www.hauskunft-wien.at/
[32] Siehe https://urbaninnovation.at/
[33] Siehe https://www.ingenieurbueros.at/verband/de/mitgliederverzeichnis/suche
[34] Siehe https://ziviltechniker.at/

Dieses Modell bietet Kleingartenvereinen die Möglichkeit, ein Gemeinschaftsnetz mit vergleichsweise geringen initialen Investitionskosten zu realisieren. Der große Vorteil liegt in der Reduzierung der initialen finanziellen Belastung, was die Umsetzung großer Anlagen erleichtern und beschleunigen kann. Zu beachten ist, dass die Vollkosten über den Lebenszyklus der Anlage für die Nutzenden deutlich höher ausfallen können, als im Falle einer Eigenfinanzierung.
Es wird daher empfohlen, konkrete Angebote einzuholen und diese einer gründlichen Wirtschaftlichkeitsprüfung über den gesamten Lebenszyklus des Anlagensystems zu unterziehen. Damit kann sichergestellt werden, dass die langfristigen finanziellen Auswirkungen für die Vereinsmitglieder transparent dargestellt werden.

13.4 Langfristige Planung und schrittweiser Ausbau

Es ist entscheidend, die spezifischen Vorteile und Ressourcen jedes Standorts ausreichend zu untersuchen, um eine möglichst effiziente und nachhaltige Lösung entwickeln zu können.

Es wird empfohlen, die Modernisierung schrittweise umzusetzen, um die Akzeptanz unter den Mitgliedern zu erhöhen und die finanziellen Belastungen zu streuen. Kleingartenvereine können dabei auf flexible und erweiterbare Lösungen setzen, die den schrittweisen Ausbau von Gemeinschaftsnetzen ermöglichen. Dies erleichtert den Einstieg für Interessierte und erlaubt eine sukzessive Anpassung der Infrastruktur.

14 Conclusio

Die Studie verdeutlicht, dass die Dekarbonisierung von Kleingartenvereinen mittels hocheffizienter Energiesysteme technisch machbar, sowie ökonomisch und ökologisch sinnvoll ist.

Der Einsatz von Wärmepumpen ist ein bevorzugter Ansatz bei der Dekarbonisierung des KGV Kagran, wobei die ökonomische bzw. ökologische Performance der betrachteten Wärmepumpenlösungen ähnlich ausfällt. Die Lösung eines gemeinschaftlichen Wärmenetzes bietet einen leichten ökonomischen Vorteil gegenüber Wärmepumpeneinzellösungen.
Bei einem gemeinschaftlichen Wärmenetz können gemeinschaftlich genutzte Freiflächen für die Tiefensonden genutzt werden. Durch die Kombination von Grundwasser, Erdwärme und Luft als Umweltenergiequellen kann ein zuverlässiges und robustes Wärmenetz für die Gemeinschaft errichtet und der Gesamtenergiebedarf des KGV Kagrans gedeckt werden.

Durch die Integration von Photovoltaik können signifikante Verbesserungen in Bezug auf Energieeffizienz und CO_{2eq}-Reduktion erreicht werden. Mit der für das Referenzgebäude konzipierten 8,4 kW_{peak} Anlage können jährlich ca. 8,4 MWh erneuerbarer Strom erzeugt werden. Die Ergebnisse zeigen, dass selbst bei einer Verkleinerung der PV-Anlage um die Hälfte die bilanzielle Deckung des Strombedarfs für zumindest zwei der betrachteten Varianten (Sole/Wasser-Wärmepumpe mit Tiefensonden und Anergienetz mit Wärmepumpe) gegeben ist.

Die wirtschaftliche Rentabilität wird durch die Verfügbarkeit von Fördermitteln begünstigt, was die Notwendigkeit einer fortgesetzten und zielgerichteten Förderpolitik unterstreicht.

Die Diskussion und Interpretation der Ergebnisse bietet Einblicke in die Komplexität der verschiedenen Systeme und zeigt die Notwendigkeit einer umfassenden Planung und einer adaptiven Systemgestaltung. Die Auswahl des optimalen Systems hängt nicht nur von technischen und ökonomischen Überlegungen ab, sondern muss auch die langfristigen ökologischen und sozialen Auswirkungen berücksichtigen.

Für den KGV Kagran wird eine schrittweise thermisch-energetische Sanierung in Richtung eines gemeinschaftlichen Wärmenetzes ein möglicher Lösungsweg. Der Ansatz sollte so flexibel gestaltet sein, dass zunächst auch individuelle Lösungen umgesetzt werden können, die an die spezifischen Gegebenheiten der jeweiligen Parzelle angepasst sind. Diese Einzellösungen sollten jedoch so ausgelegt sein, dass sie später problemlos in das Gemeinschaftsnetz integriert werden können. Darüber hinaus wird empfohlen, den Bau des Gemeinschaftsnetzes in den Bereichen zu beginnen, in denen das größte Potenzial für gemeinschaftlich genutzte Wärmequellen vorhanden ist.

Es wird empfohlen, dass sich die Vereine beispielsweise durch Informationsveranstaltungen und Befragungen der Pächter*innen auf eine gemeinsame Herangehensweise einigen. Dies fördert das Verständnis und die Akzeptanz für die geplanten Maßnahmen und erleichtert die schrittweise Umsetzung eines gemeinschaftlichen Wärmenetzes.