

# **Partizipativer Klima- Transformationsfahrplan als Basis für ein Demo-Quartier im gas- versorgten Kahlenbergedorf (Die Wärmepioniere)**

Berichte aus Energie- und Umweltforschung 59/2025

## Impressum

Medieninhaber, Verleger und Herausgeber:

Bundesministerium für Innovation, Mobilität und Infrastruktur,  
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination: Abteilung III/3 - Energie und Umwelttechnologien

Leitung: DI (FH) Volker Schaffler, MA, AKKM

Autorinnen und Autoren:

Gerhard Hofer, Katharina Schlager, Alina Stipsits, Sama Schoisengeier, Johanna Jicha,  
Matthias Tuzar (e7 energy innovation & engineering)

Gernot Tscherteu, Micha Schober, Julia Jesella (realitylab)

Hans Binder, Andreas van Egmond-Fröhlich (Verein Klimadörfli)

Wien, 2025. Stand: Dezember 2023

Ein Projektbericht gefördert im Rahmen von



Rückmeldungen:

Ihre Überlegungen zu vorliegender Publikation übermitteln Sie bitte an [iii3@bmimi.gv.at](mailto:iii3@bmimi.gv.at).

## **Rechtlicher Hinweis**

Dieser Ergebnisbericht wurde von die/der Projektnehmer:in erstellt. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit, Aktualität sowie die barrierefreie Gestaltung der Inhalte übernimmt das Bundesministerium für Innovation, Mobilität und Infrastruktur (BMIMI) keine Haftung.

Mit der Übermittlung der Projektbeschreibung bestätigt die/der Projektnehmer:in ausdrücklich, über sämtliche für die Nutzung erforderlichen Rechte – insbesondere Urheberrechte, Leistungsschutzrechte sowie etwaige Persönlichkeitsrechte abgebildeter Personen – am bereitgestellten Bildmaterial zu verfügen.

Die/der Projektnehmer:in räumt dem BMIMI ein unentgeltliches, nicht ausschließliches, zeitlich und örtlich unbeschränktes sowie unwiderrufliches Nutzungsrecht ein, das übermittelte Bildmaterial in allen derzeit bekannten sowie künftig bekannt werdenden Nutzungsarten für Zwecke der Berichterstattung, Dokumentation und Öffentlichkeitsarbeit im Zusammenhang mit der geförderten Maßnahme zu verwenden, insbesondere zur Veröffentlichung in Printmedien, digitalen Medien, Präsentationen und sozialen Netzwerken.

Für den Fall, dass Dritte Ansprüche wegen einer Verletzung von Rechten am übermittelten Bildmaterial gegen das BMIMI geltend machen, verpflichtet sich die/der Projektnehmer:in, das BMIMI vollständig schad- und klaglos zu halten. Dies umfasst insbesondere auch die Kosten einer angemessenen rechtlichen Vertretung sowie etwaige gerichtliche und außergerichtliche Aufwendungen.

## **Vorbemerkung**

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus dem Forschungs- und Technologieprogramm „Stadt der Zukunft“ des Bundesministeriums für Innovation, Mobilität und Infrastruktur (BMIMI). Dieses Programm baut auf dem langjährigen Programm „Haus der Zukunft“ auf und hat die Intention, Konzepte, Technologien und Lösungen für zukünftige Städte und Stadtquartiere zu entwickeln und bei der Umsetzung zu unterstützen. Damit soll eine Entwicklung in Richtung energieeffiziente und klimaverträgliche Stadt unterstützt werden, die auch dazu beiträgt, die Lebensqualität und die wirtschaftliche Standortattraktivität zu erhöhen. Eine integrierte Planung wie auch die Berücksichtigung aller betroffener Bereiche wie Energieerzeugung und -verteilung, gebaute Infrastruktur, Mobilität und Kommunikation sind dabei Voraussetzung.

Um die Wirkung des Programms zu erhöhen, sind die Sichtbarkeit und leichte Verfügbarkeit der innovativen Ergebnisse ein wichtiges Anliegen. Daher werden nach dem Open Access Prinzip möglichst alle Projektergebnisse des Programms in der Schriftenreihe des BMIMI publiziert und elektronisch über die Plattform [www.NachhaltigWirtschaften.at](http://www.NachhaltigWirtschaften.at) zugänglich gemacht. In diesem Sinne wünschen wir allen Interessierten und Anwender:innen eine interessante Lektüre.



## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Kurzfassung</b> .....	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Abstract</b> .....	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>Ausgangslage</b> .....	<b>10</b>
	3.1. Ausgangssituation .....	10
	3.2. Motivation.....	10
	3.3. Zielsetzung .....	11
<b>4</b>	<b>Methoden und Vorgangsweise</b> .....	<b>14</b>
	4.1. Aufbau einer Wärme-Energiegemeinschaft im Kahlenbergedorf.....	14
	4.2. Datengrundlagen .....	17
	4.3. Berechnung der Wärmenachfrage.....	22
	4.4. Potential für erneuerbare Energieträger .....	25
	4.5. Struktur des Urbanen Informationsmodells .....	25
	4.6. PV in der Schutzzone.....	26
	4.7. Entwicklung von Lösungsoptionen für eine gemeinschaftliche Wärmeversorgung .....	26
	4.8. Methodik der Modellierung zur Optimierung der Wärmeversorgung.....	29
	4.9. Umsetzungsvorbereitung.....	40
<b>5</b>	<b>Ergebnisse</b> .....	<b>43</b>
	5.1. Bürger*innenbeteiligung .....	43
	5.2. Ergebnisse der Datenerhebung .....	57
	5.3. Wärmenachfrage .....	63
	5.4. Erneuerbare Energieressourcen vor Ort.....	64
	5.5. PV in der Schutzzone.....	70
	5.6. Lösung für eine gemeinschaftliche Wärmeversorgung .....	76
	5.7. Vergleich gemeinschaftlicher Wärmeversorgung mit der Einzelgebäudelösung und fortgesetztem Heizen mit Erdgas .....	86
	5.8. Umsetzungsvorbereitung.....	90
<b>6</b>	<b>Schlussfolgerungen</b> .....	<b>94</b>
<b>7</b>	<b>Ausblick und Empfehlungen</b> .....	<b>99</b>
	7.1. Weitere Forschungs- und Entwicklungsarbeiten .....	99
	7.2. Potential für Demonstrationsvorhaben.....	101
<b>8</b>	<b>Verzeichnisse</b> .....	<b>102</b>

# 1 Kurzfassung

## Ausgangssituation, Problematik bzw. Motivation

Das Kahlenbergedorf in Wien ergreift die Initiative, um bei der Umsetzung der Wärmewende Pionierarbeit zu leisten. In einem neu gegründeten Verein möchten die motivierten Bewohner\*innen gemeinsam den Umstieg von fossilen auf erneuerbare Energieträger zur Wärmeversorgung ihrer Gebäude umsetzen. Sie übernehmen Verantwortung für die nächste Generation und planen den Umbau des Energiesystems im Quartier auf erneuerbare Energieträger. Der zentrale Schwerpunkt liegt dabei auf der Wärmewende im Quartier, insbesondere dem Umbau von einer erdgasbasierten zu einer erneuerbaren Wärmeversorgung. Zur Umsetzung dieses Vorhabens wird zu Beginn ein integrales, klimaneutrales Energiekonzept für Wärme, Kühlung und Stromversorgung entwickelt.

## Ziele und Innovationsgehalt

Das übergeordnete, langfristige Ziel des Kahlenbergedorfes ist die Transformation zu einem klimaneutralen Quartier bis 2040, in Übereinstimmung mit den Zielen von Österreich und Wien. Zur Vorbereitung dieser Transformation wurde die Umsetzung eines Demonstrationsprojektes für die urbane Wärmewende in einem Teilgebiet vorbereitet. Die Ziele des Projekts waren:

- Entwicklung eines Fahrplans für konkrete technische Maßnahmen zur Dekarbonisierung samt Umsetzungszeitplan.
- Sicherung der Akzeptanz der geplanten Umsetzungsmaßnahmen zur Klimaneutralität durch einen aktiven Partizipationsprozess der Gebäudeeigentümer\*innen und Bewohner\*innen.
- Entwicklung eines Geschäfts- und Organisationsmodells "Energiegemeinschaft plus", das neben der PV-Energiegemeinschaft auch die Umsetzung der Wärmewende und die Berücksichtigung neuer Bedarfe wie E-Ladestationen einschließt.
- Auswahl eines Teilgebiets für die Realisierung eines Demonstrationsprojektes zur Transformation in ein klimaneutrales Quartier.

## Methodische Vorgehensweise

Zur Entwicklung des Transformationsfahrplans wurde ein auf GIS-basierendes, urbanes Informationsmodell genutzt. Bei der Erstellung des Modells wurden nicht nur der Ist-Stand der Gebäude, sondern auch am Standort verfügbare Potentiale miteinbezogen. Als Grundlage wurden Open Government Data (OGD) von Open Data Österreich genutzt; weitere Daten wurden mittels Fragebogen und bei einer Begehung vor Ort erhoben. Von diesem Modell ausgehend wurden alle Gebäude in Transformationspfade eingestuft und in Abstimmung mit den Bewohner\*innen wurde ein Pilotareal zur Umsetzung eruiert.

Für die technische Konzeption wurden dynamische Simulationen für einzelne Typologien durchführt und für die Auslegung der Erdsonden wurde Earth Energy Designer genutzt. Die Auslegung der technischen Komponenten wurden mittels Ergebnisse der Simulation sowie ingenieurtechnischen Methoden durchgeführt. Für die ökonomisch Betrachtung wurde eine Lebenszykluskostenanalyse durchgeführt. Als Ergänzung wurde vom Verein Klimadörfel ein eigenes dynamisches Simulationsmodell entwickelt, dass die Wärmepumpen, thermische Regeneration und die Einbindung eines Wärmenetzes simuliert.

## Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Im Kahlenbergedorf wurde eine Wärme-Energiegemeinschaft erfolgreich ins Leben gerufen, welche vor allem aus dem Zusammenschluss interessierter Bewohner besteht. Dieser Gemeinschaft gelang es, weitere

Personen für die Dekarbonisierung zu aktivieren. Ein bedeutendes Ergebnis des Projekts ist die Stärkung des sozialen Lebens im Dorf und ein gesteigertes Interesse am Ausstieg aus der Nutzung von Gas. Im Verlauf des Projekts konnten zudem technische Lösungen entwickelt und in Hinsicht auf Machbarkeit und Wärmepreise evaluiert werden. Die Schlussfolgerung aus diesen Ergebnissen besteht in der klaren Ausrichtung auf die Dekarbonisierung auf der Ebene von Einzelgebäuden und kleineren Gebäudeclustern. Bei Einzelgebäuden, bei denen gravierende technische Herausforderungen bestehen, wird der Fokus auf gebäudeübergreifende Wärmelösungen und die Nutzung des Pfarrgartens für Erdsonden gelegt.

### **Ausblick**

Die Wärme-Energiegemeinschaft wird weiterhin aktiv im Kahlenbergdorf verfolgt, auch wenn sie nicht mehr als Instrument für die Errichtung eines zentralen Wärmenetzes genutzt wird. Die Wärme-Energiegemeinschaft übernimmt nun die Rolle des Trägers für den Dekarbonisierungsprozess im Quartier. Das Hauptziel besteht darin, gemeinsam mit interessierten Gebäudeeigentümern einen Pilotprozess zu starten und dabei ein neues Dekarbonisierungsmanagement zu entwickeln und zu testen.

Das Dekarbonisierungsmanagement umfasst nicht nur die technische Analyse und die Planung der Umsetzungsmaßnahmen, sondern betreut die Gebäudeeigentümer auch über den gesamten Prozess bis zur Inbetriebnahme. Dies beinhaltet Unterstützung bei der Nutzung von Förderungen und Finanzierung, bei der Ausschreibung und Vergabe, bei der Qualitätssicherung in der Bauphase und Inbetriebnahme sowie bei der Kommunikation und Information der Betroffenen und des gesamten Dorfs.

Der erste Schritt beinhaltet die Umsetzung der Pilotgebäude, gefolgt von der Gewinnung weiterer „Follower“, die als nächstes die Dekarbonisierung umsetzen sollen. Diese schrittweise Vorgehensweise ermöglicht nicht nur die Erprobung und Optimierung des Dekarbonisierungsmanagements, sondern fördert auch die Verbreitung und Akzeptanz des Konzepts im gesamten Kahlenbergdorf.

## 2 Abstract

### **Initial situation, problems and motivation**

Kahlenbergerdorf in Vienna is taking the initiative to pioneer the implementation of the heating transition. In a newly founded association, the motivated residents want to work together to switch from fossil fuels to renewable energy sources to supply heat to their buildings. They are taking responsibility for the next generation and planning to convert the energy system in the neighbourhood to renewable energy sources. The central focus is on the heating transition in the neighbourhood, in particular the conversion from a natural gas-based to a renewable heating supply. To realise this project, an integrated, climate-neutral energy concept for heating, cooling and power supply will be developed at the outset.

### **Goals and innovation**

The overarching, long-term goal of Kahlenbergerdorf is the transformation to a climate-neutral neighbourhood by 2040, in line with the goals of Austria and Vienna. In preparation for this transformation, the implementation of a demonstration project for the urban heat transition in a sub-area is being prepared as part of a transformation roadmap for the neighbourhood. The objectives of the project were

- Development of a roadmap for concrete technical measures for decarbonisation, including an implementation schedule.
- Securing acceptance of the planned implementation measures for climate neutrality through an active participation process of building owners and residents.
- Development of an "energy community plus" business and organisational model, which, in addition to the PV energy community, also includes the implementation of the heating transition and the consideration of new needs such as e-charging stations.
- Selection of a sub-area for the realisation of a demonstration project for the transformation into a climate-neutral neighbourhood.

### **Methodological approach**

A GIS-based urban information model was used to develop the transformation roadmap. When creating the model, not only the current status of the buildings was taken into account, but also the potential available at the location. Open government data (OGD) from Open Data Austria was used as a basis; further data was collected using questionnaires and during an on-site inspection. Based on this model, all buildings were categorised into transformation paths and a pilot area was identified for implementation in consultation with the residents.

Dynamic simulations for individual typologies were carried out for the technical concept and Earth Energy Designer was used to design the geothermal probes. The technical components were designed using the results of the simulation and engineering methods. A life cycle cost analysis was carried out for the economic analysis. In addition, the Klimadörfel association developed its own dynamic simulation model that simulates the heat pumps, thermal regeneration and the integration of a heating network.

## **Results and conclusions**

A heat-energy community was successfully established in Kahlenbergerdorf, consisting primarily of a group of interested residents. This community succeeded in activating other people for decarbonisation. A significant result of the project is the strengthening of social life in the village and an increased interest in phasing out the use of gas. In the course of the project, technical solutions were also developed and evaluated in terms of feasibility and heat prices. The conclusion from these results is a clear focus on decarbonisation at the level of individual buildings and smaller building clusters. For individual buildings where there are serious technical challenges, the focus will be on cross-building heating solutions and the utilisation of the parish garden for geothermal probes.

## **Outlook**

The heat-energy community will continue to be actively pursued in Kahlenbergerdorf, even if it is no longer used as an instrument for establishing a central heating network. The heat-energy community is now taking on the role of sponsor for the decarbonisation process in the neighbourhood. The main objective is to start a pilot process together with interested building owners and to develop and test a new decarbonisation management system.

The decarbonisation management not only includes the technical analysis and planning of the implementation measures, but also supports the building owners throughout the entire process up to commissioning. This includes support in utilising subsidies and financing, tendering and awarding contracts, quality assurance during the construction phase and commissioning as well as communicating and informing those affected and the village as a whole.

The first step involves the implementation of the pilot buildings, followed by the recruitment of further "followers" who are to implement decarbonisation next. This step-by-step approach not only enables the testing and optimisation of decarbonisation management, but also promotes the dissemination and acceptance of the concept throughout the entire Kahlenberg village.

# 3 Ausgangslage

## 3.1. Ausgangssituation

Das Kahlenbergerdorf liegt an der Donau, wird vom Leopoldsberg, Kahlenberg und Nussberg eingegrenzt und ist eine Katastralgemeinde im 19. Wiener Bezirk Döbling. In diesem Stadtteil befinden sich fast ausschließlich Wohngebäude und wohnungsähnliche Gebäude (siehe Abbildung 1) Wesentliche Ausnahme in der Nutzung sind Gaststätten, insbesondere Heurige, die im Zentrum des Dorfes ansässig sind.

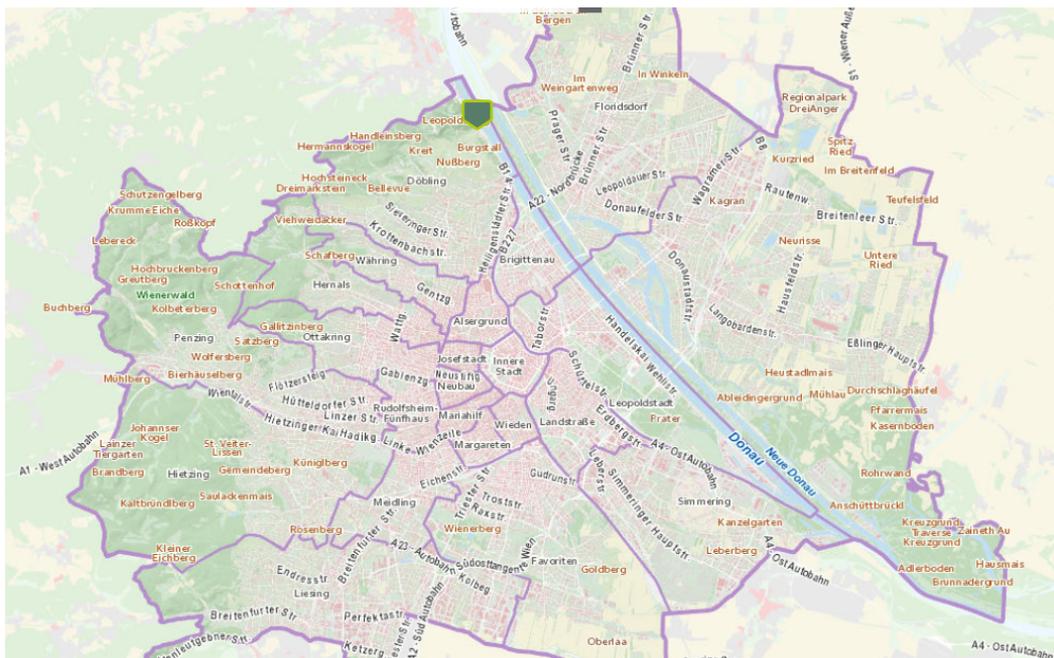


Abbildung 1: Lage des Kahlenbergerdorfs im Stadtgebiet Wien (Quelle: Stadtplan Wien)

Die derzeitige Wärmeversorgung erfolgt fast ausschließlich auf Basis von Erdgas. In den meisten Fällen, insbesondere bei Mehrfamilienwohnhäuser, erfolgt die Wärmebereitstellung mittels Etagenheizung. D.h. der Gas-Kessel ist in der Wohnung, die Gas-Leitungen sind in der Struktur des Gebäudes enthalten und es gibt keine wassergeführte Wärmeverteilung innerhalb des Gebäudes.

Das Zentrum vom Kahlenbergerdorf liegt in der Schutzzone von Wien. Somit sind die Möglichkeiten für eine thermische Sanierung, die Nutzung der Dachflächen zur Gewinnung von erneuerbaren Energien und somit die Lösungen für die Wärmeabgabe in den Gebäuden eingeschränkt.

## 3.2. Motivation

### Klimaschutzziele

Österreich und Wien verfolgen mit dem aktuellen Regierungsprogramm das Ziel, bis zum Jahr 2040 in allen Sektoren den Status der Klimaneutralität zu erreichen ('Die Fortschrittskoalition Für Wien' 2020). Im Jänner 2022 hat die Stadt Wien einen Plan vorgelegt, der schildert, wie diese Transformation zur Klimaneutralität bis 2040 gelingen kann ('Wiener Klimafahrplan' 2022). Was im Großen geplant wird,

soll nun auch im Kleinen im Kahlenbergerdorf umgesetzt werden: Ein Transformationsfahrplan bis 2040. Österreich

### Verantwortung gegenüber der nächsten Generation

Das CO<sub>2</sub>-Kontingent zur Erreichung der Klimaschutzziele nach dem Pariser Abkommen vom Jahr 2015 ('The Paris Agreement' 2015) ist begrenzt. Das Kahlenbergerdorf möchte durch zeitnah gesetzte und langfristig wirksame CO<sub>2</sub>-Einsparungsmaßnahmen Verantwortung gegenüber der nächsten Generation übernehmen.

### Ein Dorf leistet Pionierarbeit

Das Kahlenbergerdorf ist eine aktive Gemeinschaft, in der sich einst Bewohner\*innen zusammengefunden haben, um die Errichtung einer Seilbahn zum Kahlenberg zu verhindern. Jetzt ergreift das Kahlenbergerdorf wieder die Initiative, um bei der Umsetzung der Wärmewende Pionierarbeit zu leisten: der gemeinsame Umstieg von fossilen auf erneuerbare Energieträger zur Wärmeversorgung ihrer Gebäude und den Weg zur Klimaneutralität.

## 3.3. Zielsetzung

### Übergeordnete Zielsetzung

Übergeordnetes, langfristiges Ziel ist die Transformation des Kahlenbergerdorfes zu einem klimaneutralen Quartier bis zum Jahr 2040.

Kahlenbergerdorf übernimmt Verantwortung für die nächste Generation und wird als wichtigste Maßnahme das Energiesystem im Quartier auf erneuerbare Energieträger umbauen. Als erster Schritt wurde ein integrales, klimaneutrales Energiekonzept für Wärme- und Kälteversorgung (siehe Abbildung 2).



Abbildung 2: Übergeordnete Ziele (Quelle: eigene Darstellung)

### Umsetzung eines Demonstrationsprojektes im Quartier

Ziel war die Umsetzung eines Demo-Projekts für die urbane Wärmewende im Kahlenbergerdorf in einem Teilgebiet des Quartiers. Dieses Teilgebiet sollte mindestens 10 Gebäude umfassen, eine klimaneutrale CO<sub>2</sub> Bilanz aufweisen und ein gebäudeübergreifendes Energiesystem umfassen. Fokus

dabei war es die gas-basierte auf eine erneuerbare Wärmeversorgung umzustellen. Dieses integrierte Energiekonzept sollte Ausgangspunkte für eine gesamte Erneuerung des Wärme- und Energiekonzeptes des Dorfes darstellen. Am Ende des Sondierungsprojektes sollte dieses Teilgebiet feststehen (siehe Abbildung 3).



Abbildung 3: Realisierung eines Demo-Projektes in einem Teilgebiet des Quartiers (Quelle: eigene Darstellung)

### Zielsetzung für das Sondierungsprojekt

Ziel war ein Transformationsfahrplan für die Wärmeversorgung hin zu einem integrierten, klimaneutralen Energiesystem. Dieser Fahrplan beinhaltete die konkreten Maßnahmen, einen Zeitplan der Umsetzung, sowie Einbeziehung der betroffenen Akteure und Gebäudeeigentümer\*innen.

Voraussetzung für eine erfolgreiche Umsetzung von Gebäude- und Quartiersprojekten war die aktive Einbindung der betroffenen Parteien in den Transformationsprozess, indem sie nicht nur informiert wurden, sondern den Transformationsfahrplan mit Unterstützung von Expert\*innen selber erstellt haben. Dazu wurde zum Projektstart für das Quartier eine Informationskampagne erstellt.



Abbildung 4: Ziele des Sondierungsprojektes Quartiers (Quelle: eigene Darstellung)

Die Sondierung von möglichen Organisations- und Geschäftsmodellen mit den Gebäudeeigentümer\*innen und die Entwicklung und Festlegung eines geeigneten Modells für die weitere Umsetzung des klimaneutralen Energiekonzeptes im Quartier war das Ziel. Dieses Modell umfasste die Einbindung von Energiedienstleistern für die Errichtung und den Betrieb. Es kümmerte sich jedoch auch um die Festlegung des Eigentums an den Wärmenetzen und die Errichtung einer

Energiegemeinschaft, zumindest für den Austausch von Strom aus Photovoltaik, sowie gegebenenfalls auch für die Wärmeversorgung.

Ziel war die Auswahl eines Teilgebietes, um in einem nächsten Schritt ein Demonstrationsprojekt umsetzen zu können. Dieses Projekt sollte Kern der Transformation des gesamten Quartiers sein (siehe Abbildung 4).

# 4 Methoden und Vorgangsweise

## 4.1. Aufbau einer Wärme-Energiegemeinschaft im Kahlenbergedorf

### 4.1.1. Einleitung

Einige Bewohner\*innen haben sich bereits vor Projektbeginn mit dem Ziel eines klimaneutralen Kahlenbergedorfs im Verein „Klimadörfli“ organisiert. Um der äußerst heterogenen Struktur an Nutzer\*innen und Eigentümer\*innen der Objekte im Kahlenbergedorf begegnen zu können, bietet der Verein einen förderlichen Rahmen, um die Strukturen einer entscheidungsfähigen, lokalen Community aufzubauen. Der Verein schafft die Möglichkeit als Nachbarschaft gemeinschaftlich tätig zu sein, Versammlungen abzuhalten, Grundsatzentscheidungen zu treffen und Erkenntnisse über die Möglichkeiten und Interessen der anderen Nachbar\*innen zu gewinnen.

Die Voraussetzung einer aktiven Einbindung der betroffenen Parteien in den Transformationsprozess war von Beginn an gegeben. Das „Klimadörfli“ nahm als Projektpartner aktiv an Konsortialtreffen teil, begleitete persönlich den Datenerhebungsprozess vor Ort und erarbeitete mit realitylab und e7 notwendige Organisationsstrukturen zur späteren Umsetzung sowie zum Betrieb des Pilotareals. Dies geschah durch Infoveranstaltungen, Visions-Workshops, laufende Gruppentreffen, die Bildung von Arbeitsgemeinschaften und auch im Zuge der Datenerhebung mittels Fragebogen und Befragungen vor Ort. Der Verein spielte somit eine zentrale Rolle bei der Aktivierung der Bewohner\*innen und durch die Verbreitung von relevantem Wissen übernahm er auch eine wichtige Bildungs- und Kommunikationsaufgabe. Er wurde dabei von den Projektpartnern e7 und realitylab unterstützt: e7 vermittelte Knowhow und sorgte für die technische Orientierung auf dem Wärmetransformationspfad; realitylab unterstützte die Gemeinschaft dabei, sich durch Selbstorganisation zu befähigen, selbst eine tragende Rolle bei der Transformation zu übernehmen und sich schrittweise von der Abhängigkeit von fossilen Energieformen zu befreien.

Der gemeinsam entwickelte Prozess für den Aufbau einer Wärme-Energiegemeinschaft sah folgende Phasen vor:

1. Kerngruppenbildung
2. Mitgliederwachstum und Organisationsentwicklung
3. Vorbereitung der Umsetzung

### 4.1.2. Phase 1: Kerngruppenbildung

Nach der formellen Gründung des Vereines befasste sich die Kerngruppe von ca. 10 Personen mit der Visionsfindung und dem Aufbau erster Organisationsstrukturen; erste Formate der nachbarschaftlichen Fortbildung und Entscheidungsfindung wurden entwickelt.

Zu Beginn des Forschungsprojektes wurde eine Auftaktveranstaltung im örtlichen Buschenschank „Taschler“ organisiert. Das Ziel der Veranstaltung war es, die Bewohner\*innen über das Projektvorhaben und die Beteiligten umfassend zu informieren. Weiters wurde den Teilnehmenden aufgezeigt, wie sie sich engagieren und am Projekt mitwirken können. Alle Teilnehmenden erhielten die Einladung für den kommenden Visionsworkshop.

Im Rahmen eines Visionworkshops wurde nicht nur die gemeinsame Sprache für den Wunsch nach einem klimaneutralen Quartier entwickelt, sondern es wurden sechs Arbeitsgemeinschaften (ARGEs) gegründet, für die jeweils mindestens zwei Personen die Verantwortung übernahmen (siehe Abbildung 5).



**Unsere Vision eines Klimadörfl**

- Kooperative Dorfgemeinschaft**  
Wir sind eine wachsende Interessensgemeinschaft, die an einem Strang zieht und zum Mitgestalten einlädt.
- L(i)ebenswertes Idyll**  
Wir kommen uns durch Nachversorgung näher und mehren den Erholungswert durch Gestaltung unseres Dörfls
- Generationenübergreifende saubere Energie**  
Wir generieren und nutzen Energie im Einklang mit der Natur und mit Blick auf kommende Generationen, damit wir zuversichtlich der Zukunft entgegen gehen.
- Du kannst dich mit unserer Vision identifizieren?**  
Werde noch heute Mitglied und bleibe informiert über unsere nächsten Aktivitäten und Mitmachmöglichkeiten.

**Gefördert von**  




**Projektpartner**  




Abbildung 5: Vision des Vereins „Klimadörfl“ (Quelle: realitylab)

In einem Koordinationskreis haben sich die ARGEs, der Vereinsvorstand, e7 und realitylab, regelmäßig ausgetauscht. Die ARGEs umfassen die Themenbereiche Kommunikation, Ökonomisches Modell & Business Case, Rechtliches & Organisation, Soziales & Dorfgestaltung sowie Energie & Technik.

Ihre Aufgaben bestehen darin den jeweiligen Themenbereich durch eigene Aktivitäten (wie z.B. Informationsbeschaffung, Einholen von Expertisen, Veranstaltungen, Schaffung von Infrastrukturen) zu entwickeln.

Die Mitglieder der ARGEs stellen den direkten Kontakt zu den Eigentümer\*innen und Bewohner\*innen im Quartier her und schaffen so die Möglichkeit relevante Abstimmungen auf kurzem Wege umzusetzen. Darüber hinaus stellen die ARGEs Mitglieder mit ihrem lokalen Fachwissen und ihrer individuellen Expertise eine wichtige Ressource für das Projekt insgesamt dar. Die ARGEs übernehmen auch eine wichtige Rolle dabei, das Vertrauen in die Erhebung von sensiblen Daten zum Energieverbrauch in den Haushalten herzustellen.

#### 4.1.3. Phase 2: Mitgliederwachstum und Organisationsentwicklung

Im Verlauf des Prozesses wurden weitere Formate der nachbarschaftlichen Fortbildung und Entscheidungsfindung entwickelt: So organisierte und organisiert der Verein „Klimadörfl“ alle zwei Monate das „Forum Klimadörfl“. Dieses Veranstaltungsformat beinhaltet neben Vorträgen von Expert\*innen rund um Themen der Klimakrise auch Berichte der Konsortialpartner im Projekt „DieWärmepioniere“. Auch die ARGEs berichten über Fortschritte in ihren jeweiligen Themenbereichen. Das Forum Klimadörfl schafft einen Ort für lebendigen Austausch, an dem Grundsatzentscheidungen für die weitere Entwicklung des Projektes getroffen werden. Das abschließende Buffet ermöglicht auch das gemeinsame Feiern – kleiner und großer Erfolge – sowie

den direkten Dialog zwischen den Bewohner\*innen. Diese Veranstaltungen sind auch für interessierte Nachbar\*innen offen und ermöglichen es damit auch jene abzuholen, die sich noch nicht für eine Vereinsmitgliedschaft entschieden haben.

Durch die Entwicklung einer lokalen Gemeinschaft, die bereit ist selbst Verantwortung bei der Dekarbonisierung des Klimadörfls zu übernehmen, gelang es die zahlreichen bevorstehenden Herausforderungen wie Denkmalschutz, Widerstände bei den Behörden, aber auch in der eigenen Nachbarschaft, zu überwinden. Die Dialogformate und transparente Entscheidungsprozesse stellen wesentliche Instrumente für die Gemeinschaft dar, mit denen auch den Befürchtungen und Ängsten einer überwiegend älteren Bevölkerung (viele befinden sich bereits in der Pension) begegnet werden konnte.

Workshop „Gemeinsam wachsen“: Im Frühling 2023 wollte der Verein „Klimadörfl“ unterstützt durch e7 und realitylab einen Impuls setzen, um sich als Organisation inhaltlich weiterzuentwickeln und zu wachsen – also die Anzahl der Mitglieder zu vergrößern.

Die Ziele des Workshops:

- Teilnehmer\*innen haben unterschiedliche Formen der Beschlussfassung sowie Selbstorganisationsmodelle etwas näher kennengelernt.
- Teilnehmer\*innen haben Finanzierungsmodelle kennengelernt und sich dabei mit dem „Vermögenspool“ näher beschäftigt.
- Das Spiel „Die Klimawaage“ von Dr. Andreas van Egmond-Fröhlich wurde vorgestellt und gemeinsam ausprobiert.
- Teilnehmer\*innen überlegten sich Strategien, damit der Verein mehr Mitglieder gewinnt und die Vereinsziele noch mehr bekannt gemacht werden.

Die Kommunikation und Organisation der ARGEs wurde unterstützt durch den Einsatz von verschiedenen digitalen Hilfsmitteln, wie Nextcloud als Dateiablage von Protokollen, Präsentation und anderen wichtigen Dokumenten, sowie der Kommunikationsplattform rocket.chat. Rocket.chat hat sich für die Gruppen als nicht praktikabel erwiesen, es wurde überwiegend über E-Mail, telefonisch oder im persönlichen Gespräch miteinander kommuniziert.

Als öffentlichkeitswirksame Maßnahme und als Sprachrohr in das Quartier wurde eine Website (<https://klimadoerfl.org/>) entwickelt, die bevorstehenden Treffen und Veranstaltungen ankündigt und über die Aktivitäten des Vereins und im Forschungsprojekt berichtet. Für die Information über Wissenswertes und Hintergründe zum Klimawandel und den notwendigen Maßnahmen für die Klimawende wurde die Website <https://wiki.klimadoerfl.org/> laufend ergänzt. Des Weiteren wurden die Ankündigungen der Aktivitäten mit Aushängen in den Schaukästen und einem gut sichtbaren Banner vor Ort unterstützt.

#### **4.1.4. Phase 3: Vorbereitung der Umsetzung**

In dieser Phase ging es darum konkrete Schritte in Richtung Dekarbonisierung zu setzen bzw. die Umsetzung, d.h. die Sanierung von Gebäuden und den Bau von Energieanlagen vorzubereiten. Dabei wurden unterschiedliche Dekarbonisierungsszenarien von e7 auf der Basis von GIS-Daten und mittels Fragebogen erhobenen Daten erarbeitet. Die Szenarien wurde mit den betreffenden ARGEs und im Koordinationskreis abgestimmt und schließlich in einem Forum des Klimadörfls der Dorfgemeinschaft präsentiert. Das Klimadörfl, namentlich Dr. Andreas van Egmond-Fröhlich, führte im Anschluss daran

auch eigene Energie- und Wirtschaftlichkeitsberechnungen durch. Zusätzlich wurden rund 10 Gebäude in einem Zukunftskcheck der Hauskunft geprüft und bewertet.

In einem Koordinationskreistreffen wurden die Ergebnisse eingehender diskutiert. Der Koordinationskreis kam zum Schluss, dass die ursprüngliche Idee eines zentralen Nahwärmenetzes im Kerngebiet des Kahlenbergerdörfles sich wirtschaftlich kaum rechnet und daher dem Verein nicht empfohlen werden konnte.

Stattdessen sollte eine Dekarbonisierungsstrategie auf der Basis von Einzelgebäuden bzw. kleineren Clustern von Einzelgebäuden verfolgt werden. Der Verein sieht seine Funktion nur darin die Maßnahmen auf den einzelnen Liegenschaften und in den Clustern zu koordinieren und Synergieeffekte zum Nutzen aller Vereinsmitglieder zu erzielen (siehe Abschnitt 5.7.1).

#### **4.1.5. Erarbeitung eines Leitfadens**

Die Erkenntnisse und Erfahrungen aus der Projektarbeit wurden in einem Leitfaden für den Aufbau von Wärme-Energie-Gemeinschaften zusammengefasst und visuell gestaltet. Der Leitfaden richtet sich an Pionier\*innen und gibt Antworten und unterstützt bei den ersten Schritten in Richtung nachbarschaftlicher Wärmewende.

## **4.2. Datengrundlagen**

Für die Entwicklung von technischen Lösungen zur Dekarbonisierung ist eine solide Ausgangsposition durch umfassende Datengrundlagen zum Quartier, den Gebäuden und den Potenzialen für erneuerbare Energieträger vor Ort von entscheidender Bedeutung. Im Rahmen dieses Forschungsprojektes wurden verschiedene Ansätze zur Datenerhebung von den Gebäuden verfolgt, darunter:

- Fragebogen an die Gebäudeeigentümer\*innen
- Begehung des Quartiers von außen
- Punktuelle Begehung innen und Befragung der Gebäudeeigentümer\*innen und Nutzer\*innen

Diese Methoden ermöglichten eine detaillierte Datenerhebung vor Ort. Ergänzend dazu wurden öffentlich verfügbare Daten der Stadt Wien integriert, um einen umfassenden Datensatz für die Entwicklung technischer Lösungen zur Dekarbonisierung zu gewährleisten. Darüber hinaus wurde bei einzelnen Gebäuden auch ein Zukunftskcheck der Hauskunft Wien durchgeführt, um so fundierte Daten zum Gebäude vorliegen zu haben.

### **4.2.1. Datenerhebung vor Ort**

#### **Fragebogen**

Der Fragebogen für Gebäudeeigentümer\*innen und Mieter\*innen wurde zu Projektbeginn entwickelt. Dieser Fragebogen erfüllt einerseits den Zweck, konkrete Daten der Gebäude strukturiert zu erheben.

Andererseits dient er dazu, dass die Betroffenen sich aktiv mit den Themen Dekarbonisierung und Sanierung ihres eigenen Gebäudes auseinandersetzen.



## Klimadörf

Verein zur Förderung der  
Klimaneutralität im Kahlenbergdorf  
ZVR: 1000702495  
Tel: 0699-110 840 26  
E-Mail: [info@klimadoerfl.org](mailto:info@klimadoerfl.org)  
Website: <https://klimadoerfl.org/>

**Ihre Anschrift**

Straße: \_\_\_\_\_ Hausnummer: \_\_\_\_\_ Tür: \_\_\_\_\_



**Eckdaten zur Wohnfläche**

Bei der Wohnfläche handelt es sich um ein/eine  Haus  Wohnung

Ich bin Eigentümer der Wohnfläche  Ja  Nein

Nutzfläche ca. \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup>

Baujahr des Gebäudes ca. \_\_\_\_\_

Ist ein Energieausweis vorhanden?  Ja  Nein  keine Ahnung

**Anliegen**

Welche Chancen erhoffen Sie sich vom Klimadörf?

Langfristig leistbare Energiekosten

Beitrag zum Klimaschutz und/oder Unabhängigkeit von Erdgas

Eine hohe Versorgungssicherheit von Wärme im Winter

Unterstützung bei der Umsetzung eigener Energiesparmaßnahmen (thermischer Sanierungsmaßnahmen, Umstieg auf erneuerbare Energien, ...)

Sonstiges: \_\_\_\_\_



**Pläne und Vorhaben**

Wurde in den letzten 30 Jahren bereits eine thermische Sanierung oder Teilsanierung durchgeführt?

Ja  Nein  Nicht bekannt

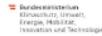
Haben Sie vor in den nächsten 5 Jahren Maßnahmen am Gebäude oder der Gebäudetechnik durchzuführen? - z.B. Dämmung, Kesseltausch, PV-Anlage

Ja, folgende Maßnahmen sind geplant: \_\_\_\_\_

Nein  Ich bin daran interessiert, habe aber noch keine konkreten Pläne

Gefördert von



STADT der Zukunft



FFG



Projektpartner



Klimadörf



realitylab



Abbildung 6: Beispielseite des Fragebogens (Quelle: e7/realitylab)

Die Fragebögen wurden zuerst in zwei Teile aufgeteilt: Teil 1 soll die allgemeine Motivation zur Teilnahme und ein paar Eckdaten zum Gebäude abfragen. Nach dem Erhalt dieses Teils des Fragebogens wurde ein zweiter Fragebogen an die Teilnehmer\*innen gebracht, um so weitere, detailliertere Daten zu erheben.

Nachdem nach den ersten erhaltenen Fragebogen etwas Unklarheit über den zweiten Teil geherrscht hatte, wurde der Fragebogen auf einen Teil zusammengefasst und auch die Inhalte gekürzt (Beispielseite in Abbildung 6).

Die Fragebogen wurden durch die Mitglieder des Vereins Klimadörf persönlich an die Eigentümer\*innen und Mieter\*innen im Dorf übergeben. Zusätzlich wurden die Fragebögen auch bei den öffentlichen Veranstaltungen vor Ort ausgegeben. Neben dem Fragenbogen auf Papier konnten die Antworten auf die Fragestellungen auch online mittels einem Umfragetool eingegeben werden. Ein QR-Code zum Online-Fragebogen war auf der ersten Seite des Dokuments enthalten.

### Besichtigung der Gebäude im Dorf

Um den Zustand des Gebäudes sowie die thermischen Eigenschaften der Gebäudehülle zu dokumentieren, wurde eine Begehung im Dörf durchgeführt (siehe Abbildung 7). Dabei wurde ein

Fragebogen zu technischen Charakteristika des Gebäudes ausgefüllt und Fotos von den Objekten aufgenommen.

Die Dokumentation der Datenerhebung außen erfolgten mittels Online-Fragebogen und Tablet. Als Software wurde das Umfragetool Kobo Toolbox ('Kobo Toolbox' 2023) verwendet. So konnten die Daten gesammelt eingegeben und gespeichert werden. Die Daten konnten auch in Form von Excel Tabellen exportiert und dann in das Urbane Informationssystem im QGIS hochgeladen werden.

**Begehung Kahlenbergdorf**

**Start Datenaufnahme Gebäude**

yyyy-mm-dd                      hh:mm

---

**Adresse: Straße**

---

**Adresse: Hausnummer**

---

**Aktuelle GPS Koordination**

---

Breite (x,y °)

---

Länge (x,y °)

---

Höhe (m)

---

Präzision (m)

---



Abbildung 7: Ausschnitt Datenerhebung mittels kobo Toolbox (Quelle: kobotoolbox.org)

Diese Software umfasst nicht nur die technische Erhebung von Gebäuden, sondern beinhaltet auch einen zusammenfassenden Bericht. Dieser bietet eine detaillierte Auflistung aller geprüften Objekte im Quartier sowie grafische Auswertungen (siehe Abbildung 8). Durch diese Funktionen ermöglicht die Software eine effiziente und schnelle Erstellung einer ersten Einschätzung des Quartiers.

Der zusammenfassende Bericht bietet eine Übersicht über die relevanten Parameter und Merkmale der geprüften Objekte. Hierzu gehören Informationen zu energetischen Kennwerten, vorhandenen Heizsystemen, Dämmzuständen und weiteren relevanten Faktoren. Die grafischen Auswertungen visualisieren wichtige Zusammenhänge und erleichtern somit die Interpretation der Daten.



Abbildung 8: Ausschnitt Ergebnisse der Besichtigung im Dorf (Quelle: kobotoolbox.org)

### Besichtigung und Befragung innen

Als weitere Methode der Datenerhebung wurde punktuell in Wohnungen und Gebäuden eine Besichtigung samt Befragung durchgeführt (siehe Abbildung 9). Dabei wurden die Art der Wärmebereitstellung, der -verteilung und -abgabe erhoben sowie die Art der Warmwasserbereitstellung. Gleichzeitig konnten auch Alter der Anlagen, weitere Informationen wie Energieverbrauch für Gas- und Strom erhoben und eine Dokumentation mittels Fotos durchgeführt werden.

#### Erhebung außen

Datum: \_\_\_\_\_ Uhrzeit: \_\_\_\_\_ Temperatur: \_\_\_\_\_

Straße: \_\_\_\_\_ Hausnummer: \_\_\_\_\_ Tür: \_\_\_\_\_

Geschoße: Anzahl Vollgeschoße \_\_\_\_\_ Dachgeschoß \_\_\_\_\_

Fassade: Dämmung?  Ja  Nein

Fenster: neue Fenster?  Ja  Nein

Art der Fenster: \_\_\_\_\_

Abschätzung Alter der Fenster: \_\_\_\_\_

Gasanschluss straßenseitig: Wo? \_\_\_\_\_

Anmerkungen: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Abbildung 9: Beispielseite für die Datenerhebung bei der Besichtigung innen (Quelle: e7/realitylab)

## 4.2.2. Öffentlich verfügbare Daten

### Gebäudedaten

Die Geobasisdaten der Gebäude wurden dem Geodatenviewer der Stadt Wien entnommen. Für diese Daten gilt die Lizenz Creative Commons Namensnennung 4.0 (CC BY 4.0). Geobasisdaten für vorhandene Energiepotenziale, wie Erd- und Abwärmepotenzial, wurden ebenfalls dem Geodatenviewer der Stadt Wien entnommen.

Gebäudekennwerte, wie Heizleistung und Heizwärmebedarf von unterschiedlichen Gebäudetypen, wurden der SIA 2024 ('SIA 2024 Raumnutzungsdaten für die Energie- und Gebäudetechnik' 2021) und dem TABULA WebTool ('Tabula Webtool' 2023) entnommen. Diese Kennwerte dienen in Kombination mit den Geobasisdaten und der bei der Besichtigung vor Ort erhobenen Daten zu einer ersten Abschätzung der im Quartier vorhandenen Wärmedichte. Dafür wurden die Gebäude anhand der Ergebnisse der Besichtigung den Gebäudetypologien der SIA 2024 und TABULA zugeordnet.

### Energieinfrastruktur

Die bestehende Energieinfrastruktur (u.a. Gasleitungen, Stromleitungen) wurden über den Zentralen Leitungskataster der Stadt Wien ('Digitaler Zentraler Leitungskataster' 2023) angefragt. Diese Information ist nützlich, um zu wissen, wo Leitungen bereits verlegt sind und die Anschlusspunkte für Gas bei den Gebäuden zu finden sind. Dieser Anschlusspunkt kann ebenfalls bei einem umgesetzten Wärmenetz als Eintrittspunkt genutzt werden.

Darüber hinaus wurde auch geprüft, ob die Fernwärme der Wien Energie gedenkt, das Fernwärmenetz bis ins Kahlenbergerdorf auszubauen. Aus Sicht der Wärmenachfragedichte und des Abstands des Kahlenbergerdorfs zum bestehenden Fernwärmenetz, war diese Möglichkeit mit großer Sicherheit auszuschließen. Durch eine Anfrage bei Wien Energie konnte auch eindeutig geklärt werden, dass das Fernwärmenetz auch in Zukunft nicht ins Kahlenbergerdorf verlängert wird.

### Rechtliche Vorgaben

Bei der Prüfung von möglichen Lösungen für die erneuerbaren Energieversorgung müssen rechtliche Einschränkungen berücksichtigt werden. Diese können im Stadtplan Wien im Bereich Flächenwidmung abgerufen werden.

Viele Gebäude im Zentrum des Kahlenbergerdorfs sind in der Schutzzone der Stadt Wien. Darüber hinaus steht noch eine Vielzahl an Gebäuden unter Denkmalschutz.

Bei der Prüfung der Möglichkeiten für PV-Anlagen auf den Gebäuden und auf Freiflächen wurde zuerst auf die Hilfe der Kompetenzstelle für erneuerbare Energien der Stadt Wien kontaktiert. Was PV-Anlagen auf Gebäuden betrifft wurden zwei konkrete Beispiele ausgearbeitet und der MA19 der Stadt Wien, Magistratsabteilung für Architektur und Stadtgestaltung, sowie dem Bundesdenkmalamt zur Prüfung vorgelegt.

## 4.2.3. Analyse der Datenerhebung

Die Datenerhebung vor Ort war äußerst aufwändig, von der Erstellung der Fragebogen, der Verteilung, des Einsammelns der Fragebogen bis hin zur Datenauswertung und Analyse. Die Fragebogen wurden mit sehr viel Engagement durch die Mitglieder des Vereins Klimadörfel an die Bewohner\*innen und

Gebäudeeigentümer\*innen verteilt. Wie bereits erwähnt wurden auch die Veranstaltungen im Rahmen des Projektes für das Verteilen der Fragebogen genutzt. Trotz des großen Engagements des Vereins sowie des großen Aufwandes in der Vorbereitung und der Umsetzung konnten nur Daten von rund 30% der Gebäude erhoben werden.

Die Begehung vor Ort und die Besichtigung der Gebäude von außen war dagegen mit einem geringeren Aufwand verbunden und es konnten damit die Daten von sämtlichen Gebäuden erhoben werden. Darüber hinaus ist diese Art der Datenerhebung auch hilfreich, um die öffentlich verfügbaren Daten der Stadt zu plausibilisieren oder Berechnungen durchzuführen. Auf Basis des 3D Gebäudemodells der Stadt, kann beispielsweise die Grundfläche und die Höhe des Gebäudes abgerufen werden. In den öffentlich verfügbaren Daten sind jedoch noch keine Informationen über die Anzahl der Geschoße der Gebäude erhalten. Diese wurden bei der Begehung erhoben. So konnten die Daten plausibilisiert und die Berechnung der Nutzfläche für sämtliche Gebäude durchgeführt werden.

Um diese Berechnungen zu verifizieren waren die Daten des Fragebogens sowie der Besichtigung äußerst hilfreich. So konnte in Einzelfällen auf Basis detaillierter Daten die Ergebnisse der Berechnung verifiziert werden.

Künftig werden noch mehr und detailliertere Gebäudedaten öffentlich verfügbar sein. So kann eine manuelle Erhebung von Daten vor Ort vermieden, nur zur Prüfung der Plausibilität oder für einzelne Berechnungen durchgeführt werden. Wenn bei der Besichtigung der Gebäude von außen nur wenige Daten erhoben werden, kann eine Datenaufnahme mittels Tablets in wenigen Minuten abgeschlossen werden.

## **4.3. Berechnung der Wärmenachfrage**

### **4.3.1. Gebäudetypologien**

Die spezifische Wärmenachfrage der einzelnen Gebäude wurde über Gebäudetypologien, durch Berücksichtigung von Sanierungsmaßnahmen und auf Basis der Daten der Tabula Building Typology ('Tabula Webtool' 2023) ermittelt.

Zuerst wurden, auf Basis der visuellen Prüfung der Gebäude von außen, mehrere Gebäudetypologien festgelegt:

- Gebäude Bestand vor 1900, Einfamilienhaus
- Gebäude Bestand vor 1900, Mehrfamilienhaus
- Gebäude Bestand zw. 1950 und 1980, Einfamilienhaus
- Gebäude Bestand vor 1900, Einfamilienhaus, mit thermisch sanierten Fenstern
- Gebäude Neubau nach 2000 bzw. umfassend sanierte Gebäude
- Gebäude Bestand vor 1900, Gaststätte

Für diese Typologien sind in der Tabula Gebäudedatenbank Energiekennwerte für Bestand, Sanierung und optimierte Sanierung enthalten. Dabei wurde der Wert für den Nutzenergiebedarf für Heizungen übernommen.

Neben der Typologie der Nutzungsart und des Baujahrs wurde bei der visuellen Prüfung auch der Stand der thermischen Sanierung erhoben: Wurde die Fassade thermisch saniert und/oder wurden die Fenster getauscht oder thermisch verbessert.

Mit den Daten der Typologie und den Kennwerten aus der Tabula Datenbank sowie für den unterschiedlichen Umsetzungsstand der Sanierung wurden Zwischenwerte zwischen den Wert für Bestand und Sanierung ermittelt.

Die Ergebnisse dieser Werte wurden für den Wärmebedarf für Raumheizung angesetzt. Wärmeverluste für Wärmeverteilung oder Wärmeabgabe wurden dabei nicht berücksichtigt. Aus mehreren Studien, u.a. innoCost (Hüttler, Rammerstorfer, and Bachner 2015), wurde vielfach belegt, dass der aktuelle Wärmeverbrauch in Bestandsgebäuden mit geringer Sanierung näher an dem Heizwärmebedarf als an dem Heizenergiebedarf liegt, der auch die Wärmeverluste der Anlagentechnik berücksichtigt. Vereinfacht wurde diese Annahme auch für die neueren Gebäude beibehalten.

Als Wärmebedarf für Warmwasser wurde als Nutzenergiebedarf der Kennwert der ÖNORM B 8110-5 ('ÖNORM B 8110-5' 2019) herangezogen. Der liegt bei der Nutzung der Wohngebäude bei 12,8 kWh/m<sup>2</sup>a. Für den Wärmebedarf von Warmwasser wurden jedoch Verluste der Anlagentechnik – insbesondere Wärmeverluste im Sommer, die nicht für die Raumheizung gutgeschrieben werden können – berücksichtigt. Vereinfachungshalber wurde rund 50% Verlust der Anlagentechnik angenommen und mit einem Wärmebedarf inkl. Verlust der Anlagentechnik von 20 kWh/m<sup>2</sup>a weitergerechnet.

Die spezifischen Kennwerte für Wärmebedarf der Raumheizung und des Warmwassers wurden dann mit den Kennwerten für die Wohnfläche multipliziert und somit der gesamte Wärmebedarf ermittelt.

Für die Ermittlung des Leistungsbedarfes für Raumwärme und Warmwasser wurden sogenannte Typologien Zonen entwickelt, auf Basis der entsprechenden Gebäude im Kahlenbergerdorf. Außerdem wurde die Hüllfläche definiert und in IDA ICE ('IDA ICE' 2023) simuliert. Dadurch konnte die dynamische Leistungsaufnahme des Gebäudes für Raumwärme und Warmwasser ermittelt werden. Diese Daten werden für die Auslegung der Wärmepumpen sowie der Erdsonden eingesetzt, um damit einer Überdimensionierung auf Basis der statischen Berechnung der Heizlast entgegenzutreten.

#### **4.3.2. Szenarien für die Wärmenachfrage**

Bei der Wärmenachfrage wurden mehrere Szenarien definiert in der Annahme, dass nicht 100% aller Gebäude im Netzgebiet sich an ein lokales Wärmenetz anschließen werden.

Dabei wurden in einem ersten Schritt jene Gebäude vom Netzanschluss herausgenommen, wo bereits unter den Mitgliedern des Klimadörfli bekannt war, dass ein Anschluss an eine Wärmenetz sehr unwahrscheinlich ist.

In einem weiteren Szenario wurde angenommen, dass bei den restlichen Gebäudeeigentümer auch noch 20% der Nutzfläche nicht an ein Wärmenetz anschließt.

Die drei Szenarien sind durch folgende Eckdaten gekennzeichnet (siehe Abbildung 10):

- Szenario 1:
  - Anschlussquote: 100%
  - Nutzfläche: ca. 20.000 m<sup>2</sup>
  - Anzahl der Gebäude: 35
  - Leistung der Wärmeversorgung: ca. 1.000 kW
  - Wärmeverbrauch, Raumwärme und Warmwasser: ca. 2.200 MWh

- Szenario 2
  - Anschlussquote: 75%
  - Nutzfläche: ca. 14.500 m<sup>2</sup>
  - Anzahl der Gebäude: 25
  - Leistung der Wärmeversorgung: ca. 750 kW
  - Wärmeverbrauch, Raumwärme und Warmwasser: ca. 1.600 MWh
- Szenario 3
  - Anschlussquote: 55%
  - Nutzfläche: ca. 11.500 m<sup>2</sup>
  - Anzahl der Gebäude: --
  - Leistung der Wärmeversorgung: ca. 600 kW
  - Wärmeverbrauch, Raumwärme und Warmwasser: ca. 1.300 MWh

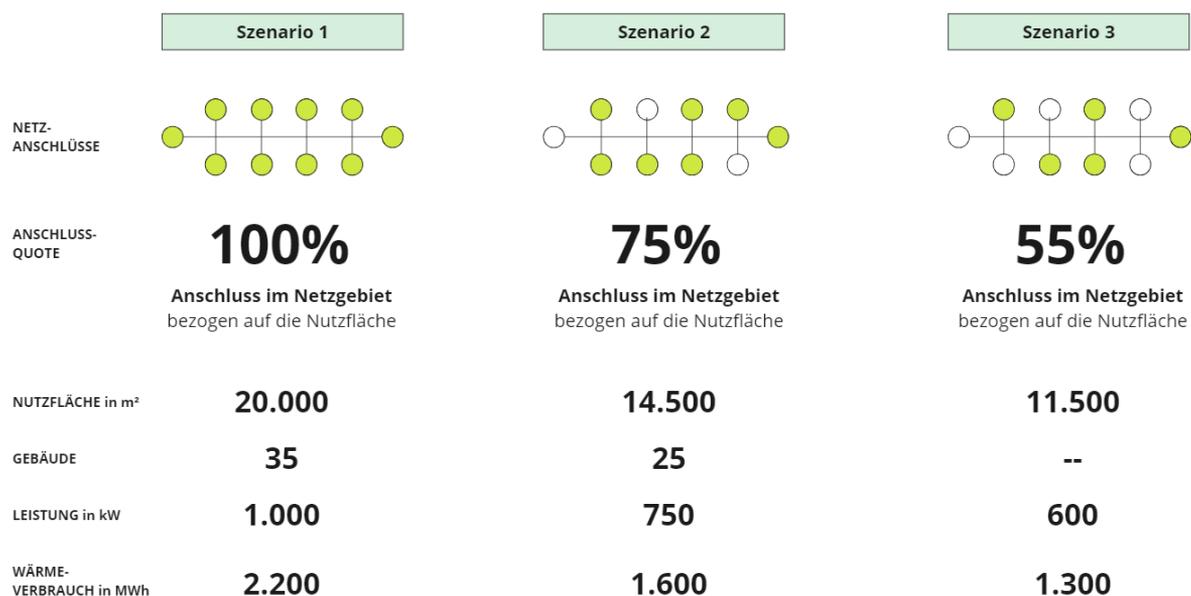


Abbildung 10: Szenarien für die Anschlussquote und Wärmenachfrage (Quelle: eigene Darstellung)

Die Berücksichtigung der Einsparung der Wärmenachfrage wurde im vorliegenden Szenario nicht in Betracht gezogen. Insbesondere im Szenario mit 100% Anschluss wäre diese Berücksichtigung relevant, da hier die Wärmenachfrage voraussichtlich abnehmen würde. Die Entscheidung, diese Einsparungen nicht zu berücksichtigen, basiert auf mehreren Überlegungen.

Zum einen wurde dies aufgrund der spezifischen Gegebenheiten von Gebäuden in der Schutzzone und im Denkmalschutz getroffen. In solchen Fällen sind die Möglichkeiten zur Reduzierung des Wärmebedarfs begrenzt und realistischerweise gering. Zum anderen wurde dies auch deshalb vernachlässigt, weil in Szenarien mit einer geringeren Anschlussquote davon ausgegangen wird, dass die Steigerung der Anschlüsse im Laufe der Zeit erfolgen wird.

Diese Entscheidung basiert auf der Annahme, dass in den betroffenen Gebieten die baulichen Einschränkungen und Erhaltungsanforderungen eine erhebliche Reduktion der Wärmenachfrage erschweren. Gleichzeitig wird davon ausgegangen, dass die Anschlussquote in Szenarien mit geringerer Anschlussquote zunächst niedriger ist, sich aber im Verlauf des Projekts steigern wird.

## 4.4. Potential für erneuerbare Energieträger

Die folgenden erneuerbaren Energiepotentiale wurden überprüft:

- Grundwasser
- Abwasserwärme
- Betrieblicher Abwärme
- Solarpotenzial: Solarthermie und PV
- Erdsonden
- Biomasse
- Luft

Die Potentiale für Grundwasser, Erdsonden, betriebliche Abwärme, Abwasserwärme, Solarnutzung wurden mittels Daten des Stadtplan Wien analysiert. Bei Biomasse wurden die Anforderungen an den Emissionsschutz der Stadt Wien geprüft. Bei Luft-Wasser-Wärmepumpen spielt zum einen die Lärmemissionen der Außengeräte im Vergleich zur aktuellen Lärmsituation in der Umgebung eine Rolle, zum anderen ist die Anbringung am Gebäude aufgrund der Schutzzone und Gebäude im Denkmalschutz eingeschränkt.

## 4.5. Struktur des Urbanen Informationsmodells

Sämtliche erhobenen Daten, von der Datenerhebung vor Ort, den öffentlich verfügbaren Gebäudedaten, der Wärmenachfrage und den Potentialen für erneuerbare Energieträger wurden in eine Datenbank der Software QGIS ('QGIS' 2023) eingetragen. So können die Daten räumlich visualisiert dargestellt und analysiert werden. Als Grundlage der räumlichen Visualisierung wurde das Baukörpermodell genutzt, welchem die erhobenen Daten dem jeweiligen Objekt zugeordnet wurden.

Die Dokumentation der Daten in QGIS besteht aus Daten in folgender Struktur:

- Frei verfügbare Daten
  - Open Government Data
  - Kennwerte der SIA
  - Kennwerte der TABULA
- Im Kahlenbergedorf erhobene Daten
  - Daten der Fragebögen
  - Daten der Begehung
  - Daten der Befragung
- Energieraumanalyse
  - Aus den räumlichen Daten berechnete Werte
  - Mit Kennwerten berechnete Werte
  - Ergebnisse aus Gebäudesimulationen

## 4.6. PV in der Schutzzone

Eine Vielzahl der Gebäude im Zentrum des Kahlenbergerdorfes stehen in der Schutzzone der Stadt Wien ('Schutzzone Wien' 3023). Somit ist das Anbringen von PV-Modulen auf den Dächern dieser Gebäude nur sehr eingeschränkt möglich.

Neben den Anforderungen der Schutzzone stehen viele Gebäude auch unter Denkmalschutz. Das Bundesdenkmalamt hat im März 2023 ein neues Informationsblatt zu Photovoltaik und Denkmalschutz veröffentlicht ('Photovoltaik und Denkmalschutz' 2023). Darin sind Anforderungen enthalten, wie es möglich ist, PV-Anlagen zu installieren bei denkmalgeschützten Gebäuden.

Um dieses Informationsblatt greifbarer zu machen, ließen wir zwei PV-Konzepte für getrennte Gebäude entwerfen.

- Gebäude 1, St.-Georg-Platz 1: Einfamilienhaus, PV am Satteldach, vom Vorplatz der Kirche aus einsehbar
- Gebäude 2, Zwillinggasse 1: Mehrfamilienhaus, PV am Flachdach, von öffentlichen Flächen nicht einsehbar

Diese Konzepte wurden dann von Seiten der MA19 der Stadt Wien und dem Bundesdenkmalamt geprüft.

## 4.7. Entwicklung von Lösungsoptionen für eine gemeinschaftliche Wärmeversorgung

### 4.7.1. Eingrenzung lokales Wärmenetz

Nach der Datenerhebung und der ersten Auswertung der Wärmenachfrage wurde das Areal mit Potential für ein lokales Wärmenetz stark eingegrenzt. Das Areal wird abgegrenzt durch die Schienen/die Bundesstraße, den Leopoldsberg bzw. die Weingärten am Rande des Dorfsentrums und in Richtung Innenstadt Wien bei der Liegenschaft von Wiener Wohnen. In diesem Abschnitt könnten auch noch weitere Gebäude einbezogen werden, wenn das Interesse vorliegt.

Das Areal entlang der Straße Jungherrnsteig wird nicht als Potential für ein lokales Wärmenetz gesehen, da hier die längenbezogene Wärmedichte deutlich abnimmt und eine wirtschaftliche Betriebsführung nicht gegeben ist.

Die Wärmenachfrage im Dorf und eine mögliche Lage der Leitungen eines Wärmenetzes wurden gegenübergestellt und die längenbezogene Wärmedichte, bezogen auf das Wärmenetz berechnet. Hier konnte festgestellt werden, dass ausreichend Wärmenachfrage vorliegt, um ein Wärmenetz zu errichten.

Auf Basis dieser ersten Analyse wurde verschiedenen Szenarien für die Wärmeversorgung und die Temperaturniveaus der Leitungen des Wärmenetzes entwickelt. Ausgangspunkte sind zum einen Biomasse-Nahwärmenetzwerke mit hohen Vorlauftemperaturen, die es in Österreich schon vielfach gibt, und Anergienetze mit niedrigen Vorlauftemperaturen, die bereits vereinzelt (vorwiegend im Neubau) umgesetzt wurden. Neben diesen Szenarien wurden noch zwei weitere Varianten mit kalt/warmen Netzen entwickelt. Neben diesen 4 Szenarien für eine alternative Wärmeversorgung

wurde noch ein Business-As-Usual Szenario entwickelt. In diesem Szenario werden vorerst keine Maßnahmen zur Dekarbonisierung umgesetzt und Gas-Kessel wie bisher durch neue Kessel ersetzt.

Neben den technischen Szenarien wurden mit den Mitgliedern des Klimadörfles überlegt, welche Orte geeignet sein könnten, um eine Wärmezentrale für das Dorf unterzubringen.

#### **4.7.2. Elemente der Wärmeversorgung**

Neben den zentralen Elementen der Wärmeversorgung wie Wärmepumpe, Warmwasserspeicher und Wärmeabgabeflächen, wurden auch verschiedene Optionen der lokalen Energieressourcen für die Nutzung als Quelle für die Wärmepumpen oder zur Regeneration eines Erdwärmespeichers geprüft.

##### **Erdsonden**

Erdsonden können ein wesentlicher Bestandteil eines Wärmeversorgungskonzeptes für das Kahlenbergerdorf sein. Bei der Variante eines gemeinsamen Wärmenetzes muss daher auch ausreichend Platz verfügbar sein, um diese Erdsonden umsetzen zu können.

Als zentraler Ort für die Anordnung von Erdsonden gilt der Pfarrgarten. Der Pfarrgarten ist eine zentrale Fläche im Zentrum des Kahlenbergerdorfes und kann gut mit Bohrgeräten befahren werden. Die Mitglieder des Klimadörfles haben auch schon beim Pfarrmoderator im Kahlenbergerdorf angefragt über die Nutzung dieser Fläche für Erdsonden. Dabei hat es positive Signale gegeben.

Um zu prüfen, wie viele Sonden für die Wärmeversorgung notwendig sind, wurde das AIT mit einer Erdsondensimulation beauftragt. Ausgangsbasis waren die stündlichen Werte der Wärmenachfrage der einzelnen Gebäudetypologien. Zusätzlich wurden auch noch Szenarien für die Anschlussdichte der Gebäude angenommen. Für diese Wärmenachfrage wurden dann für verschiedene Mengen der thermischen Regeneration die Anzahl der Erdsonden samt Abstand untereinander mit der Software Earth Energy Designer (EED) ('Earth Energy Designer' 2023) ermittelt.

Um den Wärmeertrag aus dem Erdreich besser berechnen zu können, soll ein Thermal Response Test durchgeführt werden.

##### **Solarnutzung über Kollektoren**

Neben der Prüfung von möglichen PV-Flächen auf Gebäuden im Kahlenbergerdorf, die sich in der Schutzzone befinden, wurden auch thermische Solaranlagen und PVT-Kollektoren geprüft, um eine ausreichende Wärmemenge für die thermische Regeneration der Erdsonden zu erhalten. Dafür wurde die Liegenschaft der Flamingo Marina, gegenüber der Bahnstrecke und Bundesstraße, direkt an der Donau als möglicher Platz für Solarthermie ausgewählt. Der Vorteil dieser Liegenschaft: große Dachflächen, Flachdächer und keine Anforderungen der Schutzzone der Gemeinde Wien. Nachteil dieser Gebäude: Eigentum der Liegenschaft ist die Via Donau, die Flamingo Marina wird nur verpachtet, der Eigentümer muss auch zustimmen, und der Zustand des Gebäudes ist renovierungsbedürftig.

Unabhängig von den Randbedingungen wurden Wärmepotentiale von PVT-Kollektoren für die Fläche des Lokales Flamingo Marina und des benachbarten Gebäudes des Hafens ermittelt.

## **Asphaltkollektoren**

Eine weitere Möglichkeit zur thermischen Regeneration der Erdsonden sind Asphaltkollektoren. Durch die Unterstützung des AIT im Bereich der Auslegung der Erdsonden wurde das Projektteam auch über die ersten Erkenntnisse des Demonstrationsobjektes Käthe-Dorsch-Gasse ('100% erneuerbare Wärme- und Kälteversorgung im sozialen Wohnbau - das Demonstrationsprojekt Käthe-Dorsch-Gasse' 2023) informiert. Auf Basis dieser Informationen wurde Kontakt mit einem Unternehmen für die Errichtung eines Asphaltkollektors aufgenommen. Die Marke Power Road des Unternehmens Vinci Construction ('Power Road' 2023) hat bereits in mehreren Ländern Asphaltkollektoren errichtet. Durch den direkten Kontakt mit diesem Unternehmen konnten Experten von Power Road grundlegende Informationen und eine erste Auslegung eines Asphaltkollektors im Bereich des Parkplatzes der Flamingo Marina übermitteln.

## **Grundwasser-Brunnen**

Bei Grundwasser-Brunnen wurde keine detaillierte Analyse durchgeführt. Aufgrund der Lage des Kahlenbergerdorfs in der Nähe der Donau ist die Nutzung des Grundwassers naheliegend. Die Daten der Energiepotentiale aus dem Stadtplan Wien ergeben, dass im Bereich der Straße bzw. der Gleise, die zwischen dem Zentrum des Kahlenbergerdorfes und der Donau liegt, die Grenze für eine gute Nutzung des Grundwassers ist. Ob das nun genau im Bereich der Infrastrukturbauten für Straße oder Schiene ist oder ob eine gute Grundwassernutzung noch bis in den Pfarrgarten reicht, müsste ein Pumpversuch ergeben. Dieser Pumpversuch wurde nicht durchgeführt.

Bei der Erhebung von naheliegenden Brunnen wurde entdeckt, dass in der Nähe des Pfarrgarten ein privater Brunnen eingezeichnet ist. Zu diesem konnte bei Projektabschluss noch kein Kontakt aufgenommen werden und somit konnte die Eignung des Grundwassers nicht näher analysiert werden.

### **4.7.3. Auslegung der Komponenten**

Die Auslegung der Wärmepumpe erfolgte über dynamische Simulation der Heizlast mittels IDA ICE ('IDA ICE' 2023). Dabei wurden für die verschiedenen Gebäudetypologien Zonen definiert, die die thermischen Charakteristika und die Fensterflächen der Gebäudehülle der einzelnen Typologien entsprechen. Mit diesen Modellen wurden Stundenwerte für den Jahresverlauf der Wärmenachfrage simuliert. Die maximale Leistung, die daraus hervorgeht, wurde für die Dimensionierung der Wärmepumpe angesetzt. Dabei wurde auch ausschließlich der Wärmebedarf für die Raumheizung berücksichtigt. Der Leistungsbedarf für Warmwasser wird einerseits mittels Vorrangschaltung in Kombination mit der Raumheizung und andererseits über dezentrale Wärmespeicher mit Elektropatrone bereitgestellt. Durch die Simulation der Heizleistung und die Vernachlässigung des Leistungsbedarfs für Warmwasser soll eine Überdimensionierung der Wärmepumpe vermieden werden.

Die Dimensionierung der Größe des Warmwasserspeichers in den Wohnungen wurde auf Basis des Platzbedarfs für den Speicher ermittelt. Der Warmwasserspeicher in der Wohnung soll den Platz der bestehenden Gas-Therme einnehmen und soll daher auch nicht größer sein, um allfällige Umbauaufwände vermeiden zu können. Daher wurden Warmwasserspeicher mit einem Volumen von 80 und 120 l als geeignet angesetzt.

Die Leitungslängen im Wärmenetz und in die Gebäude wurden mittels Abmessungen im Stadtplan und über Abschätzungen der Längen mit den Erfahrungen aus der Besichtigung außen und innen ermittelt.

#### 4.7.4. Ökonomische Bewertung

Für die ökonomische Bewertung wurden Kostendaten für Investition und Betrieb der Wärmeversorgung ermittelt. Die Investitionskosten der Anlagen im Gebäude basieren auf Daten des BKI 2023 (*BKI Baukosten Positionen Altbau 202 2023*). Die Kosten für Erdsonden und Brunnen sowie für die Leitungsverlegung basieren auf Erfahrungswerte und Experteneinschätzungen. Gerade für die Kosten für das Verlegen des Wärmenetzes im Zentrum vom Kahlenbergdorf wurde auf eine Experteneinschätzung zurückgegriffen. Aufgrund der Enge der Verhältnisse in den Straßen, der Fahrbahnoberfläche (tw. mit Pflastersteinen) und der mangelnden Möglichkeit der unterirdischen Anbindung an die Keller erhöht die Kosten für das Wärmenetz enorm. Im Vergleich zur Verlegung in der grünen Wiese muss das 4 – 8 fache der Kosten angenommen werden.

Die Betriebskosten setzen sich aus den Kosten für die Energie sowie aus Wartungs- und Instandsetzungskosten zusammen. Die Energiekosten wurden auf der Basis der Wärmenachfrage und der jeweiligen Konzepte für die Wärmebereitstellung ermittelt. Die Wartungs- und Instandsetzungskosten basieren auf Kennwerte der VDI 2067 ('VDI 2067 Blatt 1: Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen - Grundlagen und Kostenberechnung' 2012). Diese Kennwerte sind Prozentsätze der Investitionskosten.

Mit den Kostendaten wurde eine Lebenszykluskostenberechnung durchgeführt. Es wurden folgende Kostenparameter verwendet:

- Allgemein:
  - Kostenstand: April 2023
  - Vorsteuerabzug: Ja
  - Kalkulationszinssatz: 3,0%
  - Betrachtungszeitraum: 30 Jahre
  - Restwertbetrachtung: Nein
- Preissteigerung:
  - Investitionskosten: 2,0%
  - Verbrauchskosten: 3,5%
  - Betriebskosten: 2,0%

Die Lebenszykluskostenberechnung erfolgte für vier Varianten der Wärmeversorgung.

#### 4.8. Methodik der Modellierung zur Optimierung der Wärmeversorgung

Die Zahl der möglichen Wärmeversorgungslösungen in Quartieren ist groß, doch welche ist für das Kahlenbergdorf optimal? Da es sich um ein Pilotprojekt mit speziellen und herausfordernden Rahmenbedingungen handelt, wollten wir uns nicht allein auf Erfahrungswerte bzw. Literatur stützen. Da im Rahmen der Dekarbonisierung größere Investitionen anstehen, erfordert die Verantwortung gegenüber den Beteiligten, eine optimale Lösung in einem computerbasierten Modell zu suchen.

Ausgangspunkt war das Konzept einer kommunalen Lösung mit Nahwärmenetz und saisonaler Erdwärmespeicherung. Dabei soll ein ökologischer und ökonomischer Vergleich zwischen dieser kommunalen Lösung und dem fortgesetzten Heizen mit Erdgas erfolgen. Als dritte Option soll daneben auch die Umstellung auf Wärmepumpen in einzelnen Gebäuden und Gebäudegruppen verglichen werden.

Da unklar ist, wie der saisonale Erdwärmespeicher zu dimensionieren ist, welche (Mischung von) Regenerationswärmequellen für den saisonalen Erdwärmespeicher herangezogen werden sollen und welche Dimensionierung und mittlere Temperatur für den saisonalen Erdwärmespeicher optimal ist, sollen diese Optimierungen der kommunalen Lösung im Modell in einem ersten Schritt vorangestellt werden.

#### 4.8.1. Allgemeines

##### Szenario für den Wärmebedarf

Beim Wärmebedarf wurde auf die beschriebene Methode in Abschnitt 4.3 zurückgegriffen. Bei der Anschlussquote wurde die mittlere Beteiligung von 75% der im Netzbereich befindlichen Häuser angenommen.

Davon wurde im Modell die jeweils errechnete elektrische Leistung in die dezentralen Wärmepumpen abgezogen, um die an die Häuser zu liefernde Wärmemenge zu berechnen.

Die Heizgradtage wurden an Tagen mit einer Tagesmitteltemperatur unter 15°C aus der Differenz der Sollraumtemperatur von 20°C und der Außenlufttemperatur berechnet. Der aktuelle Heizwärmebedarf wurde dann aus den *Heizgradtagen \* Jahres-HWB/Jahressumme der Heizgradtage* berechnet.

##### Heizkennlinien der angeschlossenen Häuser

Die Beziehung zwischen Vorlauftemperatur und Netzstrombedarf für die Wärmepumpen ist nicht linear. Daher wurden die angeschlossenen Häuser nach der Auslegungsvorlauftemperatur in drei Terzilen (mit jeweils gleich großem Jahresheizwärmebedarf) eingeteilt. Die Formel zur Berechnung der Vorlauftemperatur aus der Heizkennlinie ist  $T_{VL} = T_{Vorgabe} + S * (T_{Vorgabe} - T_{Luft})^k + N$ . Entsprechend wurden die Parameter der Heizkennlinien für diese Terzilen gewählt (siehe Tabelle 1):

Tabelle 1: Heizkennlinien und Vorlauftemperaturen in den Häusern

Heizkennlinien und Vorlauftemperaturen in den Häusern			
	T VL (°C) Terzil 1	T VL (°C) Terzil 2	T VL (°C) Terzil 3
$T_{VL} \text{ calc bei } -7^\circ\text{C Au\ss} \text{entemperatur}$	47	54	61
S (Neigung der Heizkurve)	0,92	1,4	1,68
N (Niveau)	0	0	0
k (Exponent)	1	0,95	0,95

##### Dezentrale Wärmepumpen für die kommunale und individuelle Lösung

Für die dezentralen Wärmepumpen wurde eine Kennlinie für Wasser-Wasser-Wärmepumpe ausgewählt, die von der energie.ch ('Energie.Ch' 2023) als marktführend bezeichnet wurde:

$COP = 0,0004 * \Delta T - 0,142 * \Delta T^2 + 9$ . Für die dezentralen Wärmepumpen wurde eine Kennlinie für Wasser-Wasser-Wärmepumpe ausgewählt, die von der energie.ch ('Wärmepumpe' 2020) als marktführend bezeichnet wurde:

$$COP = 0,0004 * \Delta T - 0,142 * \Delta T^2 + 9.$$

### Warmwasserversorgung

Für die Warmwasserversorgung wird ein Bedarf von 0,4 GWh/a und als Temperaturniveau  $T_{WW}$  50°C angesetzt. Die benötigte Wärmeleistung wird als konstant mit 45 kW modelliert. Es wird von Wärmepumpen für die Warmwasserversorgung ausgegangen. Der COP wird aus der Temperaturdifferenz zwischen  $T_{WW} - T_{NW}$  für die kommunale Lösung und  $T_{WW} - T_{Sole}$  für die individuelle Lösung berechnet. Bei der Erdgaslösung ist die Warmwasserversorgung im Gesamtwärmebedarf von 1,6 GWh inkludiert.

### CO<sub>2</sub>-Emissionen

Beim Heizen mit Erdgas wird von CO<sub>2</sub> Emissionen von 0,238 kg CO<sub>2</sub>-Emissionen /kWh gerechnet ('What Is an Emission Factor?' 2023).

Die marginale Quelle von Strom im Winter ist weitgehend ein Erdgaskraftwerk. Dies hat einen Emissionsanteil von ca. 450 g/kWh. Um die Jahreszeitabhängigkeit des Anteils erneuerbarer und fossiler marginaler Energiequellen in Österreich zu berücksichtigen, wurde im Modell für die jahreszeitabhängige Emission eine Sinuskurve verwendet mit einem Maximum zur Wintersonnenwende (2025 450 g/kWh) und einem Minimum von 0 g/kWh zur Sommersonnenwende.

Der Plan der Bundesregierung die Stromversorgung bis 2040 100% erneuerbar zu gestalten ('Wiener Klimafahrplan' 2022) wurde berücksichtigt indem zwischen 2025 und 2040 das Winter-Maximum von 450 g/kWh linear auf 0 g/kWh reduziert wurde und danach bei 0 verharrt. Dies ergibt als Mittelwert für 25 Jahre ein Wintermaximum von 135 g/kWh.

### **Erdwärmesonden für die kommunale und individuelle Lösung**

Annahmen zur Beschaffenheit des Erdreichs im Bereich der Bohrungen (siehe Tabelle 2) wurden u.a. dem Erdwärmepotenzialkataster der Stadt Wien entnommen ('Wien Umweltgut' 2023):

Tabelle 2: Charakteristika für das Erdreich (Quelle: Erdwärmepotenzialkataster der Stadt Wien)

Parameter	Annahme	Einheit
Wärmeleitfähigkeit	2,1	(W/K/m)
Wärmekapazität	940	(J/K/kg)
Dichte	2.600	(kg/m <sup>3</sup> )
Volumetrische Wärmekapazität	2,44	(MJ/K/m <sup>3</sup> )

## **4.8.2. Gemeinschaftliche Wärmeversorgung mit Nahwärmenetz und saisonaler Erdwärmespeicherung**

### **Saisonaler Erdwärmespeicher**

Die Erdwärmesonden werden mit Doppel U-Rohren ausgeführt und die Bohrlöcher bilden untereinander gleichschenklige Dreiecke. Das lokale Speicherelement um jedes Bohrloch ist somit sechseckig. Für die Modellierung wurde ein homogener Untergrund und eine Homogenität der aneinandergrenzenden Speicherelemente angenommen. Damit gibt es keinen Wärmefluss an den Außengrenzen der einzelnen Speicherelemente. Damit können die Speicherelemente aufeinandergestapelt gedacht werden, sodass die resultierende Höhe der gesamten Bohrlochlänge aller Bohrungen entspricht. Für die Modellierung werden die Säulen mit sechseckiger Grundfläche in Zylinder gleicher Höhe und Volumens verformt. Der resultierende Zylinder hat einen Durchmesser, der den Bohrlochabstand etwas übertrifft. Er wird in 10 Schichten vom Rand des Bohrlochs bis zur Außenwand des Speicherelements eingeteilt. Für jede Schicht wird aus Volumen und volumetrischer Wärmekapazität die Wärmekapazität berechnet.

Der Wärmefluss zwischen den benachbarten Schichten bzw. der Sole und der ersten Schicht wird berechnet aus der Temperaturdifferenz geteilt durch thermischen Widerstand. Gleichzeitig ist der steady-state Wärmefluss von den Rändern des saisonalen Erdwärmespeichers (Seitenwände, Oberfläche und Boden) in die Umgebung zu berücksichtigen. Vereinfachend wird der gesamte saisonale Erdwärmespeicher als zylindrisch geformt gedacht. Zur Ermittlung des langfristigen horizontalen Wärmeflusses in die natürliche Umgebung im Erdreich wird der thermische Widerstand vom Rand des Speichers bis auf einen Radius von 100 m berechnet.

Der Wärmeverlust an der Oberfläche wird aus der Temperaturdifferenz zwischen mittlerer Speichertemperatur und Lufttemperatur und der Wärmeleitfähigkeit der zuunterst liegenden Sandschicht, einer optionalen Isolierschicht (Glasschaumkugeln) und des Erdreichs an der Oberfläche berechnet. Der geringe Wärmeverlust am Boden des saisonalen Speichers ergibt sich aus einer Vereinfachung, die am Boden des Speichers eine Halbkugel mit homogener Temperatur (=Oberflächentemperatur s.o.) denkt. Der Widerstand der Kugeloberfläche zu einer für den steady-state verwendeten Kugel mit 100 m Radius wird durch Integralbildung über den Radius berechnet.

Die Bohrlochtiefe (bis max. 200 m), der Bohrlochabstand und die Gesamtbohrlochlänge bzw. Zahl der Bohrlöcher und die Höhe der Isolierschicht wurde im Rahmen der Modellierung optimiert.

### **Wärmequellen für die Regeneration**

Im Modell wurden Asphaltkollektoren, Luftwärmepumpen hoher Leistung und Solarthermie in Form von PVT-Kollektoren berücksichtigt. Zudem wurde die Option zur Gewinnung von Regenerationswärme aus der Raumkühlung über das Nahwärmenetz inkludiert.

#### Asphaltkollektoren

Für diese wurde im Bereich des Yachthafens Kuchelau auf den PKW-Parkplätzen und dem nördlichen Teil des Bootsparkplatzes ein Areal von bis zu 2100 m<sup>2</sup> identifiziert. Die Daten für die Ertragsrechnung wurden von EUROVIA Services GmbH für ihr System Power Road ('Power Road' 2023) für das Jahr 2021 für die Eintrittstemperaturen 5, 10, 15, 20, 25, 30°C berechnet und für den Standort Wien freundlicherweise zur Verfügung gestellt. Optionen für die Aufstellung sind in Abbildung 11 dargestellt.



Abbildung 11: möglicher Platz für Asphaltkollektoren (Quelle: Google Maps, eigene Bearbeitung)

### Luftwärmepumpe

Für die Luftwärmepumpe hoher Leistung wurden die Daten der IDM Terra AL 60 max. ('AL Twin/Max Luftwärmepumpe' 2023) aus dem Datenblatt entnommen und COP als Funktion Temperaturdifferenz approximiert. Hierzu wurde die Angaben für eine Vorlauftemperatur von 35°C herangezogen. Die Luftwärmepumpe wird im Sommer bei hoher Außenlufttemperatur bei negativen Temperaturdifferenzen, letztlich als Luftwärmetauscher betrieben. Für den Betrieb des Propellers und der Kompressionspumpe, bei weit geöffnetem elektronisch geregeltem Expansionsventil, ist elektrische Leistung nötig. Hierfür liegen keine publizierten Daten vor und es wurde die regredierte Funktion für die Berechnung des COP in diesen Bereich extrapoliert, wobei hohe COP-Werte (ca. 8) entstehen.

Als Aufstellungsort wird an die Grenzmauer am Ostrand des Pfarrgartens gedacht, sodass auf dem Asphalt der mehrspurigen Heiligenstädterstrasse erwärmte Luft angesaugt werden kann (siehe Abbildung 12).



Abbildung 12: mögliche Aufstellflächen für Außengeräte von Luft-Wasser-Wärmepumpen  
(Quelle: google maps; eigene Darstellung)

### Solarthermie

Da technisch geeignete (Verschattung durch den Nussberg und andere Gebäude) und legale (Schutzzone, Denkmalschutz, Landschaftsschutz) Aufstellflächen im Kahlenbergerdorf knapp sind, wurde für PVT optiert, die Photovoltaik mit Solarthermie kombiniert. Optionen für die Aufstellung sind in Tabelle 3 dargestellt.

Tabelle 3: Optionen für die Aufstellung von PVT-Kollektoren

Option	Fläche (m <sup>2</sup> )	Kommentar
Dächer Flamingo Marina und Hafenmeisterei Yachthafens Kuchelau	410	Interesse seitens der Pächter bekundet. Flachdach.
Freifläche Brache nordwestlich der Kirche	1172	Agro-PV, Besitz Stift KN, Landschaftsschutzgebiet

Da die Regeneration der Erdwärme im saisonalen Erdwärmespeicher im Sommer bei niedrigen Temperaturen in der Nähe der Lufttemperatur oder sogar darunter erfolgt, verbessert sich die PV-Effizienz durch die im Rahmen der thermischen Nutzung ergebende Kühlung.

### **Temperaturniveaus der Wärmequellen**

Da die Wärmeleistung von allen regenerierenden Wärmequellen mit sinkender Austrittstemperatur steigt, muss die Temperatur optimiert werden:

- Außerhalb der Heizperiode wird das Temperaturniveau am Ausgang der regenerierenden Wärmequelle auf das Temperaturniveau der Sole im saisonalen Erdwärmespeicher gesetzt.

- Regenerierende Wärmequellen werden während der Heizperiode auch zur direkten Wärmequelle für die Heizung durch die dezentralen Wärmepumpen.

Genügen regenerative Wärmequellen während der Heizperiode für die Bereitstellung der Wärmeleistung in das Nahwärmenetz, so wird eine Temperatur am Ausgang gewählt, die der aktuellen Vorlauftemperatur im ungünstigsten Terzil der Häuser, minus einer Temperaturdifferenz entspricht. Diese Temperaturdifferenz, die die dezentralen Wärmepumpen in diesen Häusern noch mit vertretbarem COP leisten können, wird im Modell später optimiert.

Können die Wärmequellen die gesamte benötigte Wärmeleistung nicht liefern, so ist eine Kombination mit Wärme aus etwaigen anderen regenerativen Wärmequellen und falls dies nicht genügt, mit Wärme aus dem saisonalen Erdwärmespeicher erforderlich. Gäbe es dabei signifikante Unterschiede im Temperaturniveau zwischen den kombinierenden Wärmequellen, so käme es zu einer Exergie- und Energieverschwendung. Daher müssen die Temperaturniveaus der Wärmequellen aneinander angepasst werden. Ist dies zu einem Zeitpunkt nicht möglich, so muss die Nutzung der regenerierenden Wärmequelle pausiert werden. In der Regel führt dies dazu, dass die Temperatur am Ausgang der regenerierenden Wärmequelle an die Soletemperatur des saisonalen Erdwärmespeichers angeglichen wird.

Ein zentraler diurnaler Pufferspeicher, ausgeführt als TTES (tank thermal energy storage), wird zur effektiveren, verlustärmeren Einspeicherung in den saisonalen Erdwärmespeicher vorgesehen, wenn die intermittierende PVT als hauptsächliche Regenerationswärmequelle dient.

#### **4.8.3. Umstellung auf Wärmepumpen in individuellen Häusern oder kleinen Clustern**

Zur Modellierung der Eigenschaften einer einzelnen Erdwärmesonde wurde das umgebende Erdreich bis zum Radius von 12 m, in 7 ineinander geschachtelte Schichten eingeteilt. Die Wärmekapazität derselben und der thermische Widerstand zwischen den Schichten, wurde wie im kommunalen Modell beschrieben berechnet. Schließlich wurde auch der Widerstand zwischen der äußersten Schicht und im Radius der Umgebung mit natürlicher Erdtemperatur im Radius von 20 m berechnet, aus der eine regenerierender Wärmefluss erfolgt. Der Widerstand zwischen der Sole und der innersten umgebenden Erdschicht, wurde wie im kommunalen Modell berechnet.

Für das individuelle Modell wurde eine passive Kühlung mit 50% des Potenzials angenommen, die an Hitzetagen als regenerierende Wärme über die Sole ins Erdreich fließt.

#### **Interaktionen zwischen Erdwärmesonden in einem Quartier bei der individuellen Lösung**

Bei der individuellen Lösung bilden die Erdwärmesonden insbesondere im historischen Ortskern ein Netz von ca. 37 Erdwärmesonden mit einem Durchmesser von ca. 120 m und Bohrlochabständen von ca. 20 m auf eine Bohrtiefe von bis zu 200 m. In diesem Bereich würden dem Erdreich ohne Regeneration 740 MWh/a Wärmeenergie entzogen. Auch eine passive Kühlung im Sommer kann maximal 15% des Wärmeentzugs regenerieren. Nach der Modellierung von Fasci 2019 (Fasci ML, Lazzarotto A, Acuna J, Claesson J 2019) könnte dies nach 60 Jahren im Zentrum des Quartiers zu einer Temperatursenkung im Untergrund von ca.  $-9,5^{\circ}\text{C}$  führen. Dies würde die Wärmegewinnung per geothermische Wärmepumpen dort, insbesondere in Häusern mit höherer Vorlauftemperatur, nicht nur ineffektiver machen, sondern gefährden.

Es gibt zwei Möglichkeiten dem im Ortskern zu begegnen:

1. Reduktion des Wärmeentzugs im Untergrund, um mindestens 60% durch Dämmen, Wohnraumkühlung, Solarthermie/PVT, oberflächliche Erdwärmekollektoren (Ringgrabenkollektoren, Flächenkollektoren) und/oder Luftwärmepumpen regenerieren zu können.
2. Versorgung des Clusters Wiegandgasse/Bloschgasse aus einem Erdwärmesondenfeld (ca. 16 Sonden) z.B. im Pfarrgarten, das entweder durch PVT im Yachthafen oder durch Luftwärmepumpen auf natürlichem Temperaturniveau regeneriert werden könnte.

Im neueren südlichen Teil des Kahlenbergerdorfs wird es in geringerem Maße ebenfalls zur Interaktion mit geringeren Temperaturverlusten kommen.

Diese Interaktionseffekte führen in Summe zu höheren Investitionskosten und/oder schlechterem Wirkungsgrad mit höheren Stromkosten und höherer CO<sub>2</sub>-Produktion per Netzstrom.

Diese komplexe Optimierung wurde noch nicht im Detail modelliert. Um den Interaktionseffekt dennoch zu berücksichtigen, wurde von einer durchschnittlichen Temperaturabsenkung von 3K im umgebenden Erdreich bei der individuellen Lösung ausgegangen.

#### **4.8.4. Limitationen des Berechnungsmodells**

##### **Heizen mit biogenen Brennstoffen**

Die Möglichkeit im kommunalen Modell entweder ausschließlich oder hybrid die Wärmepumpen ergänzend, mit Biomasse (z.B. Hackschnitzel oder Abfällen aus dem Weinbau) zu heizen, wurde nicht berücksichtigt. Entsprechend wurde auch die Option einer Kraft-Wärmekopplung mit Biomasse nicht exploriert.

##### **Grundwasser-Wärmepumpen**

Die Grundwasser-Wärmepumpen könnten einen Teil der Wärmeleistung auf einem attraktiven Temperaturniveau zur Verfügung stellen. Das weitgehend jahreszeitunabhängige, fixe Temperaturniveau kann nicht geregelt werden. Es würde von den übrigen Wärmequellen abweichen (z.B. Luftwärme, saisonaler Erdwärmespeicher) und eine zeitliche Taktung wäre ineffizient. Das führt jedenfalls zu Komplexitäten bei Hydraulik und Regelungsalgorithmen. Eine einfache Lösung wäre es, eine günstig gelegene Gruppe von Häusern ausschließlich mit Grundwasserwärmepumpen zu versorgen und damit den Versorgungsbereich des Nahwärmenetzes zu verkleinern. Da es noch keine Messdaten hierzu gibt, wurde auf eine Berücksichtigung in diesem Stadium verzichtet.

##### **PVT-Paneele**

Unverglaste, nicht isolierte PVT-Paneele mit Fins, stellen Hybride von Solarthermie und Luftwärmetauschern dar. Sie können auch nachts als Wärmequelle dienen. In einem differenzierteren Modell könnten diese auf Häusern mit rechtlich und technisch geeigneten Dachflächen direkt als Wärmequelle für dezentrale Wärmepumpen dienen, um vor allem in der Übergangszeit den Jahresheizwärmebedarf zu senken. Damit könnte der saisonale Erdwärmespeicher und der Regenerationswärmebedarf reduziert werden. Dies wurde noch nicht modelliert. Wärmegewinne durch Kondensation und Ertragsverluste durch Schneebedeckung wurden ebenfalls vernachlässigt.

## **Saisonaler Erdwärmespeicher**

*Konvektive Verluste* im saisonalen Erdwärmespeicher durch Durchstrom von natürlichem Grundwasser sind angesichts der Nähe des Pfarrgartens zur Donau als Grundwasserbegleitstrom zu erwarten (vgl. Erdwärmepotentialkatasters Rubrik thermische Grundwassernutzung ('Wien Umweltgut' 2023)). Dieser wird aber durch die Einengung der Flussaue stromaufwärts durch den Leopoldsberg und stromabwärts durch den Nussberg, sowie den Druck von Bahnlinie und Heiligenstädterstrasse vermutlich begrenzt und dürfte auf oberflächliche Schichten beschränkt sein. Zudem wird der Verlust durch den geringen Temperaturunterschied zwischen Grundwasser (ca. 12°C) und mittlerer Speichertemperatur (ca. 20°C) limitiert. Mangels Daten wurde jedenfalls auf eine Modellierung verzichtet.

Besonders bei geringen Bohrlochabständen und in Bohrtiefen > 50 m ist mit erheblichen lateralen Abweichungen von der Senkrechten zu rechnen, die den Abstand zwischen den Bohrlöchern teils um ein Mehrfaches übertreffen kann. Dadurch wird das Muster der Speicherelemente verformt und etwas weniger effektiv als Speicher. Bei hoher Anzahl von Bohrlöchern werden beim Bohren zuvor gebohrte Erdwärmesonden durch Überschneidungen zufällig beschädigt. Diese müssen nach einer abschließenden Überprüfung stillgelegt werden und es ergeben sich höhere Bohrkosten. Diese Effekte blieben unberücksichtigt.

## **Nahwärmenetz**

Konduktive Verluste wurden angesichts der geringen Temperaturdifferenzen und angedachten Wärmedämmung nicht berücksichtigt.

## **Maßnahmen zur energetischen Sanierung inadäquat sanierter Altbauten**

Wärmedämmung in den Häusern zur Reduktion des Wärmebedarfs und zur Senkung der Vorlauftemperatur und eine gezielte Umstellung der Heizkörper zur Senkung der Vorlauftemperatur, sollte einer Installation von Wärmepumpen vorangehen. Solche Maßnahmen werden im Modell nur in Form der drei gegenüber dem Ist-Stand abgesenkten Heizkennlinien berücksichtigt. Die Reduktion des Gesamtwärmebedarfs bleibt dabei unberücksichtigt.

## **Nutzung von variablem Strompreis und Überschussstrom**

Im kommunalen Lösungsansatz besteht für die Wärmequellen zentrale Luftwärmepumpen und Asphaltkollektoren die Möglichkeit Zeiten mit Billigstrom, bei Überschüssen von erneuerbaren Stromquellen im österreichischen Stromnetz, zum kostengünstigen Betrieb zu nutzen. Dies kann mit dem aktuellen Modell noch nicht simuliert werden.

## **Förderanteil**

Das Erneuerbare-Wärme-Paket ('Erneuerbaren-Wärme-Paket: Förderung für Heizungstausch wird massiv erhöht' 2023) ist erst für Beginn 2024 geplant und lag bei der Modellierung noch nicht vor. Möglicherweise ist der geförderte Anteil nun deutlich höher (bis 75%). Unklar ist auch, ob alle Komponenten des kommunalen Modells auf dieser Höhe förderfähig wären.

#### 4.8.5. Programmierertools

Die primäre Modellierung erfolgte in Microsoft Excel. Dafür wurde für ein Jahr alle 2 Stunden eine Zeile vorgesehen. Die Daten am Jahresende werden wieder an den Jahresanfang rückgeführt, sodass ein endloser Kreislauf entsteht. Dabei mussten mehrere Zirkelschlüsse eliminiert werden und daher im Rahmen der Berechnung Iterationen per Makro erfolgen.

Die Optimierung einzelner Dimensionierungen und Annahmen (für Algorithmen, z.B. wann welche Wärmequelle wie und mit welcher Temperatur betrieben werden soll) erfolgt automatisiert per Makro, nachdem die zu optimierende Variable, sowie der Bereich und Schritthöhe angegeben werden.

Excel erwies sich dabei, als eine für diese Aufgabe nur bedingt geeignete Plattform. Das zentrale Arbeitsblatt ist mit 154 Spalten und 4384 Zeilen unübersichtlich und die Fehlersuche sehr umständlich. Mit einer Vielzahl von simulierten Szenarien konnten aber Plausibilitätsprüfungen durchgeführt und fast alle Fehler eliminiert werden. Schließlich wurde das gesamte Modell, von einem externen Experten (dem Physiker Mag. Harald Geyer) geprüft und danach weiter verbessert.

Eine Professionalisierung der Plattform durch Mag. Harald Geyer unter Verwendung von Python ist in Arbeit.

#### 4.8.6. Berechnung der Wärmekosten

##### Kostenermittlung für den Wärmepreis

Die Investitionskosten und Betriebskosten entsprechend Abschnitt 4.7.6 sowie bei einzelnen Recherchen im Internet. Bei Investitionen wurde eine Förderung von 33% der Investitionssumme angenommen.

Der Kreditzins wurde auf der Euribor-Prognose ('Euribor Rates' 2023) basiert (siehe Tabelle 4)

Tabelle 4: Kreditzinsen für die Wärmekosten

Kreditlaufzeit	Zins + Tilgung
20	8,22%
25	7,06%
30	6,70%

##### Kostenannahmen für die Variante Erdgas

Bei den Betriebskosten wurden neben den Wartungskosten, auch Überprüfungs- und Kehrgebühr für Schornsteine inkludiert und bei den Instandhaltungs- bzw. Ersatzbeschaffungskosten eine durchschnittliche Lebensdauer von 30 Jahre angenommen.

Bei den Energiekosten wurde auf langfristige Prognosen zurückgegriffen: Zunächst wurden Prognosen für alle inflationsbereinigten Komponenten des Erdgaspreises für Endkunden aufgestellt. übernommen. Zunächst wurden Prognosen für alle inflationsbereinigten Komponenten des Erdgaspreises für Endkunden aufgestellt. Beim CO<sub>2</sub>-Preis wurden die aktuellen gesetzlichen Festlegungen und ab 2026 ein Pfad nach Kahlkul 2023 ('CO<sub>2</sub>-Bepreisung zur Erreichung der

Klimaneutralität im Verkehrs- und Gebäudesektor: Investitionsanreize und Verteilungswirkungen' 2023) übernommen.

Die Netzgebühren werden steigen, weil die Zahl der Gasanschlüsse aufgrund der fortgesetzten Wärmewende rückläufig ist und sich die laufenden Kosten des Netzbetreibers auf weniger Kunden verteilen (siehe Abbildung 13).

Im Rahmen der Ukraine Krise sank sie bereits um 10%. Die steigenden Netzgebühren und der CO<sub>2</sub>-Preis werden die Kund\*innen ab einem gewissen Zeitpunkt aus ökonomischen Gründen zu einer beschleunigten Umstellung zwingen. Dies wurde hier nicht modelliert.

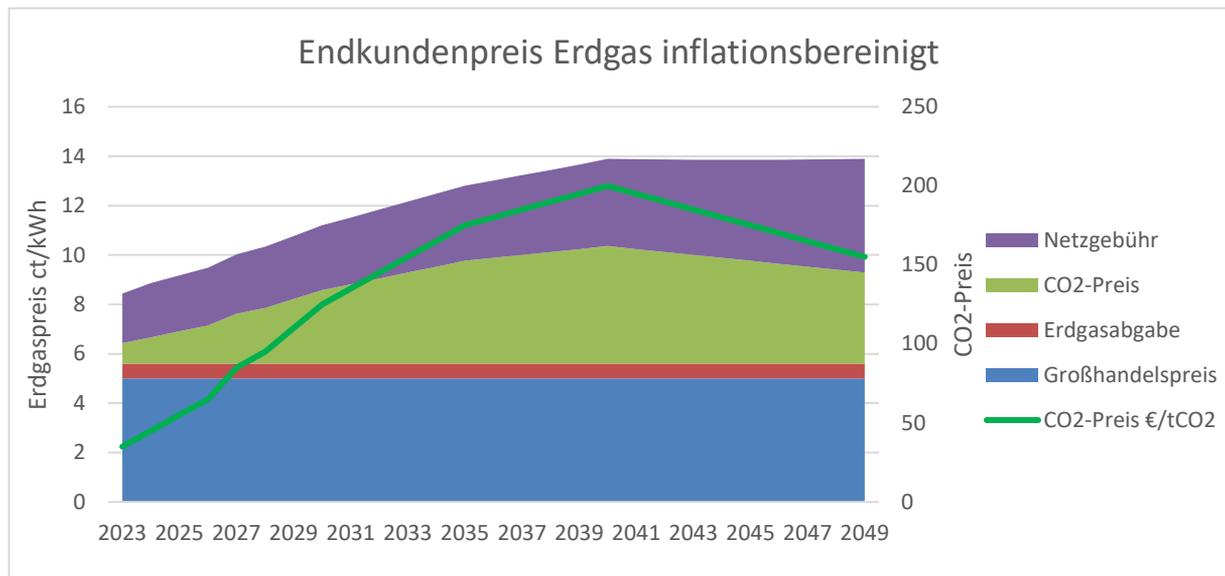


Abbildung 13: Endkundenpreis Erdgas Inflationsbereinigt (Quelle: eigene Darstellung)

Als Mittelwert ergibt sich daraus ein mittlerer Erdgaspreis von 12,6 ct/kWh mit folgenden Komponenten (siehe Tabelle 5):

Tabelle 5: Preiskomponenten des Erdgaspreises

Preiskomponente	Preis (€/kWh)
Großhandelspreis Erdgas	0,050
Netzgebühren	0,035
Erdgasabgabe	0,006
CO2-Preis/kWh	0,035
<b>Summe</b>	<b>0,126</b>

Als Wirkungsgrad der Wärmegenerierung mit Erdgas wurde 88,5% angesetzt, wodurch die Betriebskosten auf 14,1 ct/kWh Wärmeleistung ergeben.

#### 4.8.7. Sensitivitätsanalyse

Eine Reihe von Annahmen sind irrtumsbehaftete Prognosen, weshalb für einige herausragende eine Sensitivitätsanalyse in allen Permutationen durchgeführt wird:

1. Netzstrompreis 25 ct/kWh statt 20 ct/kWh
2. COP der dezentralen Wärmepumpen bei 0 K Temperaturdifferenz 8 statt 9 im kommunalen und individuellen Lösungsmodell
3. CO<sub>2</sub>-Preis Verlauf auf einem niedrigeren Niveau, mit einem mittleren CO<sub>2</sub>-Preis von 126 €/t (vgl. European Energy Exchange AG 2023 für ETS-I) statt 145 €/t für die kommenden 25 Jahre.
4. Vollendung der Dekarbonisierung des Strommixes in Österreich 2050 statt 2040 wie geplant.
5. Schließlich wird auch ein Szenario gerechnet mit ungünstigen Heizkennlinien bzw. Vorlauftemperaturen aufgrund unzureichender energetischer Sanierung (siehe Tabelle 6).

Tabelle 6: Szenario mit anderen Heizkennlinien und Vorlauftemperaturen

Heizkennlinien und Vorlauftemperaturen in den Häusern			
	T VL (°C) Terzil 1	T VL (°C) Terzil 2	T VL (°C) Terzil 3
<i>T<sub>vl</sub> calc (-7°C)</i>	47	59	68
S Neigung Heizkurve	0,92	1,6	2
N Niveau	0	0	0
k Exponent	1	0,95	0,95

## 4.9. Umsetzungsvorbereitung

### 4.9.1. Geschäftsmodell

Neben der technischen Realisierung ist ein Umsetzungskonzept in Hinblick auf Organisation, Finanzierung und Eigentum erforderlich. Um dieses Umsetzungsmodell aufzubauen, wurde der Prozessablauf, der bei einem Umbau der Wärmeversorgung entsteht, dokumentiert.

Folgende Tätigkeitsbereiche ergeben sich dadurch:

- **Koordination:**
  - o Organisation
  - o Networking
  - o Informationsaustausch
- **Thermische Sanierung (falls erforderlich):**
  - o Errichtung
  - o Instandsetzung
  - o Wartung
  - o Betrieb

- **Wärmeversorgung:**
  - o Errichtung
  - o Instandsetzung
  - o Wartung
  - o Betrieb
- **Netz + Hausanschluss:**
  - o Errichtung
  - o Instandsetzung
  - o Wartung
  - o Betrieb (inkl. Messung + Abrechnung)
- **Wohnungsseite:**
  - o Errichtung
  - o Wartung und Instandsetzung

Diese Tätigkeitsfelder wurden für das Klimadörfel hinsichtlich Organisation, Finanzierung und Eigentümerstruktur näher analysiert und definiert.

Ausgehend von der Entstehungssituation eines Wärmenetzes wurde die Tabelle 7 zur detaillierten Betrachtung der Aufgabenbereiche angewendet. Diese Matrixdarstellung ermöglicht für jedes Handlungsfeld eine detaillierte Zuordnung von Organisation/Verantwortung, Finanzierung und wirtschaftlichem Eigentum. Dieses Analyseraster ist auch für die Betrachtung von Clusterlösungen von Bedeutung, bei denen sich mehrere Gebäude zusammenschließen, um ein gemeinsames Wärmenetz zu errichten.

Tabelle 7: Struktur der Beschreibung des Geschäftsmodells

<b>Aufgabengebiete</b>	<b>Organisation/ Verantwortung</b>	<b>Finanzierung</b>	<b>Wirtschaftliches Eigentum</b>
<b>Koordination</b>			
<b>Thermische Sanierung</b>			
<b>Wärmeversorgung:</b>			
<b>Netz + Hausanschluss:</b>			
<b>Wohnungsseite:</b>			

Im ersten Schritt wurden die Gegebenheiten im Quartier analysiert. Diese werden durch die Zusammensetzung der Bewohner\*innen, der Eigentümerstrukturen, die finanziellen Möglichkeiten und die rechtlichen Rahmenbedingungen beeinflusst. Abhängig von den technischen Möglichkeiten wurde das Geschäftsmodell festgelegt. Zunächst wurde eine Netzwerklösung angestrebt. Dazu wurden zwei mögliche Geschäftsmodelle entwickelt. Für den Fall, dass kein Wärmenetz für das Klimadörfel errichtet wird, wurde zunächst evaluiert, welche Aspekte gemeinschaftlich organisiert werden können.

Dabei kamen wir zum Schluss, dass insbesondere eine gemeinschaftliche Koordination (inkl. Organisation, Vernetzung und Informationsaustausch) für die Bewohner\*innen von Nutzen sein kann.

#### **4.9.2. Transformationsplan**

Die ursprüngliche Methode dieses wissenschaftlichen Berichts basierte auf der Datenerhebung zum Zustand der Gebäude sowie dem Alter der Gaskessel. Mit dem aktuellen Verzicht auf ein Wärmenetz hat sich das Hauptziel verschoben: Nun liegt der Fokus darauf, die Aufmerksamkeit und Beteiligung der interessierten Gebäudeeigentümer\*innen zu gewinnen. Diese Anpassung der Zielsetzung reflektiert die veränderten Bedingungen und die Notwendigkeit, die Methodik des Berichts im Einklang mit den aktuellen Entwicklungen zu gestalten. Der Schwerpunkt liegt nun auf der Mobilisierung der Gebäudeeigentümer\*innen, um deren aktive Teilnahme und Kooperation im Kontext der neuen Gegebenheiten zu fördern.

# 5 Ergebnisse

## 5.1. Bürger\*innenbeteiligung

### 5.1.1. Aktivierung/Partizipation des Dorfes

Die folgenden Maßnahmen haben zur Aktivierung der Bewohner\*innen des Kahlenbergerdorfes beigetragen und Möglichkeiten für die Partizipation geschaffen:

#### Auftaktveranstaltung (15. September 2022)

Die Auftaktveranstaltung diente dazu das Projekt „Die Wärmepioniere“ den Bewohner\*innen des Kahlenbergerdorfes vorzustellen. Weitere Ziele der Veranstaltung waren es mindestens 10 interessierte Haushalte an einer Mitgliedschaft im Verein Klimadörfel zu gewinnen, kommende geplante Maßnahmen zu präsentieren und den Teilnehmer\*innen aufzuzeigen, wie sie sich beteiligen können. Insgesamt haben ca. 30 Personen an der Veranstaltung teilgenommen. Während der Veranstaltung (siehe Abbildung 14) hatten die Teilnehmenden die Möglichkeit mit der Methode „Welt-Café“ gemeinsam Projektideen für das Klimadörfel zu generieren. Weiters hatten sie Gelegenheit ihre offenen Fragen zu stellen und wurden zum nächsten Workshop eingeladen.



Abbildung 14: Auftaktveranstaltung (Quelle: e7)

#### Startworkshop (8. + 9. Oktober 2022)

Mit dem Motto „Von Sorgen und Bedenken zu gemeinsamen Zielen“ fand am 8. und 9. Oktober 2022 der Startworkshop für alle Interessierten an dem Projekt „Die Wärmepioniere“ statt. Das wesentlichste Ziel dieser Veranstaltung war die Erarbeitung der gemeinsamen Vision für das Klimadörfel. Rund 20 Personen nahmen an diesem Workshop teil.

Hierfür wurden zunächst alle Teilnehmenden auf den aktuellen Stand des Projektes gebracht. Mit der Methode „Dragon Dreaming“ stellen sich die Teilnehmer\*innen ein konkretes Zukunftsbild von ihrem Klimadörfel vor. In Runden werden die Träume und Gedanken der Teilnehmer\*innen abgeholt und auf Flipcharts mitgeschrieben. Die Essenz der Träume wurden geclustert und dokumentiert,

Schlüsselbegriffe sind definiert worden und wurden für die Visionsformulierung verwendet (siehe Abbildung 15).



Abbildung 15: Startworkshop (Quelle: realitylab)

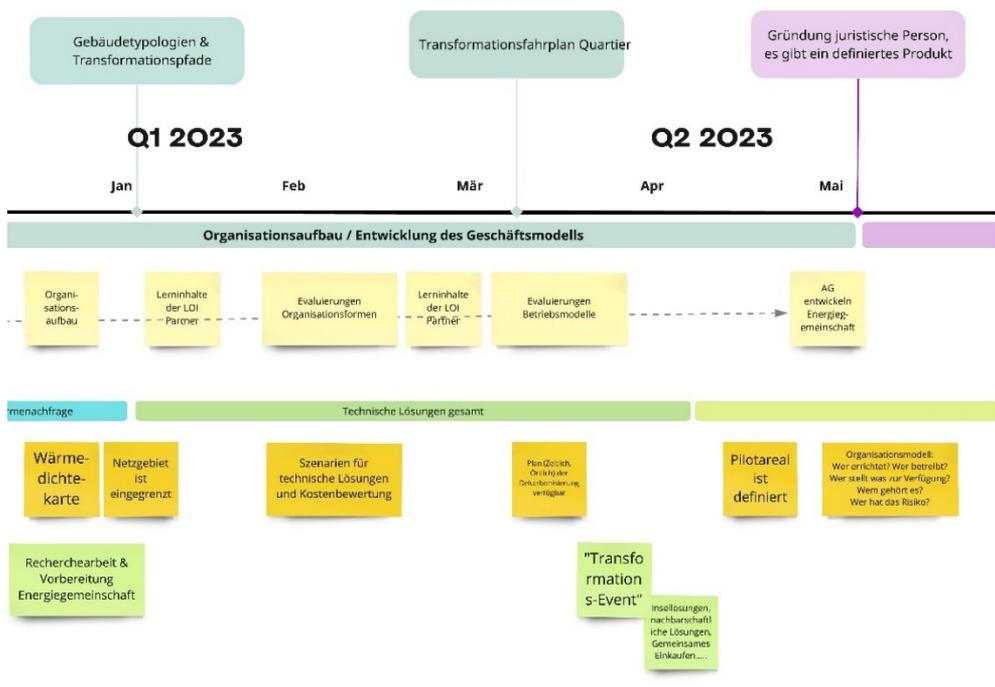
Der Verein Klimadörfli hat folgende Vision erarbeitet:

- **Kooperative Dorfgemeinschaft:** Wir sind eine wachsende Interessensgemeinschaft, die an einem Strang zieht und zum Mitgestalten einlädt.
- **L(i)ebenswertes Idyll:** Wir kommen uns durch Nachversorgung näher und mehren den Erholungswert durch Gestaltung unseres Dörfli.
- **Generationenübergreifende saubere Energie:** Wir generieren und nutzen Energie im Einklang mit der Natur und mit Blick auf kommende Generationen, damit wir zuversichtlich der Zukunft entgegen gehen.

Es wurden die folgenden Arbeitsgemeinschaften (ARGEs) gegründet:

1. ARGE Energie & Technologie
2. ARGE Kommunikation
3. ARGE Ökonomisches Modell & Business Case
4. ARGE Rechtliches & Organisation
5. ARGE Sozial & Dorfgestaltung

Auf Basis des Projektplans und des Visionsworkshops wurde folgender Aktionsplan erarbeitet (siehe Abbildung 16):



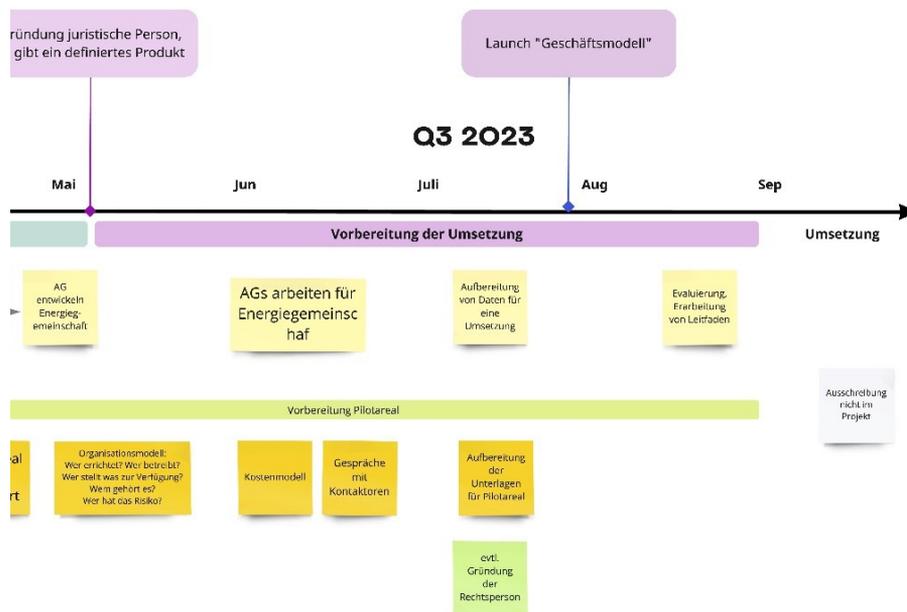


Abbildung 16: Aktionsplan (Quelle: realitylab, e7)

### Treffen Koordinationskreis und Arbeitsgemeinschaften

In einem Koordinationskreis haben sich der Vereinsvorstand, die ARGES, e7 und realitylab regelmäßig abgestimmt um das Projekt „die Wärmepioniere“ bzw. Dekarbonisierungsmaßnahmen zu besprechen. Es fanden im Berichtszeitraum insgesamt 16 Koordinationskreistreffen statt.

Zusätzlich fanden Treffen der ARGES statt. Ergebnisse von ARGE Treffen wurden im Forum Klimadörfli und in Treffen des Koordinationskreises berichtet bzw. besprochen.

### Forum Klimadörfli

Dieses Veranstaltungsformat wurde im Verlauf des Projekts "Die Wärmepioniere" gestaltet und laufend weiterentwickelt. Es beinhaltet derzeit neben Vorträgen von Expert\*innen rund um Themen der Klimakrise auch Berichte der Konsortialpartner im Projekt „Die Wärmepioniere“. Auch die ARGES berichten über Fortschritte in ihren jeweiligen Themenbereichen (KlimaKlatsch). Das Forum Klimadörfli schafft einen Ort für lebendigen Austausch, an dem Grundsatzentscheidungen für die weitere Entwicklung des Projektes getroffen werden. Das abschließende Buffet ermöglicht auch das gemeinsame Feiern – kleiner und großer Erfolge – sowie den direkten Dialog zwischen den Bewohner\*innen. Diese Veranstaltungen sind auch für interessierte Nachbar\*innen offen und ermöglichen es damit auch jene abzuholen, die sich noch nicht für eine Vereinsmitgliedschaft entschieden haben.

Insgesamt wurden im Berichtszeitraum drei Foren Klimadörfli veranstaltet:

- 15.02.2023, 18-20:30 Uhr im Pfarrkeller Kahlenbergdorf
  - Inhalte:
    - Vortrag von Martin Staudinger: „Menschengemachte Klimaänderung – Herausforderungen und Chancen“

- Aktueller Stand im Projekt „Die Wärmepioniere“
- Vorstellung Klimadörfli-Chat (Kommunikationsplattform rocket.chat)
- Berichte der ARGES: Vorstellung Entwurf Website
- 12.04.2023, 18-20:30 Uhr im Pfarrkeller Kahlenbergdorf
  - Inhalte:
  - Vortrag von Ing. Günter Lang (Lang Consulting): „Smart City Baumgarten“
  - Technische Szenarien im Projekt „Die Wärmepioniere“
  - Berichte der ARGES
- 21.06.2023, 18-20:30 Uhr im Pfarrkeller Kahlenbergdorf
  - Inhalte:
  - Die Wärmepumpe – Ratiotherm
  - Planungsfortschritt & erste Kostenschätzung „Die Wärmepioniere“
  - Berichte der ARGES

Das Format "Forum Klimadörfli" wurde in einem Koordinationskreis evaluiert und neu konzipiert. Bis Jahresende 2023 wurden zwei weitere Foren vorbereitet

- 18.10.2023, 18-20:30 Uhr im Georgssaal Kahlenbergdorf
  - Inhalte:
  - Klima Klatsch: Neuigkeiten aus dem Klimadörfli
  - Interaktives
  - Vortrag von Gerhard Los (Hauskunft Wien): „Sanierung und Wärmepumpen“
  - Wie geht es weiter? Ausblick von Gerhard Hofer
- 13.12.2023, 18-20:30 Uhr im Buschenschank Taschler
  - Inhalte:
  - Klima Klatsch: Neuigkeiten aus dem Klimadörfli
  - Interaktives
  - Vortrag von Clemens Häusler: „Innendämmung“

## Klimawaage

Um den Nachbarn im Kahlenbergdörfli, aber auch der interessierten Öffentlichkeit, die Folgen von alltäglichen Handlungen für die Produktion von CO<sub>2</sub> begreiflich zu machen hat Dr. Andreas van Egmond-Fröhlich das Spiel „die Klimawaage“ entwickelt.

CO<sub>2</sub> ist unsichtbar und geruchlos. Die Klimaerwärmung geht schleichend vor sich. Angeregt durch die Literatur zum Thema (Klößner and Löffström 2022) haben wir aus diesem Grund die Klimawaage entwickelt, die den eigenen Beitrag zur Klimaerwärmung greifbar macht. Ich spiele, ich lerne, ich handle!

Der Mitspieler legt den sich aus Art und Menge der Heizenergie, Stromverbrauch, Art der Fortbewegung, Ernährung in einem Jahr ergebenden eigenen CO<sub>2</sub>-Ausstoß auf die Waage. Die Bildkarten machen den Ausstoß von CO<sub>2</sub>/Jahr fühlbar, denn sie tragen Gewichte, wobei 1 kg im Modell 2 Tonnen CO<sub>2</sub> entsprechen.

Mit den Annahmen, dass der Spieler dieses Verhalten in den nächsten 40 Jahren zeigt und 8 Milliarden Mitmenschen es nachmachen (Kant'scher Imperativ) wird der langfristige Effekt dieses Handelns auf die globale Temperatur und sechs Kippelemente an der Klimawaage sofort sichtbar, denn durch die Auslegung der Waage und Zugfeder hebt sich der Zeiger 10cm pro Grad Erhöhung der globalen Mitteltemperatur und man sieht so:

- wie stark sich der Planet durch das Verhalten erhitzt,
- welche Folgen das für Mensch und Natur hat (vor dem Hintergrund des Posters sichtbar),
- ob Kippunkte überschritten wurden (die Kippelemente kippen und zeigen die Kehrseite)

Nach dieser individuellen Bestandsaufnahme des Istzustands, erproben die Spieler\*innen nun, wie er\*sie CO<sub>2</sub> einsparen kann. Der Spielleiter begleitet und berät dabei. Welche wirksamen Veränderungen sind individuell machbar? Welche Voraussetzungen wären erforderlich? Welche Effekte hätte das?



Abbildung 17: Klimawaage (Quelle: realitylab)

Die Klimawaage wurde bei mehreren Gelegenheiten, auch außerhalb des Kahlenbergerdorfes vorgestellt: Foren und Sommerfest Klimadörfel 10.9.23 (siehe Abbildung 17), Volkshochschule 5. Bezirk „Peace Talks Klima“ 9.5.23, Schöpfungsfest Auferstehungskirche 7. Bezirk Wien 18.06.23, Maker Faire Wien 3.-4.6.23 (ca. 100 Mitspieler), österreichische Gesellschaft für Kinder und Jugendheilkunde 28.-30.9.23 und jeweils weiterentwickelt.

### Sommerfest

Um auch jene Bewohner\*innen zu erreichen, die noch keine Veranstaltung des „Klimadörfels“ besucht haben, wurde ein Sommerfest veranstaltet. Beim Sommerfest wurde der Zwischenstand berichtet und die weiteren Schritte zu Umsetzung der Dekarbonisierung in Aussicht gestellt. Neben den Bewohner\*innen und dem Projektteam waren auch weitere Expert\*innen bei einem Podiumsgespräch zum Thema „Karbonisierung“ anwesend: (siehe Abbildung 18).

- Dr. Michael Staudinger ( ZAMG)
- Dr. Edith Haslinger (AIT)
- Arch. Norbert Mayr (ARGE Substanzaktivierung - MGG22 Wien Stadlau)



Abbildung 18: Sommerfest (Quelle: realitylab)

### 5.1.2. Organisation einer Wärme-Energiegemeinschaft

Der Verein „Klimadörfli“ wurde im Projektverlauf wesentlich weiterentwickelt, denn er sollte mittelfristig als Träger der Wärmewende im Kahlenbergedörfli auftreten. Aus der Vision des Vereins (siehe 5.1.1) geht hervor, dass sich der Verein „Klimadörfli“ nicht nur auf das Thema „nachhaltige Energie und Wärme“ reduzieren lässt, sondern auch für nachhaltige Dorfgestaltung, Mobilität, Ernährung usf. einsetzt; den Begriff Nachhaltigkeit also sehr breit interpretiert und sich seiner sozialen Dimension sehr bewusst ist.

Der Verein unterscheidet sich in seiner Organisation nicht wesentlich von anderen Vereinen.

Der Vorstand umfasst per 30. September 2023 folgende Personen:

- Ing. Hans Binder (Obmann)
- Dr. Andreas van Egmond-Fröhlich (Obmann-Stellvertreter)
- Ulla Weißenbach (Schriftführerin)
- Dr. Martin Kalinowski (Kassier)

Die Mitglieder des Vereins sind Bewohner\*innen des Kahlenbergedörfli. Eigentümer\*innen von Wohnungen und Einfamilienhäusern überwiegen gegenüber Menschen die – wie im Gemeindebau – zur Miete wohnen. Dies entspricht auch der Struktur des Kahlenbergedörfli.

Die Mieter\*innen und Eigentümer\*innen repräsentieren **Stakeholder** mit großem Einfluss auf die Dekarbonisierungsbestrebungen des Kahlenbergedörfli (siehe Abbildung 19):

- **Wiener Wohnen** verfolgt eigene Dekarbonisierungsstrategien für Wiens Gemeindebauten und ist um Abstimmung mit den benachbarten Liegenschaften bemüht. Im ursprünglichen Konzept eines zentralen Wärmenetzwerks war die Einbindung des Gemeindebaus mitgedacht; Wiener Wohnen ist einer Einbindung offen gegenübergestanden.

- Die **Hauskunft** hat mit ihrem Fachwissen um Sanierung und nachhaltige Energieversorgung, sowie dem Wissen um Förderungen wiederholt für interessante Vorträge bei verschiedenen Ausgaben des „Forum Klimadörfli“ gesorgt. Die Hauskunft wird die Dekarbonisierung im Kahlenbergdörfli auch in Zukunft unterstützen.
- Dem **Stift Klosterneuburg** gehören größere Liegenschaften im Kahlenbergdörfli sowie auch ein Großteil der angrenzenden Weinberge, die vom Stift bewirtschaftet werden. Die Pfarrgebäude und der Pfarrhof befinden sich ebenfalls im Besitz des Stiftes. Der Pfarrhof liegt zentral und ist für Geothermiebohrungen gut geeignet. Die Weinberge könnten auch Aufstellflächen für Photovoltaik bieten. Der Pfarre und dem Stift kommen daher bei den weiteren Bemühungen um Dekarbonisierung eine wichtige Rolle zu. Der Pfarrkeller, Pfarrgarten und der Georgs-Saal im Pfarrhof stehen dem Verein zur Verfügung. Es gibt auch darüberhinaus ein Interesse der Pfarre und des Stifts mitzuwirken.
- **viadonau** ist der österreichische Wasserstraßenbetreiber für die Donau. Teile des Kuchelauer Hafens und die Marina befinden sich im Besitz der viadonau. Das Gebäude, in dem sich der größte Gastronomiebetrieb des Dörfli das „Flamingo“ befindet, wird dem Betreiber in Pacht übergeben. Die Flächen der viadonau sind gut besonnt und würden sich für Photovoltaik und Asphaltkollektoren gut eignen. Mit viadonau wurde Kontakt aufgenommen.
- **Örtlicher Weinbau und Gastronomie:** Neben dem „Flamingo“, gibt es eine Reihe von Heurigen, allen voran den Weinbau- und Heurigenbetrieb Taschler, der auch als Veranstaltungsort für Projekt- und Vereinsaktivitäten genutzt wurde. Herr Taschler ist auch Mitglied des Vereins. Auch in anderen Heurigen und beim Flamingo fanden Treffen statt.
- Den **Fördereinrichtungen des Bundes**, insbesondere dem Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie kommt eine wichtige unterstützende Funktion zu. Insbesondere das Förderprogramm „**Stadt der Zukunft**“ hat zur Finanzierung der Wärmepioniere beigetragen. Förderprogramme des Klima- und Energiefonds ermöglichen Anschlussprojekte. Dazu kommen auch Förderungen für Sanierung und alternative Energieversorgung.
- Das **EU-Programm JPI Urban Europe** ermöglicht den Erfahrungs- und Wissensaustausch mit ähnlichen Dekarbonisierungsprojekten in Europa.

## Projekt: Wärmepioniere

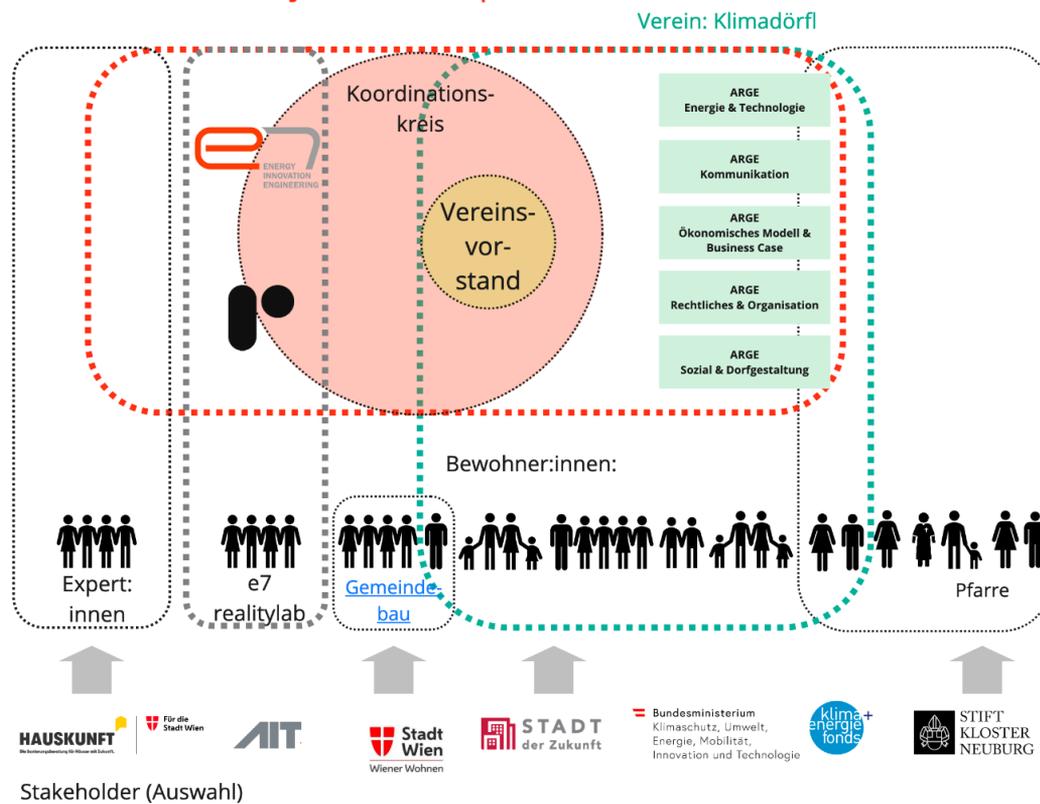


Abbildung 19: Organigramm: Der Koordinationskreis nimmt bei den Dekarbonisierungsprojekten des Kahlenbergdörfli eine zentrale Rolle ein, indem er das Bindeglied zwischen dem Forschungsprojekt, dem Verein und seinen Arbeitsgruppen (ARGES) darstellt. (Quelle: realitylab)

Der Koordinationskreis umfasst per 30. September 2023 folgende Personen:

- den Vorstand
- weitere Mitglieder, insbesondere Vertreter\*innen der ARGES nehmen je nach Agenda teil
- e7: Gerhard Hofer und Katharina Schlager
- realitylab: Gernot Tscherteu, Micha Schober und Julia Jesella

Der Koordinationskreis hat die Aufgabe die – breit angelegten – Dekarbonisierungsmaßnahmen im Kahlenbergdörfli zu organisieren. Er übernahm innerhalb des Projekts die Wärmepioniere auch die Funktion der Konsortialmeetings, wird aber nach Ende des Projekts weitergeführt. Auch die Teilnahme von e7 und realitylab geht weiter.

Der Koordinationskreis dient auch der Abstimmung mit den Arbeitsgemeinschaften (ARGES)

Es gibt per 30. September 2023 folgende ARGES mit jeweils 2 Mitgliedern

1. ARGE Energie & Technologie
2. ARGE Kommunikation
3. ARGE Ökonomisches Modell & Business Case
4. ARGE Rechtliches & Organisation
5. ARGE Sozial & Dorfgestaltung

Die ARGEs übernehmen in ihren Fachbereichen besondere Aufgaben über deren Fortschritt im Koordinationskreis und im Forum Klimadörfel berichtet wird.

#### Aufgaben der ARGEs

1. ARGE Energie & Technologie:
  - Aufbereitung technischer Themen in Bezug auf das Klimadörfel
  - Ausarbeitung von Umsetzungsmodellen/Szenarien
2. ARGE Kommunikation:
  - Entwicklung Website für die Vereinsaktivitäten
  - Einrichten von E-Mail-Adressen der ARGEs
  - Bewerbung der Veranstaltungen
  - Versand eines regelmäßigen Newsletters an alle Mitglieder des Vereins
3. ARGE Ökonomisches Modell & Business Case
  - Recherche zu Förderungen, Finanzierung, Geschäftsmodellen
4. ARGE Rechtliches & Organisation
  - Erarbeitung von strukturellen Fragen (Art der Energiegemeinschaft, Organisationsform, ...)
  - Prüfung, welches Betriebsmodell für das Klimadörfel geeignet ist
5. ARGE Sozial & Dorfgestaltung
  - Organisation von Veranstaltung für die Dorfgemeinschaft, von Konzerten über Sommerfest...
  - Entwicklung von Ideen, um die Dorfgemeinschaft zu stärken und sich miteinander auszutauschen

Das Klimadörfel nutzt folgende **digitale Werkzeuge**:

#### Website

für Öffentlichkeitsarbeit und zur Information der Mitglieder (siehe Abbildung 20)



Abbildung 20: Klimadörfel Webseite (Quelle: <https://klimadoerfl.org/>)

## NextCloud

für die Dateiablage in der Cloud, leicht zugänglich für Vorstand, ARGEs und den Koordinationskreis (siehe Abbildung 21)

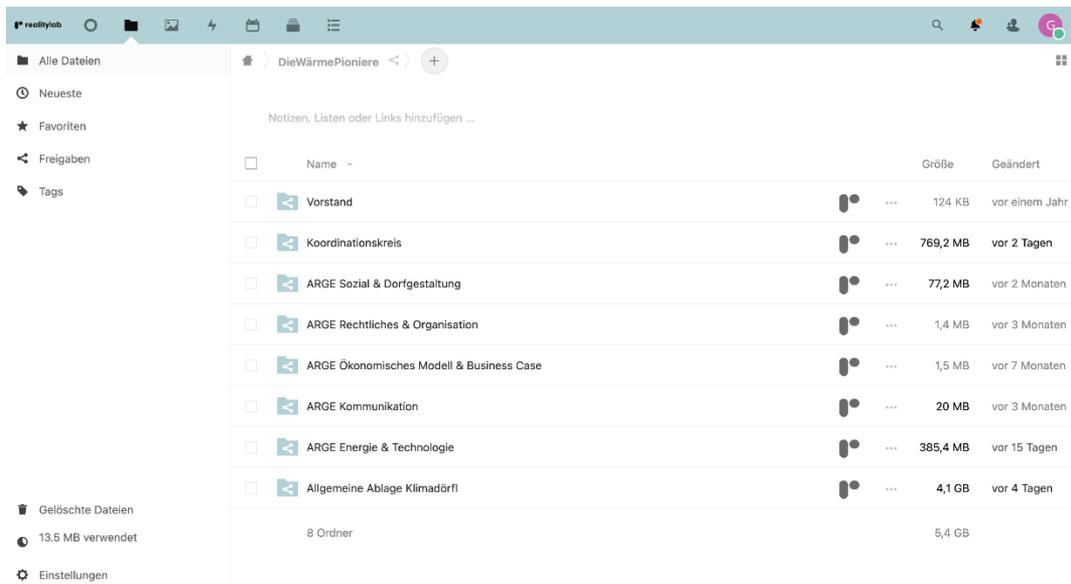


Abbildung 21: Dashboard NextCloud (Quelle: realitylab)

Die NextCloud verfügt über ein „Dashboard“ auf dem in Zukunft auch weitere Funktionen wie z.B. Energieerzeugungs- und Verbrauchsdaten angezeigt werden können.

## RocketChat

Es wurde auch ein eigener Open-Source Team-Messenger „Rocket.Chat“ (ähnlich wie MS-Teams oder Slack) installiert, um zwischen Mitgliedern und insbesondere im Koordinationskreis Kontakt zu halten und sich abzustimmen (siehe Abbildung 22 und Abbildung 23).

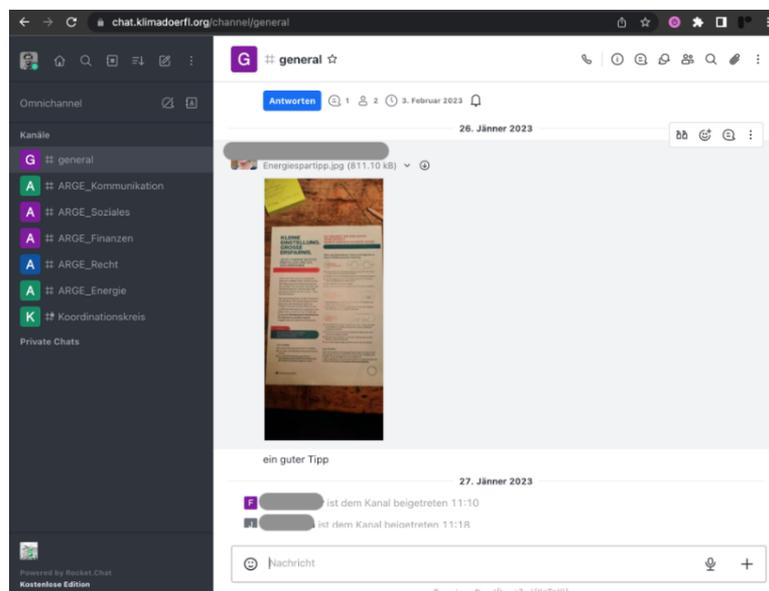


Abbildung 22: RocketChat Dashboard (Quelle: realitylab)

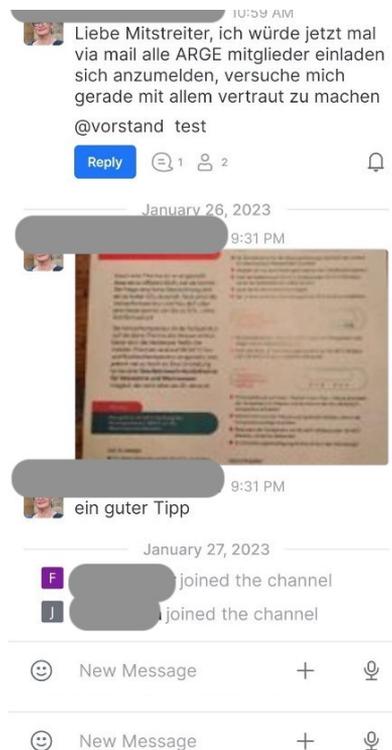


Abbildung 23: RocketChat Screenshot (Quelle: realitylab)

Der Messenger hat sich nicht durchgesetzt und wird derzeit nicht mehr genutzt.

### **Mastodon**

Ende des Jahres 2022 machte die „Twitter-Alternative“ Mastodon Schlagzeilen und wir beschlossen, das Service testweise zu installieren und für unsere Zwecke zu testen und RocketChat gegenüberzustellen. Auch Mastodon hat sich im Alltag nicht durchgesetzt und wurde als digitales Tool für die Wärmepioniere nicht mehr weiterverfolgt.

### **Digitales Schwarzes Brett**

Es wurde ein Prototyp eines Schwarzen Brettes erarbeitet, der teilweise auch technisch umgesetzt wurde. Da das schwarze Brett auf die Verwaltung und den Betrieb gemeinsamer Anlagen und Ressourcen (z.B. für die Wärmeversorgung oder geteilte Fahrzeuge) abstellt, es aber solche noch nicht gibt, macht der Einsatz eines Schwarzen Brettes derzeit noch keinen Sinn, kann aber in Zukunft sinnvoll sein (siehe Abbildung 24).

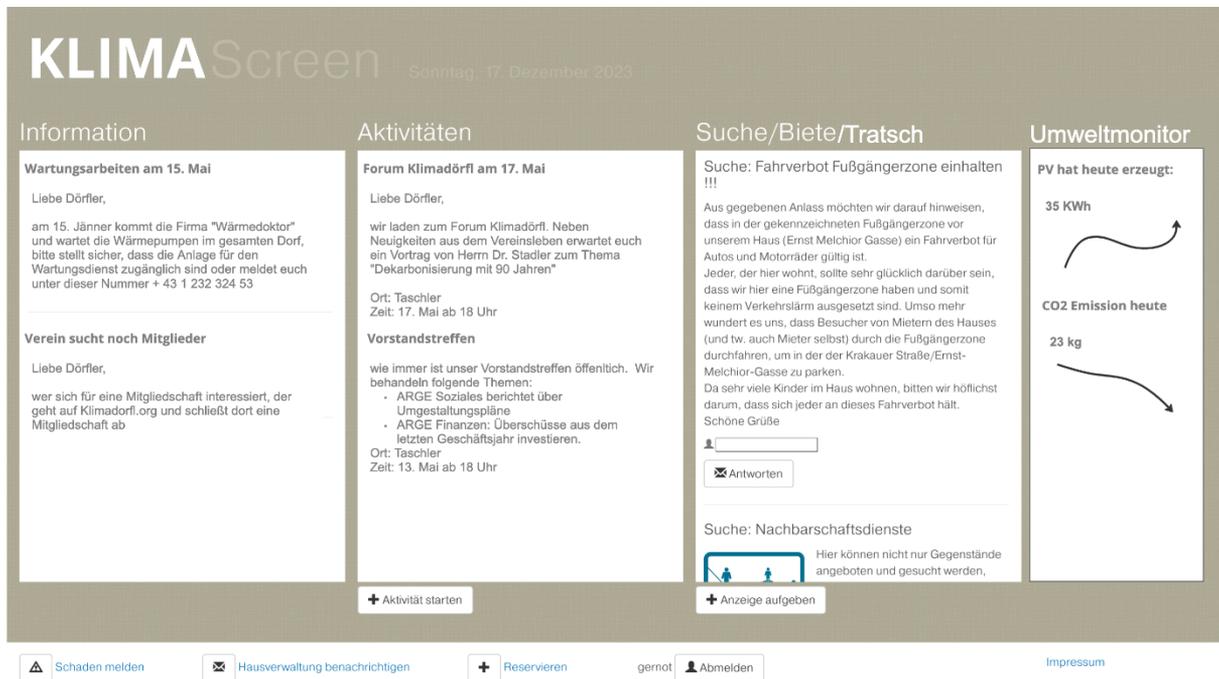


Abbildung 24: Digitales Schwarzes Brett (Quelle: realitylab)

## E-Mail

Digitale Kommunikation findet im Klimadörf meistens immer noch über E-Mail statt. Es wurde für den Koordinationskreis eine Mailgruppe eingerichtet: [kokreis@klimadoerfl.at](mailto:kokreis@klimadoerfl.at).

## Aushänge und Banner

Um Bewohner\*innen auf das „Klimadörf“ und seine Ziele aufmerksam zu machen, haben sich Aushänge und Plakate im Kahlenbergerdörf als sehr nützlich erwiesen. Aushänge werden in drei Glaskästen veröffentlicht, die sich an neuralgischen Punkten im Gebiet befinden (Abbildung 26 und Abbildung 27). Zusätzlich wurde ein großes Banner entworfen, das zum Forum Klimadörf einlädt (siehe Abbildung 25).



Abbildung 25: Banner zur Ankündigung des Forums Klimadörf (Quelle: realitylab)



## Klimadörfli

Verein zur Förderung der  
Klimaneutralität im Kahlenbergedorf  
ZVR: 1000702495  
Tel: 0699-110 840 26  
E-Mail: [info@klimadoerfl.org](mailto:info@klimadoerfl.org)  
Website: <https://klimadoerfl.org/>

## Einladung!

Aus Sorgen und Bedenken machen wir **gemeinsame Ziele** und eine **starke Vision**.

**Gemeinsam** entwickeln wir notwendige Entscheidungsstrukturen im Verein Klimadörfli um diese für die Gestaltung unserer Zukunft im Kahlenbergedorf heranziehen zu können.

Dadurch gestalten wir Zukunft gemeinsam: **Raus aus Gas** und hinein in die **Energiewende**. Diese wird umso **leistbarer**, je mehr Haushalte dabei sind.

### Startworkshop

**Wann?** 08.10.2022, 09:00 bis 18:00 Uhr  
09.10.2022, 13:30 bis 18:00 Uhr

**Wo?** Oberer Pfarrkeller, Zwillinggasse 2, 1190 Wien

**Anmeldung?** Bitte unter [info@klimadoerfl.org](mailto:info@klimadoerfl.org) oder 0699 11084026

**Wen?** Aktuelle und zukünftige Mitglieder im Verein Klimadörfli

### Themen?

- Sorgen, Bedenken sowie Träume und Lösungen sammeln und zu einer gemeinsamen Vision entwickeln
- Entscheidungsstrukturen für das Klimadörfli entwickeln
- Gemeinsamen Zeitplan bis 2024 erarbeiten
- Strukturen des gemeinsamen Wirkens & konkrete Zuständigkeiten erarbeiten
- Besseres Kennenlernen und Motivation fürs Klimadörfli sammeln

Die Teilnahme an beiden Tagen unterstützt den Erfolg des Startworkshops am besten. Eventuelle Unterstützung für Kaffeepausen mit Snacks, Kuchen o.ä. freut uns sehr. Am Samstag reservieren wir für ein gemeinsames Mittagessen einen Tisch.



Erstellt: 29. Sept 2022

Gefördert von



realitylab

Abbildung 26: Beispiel der Einladung für Veranstaltungen (Quelle: realitylab)



Abbildung 27: Schaukasten mit Einladungen zu Veranstaltungen des Klimadörfli (Quelle: realitylab)

## Persönliche Kommunikation

Aufgrund der räumlichen Nähe spielt die persönliche Kommunikation zwischen den Bewohner\*innen bzw. den Mitgliedern des Kahlenbergdörfles eine überragende Rolle. Besonders aktive Mitglieder des Vereins haben durch Hausbesuche auf den Verein hingewiesen und Daten erhoben.

## 5.2. Ergebnisse der Datenerhebung

### 5.2.1. Datenerhebung vor Ort

In Abbildung 28 und Abbildung 29 sind Ergebnisse der Datenerhebung dargestellt. Aus Abbildung 28 ist ersichtlich, dass bereits einige Gebäude saniert bzw. teilsaniert wurden. Der Ortskern besteht überwiegend aus Gebäuden, welche bereits vor 1900 errichtet wurden. Die Gebäude werden überwiegend zum Wohnen genutzt (85%), wobei der Anteil an Mehr- und Einfamilienhäusern in etwa gleich hoch ist.

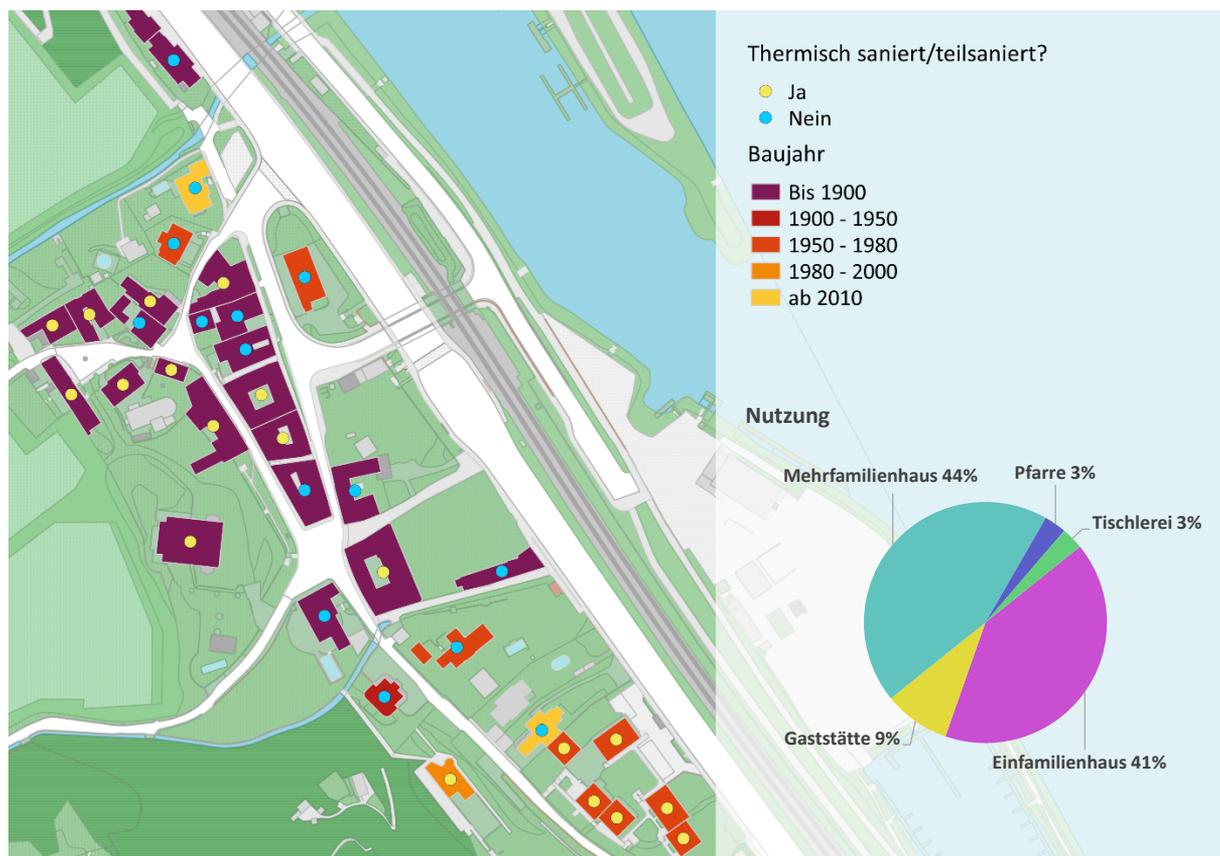


Abbildung 28: Sanierte Gebäude, Baujahr und Nutzung (Quelle: Flächenmehrzweckkarte der Stadt Wien, eigene Bearbeitung)

Wie in Abbildung 29 zu sehen, erfolgt die Wärmeerzeugung überwiegend mit Gas, zwei Gebäude nutzen eine Luft/Wasser Wärmepumpe, ein Gebäude heizt mit Öl und ein anderes Gebäude nutzt einen Ofen mit Scheitholz. Das Gebiet, in welchem die Wärmedichte am höchsten ist, besteht zu einem großen Teil aus vor 1900 errichteten Mehrfamilienhäusern und befindet sich in einer Schutzzone.

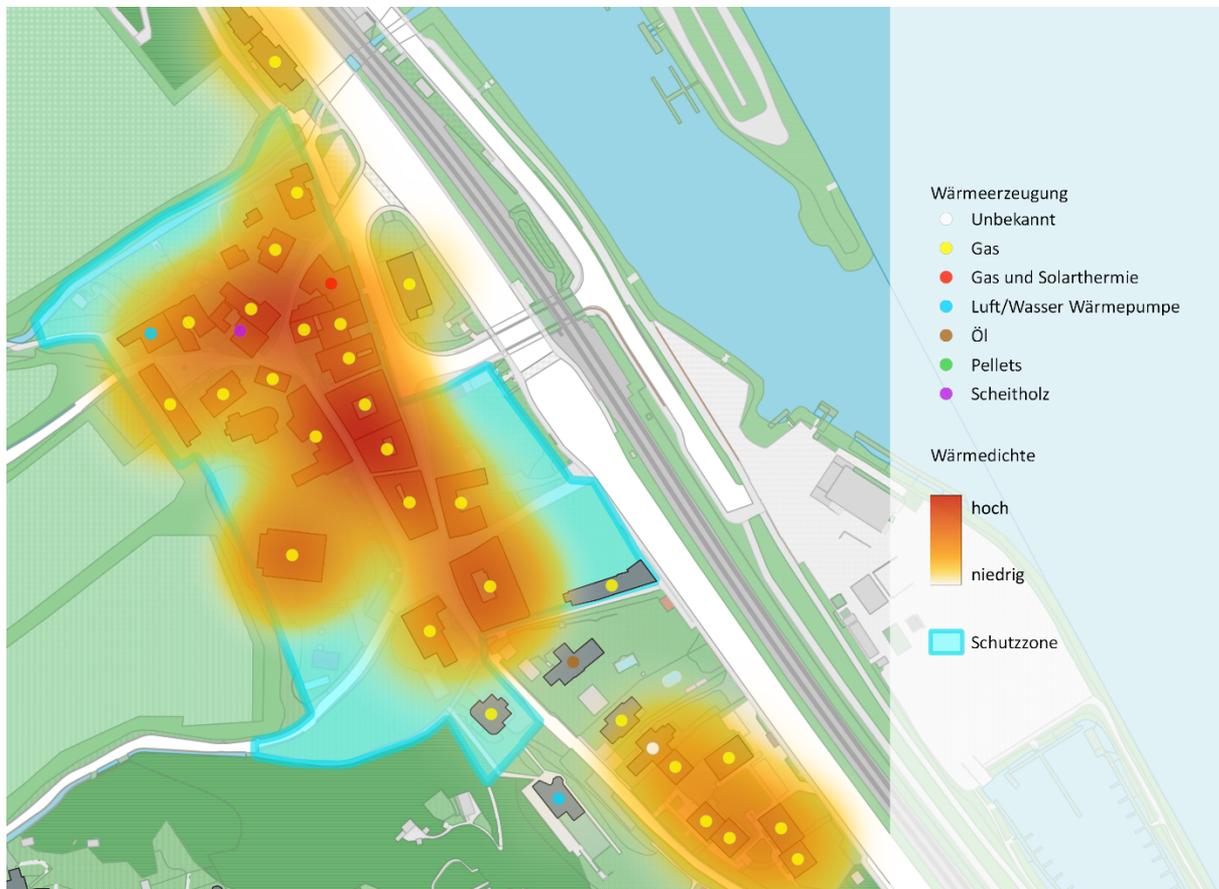


Abbildung 29: Wärmeerzeugung, Wärmedichte und Schutzzone (Quelle: Flächenmehrzweckkarte der Stadt Wien, eigene Bearbeitung)

## Fragebogen

Der Fragebogen diente zur Erhebung von Gebäudedaten und der Motivation und Zielen der Gebäudeeigentümer\*innen. Die Teilnahme war sowohl online als auch schriftlich möglich. Die gedruckten Fragebögen wurden sowohl direkt an die Haushalte ausgeschickt als auch bei Veranstaltungen ausgelegt. Auf den online Fragebogen wurde von dem gedruckten Fragebogen, sowie von den Plakaten in den Schaukästen mittels Links und QR-Code verwiesen. 53 Haushalte haben die ausgeschickten Fragebögen erhalten. Insgesamt kamen Antworten von 29 Haushalten, davon 17 schriftlich und 14 online ausgefüllt. Zwei Haushalte nahmen sowohl an dem schriftlichen als auch am online Fragebogen teil.

Über den Fragebogen wurden verschiedene Bereiche wie etwa Eckdaten zum Gebäude, Anliegen sowie Pläne und Vorhaben der Bewohner\*innen, Heizung und Kühlung, Raumklima, Energieverbrauch und weitere Informationen wie Kontaktdaten, falls die Bewohner\*innen weitere Informationen erhalten möchten.

Durch den Fragebogen konnte ein Überblick über die Erwartungen der Bewohner\*innen an das Klimadörfel geschaffen werden. In Abbildung 30 ist zu sehen, dass für die Teilnehmer\*innen der mit 90% wichtigste Faktor „Leistbare Energiekosten“ ist, gefolgt von der Antwort „Beitrag zum Klimaschutz“ mit 80%. An dritter Stelle stehen mit jeweils 75% die „Unabhängigkeit von Erdgas und anderen fossilen Brennstoffen“ sowie „Eine hohe Versorgungssicherheit von Wärme im Winter“.

Durch den Fragebogen konnten verlässliche Daten zum Gebäudebestand erhoben werden. Diese ermöglichten eine Validierung der anderweitig erhobenen Daten, wie etwa der über das Baukörpermodell berechneten Nutzfläche oder des bei der Begehung abgeschätzten Baujahres.

### Welche Chancen erhoffen Sie sich vom Klimadörfli?

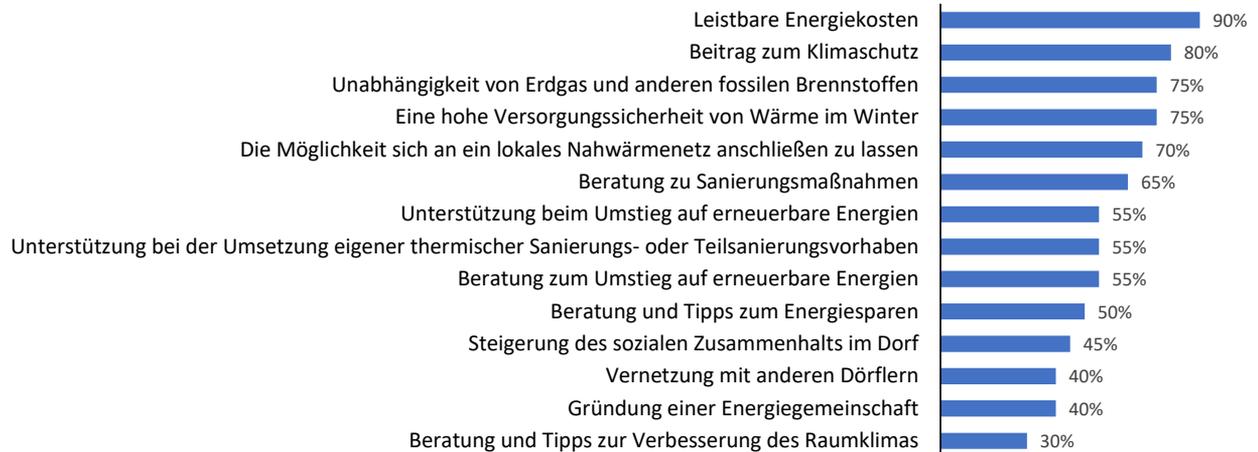


Abbildung 30: Ergebnisse Fragebogen: "Welche Chancen erhoffen Sie sich vom Klimadörfli?"  
(Quelle: eigene Bearbeitung)

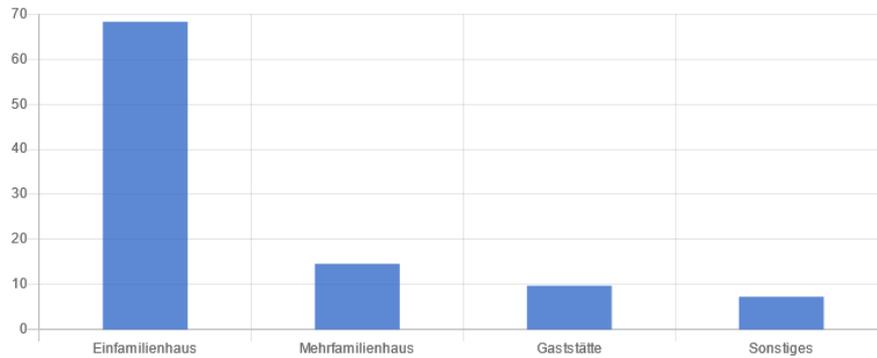
### Besichtigung der Gebäude im Dorf

Zu Beginn der Datenerhebung wurde eine Besichtigung von außen durchgeführt. Die Besichtigung erfolgte mittels der Software kobotoolbox und Tablet. Dabei erfolgte eine erste Einschätzung des Gebäudebestands, wie etwa der Zustand der thermischen Gebäudehülle, das Baujahr und die Nutzung. In den nachfolgenden Abbildungen ist ein kleiner Auszug aus der Datenerhebung ersichtlicht.

Bei den Gebäudetypen handelt es sich überwiegend um Einfamilienhäuser, zu einem geringeren Anteil Mehrfamilienhäuser, Gaststätten oder sonstige Gebäude (siehe Abbildung 31)

### Gebäudekategorie: überwiegend

TYPBEZEICHNUNG: "SELECT\_ONE". 41 von 41 Befragten hat diese Frage beantwortet. (0 waren ohne Daten.)



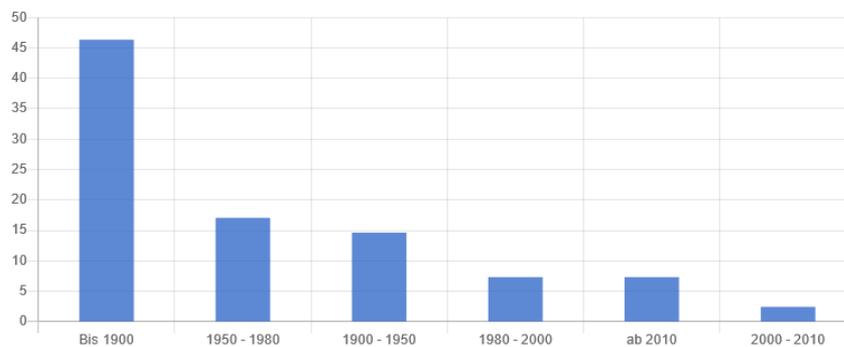
Wert	Frequenz	Prozentsatz
Einfamilienhaus	28	68.29
Mehrfamilienhaus	6	14.63
Gaststätte	4	9.76
Sonstiges	3	7.32

Abbildung 31: Gebäudetypen (Quelle: eigene Bearbeitung, kobotoolbox)

Beim Großteil der Gebäude handelt es sich um Gebäude, die vor 1900 errichtet worden sind. Zum Teil sind die Gebäude schon 500 Jahre alt. Aus diesem Grund ist ein Großteil des Gebietes des Kahlenbergerdorfes in der Schutzzone Wien (siehe Abbildung 32)

### Abschätzung Baujahr Gebäude

TYPBEZEICHNUNG: "SELECT\_ONE". 39 von 41 Befragten hat diese Frage beantwortet. (2 waren ohne Daten.)



Wert	Frequenz	Prozentsatz
Bis 1900	19	46.34
1950 - 1980	7	17.07
1900 - 1950	6	14.63
1980 - 2000	3	7.32
ab 2010	3	7.32
2000 - 2010	1	2.44

Abbildung 32: Abschätzung des Baujahres (Quelle: eigene Bearbeitung, kobotoolbox)

Aufgrund des Alters und der Lage in der Schutzzone wurden viele der Gebäude nicht gedämmt; einzelne Gebäude, die nach 1945 errichtet wurden und außerhalb der Schutzzone stehen, sind auch noch nicht thermisch saniert worden (siehe Abbildung 33)



Abbildung 33: Art der Fassade und Fassadendämmung (Quelle: eigene Bearbeitung, kobotoolbox)

### Besichtigung und Befragung innen

Um eine genaue Bestandserhebung durchführen zu können, ermöglichten einige interessierte Bewohner\*innen auch eine Besichtigung der Gebäude von Innen. Dabei wurden Daten zur Gebäudehülle, Wärmenutzung, Heizungstechnik, Energieverbrauch sowie Pläne und Vorhaben erhoben. Besonderes Augenmerk wurde dabei auf Art und Lage des Heizkessels sowie der Wärmeabgabe im Gebäude gelegt. Es wurden 14 Gebäude besichtigt. Die Ergebnisse der Besichtigung ermöglichten eine Validierung der bereits erhobenen Daten und verschafften einen guten Überblick über die Möglichkeiten ein Wärmenetz in dem Quartier umzusetzen.

### 5.2.2. Rechtliche Grundlagen

Mögliche Maßnahmen zur thermischen Sanierung sowie zum Ausbau von erneuerbaren Energieträgern im Untersuchungsgebiet werden durch Vorgaben der Flächenwidmung eingeschränkt. Im Zentrum des Kahlenbergerdorfs ist eine Schutzzone der Stadt Wien. Schutzzonen sind in städtischen Entwicklungsplänen verzeichnet und umfassen Bereiche, in denen die Bewahrung des charakteristischen Stadtbildes hinsichtlich natürlicher Gegebenheiten, historischer Strukturen, architektonischer Elemente und funktionaler Vielfalt gewährleistet werden soll. Die entsprechenden Vorschriften sind im §7 der Bauordnung für Wien festgelegt.

Die Schutzzone im Kahlenbergerdorf umfasst das gesamte Zentrum des Kahlenbergerdorfs und wird eingegrenzt durch die Billerstraße und in Richtung Norden in die Bloschgasse, bergauf in Richtung Jungherrnsteig bis Nr. 2 und die Wigandgasse in Richtung Stadtzentrum bis Nr. 25 (siehe Abbildung 34).



Abbildung 34: Schutzzone im Kahlenbergerdorf (Quelle: Stadtplan Wien)

Neben der Schutzzone liegt das Umfeld und Freiflächen angrenzend an das Zentrum des Kahlenbergerdorfs im Landschaftsschutzgebiet (Landschaftsschutzgebiet Döbling - Wienerwaldrandzone (Teil B)) (siehe Abbildung 35). Als Schutzziel wird genannt: Schutz insbesondere der Kulturgattungen „Mähwiese“ und „Weinbau“. Die geschlossene Sukzessionsfläche in der Wildgrube ist zu erhalten und zu sichern.



Abbildung 35: Landschaftsschutzgebiet im Flächenwidmungsplan (Quelle: Stadt Wien)

### 5.2.3. Energieinfrastruktur und sonstige Einbauten

Die vorhandenen Leitungen in den Straßen und Freiflächen sind im zentralen Leitungskataster der Stadt Wien enthalten und können, unter Angabe des genauen Areals, direkt abgefragt werden (siehe Abbildung 36).



Abbildung 36: Übersicht über Leitungen und Freiflächen (Quelle: Stadt Wien)

### 5.3. Wärmenachfrage

Die Ermittlung der Wärmenachfrage wurde auf das potentielle Gebiet eines Wärmenetzes beschränkt und umfasst rund 20.000 m<sup>2</sup> an Nutzfläche. Der Warmwasserbedarf liegt bei rund 560 MWh/a, der Bedarf an Raumwärme bei rund 1.700 MWh/a. Die gesamte Wärmemenge liegt bei rund 2 300 MWh/a (siehe Tabelle 8).

Tabelle 8: Übersicht Wärmenachfrage

Typologie	Fläche in m <sup>2</sup>	Spez. Wärmebedarf in kWh/m <sup>2</sup> a			Wärmebedarf in kWh/a		
		RH	WW	RH+WW	RH	WW	RH+WW
MFH-1900	3 780	107,61	28,57	136,18	406 756	107 985	514 742
EFH-1900	2 697	110,92	33,49	144,41	299 156	90 309	389 465

EFH 1900 + Fenster saniert	3 348	103,16	33,49	136,64	345 370	112 108	457 478
Neubau oder umfassend saniert	5 306	36,18	26,90	63,07	191 959	142 714	334 673
EFH-1950-1980	3 185	104,72	33,49	138,20	333 530	106 650	440 179
Gaststätte-1900	1 777	90,68	0	90,68	161 141	0	161 141
<b>Summe</b>	<b>20 093</b>				<b>1 737 913</b>	<b>559 765</b>	<b>2 297 678</b>

## 5.4. Erneuerbare Energieressourcen vor Ort

### 5.4.1. Grundwasser

Die Nutzung von Grundwasser für die Wärmeversorgung in Verbindung mit Wärmepumpen wird vor allem durch die Bodenverhältnisse vor Ort begrenzt. Besonders das flachere Gebiet, das näher an der Donau liegt, bietet ein sehr interessantes Potenzial von über 20 kW (siehe Abbildung 37). Je nach dem Standort, an dem die Wärmetauscher installiert werden, ist dies eine sehr interessante Alternative als Wärmequelle für Wärmepumpen.

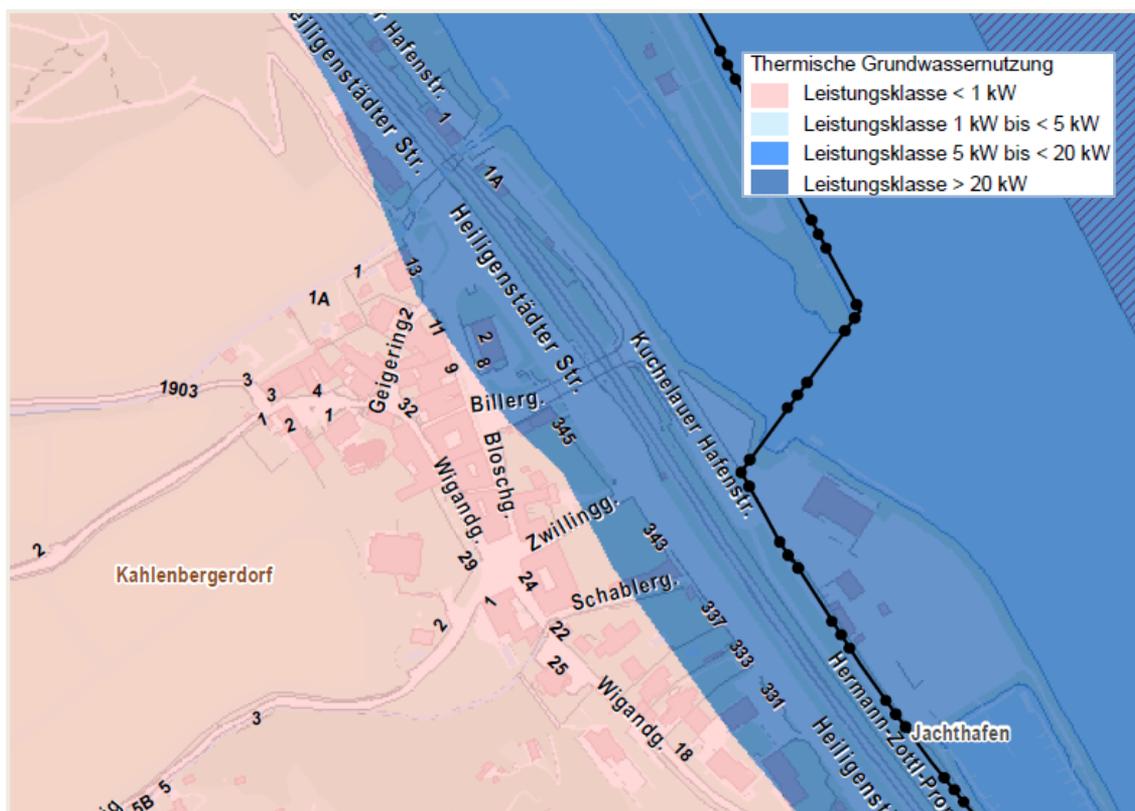


Abbildung 37: Thermische Grundwassernutzung (Quelle: Stadtplan Wien, wien.gv.at)

Bei näherer Betrachtung gibt es im Umkreis von 500 m (siehe Abbildung 38) keine größeren Brunnen, Erdsonden oder die Nutzung für Wärmepumpen. Dies deutet darauf hin, dass es möglicherweise weniger Beschränkungen für die Lage möglicher Brunnen und die Nutzung der Wasserressourcen gibt.

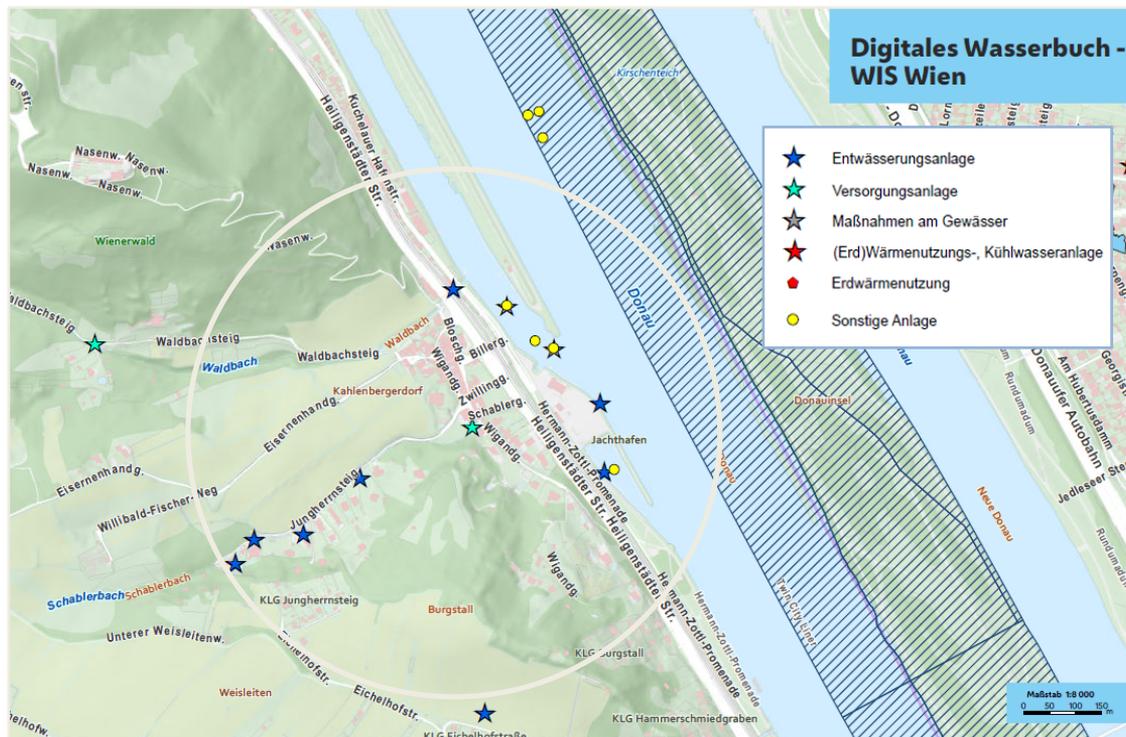


Abbildung 38: Wasserbuch Eintragung der Wassernutzungsrechte (Quelle: Stadtplan Wien, wien.gv.at)

In der Analyse wurde auch ein privater Brunnen im Zentrum des Kahlenbergerdorfs gefunden. Dieser liegt im Bereich der Hirnbrecherstiege. Leider konnte bis zum Ablauf des Projektes noch kein Kontakt zum Eigentümer aufgenommen werden. Ziel ist es nach wie vor, bei diesem Brunnen einen vereinfachten Pumpversuch umzusetzen, um das Potential für Grundwasserpumpen testen zu können.

#### 5.4.2. Abwasserwärme

Die Abwasserkanäle können eine Wärmequelle sein, die in Kombination mit Wärmepumpen für die Raumheizung genutzt werden kann. Ihr Potenzial steht in direktem Zusammenhang mit der Größe und dem Fluss der Abfälle, die sie transportiert. Nach den von der Stadt Wien zur Verfügung gestellten Informationen und dem GIS-Plan (siehe Abbildung 39) gibt es keine größeren Abwasserkanäle, die an dem Standort vorbeiführen, der in diesem Ansatz berücksichtigt werden soll. Das Abwasser des Kahlenbergerdorfs hat einen unwirtschaftlich kleinen Durchfluss und das Abwasser aus den Neubaugebieten beim Kuchelauer Hafen kühlt auf der 1,6 Kilometer langen Strecke bis ins Kahlenbergerdorf ab.

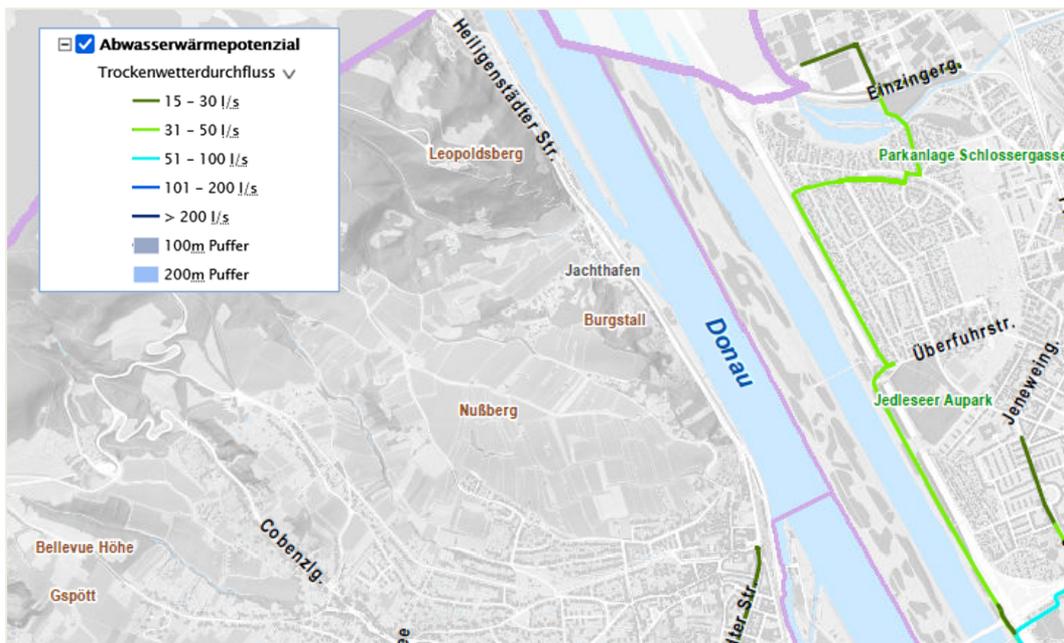


Abbildung 39: Abwasserkanäle in der Umgebung des Standorts (Quelle: Stadtplan Wien, wien.gv.at)

### 5.4.3. Betriebliche Abwärme

Abwärme aus anderen Gebäuden, wie z.B. größeren Geschäfts- oder Industrieanlagen, ist eine sehr interessante Alternative, die in das Energiekonzept für die Raumheizung integriert werden kann. Der Vorteil liegt nicht nur in der Wiederverwendung von Abwärme in anderen Gebäuden, sondern auch darin, dass es sich in der Regel um eine lokale Quelle handelt, die nur wenige Meter entfernt ist, so dass der Transportweg kurz ist. Im Fall des Kahlenbergerdorfes sind die Möglichkeiten sehr begrenzt und mit geringer Wärmebilanz: 1 Gastwirtschaft, 1 Heuriger und ein Tischlereilager.

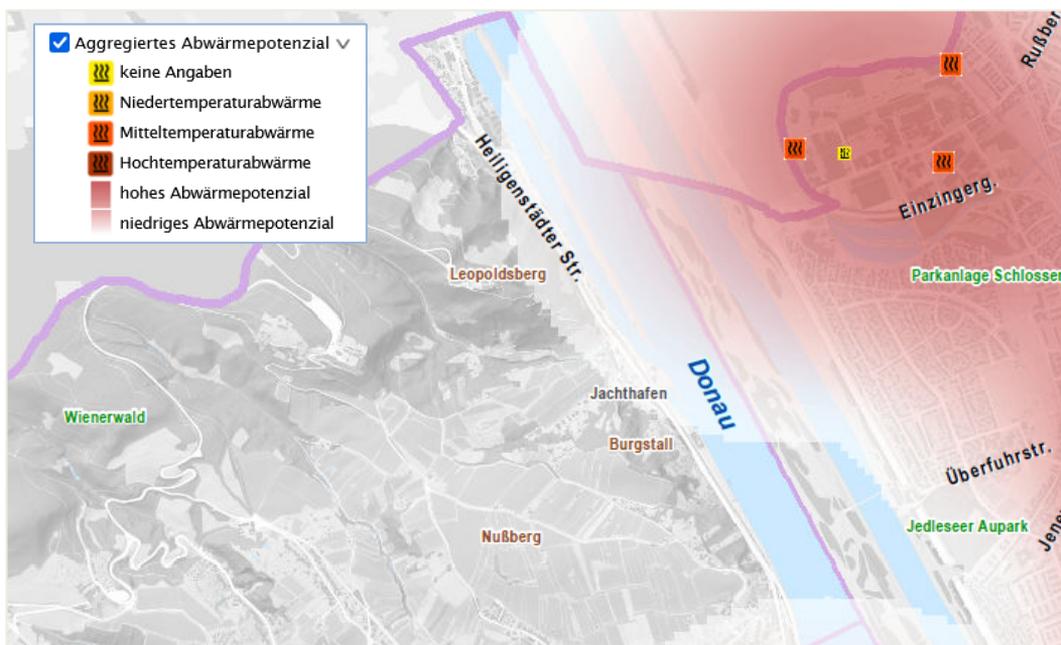


Abbildung 40: Abwärme Potenzial (Quelle: Stadtplan Wien, wien.gv.at)

#### 5.4.4. Solarpotential

Sowohl solarthermische als auch PV-Systeme sind praktische lokale Quellen erneuerbarer Energie, die in Gebäude integriert oder auf Freiflächen installiert werden können. Die Abbildung 41 zeigt, dass es ein erhebliches Potenzial gibt, wenn man die Dächer der Gebäude am Standort berücksichtigt. Allerdings liegt das sonnigere historische Zentrum des Kahlenbergerdorfs in der Schutzzone Wien, was die Installation dieser Systeme erschwert. 11 Gebäude in diesem Bereich stehen zudem unter Denkmalschutz. Im neueren südöstlichen Teil des Kahlenbergerdorfs, entlang der Wigandgasse, ist das Solarpotential durch die Verschattung des Nussbergs eingeschränkt. Außerdem sind die umliegenden Gebiete Naturschutzgebiete, so dass auch hier eine starke Einschränkung für die Aufstellung von Freiflächenphotovoltaik besteht. Insgesamt ist das Potential für Solaranlagen gegeben, diese wird jedoch durch die Anforderungen der Schutzzone deutlich eingeschränkt.

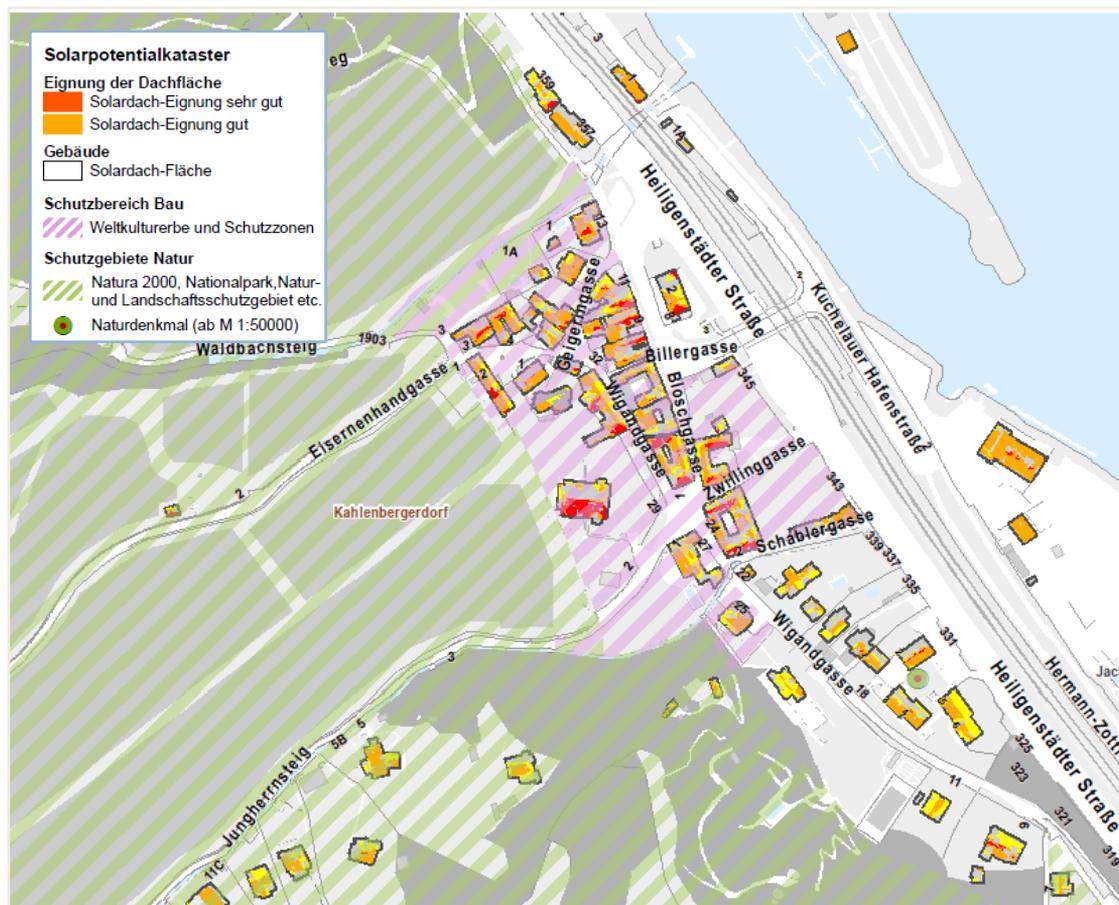


Abbildung 41: Solarpotential (Quelle: Stadtplan Wien, wien.gv.at)

#### 5.4.5. Erdsonden

Der Einsatz von Erdsonden als Wärmetauscher für Wärmepumpen hängt stark von den Bodenverhältnissen und -eigenschaften des Standorts ab. Abbildung 42 zeigt die Wärmeleitfähigkeit des Bodens, die im Allgemeinen zwischen 0 und 200 m Tiefe recht gut ist. Den Daten zufolge weist der dunkelgrüne Bereich eine Gesamtleitfähigkeit von 2,1 W/mK und der hellgrüne Bereich von 2,0 W/mK auf. Beide gelten als gute Potenzialgebiete, für die keine Genehmigungen erforderlich sind. Die mittlere Bodentemperatur zur Dimensionierung von Erdwärmesonden kann für das Bundesland Wien folgendermaßen abgeschätzt werden:

- Tiefenintervall 0 bis 30 Meter: 12 +/- 2 °C
- Tiefenintervall 0 bis 100 Meter: 12 +/- 1 °C
- Tiefenintervall 0 bis 200 Meter: 14 +/- 1 °C

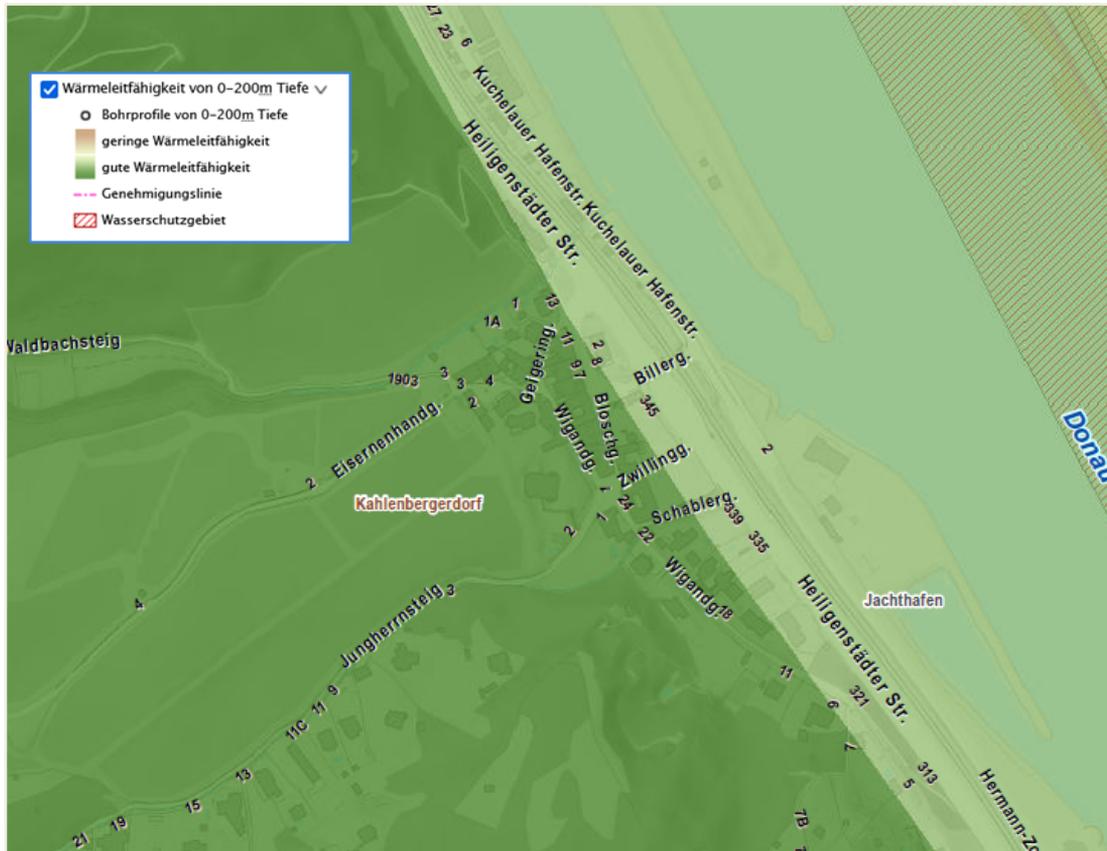


Abbildung 42: Wärmeleitfähigkeit von Erde im Standort (Quelle: Stadtplan Wien, wien.gv.at)

### 5.4.6. Biomasse

Nach den Wiener Gesetzen und unserer Rücksprache mit der MA20 gibt es jedoch keine spezifischen Einschränkungen für die Nutzung von Biomasse im Kahlenbergedorf. Um die Luftqualität am Standort gut zu halten, sind gemäß den von der Stadt Wien beschlossenen Standards die maximal zulässigen Feinstaubmengen (PM) zu beachten (Tabelle 9).

Tabelle 9: Wiener Luftgüteindex (Quelle: Stadt Wien, [www.wien.gv.at/ma22-lgb/luftwl.htm](http://www.wien.gv.at/ma22-lgb/luftwl.htm))

Bewertung	Farbe	PM10 24h-Mittel	Bedeutung
sehr gut		0 - 20	Negative Auswirkungen auf Ökosysteme sind nach derzeitigem Wissensstand wenig wahrscheinlich.
gut		21-35	Alle Gesundheitsschutz-Grenzwerte sind eingehalten. Auswirkungen auf Ökosysteme sind nicht mehr auszuschließen.
befriedigend		36-50	Die Gesundheitsschutz-Grenzwerte sind meist noch eingehalten. Auswirkungen auf Ökosysteme sind in zunehmendem Maße möglich.

unbefriedigend		51-100	Die Messwerte befinden sich auf dem Niveau von Gesundheitsschutz-Grenzwerten. Gesundheitliche Beeinträchtigungen empfindlicher Personen können vereinzelt auftreten.
schlecht		101-150	Die Gesundheitsschutz-Grenzwerte sind überschritten. Gesundheitliche Beeinträchtigungen empfindlicher Personen sind möglich. Die Bevölkerung wird verstärkt über die Schadstoffsituation informiert.
sehr schlecht		ab 151	Die Messwerte befinden sich in der Höhe von Alarmschwellen. Die Gesundheitsschutz-Grenzwerte sind deutlich überschritten. Gesundheitliche Beeinträchtigungen aller Personen sind möglich.

#### 5.4.7. Donauwasser

Das Kahlenbergerdorf liegt sehr nah an der Donau. Theoretisch ist die direkte Nutzung des Flusswassers in Kombination mit Wärmepumpen eine Option. Am besten ist der Einsatz eines Wärmetauschers im Fließgewässer, und nicht im stehenden Gewässer im Kuchelauerhafen, um so einen Wärmetauscher gut umfließen zu können. Das Fließgewässer gilt allerdings als internationale Wasserstraße und darf nicht mit Gegenständen belegt werden. Alternative könnte ein Bauwerk für die eine Wasserentnahme und Rückspeisung am Rande der Donau errichtet werden. Aufgrund des mäßigen Wärmebedarfs und dadurch ungünstig eingeschätzten Wirtschaftlichkeit wird diese Option jedoch nicht näher betrachtet.

Zusätzlich ist die Genehmigung zur Wasserentnahme bürokratisch aufwändig und langwierig.

#### 5.4.8. Luft

Luftwärmepumpen haben aktuell aufgrund der geringen Investitionskosten den höchsten Anteil an den Wärmepumpen (Biermayr and Prem 2023). Der Heizwärmebedarf steigt mit sinkender Lufttemperatur. Zugleich sinkt die Leistung und Effizienz der Luftwärmepumpen mit steigender Differenz zwischen der Senkentemperatur (Vorlauftemperatur der Heizung) und Quelltemperatur (Außenluft), während der Netzstrombedarf steigt. Damit setzt der ökologische und ökonomische Betrieb einer Luftwärmepumpe eine niedrige Auslegungsvorlauftemperatur voraus, die unter Denkmalschutz stehenden Gebäuden schwer zu erreichen ist. Eine ergänzende Nutzung dieser Quelle in Frühling, Sommer und Herbst, ergänzend zu einer anderen Wärmequelle, kann jedoch auch dort effizient erfolgen. Auch eine Nutzung zur Regeneration von Erdwärmesonden ist von dieser Einschränkung nicht betroffen.

Gleichzeitig ist die Aufstellung der Außengeräte ein Luft-Wasser-Wärmepumpe nicht einfach: Da ein Großteil des Gebietes in der Schutzzone Wien liegt und einige Gebäude unter Denkmalschutz stehen, ist die Verortung von Außengeräten in diesem Bereich kritisch.

#### 5.4.9. Überblick der Bewertung

In Tabelle 10 befindet sich ein Überblick über die Bewertung der Energieraumpotentiale.

Tabelle 10: Bewertung des Energiepotenzials des Kahlenbergerdorfs

Energieträger	Potenzial	Anmerkungen
Fernwärmenetz	Gering	Ausweitung des Fernwärmenetzes auf den Projektstandort ist aus technischen und wirtschaftlichen Gründen nicht vorgesehen
Grundwasser + Wärmepumpe	Mittel	Die Nutzung von Grundwasser in Verbindung mit Wärmepumpen hat ein großes Potenzial von über 20 kW in der Nähe von der Donau; Bei Gebäuden mit mehr Abstand zur Donau verringert sich das Potential erheblich.
Abwasserwärme + Wärmepumpe	Gering	Es gibt keine Kanäle mit ausreichend Abwasser, um als Wärmequellen in Frage zu kommen.
Betrieblicher Abwärme	Gering	In der unmittelbaren Umgebung gibt es keine Anlagen, die ausreichend Abwärme abgeben könnten
Solarpotenzial: Therme und PV	Mittel	Das Potential für Solaranlagen gegeben, diese wird jedoch durch die Anforderungen der Schutzzone deutlich eingeschränkt
Erdsonden + Wärmepumpe	Hoch	Gesamtleitfähigkeit von 2,1 W/mK und der hellgrüne Bereich von 2,0 W/mK auf. Beide gelten als gute Potenzialgebiete
Biomasse	Mittel	Keine besondere Einschränkung für die Verwendung von Biomasse, insbesondere bei Holzpaletten. Einige Aufmerksamkeit sollte der Luftqualität gewidmet werden
Donauwasser + Wärmepumpe	Mittel	Grundsätzlich gute Nutzbarkeit; es ist jedoch schwierig, eine Genehmigung für die direkte Wassernutzung zu erhalten.
Luft + Wärmepumpe	Mittel	Aufgrund der Lärm-Emissionen im dicht bebauten Gebiet des Zentrums im Kahlenbergerdorf ist eine Luft-Wärmepumpen nur eingeschränkt nutzbar.

## 5.5. PV in der Schutzzone

### 5.5.1. PV am Gebäude St.-Georg-Platz 1

Das Gebäude am St.-Georg-Platz 1 ist rund 400 Jahre alt, umfasst rund 180 m<sup>2</sup> Nutzfläche und hat ein Satteldach mit rund 36° Abweichung von Süden. Das Gebäude steht in der Schutzzone und unter Denkmalschutz (siehe Abbildung 43 und Abbildung 44).



Abbildung 43: Gebäude St.-Georg-Platz 1 (Nordseite) (Quelle: e7)

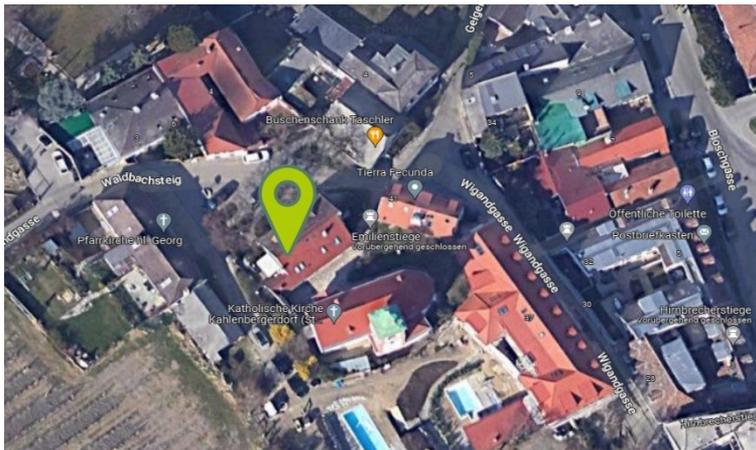


Abbildung 44: Gebäude St.-Georg-Platz 1 Luftbild (Quelle: Google Maps)

Die PV-Anlage wird mit folgenden Eckdaten auf dem Satteldach in Richtung Süden eingeplant:

- Anzahl der Module: 10
- Modulfläche: 16,4 m
- Leistung 3,1 kWp
- Jährliche Stromproduktion: 2 907,3 kWh
- Spezifische Stromproduktion je kWp: 937,8 kWh/kWp

Die Anordnung der PV-Module entspricht den Vorgaben des Informationsblattes 3 des Bundesdenkmalamt ('Photovoltaik und Denkmalschutz' 2023). Dabei steht unter den Gestaltungszielen für die Planung einer Photovoltaikanlage:

- Untergeordnete Bauteile und / oder Nebengebäude nutzen
- Proportionen und Achsen aufnehmen
- Parallele Flächen und Linien beachten
- Eine „ruhige“ Anordnung der Module durch eine geschlossene Fläche
- Dachfenster mit Solarmodulen kombinieren
- Aussparungen schließen
- Kollektorflächen zusammenfassen
- „Sägezahn-Lösung“ vermeiden
- Anlagen kombinieren

Auf Basis dieser Vorgaben wurde ein geschlossene PV-Fläche vorgeschlagen (siehe Abbildung 46).

Diese PV-Anlage ist von einer kaum begangenen öffentlichen Rasenfläche vor der Kirche, nicht jedoch vom Zugang zur Kirche oder jedweder Straße einsehbar. Das Gebäude schließt gleich am Vorplatz der Kirche im Kahlenbergerdorf an. Beim Begehen dieser Fläche ist die PV-Anlage gut einsehbar (siehe Abbildung 45).



Abbildung 45: Ansicht St.-Georg-Platz 1 (Quelle: Google Maps)

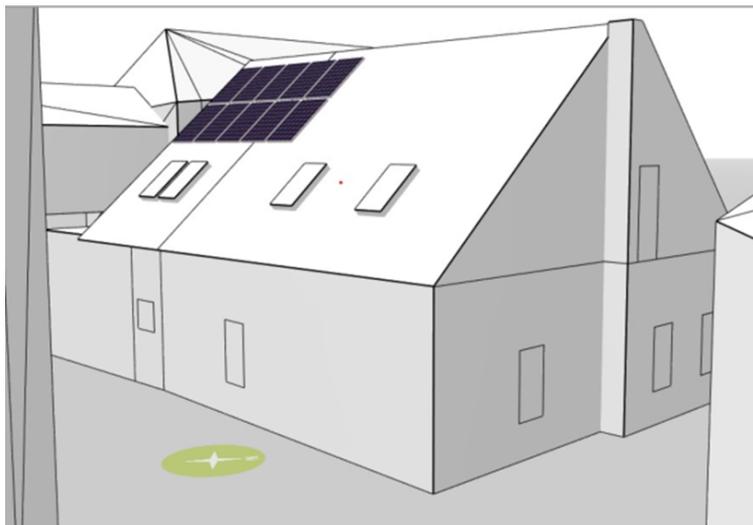


Abbildung 46: St.-Georg-Platz 1 Vorschlag der Anordnung der PV-Anlage (Quelle: e7)

Als Produkte für die PV-Anlage sollen Module verwendet werden, die sich gut in das Erscheinungsbild integrieren können. Das können zum einen rahmenlose PV-Module sein, oder auch farblich angepasste Module (siehe Abbildung 47 und Abbildung 48).

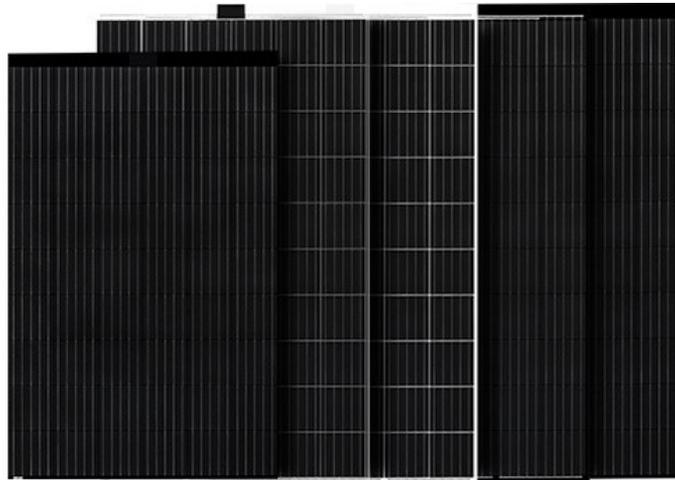


Abbildung 47: Beispiele für PV-Module, die sich gut ins Erscheinungsbild integrieren (Quelle: Sonnenstromfabrik)



Abbildung 48: Beispiele für PV-Module, die sich gut ins Erscheinungsbild integrieren (Quelle: Romo Solar)

### 5.5.2. PV am Gebäude Zwillinggasse 1

Das Gebäude in der Zwillinggasse 1 ist rund 200 Jahre alt, umfasst rund 1800 m<sup>2</sup> Nutzfläche und ein Bauwerk um einen Innenhof angeordnet. Die Teile in Richtung Norden, Osten, und Süden haben ein Satteldach, der Gebäudeteil im Westen hat ein Flachdach. Das Gebäude steht in der Schutzzone und unter Denkmalschutz (siehe Abbildung 49 und Abbildung 50).



Abbildung 49: Gebäude Zwillinggasse 1 (Quelle: e7)



Abbildung 50: Gebäude Zwillinggasse 1 Luftbild (Quelle: Google Maps)

Die PV-Anlage wird mit folgenden Eckdaten auf dem Flachdach eingeplant (siehe Abbildung 51, Abbildung 52 und Abbildung 53):

- Anzahl der Module: 39
- Modulfläche: 111,5 m<sup>2</sup>
- Leistung 21,1 kWp
- Jährliche Stromproduktion: 19 932,6 kWh
- Spezifische Stromproduktion je kWp: 945,6 kWh/kWp

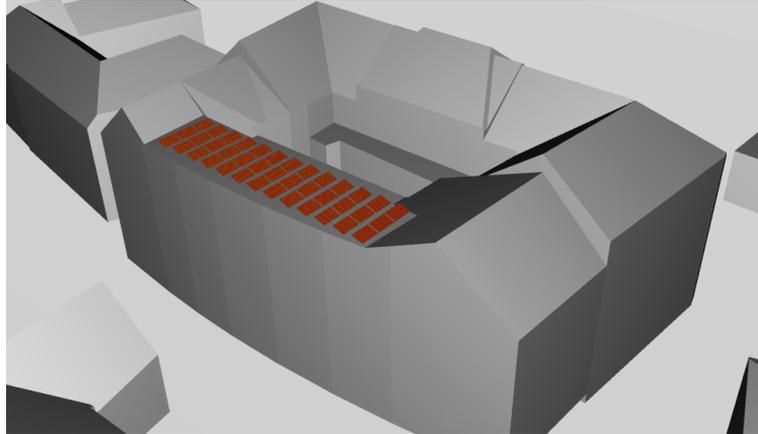


Abbildung 51: Anordnung der PV-Module am Gebäude Zwillinggasse 1 (Quelle: e7)

Diese PV-Anlage am Flachdach ist jedoch von öffentlichen Flächen nicht einsehbar:



Abbildung 52: Ansicht Zwillinggasse 1 von der Straße (Quelle: Google Maps)

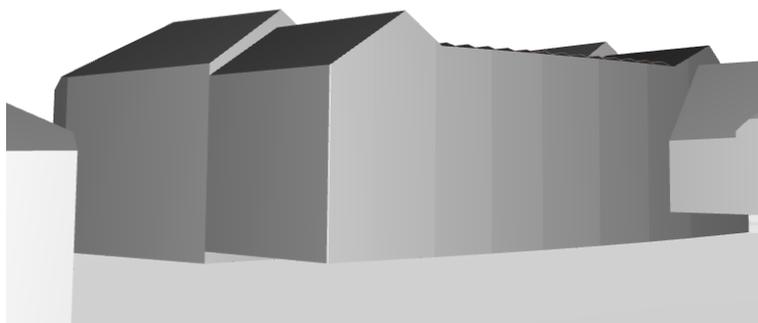


Abbildung 53: Ansicht Zwillinggasse 1 von der Straße (Quelle: e7)

### **5.5.3. Beurteilung der Stadt Wien und des Bundesdenkmalamt**

Von Seiten der MA19 Architektur und Stadtgestaltung der Stadt Wien kam die Anforderung, die PV-Module in der St.-Georg-Gasse 1 „ruhiger“ anzuordnen. Die Ausarbeitung in Abbildung 46 hat diese Anforderungen bereits berücksichtigt.

Von Seiten des Bundesdenkmalamtes wurden beide Objekte wie folgt bewertet:

- Zwillinggasse 1: das Projekt kann beim Bundesdenkmalamt eingereicht werden, da eine denkmalbehördliche Bewilligung in Aussicht gestellt werden kann.
- St.-Georg-Platz 1: für das Projekt kann keine denkmalbehördliche Bewilligung in Aussicht gestellt werden, weil das Dach des eingeschößigen Hauses vom Vorplatz der Kirche aus einsehbar ist und die Montage von PV-Modulen die Außenerscheinung des Ensembles beeinträchtigen würde.

Nach dieser Rückmeldung wird weiterhin geprüft, ob es möglich ist die Anforderungen des Informationsblattes 3 einzuhalten und PV-Module auf einsehbaren Dächern montieren zu dürfen.

## **5.6. Lösung für eine gemeinschaftliche Wärmeversorgung**

### **5.6.1. Beschreibung der technischen Varianten**

#### **Ausgangslage**

Für die Dekarbonisierung im Kahlenbergerdorf wurde zumindest für das Areal im Zentrum die Errichtung einer gemeinschaftlichen Wärmeversorgung angestrebt. Die erste Idee hierzu kam von den Mitgliedern des Klimadörfls. Ein gemeinsames Wärmenetz kann der Kern einer Wärmegemeinschaft darstellen.

Die Ausgangssituation war jedoch schwierig: Die Schutzzone der Stadt Wien im Zentrum, in der viele Gebäude stehen und der vielfache Denkmalschutz stellen gewisse Herausforderungen dar. Denn Maßnahmen zur Reduktion des Wärmeverbrauchs sind so nur schwer bzw. aufwändig umsetzbar. Gleichzeitig sind diese Gebäude bis zu 400 Jahre alt und in der Regel nicht unterkellert. Der Anschluss des in der Straße verlegten Wärmenetzes, kann dort nicht über einen Keller erfolgen, sondern muss auf Höhe des Erdgeschoßes und damit oberhalb des Straßenniveaus die Hauswand durchbrechen. Dafür sind für jedes Gebäude individuelle Lösungen zu entwickeln, um einen passenden Anschluss herstellen zu können. Die Straßen im Kahlenbergerdorf sind teilweise sehr eng und in Folge der bereits vergrabenen Leitungen (Strom, Gas, Wasser, Abwasser, Telefon) (siehe Abbildung 54) steigen die Verlegungskosten.



Abbildung 54: Zentraler Leitungskatalster für den Ausschnitt Kahlenbergerdorf (Quelle: Stadt Wien)

### Gebiet des Wärmenetzes

Das Gebiet des Wärmenetzes wurde auf Basis der Einschätzung der Wärmnachfrage und der technischen Hürden vorab eingegrenzt. Auf der nördlichen Seite wird das Ortsgebiet durch die Steigung am Leopoldsberg und die Straße/Bahnlinie abgegrenzt. Die Gebäude ab Jungherrnsteig 3 wurden aufgrund der aktuell noch zu geringen Wärmedichte ausgeschlossen. In der Wiegandgasse in Richtung Süden wurde angestrebt, zumindest noch bis zur Liegenschaft von Wiener Wohnen das Wärmenetz einzuplanen. So könnte hier sich ein größerer Wohnungseigentümer an das Wärmenetz anschließen, was auch Auswirkungen auf weitere Anschlüsse bringen kann (siehe Abbildung 55).

Ob das Wärmenetz noch weitergeführt werden soll und über die Gebäude von Wiener Wohnen hinausgehen sollte, wurde noch offengelassen. Das hängt vom Willen der Eigentümer\*innen und des Wärmebedarfs der Gebäude ab.

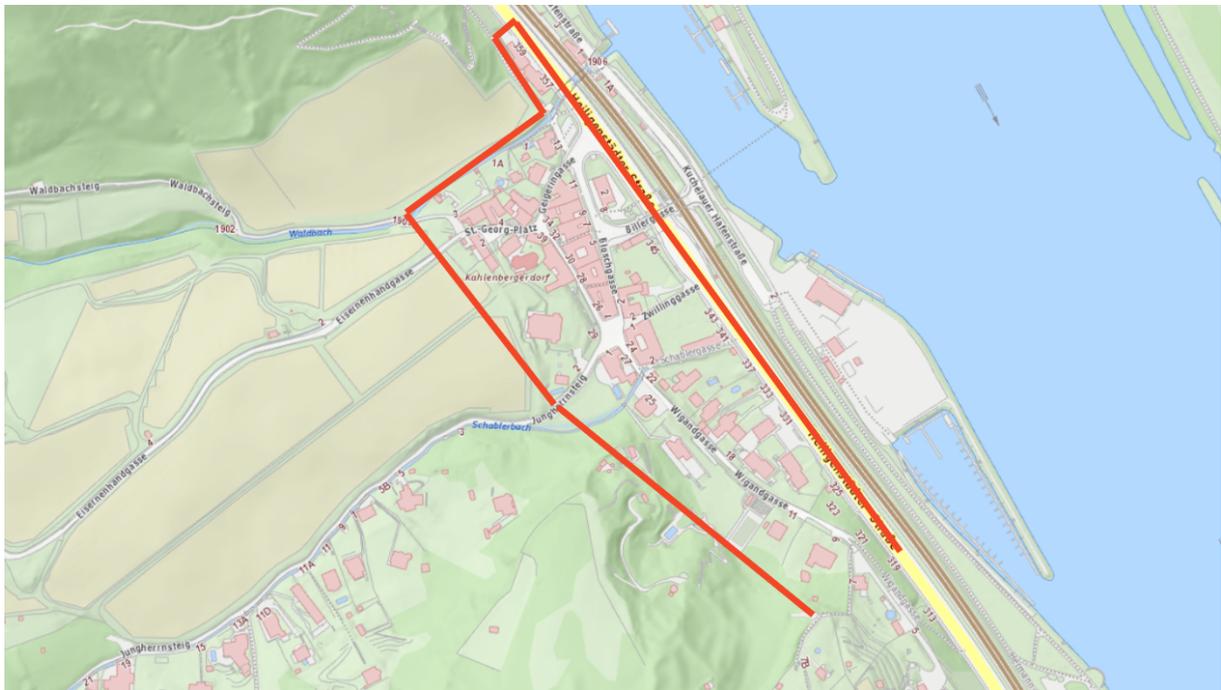


Abbildung 55: Mögliches Wärmenetzgebiet (Quelle: Stadtplan Wien, eigene Bearbeitung)

Eine erste Abschätzung ergibt, dass ein Wärmenetz in der Wigandgasse von der Liegenschaft von Wiener Wohnen bis in die Geigeringasse sowie St.-Georg-Platz eine Länge von rund 400 m umfassen wird.

Wenn ein Wärmenetz errichtet wird, braucht es auch eine Wärmezentrale, in der Anlagen der Wärmebereitstellung sowie -speicherung untergebracht werden können. Die Größe der Räumlichkeit hängt vom Umfang der zentralen Wärmebereitstellung ab: es kann die gesamte Wärme von einer gemeinsamen Wärmezentrale bereitgestellt werden, oder es kann nur eine Pumpenanlage untergebracht werden, die die Energie aus Erdsonden zu den Wohnungen pumpt, wo dann die Wärme auf das erforderliche Temperaturniveau gehoben wird.

Unabhängig von der Größe dieser Räumlichkeiten bieten sich zwei Liegenschaften bzw. Gebäude als Wärmezentrale an (siehe Abbildung 56):

- Altes Feuerwehrhaus: hier könnten in den ehemaligen, rund 4 m hohen Garagen der Feuerwehrautos Anlagen untergebracht werden. Das Gebäude steht auch direkt an der Wigandgasse, welche die zentrale Achse eines Wärmenetzes sein soll.
- Pfarrgarten: auf der Liegenschaft des Pfarrgartens kann auf mehreren Stellen ein Gebäude für die Wärmezentrale errichtet werden. Das wäre insbesondere dann interessant, wenn der Pfarrgarten auch für die Wärmegewinnung über Erdsonden oder Brunnen genutzt wird.

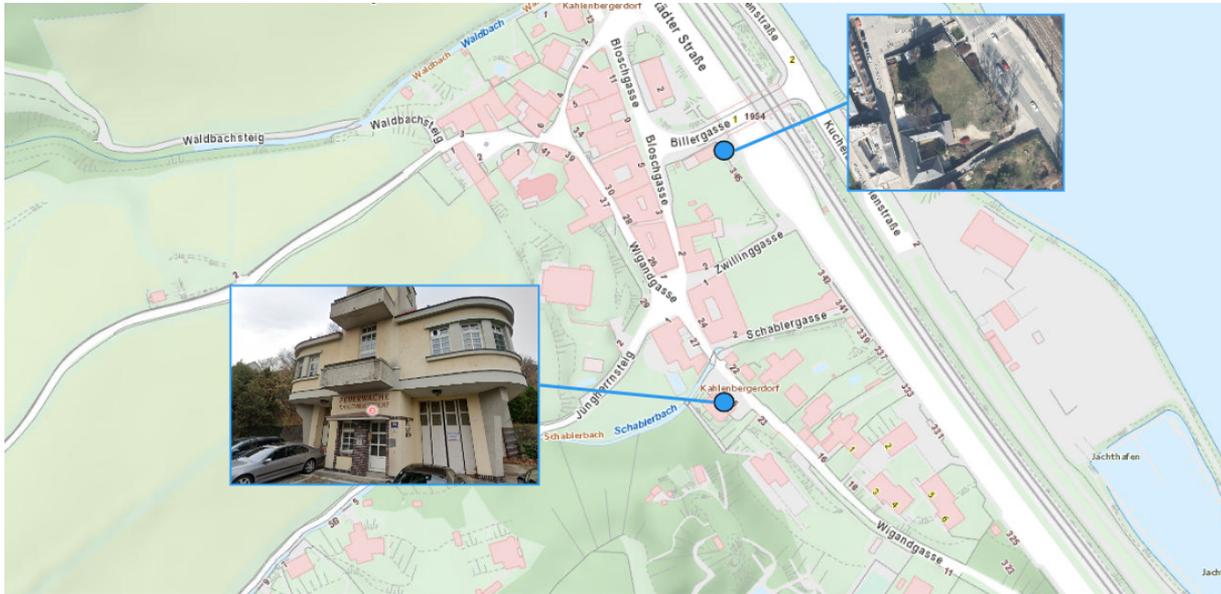


Abbildung 56: Mögliches Lage einer Heizzentrale (Quelle: Stadtplan Wien, eigene Bearbeitung)

### Technische Varianten der Wärmeversorgung

Für die Entwicklung der technischen Varianten gab es zwei Randpunkte (siehe Abbildung 57):

- Startpunkt ist ein **klassisches Biomasse-Nahwärmenetz**, wie in Österreich schon mehr als 1000 errichtet worden sind (Variante 1). Als Wärmebereitstellung wird ein Biomasse-Kessel vorgeschlagen (Pellets oder Hackgut). Das Temperaturniveau für das Wärmenetz liegt bei rund 70°C, sodass keine zusätzlichen Maßnahmen getroffen werden müssen, um Warmwasser auf eine Temperatur von rund 50°C zu heben. Messungen haben ergeben, dass Radiatoren derzeit mit höheren Temperaturen als 70°C betrieben werden. Durch die Anpassung des Betriebs der Radiatoren, durch Dämmmaßnahmen, Fenstertausch oder höhere Radiatorflächen soll erreicht werden, dass keine höheren Temperaturen erforderlich sind. Dieses Szenario wird als Referenzszenario gesehen, weil es schon vielfach realisiert wurde. Ein Wärmeversorgung allein auf Basis von Biomasse wird aufgrund der lokalen Emissionen und der Endlichkeit des Rohstoffes nicht als sinnvoll erachtet.
- Als Zielpunkt eines Energiekonzeptes wird ein **Anergienetz** gesehen (Variante 4). Hier würden die erneuerbaren Energieressourcen aus dem Erdreich, insbesondere Erdwärmesonden und/oder Grundwasserbrunnen, genutzt, um ein neutrales Wärmenetz mit Temperaturen zwischen 5 und 20°C zu betreiben. In jedem Gebäude wäre (bedarfsweise nach Zentralisierung der Wärmeversorgung) eine Wärmepumpe vorgesehen, die das Temperaturniveau auf den Bedarf für die Raumwärme hebt. Das kann im Neubau und bei Flächenheizung bei rund 30 – 40 °C sein. Das Warmwasser kann im Winter die Vorlauftemperaturen der Heizung nutzen und in einem Warmwasserspeicher in der Wohnung zwischenspeichern. Bei Bedarf kann eine E-Patrone höhere Temperaturen für das Warmwasser bereitstellen. Alternativ kann noch eine Mini-Wärmepumpe in der Wohnung integriert werden. Das sollte jedoch vorwiegend dann der Fall sein, wenn von einer zentralen Wärmepumpe für die Raumheizung abgegangen wird und die Wärme dezentral in den Wohnungen bereitgestellt wird.
- Neben den obigen Szenarien eines warmen Nahwärmenetzes und eines Anergienetzes, sollen noch **zwei weitere Szenarien** vorgesehen werden:

- Ein Szenario mit **hohen Temperaturen im Winter (bis zu 70°C)** und niedrigen Temperaturen im Sommer (zwischen 12 und 20°C) (Variante 2). Die Bereitstellung erfolgt mittels Wärmepumpe, und Spitzentemperaturen könnten mit einem Biomassekessel erzeugt werden. Damit könnten die bestehenden Wärmeabgabeflächen in den Gebäuden, welche überwiegend Radiatoren sind, weiter genutzt werden. Den initial eingesparten Investitionskosten für Dämmung und Heizungsoptimierung stehen jedoch höhere Betriebskosten und eine schlechtere Ökobilanz gegenüber.
- Ein weiteres Szenario **mit geringeren Temperaturen im Winter (rund 40°C)** erlaubt Gebäuden mit Niedertemperaturheizung das direkte Heizen aus dem Nahwärmenetz (Variante 3). Das würde in vielen Gebäuden entweder einen Umbau der Wärmeabgabe, der vielfach mit Maßnahmen zur Dämmung kombiniert ist voraussetzen, oder eine dezentrale „Booster“-Wärmepumpe.
- Bei Beiden Szenarien würde das Warmwasser mittels Warmwasserspeicher samt Elektropatrone bereitgestellt. Der Vorlauf der Heizung kann in der Wintersaison als Vorwärmung des Warmwassers genutzt werden.
- Die Möglichkeit der Kühlung ist bis auf die erste Variante in allen Varianten gegeben, da jene ganzjährig bei hohen Temperaturen betrieben wird.

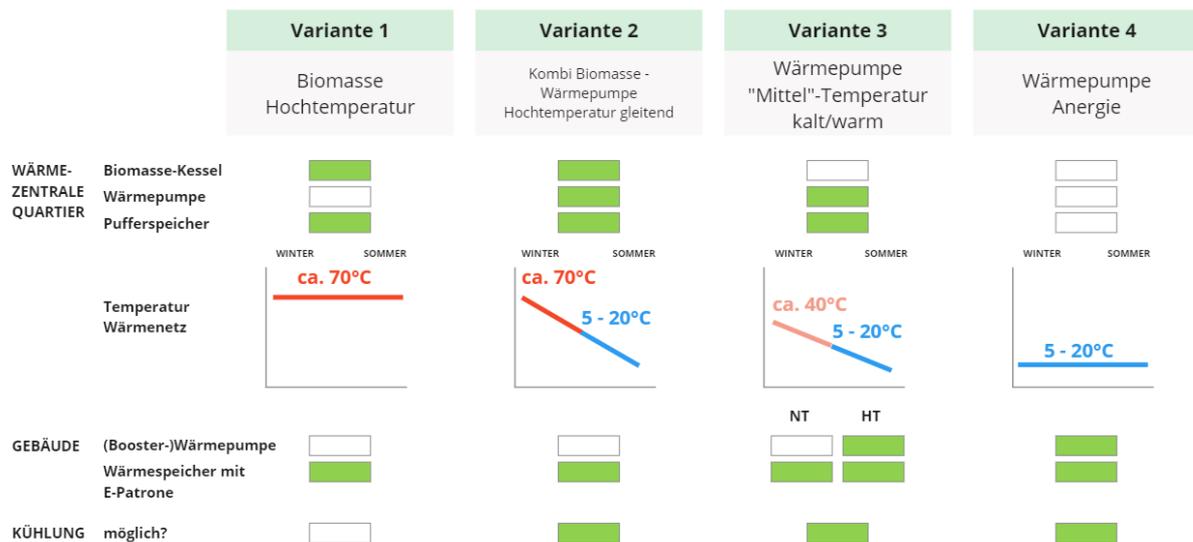


Abbildung 57: Eckdaten der Varianten (Quelle: eigene Bearbeitung)

### 5.6.2. Auswirkungen der Varianten

Die Auswirkungen der einzelnen Szenarien auf das Wärmenetz samt Wärmezentrale, sowie auf das Gebäude und die Nutzer\*innen in den Wohnungen ist in Abbildung 58 dargestellt.

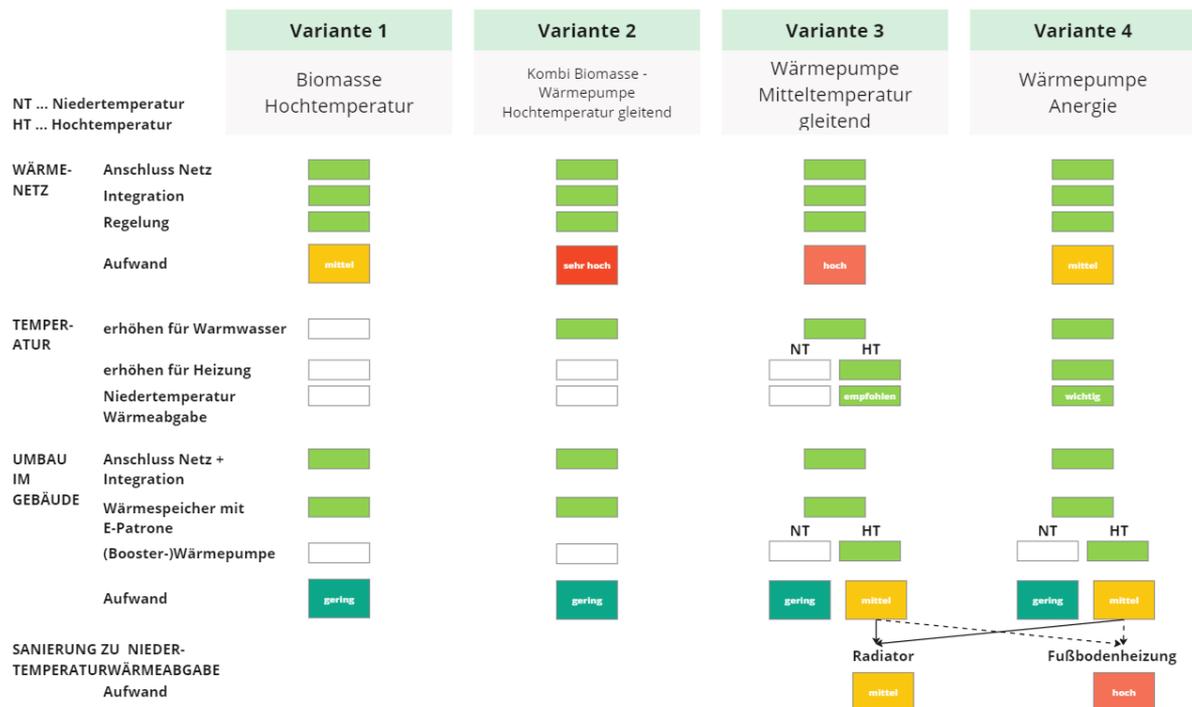


Abbildung 58: Auswirkungen der einzelnen Varianten (Quelle: eigene Darstellung)

Die verschiedenen Varianten der Wärmeversorgung weisen divergierende Effekte auf die Kosten und die Nutzer\*innen in den Gebäuden und Wohnungen auf. Variante 1 zeichnet sich durch die geringsten Auswirkungen aus. Hier wird eine hohe Vorlauftemperatur in die Wohnung gefahren, um sowohl Raumheizung als auch Warmwasserbereitung zu gewährleisten. Der Umbau in der Wohnung und im Gebäude gestaltet sich als gering, unabhängig von der Zentralisierung der Wärmeversorgung im Gebäude.

In Variante 2 ist der Aufwand im Gebäude und in der Wohnung ebenfalls gering, ähnlich wie bei Variante 1. Die Raumheizung erfolgt über das Wärmenetz, während Warmwasser im Sommer durch einen Warmwasserspeicher mit E-Patrone bereitgestellt wird. Hierbei steigt jedoch der Aufwand in der Wärmezentrale erheblich an, da neben einem Biomassekessel auch eine Wärmepumpe samt Quelle installiert werden muss.

Die Umsetzung von Variante 3 führt zu einem erhöhten Aufwand im Gebäude und in der Wohnung. Eine Vorlauftemperatur für die Beheizung bei Flächenheizung wird hier vorgesehen. Bei unzureichender Dämmung oder geringen Heizflächen ist ein Umbau oder eine thermische Sanierung erforderlich, um die niedrigen Vorlauftemperaturen realisieren zu können. Alternativ besteht die Möglichkeit, mit einer Booster-Wärmepumpe die Temperatur zu erhöhen, was jedoch nur in einer Übergangsphase empfehlenswert ist.

Ähnliche Aufwände gelten für Variante 4, bei der ebenso die Situation der Wärmeabgabeflächen, sowie der thermische Zustand der Gebäudehülle zu prüfen ist. Geringerer Aufwand entsteht hier durch die gemeinsame Technikzentrale im Quartier, jedoch ist in jedem Gebäude ein Heizraum mit einer Wärmepumpe vorzusehen.

### **5.6.3. Bewertung der thermischen Regeneration der Erdsonden**

Die Notwendigkeit der thermischen Regeneration im Quartier ergibt sich aus dem Ungleichgewicht zwischen Wärme- und Kühlbedarf. Die unterschiedlichen Anforderungen erfordern innovative Lösungen, um eine ausgewogene Energiebilanz zu gewährleisten. Im Rahmen dieser Herausforderung werden verschiedene Lösungsansätze geprüft, darunter PVT (Photovoltaik-Thermie), Luft-Wärmepumpe und Asphaltkollektoren.

#### **PVT**

Als optimale Fläche für die ausschließliche Regeneration mithilfe von PVT-Kollektoren ergab sich 1400 m<sup>2</sup> für die hocheffizienten Abora Kollektoren (Quelle: <https://abora-solar.com/>). Ein zentraler diurnaler Wärmespeicher erwies sich als kosteneffizient. Bzgl. der Begrenzung der Temperaturdifferenz zwischen Kollektorflüssigkeit und Lufttemperatur ergab sich -5°C als optimal. Die Soletemperatur lag im Jahresverlauf bei minimal 3°C und maximal 30°C. Die mittlere Temperatur des saisonalen Erdwärmespeichers wurde durch die Begrenzung der Soletemperatur auf maximal 30°C auf 16,9°C limitiert. Es ergab sich im Basisszenario ein Wärmepreis von 14,3 ct/kWh und eine über 25 Jahre gemittelte CO<sub>2</sub>-Emission von 28,5 t/a.

#### **Luftwärmepumpe**

Als optimale Gesamtleistung für die Lambda EU15L Luftwärmepumpen (Quelle: <https://lambda-wp.at/>) ergab sich 60 kWp. Bei den oft sehr geringen Temperaturdifferenzen zwischen Verdampfer und Kondensator ergab sich eine weit höhere maximale Wärmeleistung. In dieser Variante erwies sich eine mittlere Temperatur von 18°C im saisonalen Erdwärmespeicher als optimal. Die Beschränkung auf PV-Strom erwies sich vor allem für die direkte Einspeisung in das Nahwärmenetz in Herbst und Frühjahr als nachteilig, weshalb ein Betrieb auch mit Netzstrom im Modell vorgesehen wurde. Die Soletemperatur lag im Jahresverlauf bei minimal 7,1°C und maximal 30°C. Für die Einspeisung in das Nahwärmenetz erwies sich eine Begrenzung der Temperaturdifferenz zwischen der Vorlauftemperatur der dezentralen WP im ungünstigen Terzil vs. Außenlufttemperatur auf 45°C als optimal. Es ergab sich im Basisszenario ein Wärmepreis von 14,2 ct/kWh und eine über 25 Jahre gemittelte CO<sub>2</sub>-Emission von 33 t/a.

#### **Kombination PVT-LWP**

Kombinationen zwischen LWP und PVT sind möglich, aber etwas weniger ökonomisch als LWP oder PVT-Kollektoren als Regenerationswärmequelle und werden daher im Folgenden nicht aufgeführt.

#### **Asphaltkollektoren**

Die Asphaltkollektoren erwiesen sich selbst auf der maximalen zur Verfügung stehenden Fläche von 2100m<sup>2</sup> bei Nutzung mithilfe einer PV-Strom betriebenen Wärmepumpe als allein unzureichende Wärmequelle. In Kombination mit PVT oder LWP erwiesen sie sich als technisch möglich, aber aufgrund der höheren Investitionskosten (Nachrüstung, Wärmepumpe) und PV-Stromkosten als unökonomische Lösung und werden daher nicht im Vergleich der Wärmekosten aufgeführt.

## 5.6.4. Kostenbewertung

### Kostenberechnung

Die Errichtungskosten für das Projekt wurden in mehrere Bereiche aufgeteilt, um eine detaillierte Kostenanalyse zu ermöglichen. Die Hauptkostenbereiche umfassen die Wärmezentrale im Quartier, Geothermie, das Wärmenetz und die Kosten im Gebäude. Für jeden dieser Bereiche wurden Bandbreiten an Kosten ermittelt, und zusätzlich wurde der Mittelwert präsentiert, um eine umfassende Kostenübersicht zu ermöglichen (siehe Tabelle 11). Für die Regeneration wurden Kosten eines Asphaltkollektors angesetzt.

Tabelle 11: Überblick Errichtungskosten für die Varianten

Errichtungskosten	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4
<i>Minimum</i>	€ 431 000	€ 389 000	€ 314 000	€ 97 000
<b>Wärmezentrale</b>	<b>€ 479 000</b>	<b>€ 432 000</b>	<b>€ 349 000</b>	<b>€ 108 000</b>
<i>Maximum</i>	€ 527 000	€ 475 000	€ 384 000	€ 119 000
<i>Minimum</i>	€ 0	€ 362 000	€ 428 000	€ 428 000
<b>Geothermie</b>	<b>€ 0</b>	<b>€ 402 000</b>	<b>€ 475 000</b>	<b>€ 475 000</b>
<i>Maximum</i>	€ 0	€ 442 000	€ 523 000	€ 523 000
<i>Minimum</i>	€ 400 000	€ 400 000	€ 400 000	€ 400 000
<b>Wärmenetz</b>	<b>€ 444 000</b>	<b>€ 444 000</b>	<b>€ 444 000</b>	<b>€ 444 000</b>
<i>Maximum</i>	€ 488 000	€ 488 000	€ 488 000	€ 488 000
<i>Minimum</i>	€ 733 000	€ 773 000	€ 1 197 000	€ 1 490 000
<b>Gebäude</b>	<b>€ 814 000</b>	<b>€ 859 000</b>	<b>€ 1 330 000</b>	<b>€ 1 655 000</b>
<i>Maximum</i>	€ 895 000	€ 945 000	€ 1 463 000	€ 1 821 000
Planung	€ 122 000	€ 150 000	€ 182 000	€ 188 000
<b>SUMME</b>	<b>€ 1 859 000</b>	<b>€ 2 287 000</b>	<b>€ 2 780 000</b>	<b>€ 2 870 000</b>

Die Analyse der Errichtungskosten verdeutlicht, dass Variante 1 mit einer Biomasse Nahwärmelösung die geringsten Kosten aufweist. Variante 2 folgt als nächstes in der Kostenhierarchie. Hier wird insbesondere auf den Kostenunterschied im Gebäude hingewiesen.

Hingegen weisen Variante 3 und 4 die höchsten Errichtungskosten auf. Diese Varianten, die auf spezifischen technologischen Ansätzen basieren, erfordern sowohl in der Quartiersinfrastruktur als auch in den einzelnen Gebäuden zusätzliche Investitionen.

Die Betriebskosten (siehe Tabelle 12) weisen zwischen den Varianten unterschiedliche Strukturen auf. Bei Variante 1 und 2 fallen aufgrund der geringen Anzahl an Anlagen geringere Kosten für Wartung und Instandsetzung an. Hingegen zeigt Variante 4 die höchsten Betriebskosten in diesem Bereich. Bei den Energiekosten weisen Variante 3 und 4 niedrige Kosten auf, während Varianten 1 und 2 mit höheren Energiekosten verbunden sind. Dies verdeutlicht, dass trotz höherer Betriebskosten für Wartung und Instandsetzung, die Energieeffizienz in Variante 3 und 4 zu kostengünstigeren Energieausgaben führt.

Tabelle 12: Überblick Betriebskosten pro Jahr für die Varianten

<b>Betriebskosten pro Jahr</b>	<b>Variante 1</b>	<b>Variante 2</b>	<b>Variante 3</b>	<b>Variante 4</b>
Energiekosten	€ 189 000	€ 190 000	€ 81 000	€ 81 000
Wartung, Instandsetzung	€ 26 000	€ 24 000	€ 37 000	€ 51 000
<b>SUMME</b>	<b>€ 215 000</b>	<b>€ 214 000</b>	<b>€ 118 000</b>	<b>€ 132 000</b>

Die Errichtungskosten für die unterschiedlichen Varianten wurden nicht nur in absoluten Zahlen betrachtet, sondern auch auf spezifische Weisen aufgeschlüsselt, um den Blick auf die Errichtungskosten pro Wohnung zu lenken (siehe Tabelle 13). Hierbei wurden die Kosten auf die Wohnfläche umgelegt, was die Kosten pro Quadratmeter Wohnfläche ergab. Zudem wurden die Gesamtkosten durch die Anzahl der Wohnungen geteilt, um die durchschnittlichen Errichtungskosten pro Wohnung zu ermitteln. Diese Berechnungen wurden unter Berücksichtigung einer angenommenen Förderung von 40 % durchgeführt, um den Gebäudeeigentümer\*innen einen realistischen Einblick in die Kostenstrukturen zu bieten, mit denen sie zu Beginn des Projekts konfrontiert sein könnten.

Tabelle 13: Größenordnungen für die Kosten je 100 m<sup>2</sup> bzw. für eine durchschnittliche Wohnung

<b>Größenordnungen</b>	<b>Variante 1</b>	<b>Variante 2</b>	<b>Variante 3</b>	<b>Variante 4</b>
Errichtungs-kosten abzügl. Förderung	€ 1 859 000	€ 2 287 000	€ 2 780 000	€ 2 870 000
pro m <sup>2</sup>	€ 130	€ 160	€ 190	€ 200
pro Wohnung	€ 14 200	€ 17 500	€ 21 200	€ 21 900

Die Gesamtbetrachtung der Wirtschaftlichkeit jeder Variante erfolgte durch die Analyse der Lebenszykluskosten. Hierbei wurden nicht nur die Errichtungskosten, sondern auch die Betriebskosten und die Erneuerung von Anlagenteilen nach 20 Jahren berücksichtigt (siehe Abbildung 59).

Die Ergebnisse dieser Analyse zeigen, dass Variante 3 als die kostengünstigste Option hervorgeht, gefolgt von Variante 4 und Variante 1. Hingegen weist Variante 2 die höchsten Lebenszykluskosten auf. Diese Erkenntnisse bieten wertvolle Einblicke für eine fundierte Entscheidungsfindung, indem nicht nur die kurzfristigen Errichtungskosten, sondern auch langfristige Betriebs- und Erneuerungskosten berücksichtigt werden.

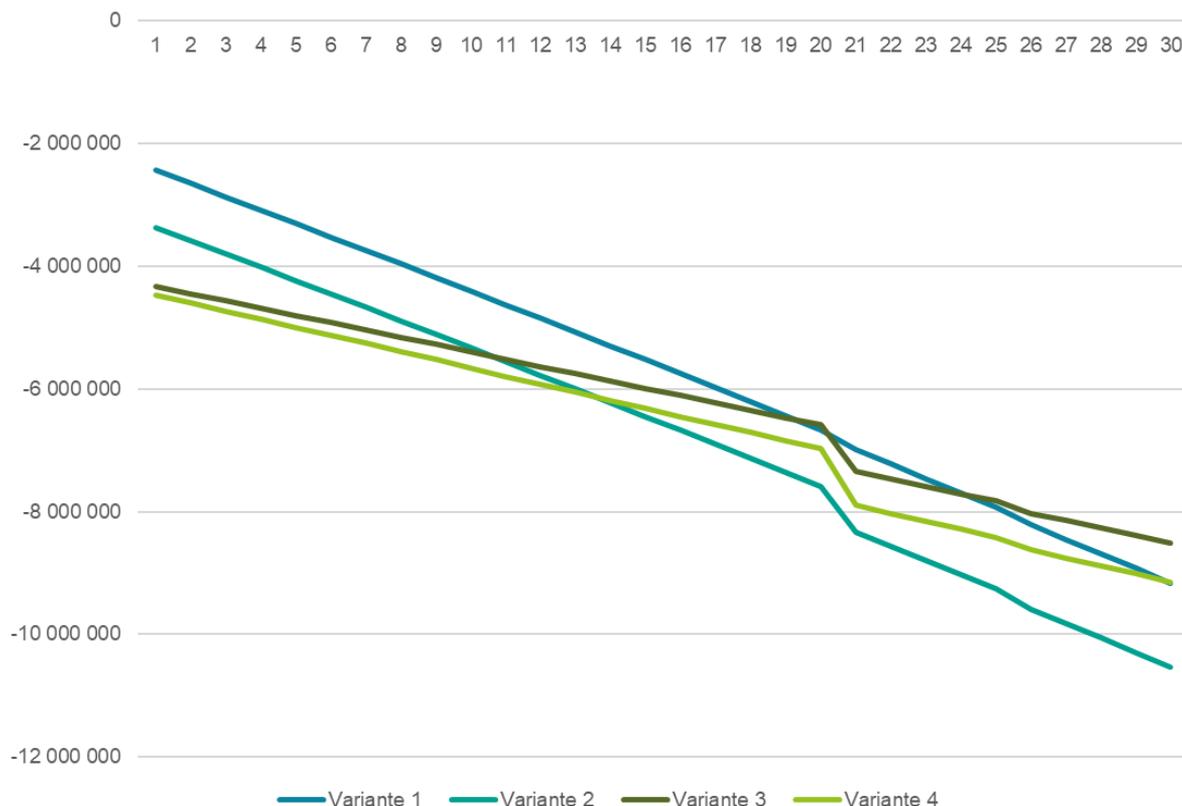


Abbildung 59: Vergleich der Lebenszykluskosten der Varianten

### Schlussfolgerung

Die Errichtungskosten für Variante 1 zeigen sich als die geringsten, jedoch sollte beachtet werden, dass diese Variante lediglich als Vergleich diente, da keine Biomasse-Lösung angestrebt wird. In Bezug auf die Wirtschaftlichkeit erweist sich Variante 3 als am kostengünstigsten, wobei Wärmepumpen im Quartier und ein warm/kaltes Wärmenetz implementiert sind. Hier führt die zentrale Wärmeversorgung zu niedrigeren Gesamtkosten im Vergleich zu Variante 4, wo in jedem Gebäude eine individuelle Wärmepumpe vorgesehen ist. Dies resultiert in höheren Wartungskosten in Variante 4 im Vergleich zu Variante 3.

Für den weiteren Vergleich zwischen der Variante mit Wärmenetz, Einzelgebäude-Lösungen und einem „Business As Usual“ Szenario (Fortsetzung mit Gas) wird Variante 4 mit einem Anergienetz als Grundlage angenommen.

## 5.7. Vergleich gemeinschaftlicher Wärmeversorgung mit der Einzelgebäudelösung und fortgesetztem Heizen mit Erdgas

### Saisonaler Erdwärmespeicher der kommunalen Option

Unter Einhaltung der Grenzen für die Soletemperatur von minimal  $-5^{\circ}\text{C}$  und maximal  $30^{\circ}\text{C}$  ergaben sich folgende Dimensionen des Erdwärmespeichers im Rahmen der ökonomisch-ökologischen Optimierung für PVT bzw. LWP als Regenerationswärmequelle (siehe Tabelle 14):

Tabelle 14: Ergebnisse Erdwärmespeicher für PVT und LWP

Dimension	PVT	LWP
BTES Formfaktor Tiefe/Durchmesser	7,9	7,9
Bohrlochabstand (m)	4,75	4,75
Fläche pro Bohrloch ( $\text{m}^2$ )	19,5	19,5
Fläche des Erdwärmefeldes ( $\text{m}^2$ )	606	523
Bohrlochtiefe (m)	193	179
Bohrlochzahl	31	27
Gesamtbohrlänge (m)	6.000	4.800

### Saisonaler Wärmespeicher bei individueller Lösung

Es war hier eine gesamte Bohrlochlänge von 6500 m optimal, was bei 200 m Bohrtiefe mindestens 33 Bohrlöcher erfordert. Im Erdbereich um die Bohrlöcher ergibt sich aufgrund der Absenkung der Umgebungstemperatur um  $3^{\circ}\text{C}$  gegenüber der natürlichen Erdtemperatur eine mittlere Temperatur von  $7,1^{\circ}\text{C}$ . Die Soletemperatur schwankt je nach Saison und Wärmentzug zwischen  $11,2^{\circ}\text{C}$  und  $-2,5^{\circ}\text{C}$ .

Für die thermische Regeneration der Erdsonden werden jene Optionen aus 5.6.3 herangezogen.

### 5.7.1. Vergleich der Wärmekosten und CO<sup>2</sup>-Emissionen zwischen den Optionen

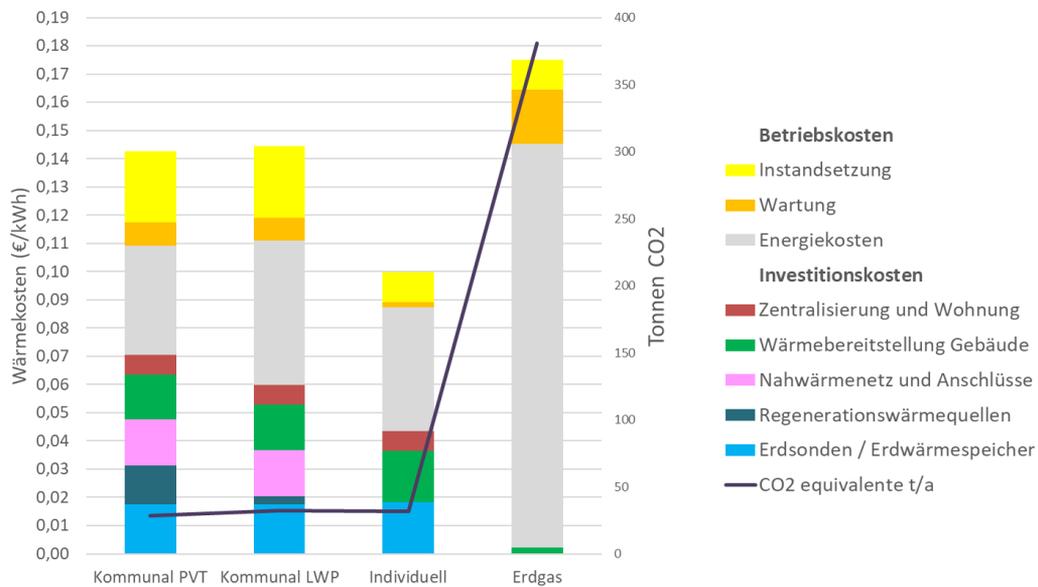


Abbildung 60: Vergleich der Ökonomie (spez. Wärmekosten) und Ökologie (CO<sub>2</sub>-Emissionen) (Quelle: eigene Darstellung)

Im Vergleich der besten kommunalen Optionen (PVT und LWP) mit der individuellen Umstellung auf Wärmepumpen und mit fortgesetztem Heizen mit Erdgas zeigt sich die sehr deutliche ökologische Überlegenheit der kommunalen und individuellen Wärmewende. Im ökonomischen Vergleich anhand der Wärmekosten erweist sich die individuelle Lösung mit 10,1 ct/kWh als die beste Lösung, die kommunalen Lösungen mit ca. 14,2-14,4 ct/kWh (für die LWP respektive PVT) als mittelgut und Heizen mit Erdgas mit 17,5 ct/kWh als die schlechteste Option (siehe Abbildung 60).

### 5.7.2. Sensitivitätsanalyse

In der Sensitivitätsanalyse wurde der Netzstrompreis von 20 ct/kWh auf 25 ct/kWh erhöht, der COP der dezentralen Wärmepumpen bei 0 K Temperaturdifferenz von 9 auf 8 gesenkt, der mittlere CO<sub>2</sub>-Preis Verlauf von 145 €/t auf 126 €/t gesenkt und der Abschluss der Dekarbonisierung des Strommixes in Österreich von 2040 auf 2050 verzögert. Alle Kombinationen wurden berechnet und in Abbildung 61 die ökologischen und in Abbildung 62 die ökonomischen Ergebnisse dieser Analysen dargestellt. In keinem Fall hat sich die Rangfolge zwischen den Optionen verändert.

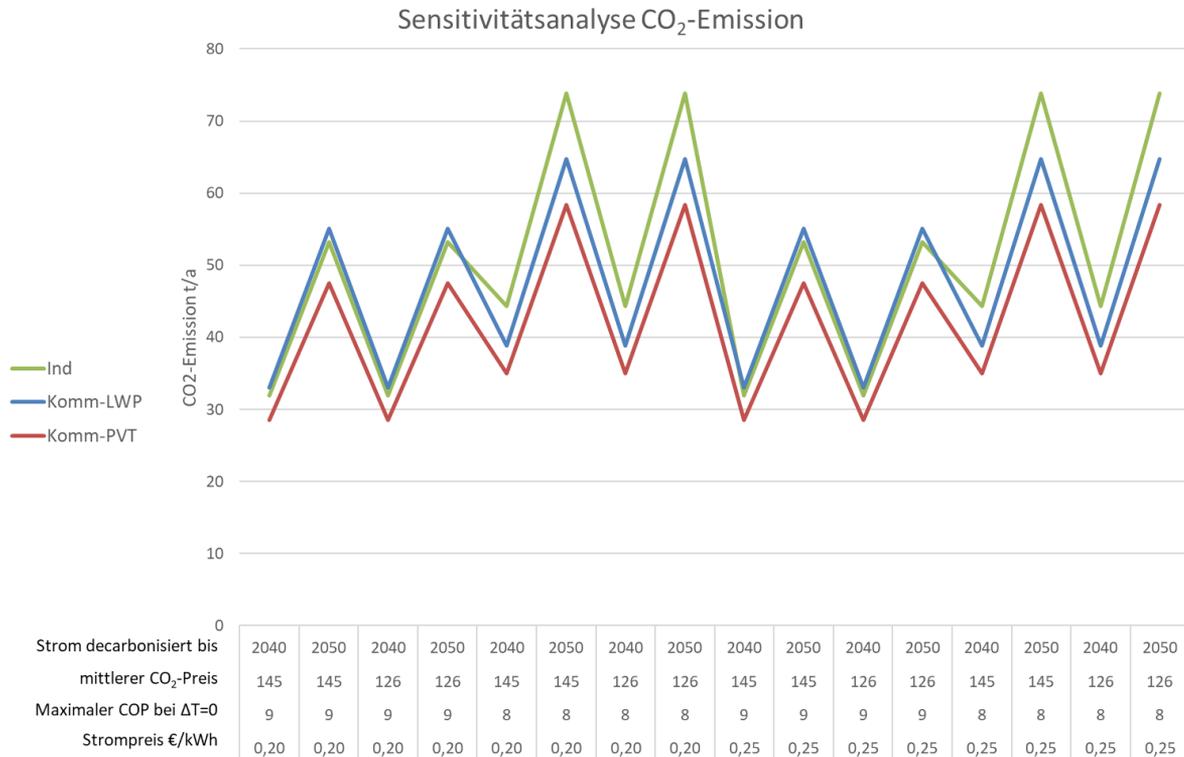


Abbildung 61: Sensitivitätsanalyse der CO<sub>2</sub> Emissionen (Quelle: eigene Darstellung)

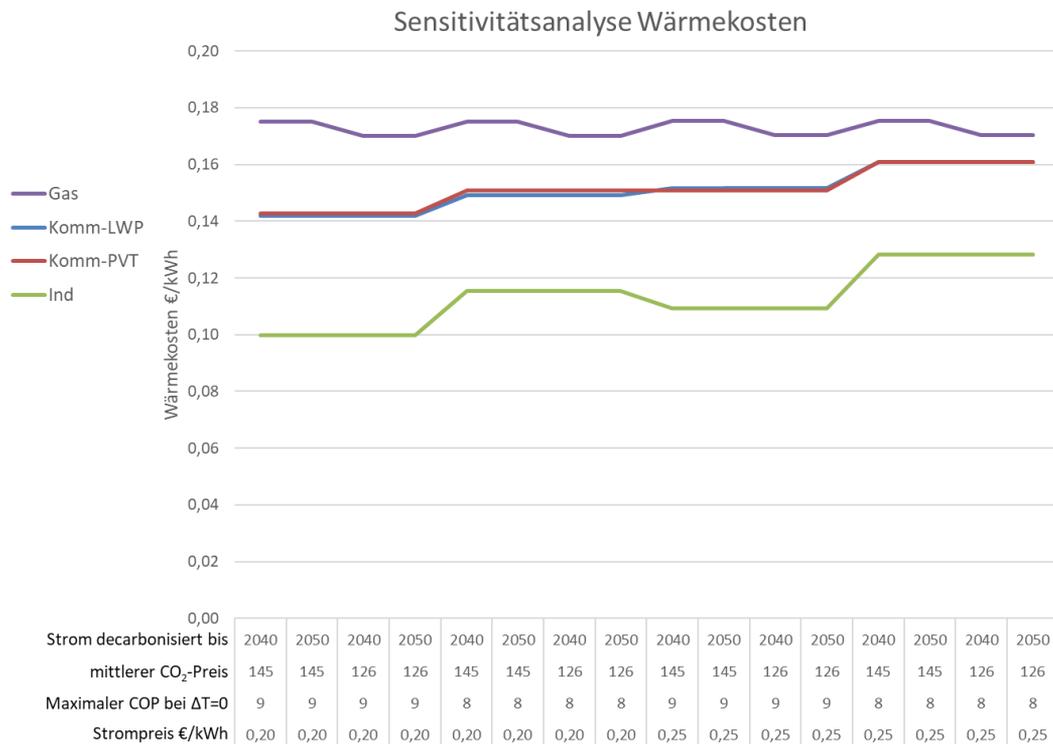


Abbildung 62: Sensitivitätsanalyse der Wärmekosten (Quelle: eigene Darstellung)

## Ungünstige Heizkennlinien

Um den Einfluss von unzureichender energetischer Sanierung in Gebäuden (Dämmung und Heizkörperoptimierung zur Senkung der Vorlauftemperatur zu untersuchen, wurden ungünstige Heizkennlinien, die ca. dem Status quo nahe sein dürften, simuliert.

Unter diesen Bedingungen ergeben sich insbesondere für die individuelle Lösung erhöhte CO<sub>2</sub> Emission von 36 statt 33 t/a (+3 t/a) und Wärmekosten von 10,5 statt 10,1 ct/kWh (+0,4 ct/kWh) bei einer von 3,68 auf 3,94 verminderten JAZ. Für die kommunale Lösung mit LWP bzw. PVT als Wärmequelle steigt die CO<sub>2</sub>-Emission etwas geringer um 1,2 t/a bzw. 2 t/a und die Wärmekosten um jeweils 0,2 ct/kWh. Dies verdeutlicht die Bedeutung der energetischen Sanierung durch Dämmung und Optimierung der Heizkörper.

### 5.7.3. Schlussfolgerung

Bei der kommunalen Lösung erwiesen sich die Regenerationswärmequellen PVT und LWP als gleichwertig. PVT ist mit einem geringeren Stromverbrauch verbunden, aber höheren Investitionskosten für die Kollektoren und für die Zuleitung vom Yachthafen Kuchelau zur Wärmezentrale. Auch Kombinationen wären möglich. Die Option Asphaltkollektor ist eine attraktive Option in Neubaugebieten, aber angesichts der erforderlichen Nachrüstung und Zuleitung sowie des erforderlichen höheren Temperaturniveaus und hohen Wärmebedarfs für das Quartier Kahlenbergedorf ungeeignet.

Sowohl die kommunale als auch die individuelle Lösungsoption für die Wärmewende erwiesen sich im Modell als sowohl ökonomisch und ökologisch deutlich dem fortgesetzten Heizen mit Erdgas überlegen. Die mittlere CO<sub>2</sub>-Emission für das Quartier verringert sich beim kommunalen Modell von 360 t/a auf 28,5 bzw. 33 t/a auf unter ein Zehntel!

Nach einer ausreichenden energetischen Sanierung ist der ökologische Vorteil der kommunalen Lösung gegenüber der individuellen Lösung ist sehr gering. Das liegt an den mittlerweile sehr effizienten Wärmepumpen und an der durch die maximale Soletemperatur begrenzten Temperatur im saisonalen Erdwärmespeicher. Der ökonomische Vorteil der individuellen Lösung gegenüber allen kommunalen Optionen ist hingegen deutlich und persistiert in allen im Rahmen der Sensitivitätsanalyse untersuchten Permutationen bzw. Szenarien bis auf eine fehlende energetische Sanierung. Für die kommunale Lösung wirken sich die Kosten für das Nahwärmenetz und die Regeneration ungünstig aus. Die individuelle Lösung ermöglicht das passive Kühlen an Hitzetagen, was in Zukunft immer wichtiger wird. Bei der kommunalen Lösung ist dies aufgrund hoher Temperaturen im Nahwärmenetz teilweise nur aktiv möglich was zumindest höheren technischen Aufwand (reversierbare Wärmepumpe oder Kopplung mit der Warmwasserbereitung) bedeuten würde. Zudem sind die rechtlichen Komplexitäten bei der individuellen Lösung geringer als bei der kommunalen Lösung. Die individuelle Lösung erlaubt schließlich eine Wärmewende in unterschiedlicher Geschwindigkeit von Haus zu Haus und erleichtert so die Umsetzung.

Die vorgelegte Modellierung fokussiert auf das kommunale Modell. Die nun für das Kahlenbergedorf bevorzugte individuelle Lösungsoption wird hingegen nur sehr einfach modelliert. In Hinblick auf die in den Limitationen dargestellten Probleme mit langfristigen Interaktionen zwischen auf relativ engem Raum gebohrten Erdwärmesonden, wird eine detailliertere Analyse erforderlich. Sie sollte die koordinierte Lösung für einzelne Häuser, die den Wärmeentzug aus dem Erdreich minimiert, mit einer Clusterlösung, die ein kleines Erdsondenfeld mit Regenerationswärmequellen kombiniert, vergleichen. Hierfür kann das vorliegende Modell angepasst werden.

In diesem Zusammenhang wird der dreifache Vorteil einer energetischen Sanierung der beteiligten Gebäude unterstrichen: Einsparung durch verminderten Heizwärmebedarf, verminderte

Wärmekosten pro kWh Wärme durch verminderte Vorlauftemperatur und langfristig verminderte Temperaturabsenkung im Erdreich durch verminderten Wärmeentzug.

Das Modell kann auch anderen Quartieren mit ähnlich gelagerten Fragestellungen als Planungshilfe bei der Lösungsoptimierung dienen.

## 5.8. Umsetzungsvorbereitung

### 5.8.1. Geschäftsmodell

Das Geschäftsmodell wurde entsprechend den technischen Möglichkeiten definiert, wobei zunächst eine Wärmenetzlösung angestrebt wurde. Nach der Verlagerung des Fokus auf Einzelgebäudelösungen wurde evaluiert welche Aspekte gemeinschaftlich organisiert werden können. Dabei wurde festgestellt, dass vor allem eine gemeinschaftliche Koordination einschließlich Organisation, Vernetzung und Informationsaustausch für die Bewohner\*innen von Vorteil sein kann. Eine gemeinschaftliche Koordination bietet Vorteile wie:

- Informations- und Erfahrungsaustausch
- Koordination von Errichtungen und Bautätigkeiten
- Unterstützung bei der Umsetzung

Zu diesen Zwecken kann eine neue Vereinsstruktur oder der bereits vorhandene Verein Klimadörfli verwendet werden.

Dies bedeutet, dass sowohl die thermische Sanierung, die Errichtung der Wärmeversorgung sowie alle Änderungen welche die Wohnungsseite betreffen von den Eigentümer\*innen der Wohneinheiten übernommen werden. Für jedes Gebäude wird eine eigene Wärmeversorgung errichtet.

Im Fall eines Mietverhältnisses gilt es je nach Motivationslage (etwaiges Spannungsverhältnis Mieter\*in vs. Vermieter\*in) zu klären, welche Verantwortung bzw. welche Kosten die jeweilige Seite tragen muss/kann und welche Zustimmungserfordernisse der Parteien erforderlich sind.

Die Eigentümer\*innen eines Gebäudes können Wärmeanlagen selbst errichten und betreiben oder sie bedienen sich eines klassischen Energieliefercontractings, welches die Errichtung der Wärmeversorgung und des Netzes beinhaltet. Je nach Vereinbarung, kann der Energiedienstleister zusätzlich auch die Finanzierung, Instandsetzungen, Wartungen und den laufenden Betrieb der Anlagen übernehmen. Nach Ende der Laufzeit des Contractingvertrages kann die Anlage vom Energiedienstleister übernommen werden und geht dadurch in das Eigentum der Eigentümer\*innen über.

Tabelle 15 beschreibt die Verteilung der Verantwortungen in diesem Geschäftsmodell.

Tabelle 15: Verantwortungsverteilung bei der Einzelgebäudelösung

Aufgabengebiete	Organisation/Verantwortung	Finanzierung	Wirtschaftliches Eigentum
Koordination	Verein	Verein	Verein

<b>Thermische Sanierung</b>	Eigentümer*innen/EDL	Eigentümer*innen	Eigentümer*innen
<b>Wärmeversorgung:</b>	Eigentümer*innen/EDL	Eigentümer*innen	Eigentümer*innen/EDL
<b>Netz + Hausanschluss:</b>	Eigentümer*innen/EDL	Eigentümer*innen	Eigentümer*innen/EDL
<b>Wohnungsseite:</b>	Eigentümer*innen/Mieter*innen	Eigentümer*innen/Mieter*innen	Eigentümer*innen/Mieter*innen

\* Bei einem Eigentumsübergang geht das wirtschaftliche Eigentum nach Laufzeit des Ratenkaufes auf die Eigentümer\*innen über.

Es gibt aber auch Szenarien, in denen eine grundstücksübergreifende Wärmeversorgung von Vorteil sein kann:

- Wenn eine hohe Wärmedichte gegeben ist (z.B. im Ortskern).
- Wenn Liegenschaften synergetisch genutzt werden können
- In Situationen, in denen die Heizzentrale oder der Einsatz von Erdwärmesonden auf der eigenen Liegenschaft nicht integrierbar ist, in benachbarten Liegenschaften jedoch sehr wohl.
- Skaleneffekte bieten zusätzliche Vorteile

Um gebäudeübergreifende Energiesysteme zu errichten können die Eigentümer\*innen untereinander entweder privatrechtliche Verträge aufsetzen oder sie schließen sich in eine gemeinsame Organisationsform zusammen, beispielsweise über eine neu gegründete Genossenschaft. Eine gemeinsame Organisationsform, für gebäudeübergreifende Energiesysteme ist von Nutzen, um die kapitalintensiven Investitionen gemeinsam umzusetzen und den Betrieb der Anlagen professionell verwalten zu können.

### 5.8.2. Transformationsplan

Das Ergebnis der Simulation im Vergleich der Lösungen mit Wärmenutzung und der Einzelgebäudelösung brachte das Ergebnis, dass Lösungen auf Einzelgebäudeebene aus ökonomischer Sicht besser sind. Der ursprüngliche Plan der Errichtung einer Wärme-Energiegemeinschaft, beispielsweise in Form einer Genossenschaft, kann somit die eigentliche Zielsetzung (die Errichtung und der Betrieb des Wärmenetzes) nicht erfüllen.

Vorteil für den Fokus auf Lösungen für Einzelgebäude oder – bei Bedarf – für einzelne Gruppen von Gebäuden ist, dass somit nun das gesamte Kahlenbergdorf bei der Umsetzung mitmachen kann, und nicht nur jene Gebäude, die im geplanten Areal des Wärmenetzes liegen.

Gleichzeitig wird auch die Idee einer Wärme-Energiegemeinschaft nicht ad-acta gelegt. Sie bekommt vielmehr eine andere Bedeutung. Die Wärme-Energiegemeinschaft im Kahlenbergdorf ist die Zentrale für das gemeinsame, koordinierte Umsetzen der Dekarbonisierung im „Dörfli“.

Die Alternative zum gemeinsamen Wärmenetz basiert auf den Ideen der Studie „Energetische Stadtsanierung“ sowie dem Merkblatt der KfW für „Energetische Stadtsanierung“ (‘Merkblatt: Energetische Stadtsanierung - Zuschuss Klimaschutz und Klimaanpassung im Quartier’ 2023). Dieses Konzept sieht einen zweistufigen Ansatz für Sanierungsmaßnahmen im Quartier vor.

Schritt 1: Erstellung eines integrierten Quartierskonzept. In diesem Schritt wird der Ist-Zustand sowie die energetische Ausgangssituation erhoben, die Zielsetzungen für das Quartier definiert und alternative, effiziente und erneuerbare lokale Energieversorgungsoptionen analysiert. Es sollen konkrete Handlungskonzepte unter Einbeziehung der betroffenen Akteure entwickelt werden.

Schritt 2: Implementierung eines Sanierungsmanagement für das Quartier. Das Sanierungsmanagement unterstützt die Gebäudeeigentümer\*innen bei der Planung, Finanzierung, Umsetzung und Inbetriebnahme der Gebäude nach der Sanierung. Es ist zentrale Anlaufstelle für alle Stakeholder in diesem Prozess. Das Sanierungsmanagement kümmert sich um die Aufgaben des Projektmanagement und der Koordination der Umsetzung der Maßnahmen, fachliche Unterstützung bei der Vorbereitung, Planung und Umsetzung von Maßnahmen, die Abhaltung von Informationsveranstaltungen, uvm. Das Sanierungsmanagement gibt somit den Gebäudeeigentümer\*innen die Hand und führt diese Personen durch den gesamten Prozess der Sanierung.

In diesem vorliegenden Sondierungsprojekt wurde Schritt 1 bereits durchgeführt. Der Fokus wurde auf die Dekarbonisierung gelegt, und auf ein gemeinsames Wärmenetz im Zentrum des Kahlenbergerdorfes. Das Ergebnis ist nun eine Quartierskonzept, das den Fokus auf individuelle Lösungen der Dekarbonisierung legt. Nur dort, wo aus technischen oder räumlichen Gründen keine Einzellösung möglich ist, sollen sich mehrere Gebäude zusammenschließen.

In einem nächsten Schritt möchten wir Schritt 2 umsetzen. Ein Sanierungsmanagement mit Fokus auf die Dekarbonisierung. Die Wärme-Energiegemeinschaft ist die Trägerorganisation für das Dekarbonisierungsmanagement. Die Dekarbonisierung setzt sich als Ziel, die Wärmeversorgung für ein Gebäude (oder einer Gebäudegruppe) zu erneuern und eine Lösung auf Basis erneuerbare Energieträger einzubauen. Darüber hinaus können auch noch weitere Maßnahmen eingeplant werden, falls der Bedarf bei den Gebäudeeigentümer\*innen vorliegen: die thermische Sanierung eines Gebäudes oder von Gebäudeteilen (z.B. Tausch von Fenstern), die Installation einer PV-Anlage auf dem Dach oder auf der Liegenschaft oder den Einbau von E-Ladestation auf der Liegenschaft des Gebäudes.

Der Vorteil für die Gebäudeeigentümer\*innen ist die fachliche Unterstützung durch das Dekarbonisierungsmanagement und die gemeinsame Umsetzung von Maßnahmen mit hohen Investitionskosten. So können sich mehrere Personen über die Art und die Finanzierung der Umsetzung gegenseitig austauschen und unter Einbeziehung von Expert\*innen zu gut geeigneten Lösungen kommen.

Zentrale Trägerorganisation ist die Wärme-Energiegemeinschaft. Falls die Expertise bei den Personen in dieser Organisation nicht vorhanden ist, können diese externe Expert\*innen für den Prozess der Dekarbonisierung engagieren. Im konkreten Fall werden es die Partner des vorliegenden Projektes realitylab und e7 sein, erweitert um die Aspekte Förderung und Finanzierung sowie Prozessmanagement für Dekarbonisierung, von der Planung bis zur Inbetriebnahme.

Der Prozess der gemeinsamen Dekarbonisierung kann auch in mehreren Stufen realisiert werden: zuerst beginnen die aktuell interessierten Personen an einer Dekarbonisierung. Der Beginn ist mit den Willigen, die rasch die Dekarbonisierung umsetzen möchten. Gleichzeitig werden die restlichen Personen im Kahlenbergerdorf laufend über den Prozess informiert.

Nach der Inbetriebnahme der neuen Heizungsanlagen bei den „Frontrunnern“ können dann weitere Interessierte sich melden, und eine nächste Tranche der Umsetzung kann beginnen. Abermals soll die Wärme-Energiegemeinschaft die Trägerorganisation sein. Die Beteiligung von externen Expert\*innen

hängt dann davon ab, wie viel Expertise bereits innerhalb der Organisation angereichert wurde. Gegebenenfalls kann die Gemeinschaft die nächste Umsetzung bereits mit eigener Expertise und Ressourcen realisieren.

# 6 Schlussfolgerungen

## Entwicklung der Wärme-Energiegemeinschaft durch professionelle Begleitung

Der Verein „Klimadörf“ hat sich im Projektverlauf zu einem zentralen Träger für Dekarbonisierungsmaßnahmen im Kahlenbergdörf weiterentwickelt. Die Unterstützung mit technischem Knowhow durch e7 und der Organisations- und Gemeinschaftsaufbau durch realitylab waren dafür von großer Bedeutung. Ohne die Unterstützung durch die Konsortialpartner und die Finanzierung im Programm „Stadt der Zukunft“ wäre dieser Entwicklungssprung viel schwieriger zu erreichen gewesen. Dies lässt die Schlussfolgerung zu, dass Dekarbonisierungsprojekte, die auf der Teilnahme und Beteiligung von Bewohner\*innen aufbauen eine soziale Prozessbegleitung und eine sensible Vermittlung von technischem Wissen brauchen. Solche Leistungen mit Fördermitteln zu unterstützen, erhöht die Chancen für das Gelingen von Transformationsprozessen wesentlich. Es ist noch zu früh und der Fall des Kahlenbergdörf zu speziell um daraus allgemeine Schlussfolgerungen für die Dauer und den Umfang einer professionellen Prozessbegleitung ziehen zu können. Für derartige Schlussfolgerungen bedarf es noch mehr gemeinschaftlich getragener Dekarbonisierungs- und Transformationsprozesse, die von interdisziplinären Expertenteams begleitet werden.

## Bewusstseinsbildung und Aktivierung der Nutzer\*innen

Im Projektverlauf ist es gelungen viele Mitglieder und Interessenten für den Verein „Klimadörf“ und damit für den Transformationsprozess im Kahlenbergdörf zu gewinnen. Als Eigentümer\*innen eines Hauses oder einer Wohnung machen sich viele Bewohner\*innen ähnliche Sorgen und Gedanken und sie wälzen ähnliche Sanierungspläne bzw. erwägen den Einbau von Anlagen für die nachhaltige Energie- und Wärmeversorgung. Die Treffen des Vereins (Foren) bzw. des Koordinationskreises und der ARGEs haben eine von allen geschätzte Gelegenheit des Lernens und des Gedankenaustausches geboten. Der Austausch hat nicht nur das Wissen über die technischen Möglichkeiten vergrößert, sondern auch eine wechselseitige Motivation bewirkt. Die Motivation ist selbst dann nicht erlahmt als sich die gemeinsame Form der Wärmeversorgung als nicht wirtschaftlich herausgestellt hat.

## Motivationen und Attraktoren

Welche Faktoren waren für die Bewohner\*innen besonders ausschlaggebend, sich am Dekarbonisierungsprozess im Kahlenbergdörf zu beteiligen bzw. welche Argumente haben sie besonders angezogen; wir bei unseren Arbeiten, Veranstaltungen und Treffen folgende Motivation und Attraktoren beobachtet:

1. **Verantwortung für die Umwelt:** Einer Gruppe von Bewohner\*innen ist es vor allem wichtig einen Beitrag zum Erhalt eines lebenswerten Planeten zu leisten und die dramatischen Folgen, des sich abzeichnenden Klimawandels abzuwenden. Diese Menschen es angezogen, dass sich der Verein „Klimadörf“ nicht nur um eine nachhaltige Form der Wärmeversorgung kümmert, sondern auch andere CO<sub>2</sub>- und energierelevante Bereiche ins Auge fasst, wie z.B. Mobilität und Ernährung. Dieser **ganzheitliche Ansatz** war für diese Gruppe besonders anziehend.
2. **Reduktion von Kosten:** Die durch den Krieg in der Ukraine verstärkte Krise im Bereich von fossilen Energieträgern fiel in den Projektzeitraum und hat zu einem sehr großen Anstieg von Energiekosten geführt. Diese Entwicklung hat das Interesse am Projekt natürlich vergrößert. Die Aussicht auf eine langfristige Reduktion von Kosten ist für viele ein ausschlaggebendes

Argument, um sich dem Verein Klimadörfli anzuschließen oder selbst Dekarbonisierungsmaßnahmen zu setzen. Auch jenen, die prioritär aus Verantwortung für die Umwelt handeln, ist das Kostenargument wichtig; schlicht und einfach, deshalb weil es als das wichtigste Argument betrachtet wird um **möglichst alle Nachbarn überzeugen** zu können

3. **Reduktion von Abhängigkeit:** Die Energiekrise des Jahres 2022 hat den Bewohner\*innen des Kahlenbergerdörfli klar gemacht, dass sie von globaler Entwicklung und letztlich von autoritären Regimen abhängig sind. Die Aussicht auf eine **unabhängige, selbstbestimmte Form der Wärmeversorgungen** war vor diesem Hintergrund besonders attraktiv. Die Fernwärme kommt im Kahlenbergerdörfli nicht in Betracht, aber sie erschien vielen Bewohnern auch deshalb nicht attraktiv, weil sie neue Abhängigkeiten schaffen würde.
4. **Gemeinschaft:** Das Kahlenbergerdörfli weist nicht nur in baulicher Hinsicht eine dörfliche Struktur auf; auch die Art und Weise wie kommuniziert wird ist dörflich. Wie oben dargestellt ist den Bewohner\*innen das persönliche Gespräch und die persönliche Begegnung sehr wichtig. Die Treffen des Klimadörfli haben auch Raum für die Pflege von Dorfgemeinschaft geboten und diese Gemeinschaft wachsen lassen. „Der Taschler“, ein authentischer Wiener Heuriger, hat die Gemeinschaftsbildung wesentlich unterstützt: mit Essen und Trinken und einem gemütlichen Ambiente. Das „Forum Klimadörfli“ setzt auf eine Mischung von **formellen und informellen Programmpunkten**, die **neben der Wissensvermittlung auch Wert auf gegenseitige Kennenlernen und das Erkennen von gemeinsamen Werten und Interessen** legt.

### Motivationshemmende Faktoren

1. **Alter und Kostenstruktur:** Die Kostenstruktur von Dekarbonisierungsprojekten ist sehr ungünstig für alte Menschen. im Szenario „Weiter so wie bisher“ sind zwar die laufenden Kosten für fossile Energieträger sehr hoch, aber beim Umstieg in ein Nahwärmenetz oder eine andere Form der Wärmeversorgung können sofort hohe Kosten anfallen, die für einen alten Menschen oft nicht bewältigbar sind, nicht zuletzt deshalb, weil sie schwer an einen Kredit kommen. Hier könnte eine gemeinsame Form der Wärmeversorgung, z.B. organisiert von einer Bewohner\*innengenossenschaft wesentliche Verbesserungen bewirken. Die Genossenschaft könnte als Wärmelieferant auftreten; Die Genossenschaft kompensiert das fehlende Kapital. sie kann leichter Fremdkapital aufnehmen und Fördermittel lukrieren, um die hohen Investitionskosten für Geothermie und Leitungen zu stemmen. Menschen ohne Eigenkapital können dafür im Gegenzug, wie gewohnt höhere monatliche Beiträge aufbringen. Um die Motivation zu steigern, sollten diese monatlichen Beiträge natürlich geringer sein als die bisherigen Aufwendungen für den Betrieb der Anlagen mit fossilen Energieträgern
2. **Lärm und Schmutz:** Viele Menschen, insbesondere ältere Menschen fürchten die Belastungen während der Bauphase. Hier könnte eine kurze Bauphase Abhilfe schaffen.
3. **Raumverlust und Verlust von architektonischer Qualität:** thermische Sanierung geht fast immer mit Dämmung einher. Das Anbringen von Dämmung auf der Außenseite aus Gründen des Denkmalschutzes in vielen Fällen nicht möglich. Dämmung im Inneren des Gebäudes ist grundsätzlich zwar möglich, sie birgt aber bauphysikalische Risiken, ist tendenziell teuer und führt jedenfalls zu einem Verlust von Wohnfläche. Sie kann auch die architektonische Anmutung von historischen Gebäuden und Räumen negativ beeinflussen.
4. **Soziale Exklusivität:** Die Aktivitäten des Kahlenbergerdörfli haben vor allem Menschen angesprochen, die Eigentümer\*innen eines Hauses oder einer Wohnung sind. Mieter\*innen,

insbesondere jene des Gemeindebaus, haben sich nicht angesprochen gefühlt bzw. wurden die Bewohner\*innen des Gemeindebaus vielleicht auch nicht in einer geeigneten Form angesprochen. Da nur Eigentümer\*innen rechtlich befugt sind, die Form der Wärmeversorgung zu verändern, wird es schwierig bleiben, Mieter\*innen zum Mitmachen zu bewegen. Hier kann die breite und ganzheitliche Ausrichtung der Aktivitäten hilfreich sein: Wenn es um Ernährung und Mobilität geht, dann gibt es Initiativen für das Teilen von Ressourcen, die für Mieter und Eigentümer\*innen gleichermaßen interessant sein können.

5. **Räumliche Exklusivität:** Das ursprünglich angestrebte Nahwärmenetz im örtlichen Zentrum des Kahlenbergdörfles hatte den ganz wesentlichen Nachteil, dass es keine Lösung für die Bewohner\*innen an den Rändern bot - insbesondere für die Bewohner\*innen des Jungherrensteigs, der eine hohe Steigung und geringe Wärmedichte aufweist. Die Motivation sich an einem Projekt zu beteiligen, das einem keinen unmittelbaren Nutzen bietet, war entsprechend gering. Die Abwendung vom Konzept der zentralen Wärmenetz hin zu einem gemeinschaftlichen Dekarbonisierungsmanagement hat das Klimadörfel plötzlich für viele Eigentümer\*innen wieder interessanter gemacht. Auch Liegenschaften in Randlagen und mit schwierigen Voraussetzungen können nun unmittelbar und zeitnah von der Unterstützung durch den Verein profitieren.

## Datenerhebung

Nach der Projektbearbeitung wird deutlich, dass die durchgeführte Datenaufnahme einen erheblichen Umfang aufwies. Dies schloss die Anwendung von Fragebögen, Straßenbegehungen zur äußeren Datenerhebung der Gebäude sowie die Befragung einzelner Bewohner\*innen in den Gebäuden ein. Trotz des beträchtlichen Aufwands zeigte sich, dass die erzielten Vorteile im Vergleich zu Benchmarkwerten und öffentlich verfügbaren Daten, beispielsweise in GIS-Tools der Stadt Wien, begrenzt waren. Die Schlussfolgerung lautet daher, künftig verstärkt auf öffentlich verfügbare Daten zurückzugreifen. Obwohl diese möglicherweise nicht die gleiche Tiefe an Informationen bieten, sind sie in ihrer Vollständigkeit eindeutig vorteilhaft. Insbesondere sollte auf die aktuelle Erweiterung der Gebäudedaten um Flächen- und Energiekennzahlen zurückgegriffen werden. Die Integration von Benchmarkwerten in spezialisierte Software-Tools wie dem City Energy Analyst wird empfohlen, um eine effiziente und vergleichbare Datenauswertung zu gewährleisten. Diese Herangehensweise ermöglicht eine effektivere Nutzung der verfügbaren Ressourcen und gewährleistet gleichzeitig eine qualitativ hochwertige Datengrundlage für zukünftige Analysen und Entscheidungsprozesse.

## Urbanes Informationsmodell

Die Implementierung eines Urbanen Informationsmodells in QGIS erwies sich als äußerst vielversprechend im Rahmen dieses Projektes. Dieses Modell ermöglichte erfolgreich die Integration von Daten aus öffentlich verfügbaren Quellen sowie spezifisch erhobenen Daten. Die Vielseitigkeit dieses Tools erlaubte nicht nur eine effiziente Zusammenführung verschiedener Datensätze, sondern auch die Durchführung spezifischer Auswertungen für das betreffende Areal. Ein bemerkenswertes Beispiel ist die Erstellung einer Wärmedichtekarte, die einen wichtigen Beitrag zur Bewertung der Wärmenetztauglichkeit leistet.

Die Flexibilität des Urbanen Informationsmodells ermöglichte nicht nur die schnelle Generierung solcher Auswertungen, sondern erleichterte auch die nahtlose Übertragung der Daten in andere Analysetools wie zum Beispiel den City Energy Analyst. Durch diese Interoperabilität können weiterführende Analysen durchgeführt werden, die über den Umfang von QGIS hinausgehen. Dies

eröffnet die Möglichkeit, detailliertere Einblicke in verschiedene Aspekte der energetischen Effizienz und Nachhaltigkeit des untersuchten Areals zu gewinnen.

Insgesamt hat sich das Urbane Informationsmodell als wertvolles Instrument erwiesen, das nicht nur die Effizienz der Datenauswertung steigert, sondern auch die Grundlage für umfassendere Analysen und Bewertungen schafft. Der Einsatz solcher modernen GIS-Technologien zeigt sich als bedeutender Schritt zur Optimierung von Datenerhebungs- und Analyseprozessen im Kontext urbaner Energieeffizienzprojekte.

### **Prüfung eines gemeinsamen Wärmenetzes für das Dörfel**

Die detaillierten Analysen der technischen Lösungen, Machbarkeit und Kosten, einschließlich der Entwicklung eines eigenen Simulationswerkzeugs, haben ein klares Bild ergeben: Die Kosten der Dekarbonisierung im Zusammenhang mit der Errichtung eines Wärmenetzes sind im Vergleich zur Umsetzung auf Ebene von Einzelgebäuden bzw. in kleineren Gebäudeclustern höher. Diese Erkenntnis gilt im Allgemeinen für die Mehrheit der Gebäude, wobei es jedoch bei bestimmten Einzelgebäuden aufgrund technischer Schwierigkeiten und dadurch verursachter zusätzlicher Kosten Ausnahmen geben kann.

Die Schlussfolgerung aus diesen Analysen ist: Aus rein ökonomischer Perspektive ist die Implementierung eines gemeinsamen Wärmenetzes im Zentrum des Kahlenbergerdorfes nicht vorteilhaft. Dies resultiert vor allem aus den hohen Kosten für die Wärmeleitungen, die durch die alten und engen Straßen verursacht werden, sowie der Tatsache, dass viele Gebäude keine Unterkellerung aufweisen, was den Anschluss an ein Wärmenetz erschwert. Diese strukturellen Herausforderungen beeinflussen die Wirtschaftlichkeit des Projekts erheblich.

Es ist wichtig anzumerken, dass diese ökonomische Bewertung unabhängig von anderen potenziellen Vorteilen oder Zielen erfolgt ist. Obwohl aus finanzieller Sicht die Realisierung eines gemeinsamen Wärmenetzes möglicherweise nicht optimal erscheint, könnten andere Faktoren wie Umweltziele oder soziale Aspekte in der Gesamtbetrachtung berücksichtigt werden.

### **Umsetzung PV in Schutzzone**

Die Umsetzung von Photovoltaikanlagen (PV) im Kahlenbergerdorf gestaltet sich nach wie vor als herausfordernd. Zur Evaluierung dieser Problematik wurden zwei repräsentative Beispielgebäude ausgewählt, die sich im Denkmalschutz befinden. Für beide Gebäude wurden PV-Konzepte erstellt, wobei besonderes Augenmerk auf die Anforderungen der Schutzzone der MA19 der Stadt Wien und des Bundesdenkmalamts gelegt wurde. In der Hoffnung auf positive Entwicklungen im Kontext einer neuen Richtlinie bezüglich PV und Denkmalschutz ('Photovoltaik und Denkmalschutz' 2023) wurden die erarbeiteten Konzepte den entsprechenden Behörden vorgelegt.

Die Rückmeldung aus diesem Prozess zeigt jedoch nur begrenzte Fortschritte auf. Im Fall, in dem die PV-Anlage von der Straße aus nicht sichtbar ist, besteht die Möglichkeit einer Genehmigung durch das Bundesdenkmalamt. Im Gegensatz dazu wurde für das andere Beispielgebäude, bei dem die PV-Anlage von öffentlichen Flächen aus sichtbar ist, keine Genehmigung erteilt. Dieses Ergebnis verdeutlicht, dass trotz der Hoffnung auf eine verbesserte Umsetzung aufgrund einer potenziellen neuen Richtlinie keine substantielle Weiterentwicklung eingetreten ist.

Die Schwierigkeiten bei der Implementierung von PV-Anlagen in denkmalgeschützten Bereichen weisen auf die Notwendigkeit hin, einen ausgewogenen Ansatz zu finden, der sowohl die

energetischen Ziele als auch die Erhaltung des kulturellen Erbes berücksichtigt. Es bleibt abzuwarten, ob zukünftige Entwicklungen in den entsprechenden Richtlinien zu einer erleichterten Umsetzung von PV auf den Dächern von denkmalgeschützten Gebäuden führen werden.

### **Umsetzung einer gemeinsamen Dekarbonisierung**

Die Entscheidung, das geplante gemeinsame Wärmenetz im Zentrum des Kahlenbergerdorfes nicht zu realisieren, markiert zwar das Ende eines vielversprechenden Ansatzes für einen umfassenden Start der gemeinsamen Dekarbonisierung. Dennoch ist die gemeinsame Dekarbonisierung keineswegs gescheitert, sondern erfährt eine Neuausrichtung. Der Fokus liegt nun auf der gemeinsamen Dekarbonisierung von einzelnen Gebäuden, wobei bei Bedarf auch gebäudeübergreifende Wärmeversorgungslösungen in Betracht gezogen werden.

Das übergeordnete Ziel besteht nun nicht mehr in einem gemeinsamen Wärmenetz, sondern in der Etablierung eines koordinierten Prozesses zur Dekarbonisierung im Kahlenbergerdorf. Dieser Ansatz ermöglicht eine flexible und bedarfsorientierte Umsetzung, die den spezifischen Anforderungen und Gegebenheiten einzelner Gebäude gerecht wird. Die gemeinsame Dekarbonisierung wird somit zu einem partizipativen und anpassungsfähigen Prozess, der auf die Vielfalt der örtlichen Gegebenheiten und Bedürfnisse abzielt.

Diese strategische Anpassung inkludiert nun potentiell alle Liegenschaften des Kahlenbergdörfles und eröffnet die Möglichkeit, innovative und nachhaltige Lösungen zu entwickeln, die nicht nur effizient sind, sondern auch die Akzeptanz und Beteiligung der Gebäudeeigentümer\*innen und Bewohner\*innen fördern.

### **Neuausrichtung der Wärme-Energiegemeinschaft**

Die ursprüngliche Rolle der Wärme-Energiegemeinschaft als Träger für die Errichtung eines Wärmenetzes und die Finanzierung hoher Investitionskosten hat sich aufgrund der Entscheidung, dieses Projekt nicht weiterzuverfolgen, verändert. Nun übernimmt die Wärme-Energiegemeinschaft eine entscheidende Rolle als Träger des gemeinschaftlichen und koordinierten Prozesses der Dekarbonisierung im Kahlenbergerdorf. Statt sich auf die Umsetzung eines gemeinsamen Wärmenetzes zu konzentrieren, wird die Wärme-Energiegemeinschaft nun aktiv in die gemeinsame Dekarbonisierung der interessierten Gebäudeeigentümer\*innen eingebunden.

Diese neue Ausrichtung ermöglicht es der Wärme-Energiegemeinschaft, eine zentrale Rolle bei der Koordination und Unterstützung des Dekarbonisierungsprozesses zu übernehmen. Ihr Aufgabenbereich umfasst nicht nur die Bereitstellung von Fachkenntnissen und Ressourcen, sondern auch die aktive Suche nach Unterstützung für Gebäudeeigentümer\*innen, die entweder über begrenzte Expertise oder zeitliche Ressourcen verfügen. Die Wärme-Energiegemeinschaft wird somit zu einer Plattform für den Austausch von Know-how, zur Organisation von Ressourcen und zur Förderung der Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Akteuren im Rahmen des Dekarbonisierungsprojekts.

Diese Anpassung betont die Flexibilität und Anpassungsfähigkeit der Wärme-Energiegemeinschaft, die nun als Motor für die erfolgreiche Umsetzung einer nachhaltigen Dekarbonisierung im Kahlenbergerdorf fungiert. Indem sie als koordinierende Kraft agiert, trägt die Wärme-Energiegemeinschaft dazu bei, die verschiedenen Interessen und Bedürfnisse der Gebäudeeigentümer\*innen zu berücksichtigen und gleichzeitig eine effiziente und effektive Dekarbonisierung des Gebiets zu fördern.

# 7 Ausblick und Empfehlungen

## 7.1. Weitere Forschungs- und Entwicklungsarbeiten

### Tools für die Entwicklung von Quartierskonzepten

Das Schaffen einer Grundlage für technische Lösungen im Quartier, insbesondere mit dem Ziel, den Aufwand für Datenerhebung und Berechnung zu minimieren, stellt ein bedeutendes Potenzial für weitere Forschungs- und Entwicklungsvorhaben dar. Hierbei steht die Nutzung öffentlich verfügbarer Daten der Städte und Länder im Vordergrund, um einen effizienten Prozess zu gewährleisten. Diese Daten sollen möglichst einfach in bestehende Tools für urbane Informationssysteme integriert werden können.

Der Ansatz sieht vor, dass die öffentlich verfügbaren Daten nicht nur als Grundlage für die Darstellung von Gebäuden und Quartieren in urbanen Informationssystemen dienen, sondern auch nahtlos in weiterführende Tools übertragen werden können. Dies ermöglicht nicht nur die Entwicklung technischer Konzepte, sondern erleichtert auch die Kalkulation der Kosten für die Dekarbonisierung. Der Schwerpunkt liegt darauf, mit minimalem Rechercheaufwand technische Lösungen zu identifizieren und darauf aufbauend eine Kostengrundlage für die Dekarbonisierung zu schaffen.

Dieser Ansatz bietet vielfältige Anwendungsmöglichkeiten, angefangen von der Entwicklung lokaler Wärmenetze bis hin zur Sanierung und Dekarbonisierung von individuellen Gebäuden und Gebäudegruppen durch Pooling. Die effiziente Nutzung öffentlich verfügbarer Daten in diesem Prozess kann somit als Grundlage für zukünftige Forschungs- und Entwicklungsbemühungen dienen, um nachhaltige, kosteneffiziente und skalierbare Lösungen für die Dekarbonisierung von Quartieren zu fördern.

### Geschäftsmodelle für die Umsetzung von Wärmenetzen im Bestand

Die Errichtung lokaler Wärmenetze im Bestand stellt in der Tat eine herausfordernde Aufgabe dar, bei der die Initiierung des Prozesses eine zentrale Rolle spielt. Wenn die Initiative nicht von einzelnen Gebäudeeigentümern ausgeht oder kein bestimmter Antrieb in diese Richtung vorhanden ist, könnte die Umsetzung von Wärmenetzen behindert werden. In diesem Kontext kommt der öffentlichen Hand eine wichtige Rolle zu, indem sie als Initiator für Wärmenetze agiert. Diese Rolle kann darin bestehen, Projekte anzustoßen, Anreize zu schaffen und koordinierende Maßnahmen zu ergreifen, um die Bildung von Wärmenetzen zu fördern.

Alternativ dazu könnten auch professionelle Gebäudeeigentümer\*innen in die Verantwortung genommen werden. Im Rahmen der Dekarbonisierung ihrer Gebäudebestände könnten sie dazu angehalten werden, die Nachbargebäude einzubeziehen und gemeinsam mit ihnen lokale Wärmenetze zu initiieren. Die Organisation in einer Wärme-Energiegemeinschaft könnte dabei als effektive Lösung dienen, indem sie die Zusammenarbeit und Koordination zwischen verschiedenen Gebäudeeigentümer\*innen erleichtert.

Es ist entscheidend, dass die Initiierung eines Wärmenetzes nicht nur technische Aspekte, sondern auch soziale und ökonomische Überlegungen berücksichtigt. Die Schaffung eines klaren Rahmens für die Initiierung und Umsetzung von Wärmenetzen ist daher von großer Bedeutung, um eine breite Akzeptanz und aktive Beteiligung der betroffenen Gebäudeeigentümer sicherzustellen.

Die Entwicklung alternativer Formen für lokale Wärmenetze bietet vielversprechende Ansätze für mögliche Forschungs- und Entwicklungsprojekte. Hierbei könnten unterschiedliche Ausgangspositionen in Betracht gezogen werden, um die Umsetzung von lokalen Wärmenetzen zu vereinfachen und zu beschleunigen. Die Zielsetzung ist dabei zweifach: Einerseits soll die technische Umsetzung optimiert werden, andererseits sollen bestehende Energiedienstleister ihre Geschäftsmodelle anpassen, um den Bedürfnissen der lokalen Gemeinschaft besser gerecht zu werden.

Ein innovativer Ansatz besteht darin, das Eigentum am Wärmenetz vor Ort zu verankern, beispielsweise durch die Gründung einer Energiegenossenschaft. Dieser Ansatz ermöglicht eine stärkere Beteiligung der lokalen Gemeinschaft am Entscheidungsprozess und trägt dazu bei, lokale Energieressourcen effizienter zu nutzen. Die Umstellung von einem zentralisierten Modell, in dem ein Energiedienstleister das Wärmenetz besitzt, zu einem dezentralisierten Modell mit lokalem Eigentum könnte die Akzeptanz und Beteiligung der Bürger fördern.

In solchen Projekten könnten Forschungsfragen im Bereich der rechtlichen Rahmenbedingungen, der Finanzierungsmöglichkeiten, der technischen Umsetzung und der partizipativen Prozesse erforscht werden. Die Integration erneuerbarer Energien, die Nutzung von Abwärmequellen, und die Entwicklung von innovativen Geschäftsmodellen könnten ebenfalls Gegenstand der Forschung sein. Solche Projekte könnten nicht nur lokale Gemeinschaften stärken, sondern auch als Vorbild für nachhaltige Energieinitiativen dienen.

### **Evaluierung von Prozessbegleitung**

Wenn in Forschungsprojekten wie dem gegenständlichen Projekt „Die Wärmepioniere“ partizipative Prozesse und andere soziale Begleitmaßnahmen eine bedeutende Rolle einnehmen, dann wird es zunehmend auch wichtiger werden, die Wirksamkeit dieser Maßnahmen zu evaluieren. Bei der Evaluierung könnten die folgenden Faktoren eingehender untersucht werden:

- unterschiedliche Ausgangssituationen: welche Form der Begleitung und Unterstützung eignet sich für welche Situation besonders. Brauchen etwa Gebiete wo die Bewohner\*innen gleichzeitig auch die Eigentümer\*innen sind andere Formen von sozialen Prozessen als Gebiete, wo überwiegend zur Miete gewohnt wird.
- welche Formen der Begleitung sind besonders geeignet, um motivierende Faktoren zu verstärken und hemmende Faktoren zu überwinden. Gibt es etwa bestimmte Veranstaltungsformate, oder Formen der digitalen Kommunikation, die besonders vorteilhaft sind.
- welche Ressourcen brauchen Prozesse, um zu gelingen. Was bedeutet das in Bezug auf Kosten bzw. auf die Notwendigkeit diese zu fördern.

Bei Forschungsprojekten sollte die Evaluierung dieser Faktoren Bestandteil des Forschungsdesigns sein. Die Evaluierung wird an Qualität gewinnen, wenn neben der notwendigen internen Evaluierung auch eine Evaluierung durch externe Expert\*innen erfolgt. Dies birgt den Vorteil, dass das Projektteam nicht im „eigenen Saft“ kocht und unterschiedliche Ansätze, Methoden, Prozesse und Formate – auch jene von anderen Projekten – möglichst unvoreingenommen verglichen werden können.

Diese projektübergreifende Evaluierung könnte in einen mehrtägigen Workshop eingebettet werden, der einem breiten Erfahrungsaustausch zu den Erfolgsfaktoren von sozialer Prozessbegleitung bei Dekarbonisierungs- und Transformationsprozessen dient.

## 7.2. Potential für Demonstrationsvorhaben

Die Ergebnisse der Sondierung haben zu einer klaren Zielsetzung geführt: Die Einreichung eines Demonstrationsprojekts im Rahmen der Ausschreibung „Technologien und Innovationen für die klimaneutrale Stadt“. Der Kern dieses Demo-Projekts liegt in der Entwicklung eines umfassenden **Dekarbonisierungsmanagements**, das nicht nur die technische Konzeptionierung umfasst, sondern auch Lösungen für die Finanzierung, Begleitung und Qualitätssicherung während der Umsetzung sowie einen kontinuierlichen Kommunikationsprozess mit den betroffenen Gebäudeeigentümern.

Die Besonderheit dieses Ansatzes liegt in der Ausrichtung auf eine größere Anzahl von Gebäuden, typischerweise ab etwa 10 Gebäuden. Die Dekarbonisierung wird dabei nicht isoliert für jedes einzelne Gebäude betrachtet, sondern in einem Zusammenschluss von mehreren Gebäuden umgesetzt. Diese koordinierte Herangehensweise bietet klare Vorteile, da die Realisierung in einer Gruppe von Nachbarn einfacher umsetzbar ist als bei einem einzelnen Gebäudeprojekt. Die Schaffung eines gemeinsamen Pools ermöglicht eine optimierte Nutzung von Ressourcen und fördert die Solidarität innerhalb der Nachbarschaft.

Ein zentrales Ziel dieses Projekts besteht darin, ein Geschäftsmodell für das Pooling von Dekarbonisierung im Quartier zu entwickeln. Durch die Bündelung von Dekarbonisierungsmaßnahmen in einem gemeinsamen Ansatz können nicht nur mehrere Gebäude gleichzeitig, sondern auch koordiniert umgesetzt werden. Dies stärkt nicht nur die Effizienz des Dekarbonisierungsprozesses, sondern schafft auch die Grundlage für eine nachhaltige und wirtschaftlich tragfähige Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen auf Quartiersebene.

Die Umsetzung weiterer Demonstrationsprojekte im Bereich der Quartierslösungen, insbesondere im Kontext der Dekarbonisierung des Bestands, ist von großer Bedeutung. Ein Quartier ist typischerweise komplexer als ein exakt abgegrenztes Gebiet wie beispielsweise in einem Neubaugebiet. Die Herausforderung besteht darin, den bestehenden Gebäudebestand zu dekarbonisieren, und Quartierslösungen sind besonders relevant, um diesen komplexen Prozess erfolgreich zu gestalten.

Quartiere sind oft durch eine hohe Heterogenität in Bezug auf Gebäudetypen, Größen und Eigentumsverhältnisse geprägt. Die Umsetzung von Quartierslösungen in dieser Komplexität ermöglicht es, die spezifischen Herausforderungen der Dekarbonisierung besser zu verstehen und erfolgreiche Ansätze zu identifizieren. Demonstrationsprojekte in solchen Quartieren können als Vorzeigemodelle dienen, um zu zeigen, wie eine nachhaltige und umfassende Dekarbonisierung auf Quartiersebene erreicht werden kann.

Forschungsfragen könnten sich auf die technischen, finanziellen, rechtlichen und sozialen Aspekte konzentrieren, die bei der Umsetzung von Quartierslösungen auftreten. Dies könnte die Integration erneuerbarer Energien, die Entwicklung von innovativen Finanzierungsinstrumenten, die Anpassung von rechtlichen Rahmenbedingungen und die Förderung der Bürgerbeteiligung umfassen. Durch die Durchführung von Demonstrationsprojekten können bewährte Praktiken ermittelt und auf andere Quartiere übertragen werden, was zu einer breiteren Akzeptanz und Umsetzung von Quartierslösungen im Bereich der Dekarbonisierung führen kann.

# 8 Verzeichnisse

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lage des Kahlenbergerdorfs im Stadtgebiet Wien (Quelle: Stadtplan Wien).....	10
Abbildung 2: Übergeordnete Ziele (Quelle: eigene Darstellung).....	11
Abbildung 3: Realisierung eines Demo-Projektes in einem Teilgebiet des Quartiers (Quelle: eigene Darstellung) .....	12
Abbildung 4: Ziele des Sondierungsprojektes Quartiers (Quelle: eigene Darstellung).....	12
Abbildung 5: Vision des Vereins „Klimadörfel“ (Quelle: realitylab).....	15
Abbildung 6: Beispielseite des Fragebogens (Quelle: e7/realitylab) .....	18
Abbildung 7: Ausschnitt Datenerhebung mittels kobo Toolbox (Quelle: kobotoolbox.org).....	19
Abbildung 8: Ausschnitt Ergebnisse der Besichtigung im Dorf (Quelle: kobotoolbox.org).....	20
Abbildung 9: Beispielseite für die Datenerhebung bei der Besichtigung innen (Quelle: e7/realitylab)	20
Abbildung 10: Szenarien für die Anschlussquote und Wärmenachfrage (Quelle: eigene Darstellung)	24
Abbildung 11: möglicher Platz für Asphaltkollektoren (Quelle: Google Maps, eigene Bearbeitung)...	33
Abbildung 12: mögliche Aufstellflächen für Außengeräte von Luft-Wasser-Wärmepumpen (Quelle: google maps; eigene Darstellung).....	34
Abbildung 13: Endkundenpreis Erdgas Inflationsbereinigt (Quelle: eigene Darstellung).....	39
Abbildung 14: Auftaktveranstaltung (Quelle: e7) .....	43
Abbildung 15: Startworkshop (Quelle: realitylab).....	44
Abbildung 16: Aktionsplan (Quelle: realitylab, e7) .....	46
Abbildung 17: Klimawaage (Quelle: realitylab).....	48
Abbildung 18: Sommerfest (Quelle: realitylab).....	49
Abbildung 19: Organigramm: Der Koordinationskreis nimmt bei den Dekarbonisierungsprojekten des Kahlenbergerdorfs eine zentrale Rolle ein, indem er das Bindeglied zwischen dem Forschungsprojekt, dem Verein und seinen Arbeitsgruppen (ARGES) darstellt. (Quelle: realitylab).....	51
Abbildung 20: Klimadörfel Webseite (Quelle: <a href="https://klimadoerfl.org/">https://klimadoerfl.org/</a> ).....	52
Abbildung 21: Dashboard NextCloud (Quelle: realitylab) .....	53
Abbildung 22: RocketChat Dashboard (Quelle: realitylab) .....	53
Abbildung 23: RocketChat Screenshot (Quelle: realitylab).....	54
Abbildung 24: Digitales Schwarzes Brett (Quelle: realitylab).....	55

Abbildung 25: Banner zur Ankündigung des Forums Klimadörfel (Quelle: realitylab) .....	55
Abbildung 26: Beispiel der Einladung für Veranstaltungen (Quelle: realitylab) .....	56
Abbildung 27: Schaukasten mit Einladungen zu Veranstaltungen des Klimadörfel (Quelle: realitylab) .....	56
Abbildung 28: Sanierte Gebäude, Baujahr und Nutzung (Quelle: Flächenmehrzweckkarte der Stadt Wien, eigene Bearbeitung).....	57
Abbildung 29: Wärmeerzeugung, Wärmedichte und Schutzzone (Quelle: Flächenmehrzweckkarte der Stadt Wien, eigene Bearbeitung) .....	58
Abbildung 30: Ergebnisse Fragebogen: "Welche Chancen erhoffen Sie sich vom Klimadörfel?" (Quelle: eigene Bearbeitung) .....	59
Abbildung 31: Gebäudetypen (Quelle: eigene Bearbeitung, kobotoolbox).....	60
Abbildung 32: Abschätzung des Baujahres (Quelle: eigene Bearbeitung, kobotoolbox).....	60
Abbildung 33: Art der Fassade und Fassadendämmung (Quelle: eigene Bearbeitung, kobotoolbox) .	61
Abbildung 34: Schutzzone im Kahlenbergerdorf (Quelle: Stadtplan Wien).....	62
Abbildung 35: Landschaftsschutzgebiet im Flächenwidmungsplan (Quelle: Stadt Wien).....	62
Abbildung 36: Übersicht über Leitungen und Freiflächen (Quelle: Stadt Wien).....	63
Abbildung 37: Thermische Grundwassernutzung (Quelle: Stadtplan Wien, wien.gv.at).....	64
Abbildung 38: Wasserbuch Eintragung der Wassernutzungsrechte (Quelle: Stadtplan Wien, wien.gv.at) .....	65
Abbildung 39: Abwasserkanäle in der Umgebung des Standorts (Quelle: Stadtplan Wien, wien.gv.at) .....	66
Abbildung 40: Abwärme Potenzial (Quelle: Stadtplan Wien, wien.gv.at).....	66
Abbildung 41: Solarpotential (Quelle: Stadtplan Wien, wien.gv.at) .....	67
Abbildung 42: Wärmeleitfähigkeit von Erde im Standort (Quelle: Stadtplan Wien, wien.gv.at).....	68
Abbildung 43: Gebäude St.-Georg-Platz 1 (Nordseite) (Quelle: e7).....	71
Abbildung 44: Gebäude St.-Georg-Platz 1 Luftbild (Quelle: Google Maps) .....	71
Abbildung 45: Ansicht St.-Georg-Platz 1 (Quelle: Google Maps) .....	72
Abbildung 46: St.-Georg-Platz 1 Vorschlag der Anordnung der PV-Anlage (Quelle: e7) .....	72
Abbildung 47: Beispiele für PV-Module, die sich gut ins Erscheinungsbild integrieren (Quelle: Sonnenstromfabrik).....	73
Abbildung 48: Beispiele für PV-Module, die sich gut ins Erscheinungsbild integrieren (Quelle: Romo Solar).....	73
Abbildung 49: Gebäude Zwillinggasse 1 (Quelle: e7).....	74

Abbildung 50: Gebäude Zwillinggasse 1 Luftbild (Quelle: Google Maps) .....	74
Abbildung 51: Anordnung der PV-Module am Gebäude Zwillinggasse 1 (Quelle: e7) .....	75
Abbildung 52: Ansicht Zwillinggasse 1 von der Straße (Quelle: Google Maps) .....	75
Abbildung 53: Ansicht Zwillinggasse 1 von der Straße (Quelle: e7).....	75
Abbildung 54: Zentraler Leitungskatalster für den Ausschnitt Kahlenbergedorf (Quelle: Stadt Wien) .....	77
Abbildung 55: Mögliches Wärmenetzgebiet (Quelle: Stadtplan Wien, eigene Bearbeitung).....	78
Abbildung 56: Mögliches Lage einer Heizzentrale (Quelle: Stadtplan Wien, eigene Bearbeitung) .....	79
Abbildung 57: Eckdaten der Varianten (Quelle: eigene Bearbeitung) .....	80
Abbildung 58: Auswirkungen der einzelnen Varianten (Quelle: eigene Darstellung).....	81
Abbildung 59: Vergleich der Lebenszykluskosten der Varianten .....	85
Abbildung 60: Vergleich der Ökonomie (spez. Wärmekosten) und Ökologie (CO <sub>2</sub> -Emissionen) (Quelle: eigene Darstellung) .....	87
Abbildung 61: Sensitivitätsanalyse der CO <sub>2</sub> Emissionen (Quelle: eigene Darstellung) .....	88
Abbildung 62: Sensitivitätsanalyse der Wärmekosten (Quelle: eigene Darstellung).....	88

## **Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1: Heizkennlinien und Vorlauftemperaturen in den Häusern .....	30
Tabelle 2: Charakteristika für das Erdreich (Quelle: Erdwärmepotenzialkataster der Stadt Wien) .....	31
Tabelle 3: Optionen für die Aufstellung von PVT-Kollektoren .....	34
Tabelle 4: Kreditzinsen für die Wärmekosten.....	38
Tabelle 5: Preiskomponenten des Erdgaspreises.....	39
Tabelle 6: Szenario mit anderen Heizkennlinien und Vorlauftemperaturen .....	40
Tabelle 7: Struktur der Beschreibung des Geschäftsmodells.....	41
Tabelle 8: Übersicht Wärmenachfrage.....	63
Tabelle 9: Wiener Luftgüteindex (Quelle: Stadt Wien, <a href="http://www.wien.gv.at/ma22-lgb/luftwl.htm">www.wien.gv.at/ma22-lgb/luftwl.htm</a> ).....	68
Tabelle 10: Bewertung des Energiepotenzials des Kahlenbergedorfs.....	70
Tabelle 11: Überblick Errichtungskosten für die Varianten .....	83
Tabelle 12: Überblick Betriebskosten pro Jahr für die Varianten .....	84
Tabelle 13: Größenordnungen für die Kosten je 100 m <sup>2</sup> bzw. für eine durchschnittliche Wohnung... ..	84
Tabelle 14: Ergebnisse Erdwärmespeicher für PVT und LWP .....	86

## Literaturverzeichnis

‘100% erneuerbare Wärme- und Kälteversorgung im sozialen Wohnbau - das Demonstrationsprojekt Käthe-Dorsch-Gasse’. 2023. 100% erneuerbare Wärme- und Kälteversorgung im sozialen Wohnbau - das Demonstrationsprojekt Käthe-Dorsch-Gasse - Stadt Der Zukunft. 15 October 2023. <https://nachhaltigwirtschaften.at/de/sdz/projekte/sozial-100-prozent-erneuerbar.php>.

‘AL Twin/Max Luftwärmepumpe’. 2023. Produktinformation. Matriel in Osttirol: iDM Energiesysteme GmbH.

Biermayr, Peter, and Evelyne Prem. 2023. ‘Wärmepumpen Marktentwicklung 2022’. 36g/2023. Berichte Aus Energie- Und Umweltforschung. Wien: Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie.

*BKI Baukosten Positionen Altbau 202*. 2023. HOAI: Grundlage für Büromanagement in Architekturbüros. Stuttgart: Baukosteninformationszentrum Deutscher Architektenkammern GmbH. <https://bki.de/baukosten-262/bki-baukosten-gebaeude-positionen-altbau-2023.html>.

‘CO<sub>2</sub>-Bepreisung zur Erreichung der Klimaneutralität im Verkehrs- und Gebäudesektor: Investitionsanreize und Verteilungswirkungen’. 2023. CO<sub>2</sub>-Bepreisung zur Erreichung der Klimaneutralität im Verkehrs- und Gebäudesektor: Investitionsanreize und Verteilungswirkungen. 2023. <https://www.mcc-berlin.net/forschung/publikationen/publikationen-detail/article/co2-bepreisung-zur-erreichung-der-klimaneutralitaet-im-verkehrs-und-gebaeudesektor-investitionsanreize-und-verteilungswirkungen.html>.

‘Die Fortschrittskoalition Für Wien’. 2020. Die Fortschrittskoalition Für Wien. 2020. <https://www.wien.gv.at/regierungsabkommen2020/>.

‘Digitaler Zentraler Leitungskataster’. 2023. Digitaler Zentraler Leitungskataster. 2023. <https://www.wien.gv.at/verkehr/strassen/leitungskataster/>.

‘Earth Energy Designer’. 2023. Produktwebsite. <https://Buildingphysics.Com/Eed-2/>. 18 September 2023. <https://buildingphysics.com/eed-2/>.

‘Energie.Ch’. 2023. Website der energie.ch AG. Energie.Ch. 17 August 2023. <https://energie.ch/>.

‘Erneuerbaren-Wärme-Paket: Förderung für Heizungstausch wird massiv erhöht’. 2023. Website des BMK. Erneuerbaren-Wärme-Paket: Förderung für Heizungstausch wird massiv erhöht - BMK Infothek. 11 2023. <https://infothek.bmk.gv.at/erneuerbaren-waerme-paket-foerderung-fuer-heizungstausch-wird-massiv-erhoeht/>.

‘Euribor Rates’. 2023. Euribor Rates - All Information on Euribor. 23 October 2023. <https://www.euribor-rates.eu/en/>.

Fascì ML, Lazzarotto A, Acuna J, Claesson J. 2019. *Analysis of the Thermal Interference between Ground Source Heat System in Dejse Neighborhoods*. Science and Technology for the Built Environment.

Hüttler, Walter, Johannes Rammerstorfer, and Daniela Bachner. 2015. ‘Innovation & Kosteneffizienz: Kostenoptimale Gebäude-standards für groß-volumige Wohngebäude’. Berichte aus Energie- und Umweltforschung 14/2015. Wien: Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie. [https://nachhaltigwirtschaften.at/resources/hdz\\_pdf/berichte/endbericht\\_1514\\_innoCost.pdf](https://nachhaltigwirtschaften.at/resources/hdz_pdf/berichte/endbericht_1514_innoCost.pdf).

'IDA ICE'. 2023. Produktwebsite. IDA ICE Simulation Software. 13 March 2023. <https://www.equa.se/de/ida-ice>.

Klöckner, Christian, and Erica Löfström. 2022. *Disruptive Environmental Communication*. Psychology and Our Planet. Cham: Springer.

'Kobo Toolbox'. 2023. Kobo Toolbox. 14 January 2023. <https://eu.kobotoolbox.org/>.

'Merkblatt: Energetische Stadtsanierung - Zuschuss Klimaschutz und Klimaanpassung im Quartier'. 2023. KfW. [https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/F%C3%B6rderprogramme-%28Inlandsf%C3%B6rderung%29/PDF-Dokumente/6000002110\\_M\\_432\\_Energetische\\_Stadtsanierung\\_Zuschuss.pdf](https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/F%C3%B6rderprogramme-%28Inlandsf%C3%B6rderung%29/PDF-Dokumente/6000002110_M_432_Energetische_Stadtsanierung_Zuschuss.pdf).

'ÖNORM B 8110-5'. 2019. ÖNORM B 8110-5, Wärmeschutz im Hochbau - Teil 5: Klimamodell und Nutzungsprofile. Wien: Austrian Standards.

'Photovoltaik und Denkmalschutz'. 2023. Photovoltaik und Denkmalschutz. 2023. <https://www.bda.gv.at/service/buergerservice.html>.

'Power Road'. 2023. Power Road. 16 June 2023. <https://www.power-road.com/>.

'QGIS'. 2023. Produktwebsite. Willkommen Beim QGIS-Projekt! 12 February 2023. <https://www.qgis.org/de/>.

'Schutzzonen Wien'. 2023. Website der Stadt Wien. Schutzzonen Wien. 13 March 2023. <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/grundlagen/schutzzonen/>.

'SIA 2024 Raumnutzungsdaten für die Energie- und Gebäudetechnik'. 2021. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein.

'Tabula Webtool'. 2023. Tabula Web Tool. 12 March 2023. <https://webtool.building-typology.eu/#bm>.

'The Paris Agreement'. 2015. The Paris Agreement. 2015. <https://www.un.org/en/climatechange/paris-agreement>.

'VDI 2067 Blatt 1: Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen - Grundlagen und Kostenberechnung'. 2012. VDI Verein Deutscher Ingenieure e.V.

'Wärmepumpe'. 2020. Wärmepumpe. 2020. <https://energie.ch/waermepumpe/>.

'What Is an Emission Factor?' 2023. What Is an Emission Factor? 2023. <https://climfoot-project.eu/en/what-emission-factor#:~:text=For%20example%3A%20the%20EF%20for,CO2eq%20%2F%20kWh%20ICV>.

'Wien Umweltgut'. 2023. Wien Umweltgut. 2023. <https://www.wien.gv.at/umweltgut/public/grafik.aspx?bookmark=xNvuRSPutkXwBY1Gji8rRjnCHt2fydXtTFEY4MZ0OHJWtwS53tLrMdo-cNhsygl4nJqDGuYgJUD8-b>.

'Wiener Klimafahrplan'. 2022. Unser Weg zur klimagerechten Stadt. 2022. <https://www.wien.gv.at/spezial/klimafahrplan/>.

## Abkürzungsverzeichnis

Abk.	Abkürzung
AIT	Austrian Institute of Technology
ARGE	Arbeitsgemeinschaft
Art.	Artikel
BGBL	Bundesgesetzblatt
BKI	Baukosteninformation
BMK	Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
cm	Centimeter
COP	Coefficient of Performance
ct/kWh	Cent pro Kilowattstunde
EED	Earth Energy Designer
EDL	Energiedienstleistung
GIS	Gebühren Info Service GmbH
g/kWh	Gramm pro Kilowattstunde
GWh/a	Gigawattstunde pro Jahr
IDA ICE	IDA Indoor Climate and Energy
inkl.	inklusive
J	Joule
K	Kelvin
k	Exponent
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
kg	Kilogramm
kW	Kilowattstunden
kWh/m <sup>2</sup> a	Kilowattstunden pro Quadratmeter und Jahr

kWh/kWp	Kilowattstunde pro Kilowattpeak
kWp	Kilowattpeak
l	Liter
LWP	Luft-Wasser-Wärmepumpe
m	Meter
m <sup>2</sup>	Quadratmeter
m <sup>3</sup>	Kubikmeter
MA	Magistratsabteilung
max.	maximal
MJ	Megajoule
MWh	Megawattstunde
N	Niveau
Nr.	Nummer
OGD	Open Government Data
PM	Feinstaub
PV	Photovoltaik
PVT	Photovoltaik-Thermie
QGIS	Geoinformationssystemsoftware QGIS
S	Neigung der Heizkurve
s.o.	Siehe oben
TTES	tank thermal energy storage
T <sub>Luft</sub>	Temperatur Luft?
T <sub>VL</sub>	Temperatur des Vorlaufs
T <sub>vorgabe</sub>	Vorgabetemperatur
tw.	teilweise
u.a.	unter anderem
usw.	und so weiter
uvm.	und vieles mehr
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
vgl.	vergleiche

W

Watt

W/mK

Watt mal Meter pro Quadratmeter und Kelvin

z.B.

zum Beispiel

€/t

Euro pro Tonne

