

# **Transformation des Wohnparks Alt Erlaa zu einem klimaneutralen Quartier (Decarb Alt Erlaa)**

Berichte aus Energie- und Umweltforschung 40/2026

Wien, 2026

## 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) Isabella Warisch

Kontakt zur Mission „Klimaneutrale Stadt“: DI<sup>in</sup> (FH) Katrin Bolovich

Kontakt zu „Technologien und Innovationen für die klimaneutrale Stadt“: DI<sup>in</sup> (FH) Isabella Warisch

Autorinnen und Autoren:

Patryk Czarnecki, MSc, DI Felix Wimmer, BSc, DI Dr. Peter Holzer, Maximilian Oberzaucher, BSc, Arch. Dlin Drin Renate Hammer, MAS (IBR&I Institute of Building Research and Innovation ZT GmbH)

DI Dr. Magdalena Wolf, Bakk.techn., DI Constanze Rzhacek, B.Sc., Univ.-Prof. DI Dr.techn. Tobias Pröll (Institut für Verfahrens- und Energietechnik - Universität für Bodenkultur Wien)

Mag. Lukas Oberhuemer, MA, Ernst Gruber, MArch (wohnbund:consult)

Ing. Peter Pausackl, Ing. Tobias Fink (GESIBA)

Wien 2026. Stand: Oktober 2025

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 FTI-Schwerpunkt „Klimaneutrale Stadt“ des Bundesministeriums für Innovation, Mobilität und Infrastruktur (BMIMI) und Klima- und Energiefonds (KLIEN). Im Rahmen dieses Schwerpunkts werden Forschung, Entwicklung und Demonstration von Technologien und Innovationen gefördert, mit dem Ziel, einen essentiellen Beitrag zur Erreichung der Klimaneutralität in Gebäuden, Quartieren und Städten zu liefern. Gleichzeitig wird dazu beigetragen, die Lebens- und Aufenthaltsqualität sowie die wirtschaftliche Standortattraktivität in Österreich zu erhöhen. Hierfür sind die Forschungsprojekte angehalten, einen gesamtgesellschaftlichen Ansatz zu verfolgen und im Sinne einer integrierten Planung – wie auch der Berücksichtigung aller relevanten Bereiche wie Energieerzeugung, -speicherung und -verteilung, Berücksichtigung von gebauter Infrastruktur, Mobilität und Digitalisierung – angewandte und bedarfsorientierte Fragestellungen zu adressieren.

Um die Wirkung des FTI-Schwerpunkts „Klimaneutrale Stadt“ zu erhöhen, ist die Verfügbarkeit und Verbreitung von Projektergebnissen ein elementarer Baustein. Durch Begleitmaßnahmen zu den Projekten – wie Kommunikation und Stakeholdermanagement – wird es ermöglicht, dass Projektergebnisse skaliert, multipliziert und „Von der Forschung in die Umsetzung“ begleitet werden. Daher werden alle Projekte nach dem Open Access Prinzip in der Schriftenreihe des BMIMI über die Plattform [nachhaltigwirtschaften.at](https://www.nachhaltigwirtschaften.at) frei zugänglich gemacht. In diesem Sinne wünschen wir allen Interessierten und Anwender:innen eine interessante Lektüre.



## Inhalt

<b>Vorbemerkung</b> .....	<b>4</b>
<b>1 Kurzfassung</b> .....	<b>7</b>
<b>2 Abstract</b> .....	<b>10</b>
<b>3 Projektinhalt</b> .....	<b>13</b>
3.1 Bautechnische Potenzialanalyse.....	13
3.1.1 Vorgehensweise.....	13
3.1.2 Ausgangslage .....	13
3.1.3 Verbesserungspotenzial.....	14
3.2 Gebäudetechnische Potenzialanalyse .....	17
3.2.1 Vorgehensweise.....	17
3.2.2 Ausgangslage .....	17
3.2.3 Handlungsspielräume .....	18
3.3 Sozialwissenschaftliche Potenzialanalyse.....	20
3.4 Out of the Box - Technologien zur CO <sub>2</sub> -Bindung .....	22
Ausgangslage.....	22
Vorgehensweise .....	22
Evaluierung der Methodik.....	23
3.5 Risikoanalyse.....	24
3.5.1 Methodik der FMEA.....	24
3.5.2 Interdisziplinärer Workshop-Ansatz .....	26
3.5.3 Fazit und Ausblick .....	26
3.6 Entwicklung v. Maßnahmenpaketen u. Ausarbeitung eines Umsetzungsvorhabens...	27
<b>4 Ergebnisse</b> .....	<b>28</b>
4.1 Bautechnische Potenzialanalyse.....	28
4.2 Gebäudetechnische Potenzialanalyse .....	31
4.2.1 Heizung und Warmwasser .....	32
4.2.2 Entwärmung.....	37
4.2.3 Lokale Stromerzeugung .....	40
4.3 Sozialwissenschaftliche Potenzialanalyse.....	41
4.3.1 Zielsetzung und Ausgangslage .....	41
4.3.2 Besonderheiten von Alt Erlaa.....	41
4.3.3 Information und Dialog .....	41
4.3.4 Information und Kommunikation .....	42
4.3.5 Innovation und Skalierbarkeit.....	43
4.3.6 Bewohnende als Pioniere der Wärmewende .....	43
4.3.7 Fazit .....	44

4.4 Out of the Box - Technologien zur CO <sub>2</sub> -Bindung .....	45
4.4.1 Kohlenstoffbindung durch Humusaufbau .....	45
4.4.2 Kohlenstoffbindung aus Exkrementen .....	48
4.4.3 CO <sub>2</sub> -Abscheidung aus der durchströmenden Luft der Luft-Wärmetauscher .....	49
4.4.4 Fazit.....	51
4.5 Risikoanalyse.....	52
4.5.1 Zielsetzung und Ausgangslage .....	52
4.5.2 Ergebnisse der Risikoanalyse mittels FMEA .....	53
4.5.3 Innovation und Skalierbarkeit.....	59
4.6 Entwicklung v. Maßnahmenpaketen u. Ausarbeitung eines Umsetzungsvorhabens ...	61
4.6.1 Technik.....	61
4.6.2 Wirtschaftlichkeit.....	62
4.6.3 Bewohnende als Pioniere der Wärmewende.....	62
4.6.4 Schließung Kohlenstoff- und Nährstoffkreisläufe.....	63
4.6.5 Erfolgs- und Risikofaktoren.....	63
<b>5 Schlussfolgerungen.....</b>	<b>65</b>
<b>6 Ausblick und Empfehlungen.....</b>	<b>68</b>
<b>Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>70</b>
<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>71</b>
<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>72</b>
<b>Anhang .....</b>	<b>74</b>

# 1 Kurzfassung

Im Rahmen des Forschungsprojekts „Decarb Alt Erlaa“ wurde die Möglichkeit einer umfassenden Transformation des Wohnparks Alt Erlaa in ein klimaneutrales Quartier untersucht. Der Wohnpark ist die größte Wohnanlage Österreichs und ein überregional beachtetes Leitprojekt des sozialen Wohnbaus. Mithilfe systematischer Potenzialanalysen in den Bereichen bautechnische und gebäudetechnische Maßnahmen sowie mit sozialwissenschaftlicher Begleitung sollte herausgefunden werden, wie eine klimaneutrale Zukunft für diese Großwohnanlage gestaltet werden kann. Ergänzend wurde geprüft, inwieweit innovative Technologien zur Bindung von Kohlenstoff im laufenden Betrieb eingesetzt werden können, und wurde eine Risikoanalyse durchgeführt, um das auf diese Sondierung folgende Umsetzungsprojekt abzusichern. Die zentrale Forschungsfrage lautete: „Welche Kombination aus technischen, organisatorischen und sozialen Maßnahmen ist geeignet, den Wohnpark bis 2040 klimaneutral zu machen und gleichzeitig die hohe Lebensqualität und Zufriedenheit der Bewohnerschaft zu verbessern oder zumindest zu erhalten?“

Der Wohnpark Alt Erlaa umfasst rund 3.200 Wohnungen auf einer Bruttogrundfläche von 350.000 Quadratmetern. Die aus den späten 1970er und frühen 1980er Jahren stammende Bausubstanz weist einen für heutige Standards hohen Energiebedarf auf und verfügt über ein hohes Transformationspotenzial. Gegenstand der aktuellen Planungen sind eine partielle thermische Sanierung sowie die Dekarbonisierung des Heizsystems. Die Sondierung einer Transformation zum klimaneutralen Quartier erweitert und vertieft die bisherigen Planungsvorarbeiten und deren Ziele.

Die Sondierung verfolgte das Ziel, einen gut abgesicherten Maßnahmenkatalog für eine Transformation vorzubereiten. Dazu gehörten: (1) Detaillierte Potenzialanalysen zu bautechnischen und gebäudetechnischen Maßnahmen, (2) eine sozialwissenschaftliche Begleitung zur Einbindung der Bewohnenden in den Transformationsprozess, (3) eine Abschätzung des Potentials und möglicher Einbindung innovativer Technologien zur Kohlenstoffbindung im Wohnpark und (4) die Durchführung einer Risikoanalyse zu technischen, organisatorischen, finanziellen und rechtlichen Aspekten.

Die methodische Herangehensweise unterschied sich je nach Arbeitspaket und inhaltlichem Schwerpunkt:

- > Im Bereich der bautechnischen Maßnahmen kamen Berechnungen und Simulationen zum Einsatz, um die Effekte verschiedener Einzelmaßnahmen und Maßnahmenpakete der thermischen Sanierung zu quantifizieren.
- > Die vorgeschlagenen gebäudetechnischen Maßnahmen wurden quantitativ über Berechnungen und qualitativ über nominale Einstufungen bewertet. Die Berechnungen wurden mit Messungen validiert. Auch wurde der Winter 2024/25 bereits für experimentelle Veränderungen der technischen Betriebsparameter der Wärmeversorgung genutzt.
- > Parallel zu den technischen Bewertungen wurden in der sozialwissenschaftlichen Begleitung Befragungen, Fokusgruppen und Beteiligungsformate durchgeführt, um Akzeptanz, Informationsbedarf und Mitwirkungsbereitschaft zu ermitteln.
- > Die Machbarkeitsstudie innovativer Verfahren zur Bindung von Kohlendioxid im Betrieb basierte auf einer Kombination aus Literaturrecherche, Pilotprojektdaten und Herstellerangaben. Für jede Technologie wurden Funktionsweise, technische Rahmenbedingungen, ökologische Wirkungen, räumliche Anforderungen und Kosten bewertet. Ergänzend wurden rechtliche Aspekte, Skalierbarkeit auf Quartiersebene sowie soziale Akzeptanz berücksichtigt.
- > Die Risikoanalyse wurde mit einer „Failure Mode and Effects Analyse“ (FMEA) durchgeführt, um mögliche Schwachstellen systematisch zu identifizieren und bewerten. Auf Basis aktueller Planungsunterlagen wurden Fehlerarten, Ursachen und Auswirkungen erfasst und mittels Risikoprioritätszahl quantifiziert. Die Analyse erfolgte in interdisziplinären Workshops, an denen Vertreter aus den Bereichen Forschung, Planung, Sozialwissenschaft und Eigentümerschaft beteiligt waren.

Aufbauend auf den Ergebnissen der vorangegangenen Arbeitspakete wurden abschließend abgestimmte Maßnahmenpakete zur Sanierung und Dekarbonisierung des Wohnparks entwickelt. Diese sind Grundsteine des nachfolgenden Umsetzungsprojektes.

Das Projekt „Decarb Alt Erlaa“ hat gezeigt, dass Dekarbonisierung und Sanierung des Wohnparks technisch möglich und sozial verträglich umsetzbar sind. In der bautechnischen Analyse konnte nachgewiesen werden, dass auch diese prägnante Wohnanlage aus den 1970er- und 1980er-Jahren mit ihren komplexen Strukturen, mit ihrer architektonischen im bewohnten Zustand durch gezielte Maßnahmenpakete ihren Heizwärmebedarf deutlich senken und sogar den klimaaktiv-Standard erreichen können. Die gebäudetechnische Potenzialanalyse bestätigte die Verfügbarkeit und Nutzbarkeit lokaler Wärmequellen und zeigte, dass eine vollständig fossilfreie Wärmeversorgung möglich ist. Die sozialwissenschaftliche Begleitung hat verdeutlicht, dass Akzeptanz, Transparenz und Mitgestaltung der Bewohnerschaft für den Projekterfolg entscheidend sind. Ebenfalls von maßgebender Bedeutung war

die Risikoanalyse, die die Aspekte technische Machbarkeit, Finanzierung, rechtliche Rahmenbedingungen und soziale Faktoren durchleuchtet hat und damit zur Optimierung und Absicherung der Maßnahmenpakete beigetragen hat. Für die Transformation zu einem vollständig klimaneutralen Quartier wären auch CO<sub>2</sub>-Senken vor Port erforderlich. Unter allen untersuchten Technologien weist die Pyrolyse von Gartenabfällen oder von zugeführter Biomasse erhebliche und realistische Potenziale auf, Die beiden anderen untersuchten Technologien weisen derzeit noch erhebliche Hürden auf.

Im bereits genehmigten Demonstrationsprojekt JUNG Erlaa werden die im Rahmen dieser Sondierung erarbeiteten Konzepte konkret umgesetzt. Dies umfasst die empfohlene thermische Sanierung sowie die Umstellung des Heizungssystems auf Wärmepumpen mit Nutzung lokaler Wärmequellen durch Tiefensonden und Abwasserwärmerückgewinnung. Weiters ist die Pilotierung einer Pyrolyseanlage für Gartenabfälle geplant. Parallel dazu werden die im Projekt entwickelten Beteiligungs- und Kommunikationsformate fortgeführt, um eine hohe Transparenz und Akzeptanz während der Umsetzung sicherzustellen. Ebenso weitergeführt wird die kontinuierliche Risikobewertung. Die im Projekt gewonnenen Erkenntnisse sind nicht nur für den Wohnpark Alt Erlaa von Bedeutung, sondern auch für vergleichbare großvolumige Wohnanlagen, die im Rahmen der Wärmewende vor ähnlichen Herausforderungen stehen.

## 2 Abstract

As part of the research project “Decarb Alt Erlaa”, the potential for the comprehensive transformation of the Alt Erlaa residential complex into a climate-neutral neighbourhood was investigated. Alt Erlaa is Austria's largest housing estate and is widely regarded as a flagship project of social housing. Systematic potential analyses in the fields of construction and building technology, complemented by social science support, were used to determine how a climate-neutral future for this large-scale housing development can be achieved. In addition, the study examined the feasibility of applying innovative carbon-binding technologies during ongoing operation and carried out a risk analysis to ensure the robustness of the subsequent implementation project. The central research question was: “Which combination of technical, organisational and social measures is suitable to make the residential complex climate neutral by 2040 while improving, or at least maintaining, the residents’ quality of life and satisfaction?”

The Alt Erlaa housing estate comprises around 3,200 apartments with a total gross floor area of 350,000 square metres. Built in the late 1970s and early 1980s, the estate has a significantly higher energy demand compared to current standards but also offers a high potential for transformation. Current planning includes a partial thermal renovation as well as the decarbonisation of the heating system. The exploratory study expands and deepens the preparatory work already undertaken.

The aim of the exploratory study was to prepare a well-founded catalogue of measures for the transformation. This included: (1) Detailed potential analyses of construction and building technology measures, (2) social science support to ensure resident participation in the transformation process, (3) an assessment of the potential for, and possible integration of, innovative carbon sequestration technologies in the housing estate and (4) a systematic risk analysis of technical, organisational, financial, and legal aspects.

The methodological approach was adapted to the focus of each work package:

- > In the field of construction measures, calculations and simulations were used to quantify the effects of individual retrofit measures and packages of thermal renovation measures.
- > The proposed building technology measures were assessed quantitatively through calculations and qualitatively using nominal classification schemes. The calculations were validated by measurements. Furthermore, the winter of 2024/25 was already

used for experimental adjustments to the technical operating parameters of the heating supply.

- > In parallel with the technical assessments, the social science component carried out surveys, focus groups, and participation formats to determine acceptance, information needs, and willingness to participate.
- > The feasibility study of innovative carbon dioxide sequestration methods during operation was based on a combination of literature review, pilot project data, and manufacturer information. For each technology, functionality, technical framework, ecological impacts, spatial requirements, and costs were assessed. In addition, legal aspects, scalability at the neighbourhood level, and social acceptance were considered.
- > The risk analysis was conducted using a Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) to systematically identify and evaluate potential weaknesses. Based on current planning documents, error types, causes, and impacts were recorded and quantified using risk priority numbers. The analysis was carried out in interdisciplinary workshops with representatives from research, planning, social sciences, and property ownership.

Building on the results of the previous work packages, coordinated packages of measures for the refurbishment and decarbonisation of the housing complex were developed. These form the foundation of the subsequent implementation project.

The project “Decarb Alt Erlaa” has shown that the decarbonisation and refurbishment of the residential complex are both technically feasible and socially acceptable. The construction analysis demonstrated that this distinctive housing estate from the 1970s and 1980s, with its complex structures and architecture, can significantly reduce its heating demand through targeted packages of measures, even while fully occupied, and can even achieve the klimaaktiv standard. The building technology potential analysis confirmed the availability and usability of local heat sources and showed that a completely fossil-free heat supply is possible. The social science component highlighted that acceptance, transparency, and resident participation are crucial to project success. Equally important was the risk analysis, which examined technical feasibility, financing, legal frameworks, and social factors, thereby contributing to the optimisation and safeguarding of the proposed measures. For the transformation into a fully climate-neutral neighbourhood, the use of CO<sub>2</sub> sinks will also be necessary. Among the technologies studied, the pyrolysis of garden waste or of supplied biomass shows substantial and realistic potential, while the other two investigated technologies currently face considerable hurdles.

In the already approved demonstration project “JUNG Erlaa”, the concepts developed during this exploratory study will be implemented in practice. This includes the recommended thermal renovation measures as well as the conversion of the heating system to heat pumps using local heat sources such as deep geothermal probes and wastewater heat recovery. In addition, a pilot pyrolysis plant for garden waste is planned. In parallel, the participatory and communication formats developed in the project will be continued to ensure transparency and resident acceptance throughout implementation. Ongoing risk assessment will also be continued. The insights gained from the project are relevant not only for the Alt Erlaa housing estate but also for comparable large-scale residential complexes facing similar challenges in the course of the energy transition.

# 3 Projektinhalt

## 3.1 Bautechnische Potenzialanalyse

### 3.1.1 Vorgehensweise

Die bautechnische Potenzialanalyse wurde auf Basis von Bestandsplänen, zahlreichen Vor-ortbegehungen und eingehenden Gesprächen mit verantwortlichen Mitarbeiter\*innen der GESIBA und der AEAG erstellt.

Darauf aufbauend wurde ein dreidimensionales Gebäudemodell erstellt, das in die bauphysikalische Software ArchiPhysik überführt wurde, mit der die wärmetechnischen Effekte der Einzelmaßnahmen ermittelt und bewertet wurden bzw. dieselben optimiert wurden.

Auf dieser Grundlage wurden gezielt 13 thermische Maßnahmen für relevante Bauteile wie Außenwände, Fenster, Stürze, Parapete oder Kellerdecken entwickelt und ihre bauphysikalischen Eigenschaften erfasst. Diese Maßnahmen wurden zu insgesamt 18 Varianten kombiniert, die sich in Bezug auf Umfang, Eingriffstiefe und Wirkung unterscheiden

### 3.1.2 Ausgangslage

#### **Konstruktion und Wärmeschutz**

Die Gebäude des Wohnparks Alt Erlaa sind in Stahlbeton-Schottenbauweise errichtet.

Die Parapete der befensterten Wandabschnitte sind als nichttragende Leichtbaukonstruktionen aus doppelseitig beplankten, Stahlprofilen mit außenseitiger Vorsatzschale ausgeführt.

Ihr U-Wert beträgt  $0,49 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ .

Die Fensterstürze und die Stirnseiten der Türme sind aus Stahlbeton mit Vorsatzschale ausgeführt.

Ihr U-Wert beträgt  $0,61 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ .

Die Fenster sind großformatige Schwingflügelkonstruktionen mit einer unbeschichteten Zweischeiben-Isolierverglasung.

Ihr U-Wert beträgt  $2,7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ .

Die Decken zu den unbeheizten Bereichen im Kellergeschoß sind nur teilweise gedämmt.

In den ungedämmten Bereichen beträgt ihr U-Wert  $0,89 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ .

Die genannten Bauteile wurden im Laufe ihres mittlerweile 50-jährigen Bestandes werterhaltend gepflegt, sind aber funktional weitgehend im Originalzustand.

Nur die obersten Geschoßdecken/Flachdächer wurden in den 2010er-Jahren saniert und im Zuge dessen wärmetechnisch verbessert.

Ihr U-Wert beträgt nun  $0,19 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ .

Obige Angaben für die U-Werte treffen auf die Bauteile A und B zu. Bauteil C wurde später errichtet und weist bereits einen besseren Wärmeschutz auf.

### **Heizwärmebedarf**

Der Heizwärmebedarf der Blöcke A und B beträgt  $56,7 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{BGF}}\cdot\text{a})$ . Jener des Blocks C beträgt  $51,3 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{BGF}}\cdot\text{a})$ .

### **Erhaltungszustand**

Die Gebäudesubstanz wurde und wird professionell gepflegt. Reparaturen werden umgehend durchgeführt. Der Erhaltungszustand ist demgemäß sehr gut.

## **3.1.3 Verbesserungspotenzial**

Der bestehende, zuvor skizzierte, thermische Standard der Gebäude weist naturgemäß erhebliches Verbesserungspotenzial auf. Dem diesbezüglich wünschenswerten und technisch Machbaren stehen Grenzen der vertretbaren Kosten, der notwendigen Wahrung des architektonischen Erscheinungsbildes und der zumutbaren Belastungen der Bewohner\*innen entgegen.

Die folgenden thermischen Verbesserungsmaßnahmen wurden in Erwägung gezogen und wurden technisch, finanziell und hinsichtlich ihres Verbesserungspotenzials bewertet:

### **Glaserneuerung auf 2-WSV**

Bei dieser Maßnahme wird ausschließlich die Verglasung der Bestandsfenster ausgetauscht, während die bestehenden Fensterrahmen erhalten bleiben. Der bisherige Uw-

Wert wird durch den Einsatz einer 2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung auf  $1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$  minimiert.

#### **Glaserneuerung auf Vakuumisolierverglasung**

Bei dieser Maßnahme wird ausschließlich die Verglasung der Bestandsfenster ausgetauscht, während die bestehenden Fensterrahmen erhalten bleiben. Der bisherige Uw-Wert wird durch den Einsatz von Vakuumisolierverglasung auf  $1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$  minimiert.

#### **Fensteraustausch auf 3-WSV**

Bei dieser Maßnahme werden die kompletten Bestandsfenster inklusive der bestehenden Rahmen ausgetauscht. Der bisherige Uw-Wert wird durch den Einsatz eines 3-Scheiben-Fensters mit hochwärmedämmendem Rahmen auf  $0,85 \text{ W/m}^2\text{K}$  minimiert.

#### **Austausch und Verstärkung der Fassadendämmung**

Bei dieser Maßnahme wird das Parapet an der Außenseite zusätzlich gedämmt. Die bestehende 6 cm starke Wärmedämmung inklusive der Luftschicht wird entfernt und durch eine 10 cm dicke Platte aus mineralischer Faserdämmung ersetzt. Der resultierende U-Wert des sanierten Bauteils beträgt  $0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

#### **Austausch und Verstärkung der Fassadendämmung und Ausdämmung der Zwischenräume**

Bei dieser Maßnahme wird das Parapet an der Außenseite zusätzlich gedämmt. Die bestehende 6 cm starke Wärmedämmung inklusive der Luftschicht wird entfernt und durch eine 10 cm dicke Platte aus mineralischer Faserdämmung ersetzt. Zusätzlich wird der Luftzwischenraum in den Stahlprofilen mit Einblasdämmung gefüllt. Der resultierende U-Wert des sanierten Bauteils beträgt  $0,21 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

#### **Fenstersturz - Dämmverstärkung ohne Auskragungen**

Bei dieser Maßnahme wird der Sturz zum Balkon an der Außenseite zusätzlich gedämmt. Die bestehende 6 cm starke Wärmedämmung inklusive der Luftschicht wird entfernt und durch eine 10 cm dicke Platte aus mineralischer Faserdämmung ersetzt. Ergänzt wird der Aufbau durch eine 3 cm starke Hinterlüftung. Der resultierende U-Wert des sanierten Bauteils beträgt  $0,28 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

#### **Fenstersturz - Dämmverstärkung mit Auskragungen**

Bei dieser Maßnahme werden der Sturz zum Balkon sowie die angrenzenden Fassadenaukragungen an der Außenseite zusätzlich gedämmt. Die bestehende 6 cm starke Wärmedämmung inklusive der Luftschicht wird entfernt und durch eine 10 cm dicke Platte aus mineralischer Faserdämmung ersetzt. Ergänzt wird der Aufbau durch eine 3 cm starke Hinterlüftung. Der resultierende U-Wert des sanierten Bauteils beträgt  $0,28 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

### **Feuermauer - Dämmverstärkung Variante 1**

Bei dieser Maßnahme wird die bestehende 6 cm starke Wärmedämmung samt Luftschicht an der Außenseite entfernt und durch eine 16 cm dicke Platte aus mineralischer Faserdämmung ersetzt. Der resultierende U-Wert des sanierten Bauteils beträgt  $0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

### **Feuermauer - Dämmverstärkung Variante 2**

Bei dieser Maßnahme wird die bestehende 6 cm starke Wärmedämmung samt Luftschicht an der Außenseite entfernt und durch eine 25 cm dicke Platte aus mineralischer Faserdämmung ersetzt. Der resultierende U-Wert des sanierten Bauteils beträgt  $0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

### **Terrassenflanken - Austausch der Dämmung**

Bei dieser Maßnahme wird die bestehende 6 cm starke Außendämmung vollständig entfernt und durch eine gleich dicke Platte aus mineralischem Faserdämmstoff mit verbesserter Wärmedämmfähigkeit ersetzt. Der resultierende U-Wert des sanierten Bauteils beträgt  $0,43 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

### **Terrassenböden - Verstärkung der Dämmung**

Bei dieser Maßnahme wird der bestehende Terrassenaufbau bis zur Oberkante des Gefällebetons rückgebaut. Anschließend erfolgt der Wiederaufbau mit einer neuen 20 cm starken XPS-Wärmedämmung, ergänzt um den bisherigen Schichtaufbau. Die bestehende, zu entfernende XPS-Dämmung weist eine Dicke von 6 cm auf. Der resultierende U-Wert des sanierten Bauteils beträgt  $0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

### **Dämmung vervollständigen über die ganze Kellerdecke**

Bei dieser Maßnahme wird der bislang ungedämmte Teil der Kellerdecke an das Niveau der bereits gedämmten Bereiche angeglichen. Der resultierende U-Wert des sanierten Bauteils beträgt  $0,39 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

### **Innenwände zum unkonditionierten Stiegenhaus - Austausch der Dämmung**

Bei dieser Maßnahme wird die bestehende Dämmung der Innenwände zum unkonditionierten Stiegenhaus durch eine höherwertige Variante ersetzt. Der resultierende U-Wert des sanierten Bauteils beträgt  $0,43 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

## **3.2 Gebäudetechnische Potenzialanalyse**

### **3.2.1 Vorgehensweise**

Auch die gebäudetechnische Potenzialanalyse basiert auf den Elementen von Planstudium, eingehenden Gebäudebegehungen und Gesprächen mit verantwortlichen Mitarbeiter\*innen der GESIBA und der AEAG. Darüber hinaus wurden mehrjährige Messreihen des Gebäude-Wärmeverbrauchs ausgewertet und wurden zahlreiche punktuelle Messungen und Ablesungen von Betriebszuständen der Heizanlage vorgenommen. In Zusammenarbeit mit der AEAG wurden auch im laufenden Betrieb probeweise Veränderungen von Betriebsparametern vorgenommen, etwa der Vorlauftemperatur in ausgewählten Heizkreisen. Im weiteren Verlauf wurden die vorhandenen Wärmequellenpotenziale am Standort erhoben und Möglichkeiten zur Wärmeverteilung am Standort entwickelt. Auf Basis von Recherchen und Literaturangaben wurden erste Abschätzungen zu den möglichen Potenzialen der sommerlichen Entwärmung durchgeführt. Zusammenfassend wurden mögliche Kälteabgabesysteme, die zukünftig an Standort installiert werden können, sondiert. Abschließend erfolgte eine techno-ökonomische Abschätzung anhand von Marktanalysen verfügbarer Fabrikate (Recherche und Zusammenfassung der Investitionskosten).

### **3.2.2 Ausgangslage**

#### **Heizwärmeerzeugung, -verteilung und Abgabe**

Der Wohnpark Alt Erlaa wird über eine zentrale Gaskesselanlage mit Wärme für Raumheizung und Warmwasser versorgt. Der gesamte Wohnpark wird derzeit über Gaskessel aus 19 Heizräumen versorgt. Mit einer installierten Gesamtleistung von 25 MW wird Wärme für Warmwasser und Raumheizung der Wohnungen zur Verfügung gestellt. Weiters werden insgesamt 7 Hallenbäder, 7 Dachbäder, 3 Kindergärten, 3 Ärztezentren, 2 Tennishallen, 3 Schulen und einige weitere kleinere Verbraucher versorgt.

Die Gebäude werden in jeweils zwei Druckzonen unterteilt, die Heizräume für die untere Versorgungszone sind in den Stockwerken 3 bzw. 5 untergebracht, die für die obere Zone in den Stockwerken 24 bzw. 28. Ein Heizraum versorgt jeweils die Verbraucher der angren-

zenden Stiegen und Druckstufe über 2 Gaskessel und eine Verteilschiene. Die Kessel können ganzjährig bis zu 75 °C bereitstellen, die Regelung des Heizungsvorlaufes erfolgt über eine einstellbare Heizkurve und Beimischung nach der Verteilschiene.

Die Verteilung der bereitgestellten Wärme aus den Heizräumen erfolgt über Schächte in den Stiegenhauskernen. Von dort werden die Wohnungen über Stichleitungen in der abgehängten Decke des Ganges des jeweils darunterliegenden Geschoßes versorgt.

In den Wohnungen selbst erfolgt die Wärmeverteilung über ein Einrohrnetz zu den Heizkörpern Typ 10, 11 bzw. 20. Diese sind mit Thermostatköpfen und Bypass Ventilen ausgestattet.

Die Vorlauftemperatur der Heizkreise wird gleitend mit der Außentemperatur geregelt, mit einem Maximalwert von derzeit 65 °C.

### **Warmwasserbereitung**

Die Wärmeerzeugung für die Warmwasserbereitung erfolgt über die zuvor beschriebenen Gaskessel. Die Warmwasserbereitung erfolgt in 19 zentralen Anlagen mit jeweils 2 Boilern ohne Zwischenspeicherung. Die Wohnungen werden über Warmwasserleitungen und Zirkulationsleitungen angeschlossen. Den Hygieneanforderungen geschuldet beträgt die Warmwassertemperatur stets 60 °C und mehr.

### **Wärmeverbrauch**

Es wurden mehrjährige Messreihen des Gas- bzw. des Wärmeverbrauchs ausgewertet.

Es ergaben sich Werte für die an den Kesseln gelieferte Wärme im Bereich von 130 kWh/(m<sup>2</sup>.a). Darin enthalten ist auch die Wärme für die Schwimm- bzw. Hallenbäder.

### **3.2.3 Handlungsspielräume**

Für den Wohnpark Alt Erlaa wurden folgende Handlungsspielräume identifiziert:

**Effizienzsteigerung der Wärmeverteilung durch hydraulischen Abgleich.** Im Zuge des Projekts wurde bereits eine erste Optimierung der aktuellen Wärmeversorgung durchgeführt. Dazu wurde ein hydraulischer Abgleich des Heizsystems vorgenommen. Diese Maßnahme

führte zu einer Effizienzsteigerung der Wärmeverteilung und trägt dazu bei, Temperaturunterschiede zwischen den einzelnen Wohnungen zu reduzieren sowie den Energieeinsatz im aktuellen Zustand der Anlage zu optimieren.

**Überprüfung der Spielräume für künftige Niedertemperaturheizungen.** Im Verlauf des Projekts wurde außerdem die Möglichkeit untersucht, die Vorlauftemperaturen abzusenken. Zu diesem Zweck wurden probeweise Anpassungen an ausgewählten Heizkreisen vorgenommen, um das Verhalten der bestehenden Wärmeversorgung unter reduzierten Betriebsbedingungen zu beobachten. Die bisherigen Versuche verliefen ermutigend und zeigen, dass Potenziale für die zukünftige Umstellung vorhanden sind.

**Effizienzsteigerung der Wärmedämmung der Verteilleitungen.** Eine weitere Maßnahme zur Effizienzsteigerung besteht in der Verbesserung der Dämmung der Wärmeverteilungen. Aufgrund der baulichen Gegebenheiten sind die Möglichkeiten hierzu jedoch stark eingeschränkt. Insbesondere der begrenzte Platz in den Zwischendecken und Installationschächten setzt enge Grenzen.

**Umstellung der Wärmeerzeugung auf nichtfossile Energieträger.** Ein zentrales Element der Transformation ist die Abkehr von fossilen Energieträgern. Im Rahmen des Projekts wurden Optionen für eine zukünftige Versorgung mit lokal verfügbaren, erneuerbaren Wärmequellen untersucht. Dabei lag ein besonderes Augenmerk auf dem Einsatz von Wärmepumpensystemen in Kombination mit Tiefensonden sowie auf der Wärmerückgewinnung aus dem Abwasser. Diese Ansätze ermöglichen eine fossilfreie Wärmebereitstellung und sind somit eine wesentliche Grundlage für die Dekarbonisierung des Wohnparks.

**Vorbereitung der Anlage auf sommerliche Temperierung.** Ein weiterer Handlungsspielraum besteht in der Möglichkeit, die Wärmeversorgungsanlage so weiterzuentwickeln, dass diese künftig auch eine sommerliche Temperierung der Wohnungen unterstützt. Dazu gehört, bestehende Strukturen bestmöglich für eine zusätzliche Kälteabgabe zu nutzen und die Gebäudetechnik so auszugestalten, dass spätere Nachrüstungen mit geringem Aufwand realisierbar sind. So könnten sich perspektivisch Möglichkeiten eröffnen, auf steigende sommerliche Temperaturen angemessen zu reagieren.

### 3.3 Sozialwissenschaftliche Potenzialanalyse

Bereits im Sondierungsprojekt wurden die Planungen der Sanierung und Heizungsumstellung mit einer sozialwissenschaftlichen Potenzialanalyse begleitet. Die vorrangigen Ziele waren:

- Entwicklung eines „Kommunikationsfahrplans“ für die Ankündigung und Umsetzung der technischen Maßnahmen
- Entwicklung des Formates „Dialog Zukunft Alt Erlaa“

#### Vorgehensweise und Methodik

Die sozialwissenschaftliche Herangehensweise basierte auf einer transdisziplinären und kreativen Methodik. Verschiedene Akteursgruppen wurden dadurch einbezogen - insbesondere Multiplikator:innen aus der Bewohnerschaft, der Hausverwaltung sowie Vertretende des Planungsteams. Zentral war das eigens eingerichtete Dialogformat „Zukunft Alt Erlaa“, welches in Form von drei Dialogrunden umgesetzt wurde, vorangestellt erfolgte eine mehrteilige Analyse. Die Schritte im Einzelnen:

- **Dokumentenanalyse und Sekundärdatenrecherche**  
Bestehende Unterlagen, Befragungsergebnisse und bereits vorhandene sozialstrukturelle Daten wurden gesichtet. Ziel war, ein umfassendes Bild der Mieterschaft sowie die Ableitung relevanter Themen und Bedarfe zu erstellen. Datenquellen umfassten u.a. interne Dokumente der AEAG, Ergebnisse aus vorangegangenen Projekten und externe sozialwissenschaftliche Studien.
- **Erhebung der Organisations- und Kommunikationsstruktur**  
Erhoben wurde die Organisations- und Kommunikationsstruktur mittels (interner) Dokumente der AEAG, Interviews mit Vertretende der AEAG sowie der Durchführung von Dialogrunden. Ziel war die Erfassung der bestehenden Kommunikationswege, Verantwortlichkeiten und Potenziale für die Einbindung in den Sanierungsprozess.
- **Durchführung des Dialogformats „Zukunft Alt Erlaa“**  
In mehreren Dialogrunden wurden Vorbehalte, Erwartungen und Bedürfnisse der Mieterschaft im Hinblick auf die geplanten Sanierungsmaßnahmen aufgegriffen und diskutiert. Der Fokus lag auf der gemeinsamen Entwicklung von Szenarien sowie auf der Einschätzung möglicher Auswirkungen der Sanierung auf das tägliche Leben der Bewohnenden.

- **Aufbereitung der Ergebnisse im „Kommunikationsfahrplan“**

Der Fahrplan dient nun als Informations- und Kommunikationskonzept, um die Akzeptanz und Mitgestaltung des Sanierungsprozesses durch die Mieterschaft sicherzustellen. Angesichts der Größe und sozialen Heterogenität der Wohnhausanlage mit ihren über Jahrzehnte etablierten Kommunikationsstrukturen ist die sozialorganisatorische oder kommunikative Begleitung essenziell. Die Analyse erfolgt in enger Verknüpfung mit dem Arbeitspaket 6 („Risikoanalyse“) und stellt eine Risikoerschätzung hinsichtlich der sozialen Auswirkungen und der zu erwartenden Akzeptanz der geplanten Maßnahmen dar.

### **Bewertung der Methoden Anwendung und Herausforderungen**

Die Kombination aus Dokumentenanalyse, qualitativer Netzwerkanalyse und ko-kreativen Dialogformaten hat sich als sinnvolle Methodenkombination erwiesen. Sie erlaubt sowohl eine strukturelle wie auch emotionale Einbindung der Betroffenen. Besonders die Einbindung von langjährig aktiven Multiplikator:innen und der Rückgriff auf bestehende, eingespielte Kommunikationskanäle schaffte eine gute Basis für die Potentialanalyse. Es haben sich jedoch auch Herausforderungen gezeigt:

- **Timeline:** Die Analyse und Durchführung der Dialogformate innerhalb eines engen Zeitrahmens in Abhängigkeit des ungewissen und verzögerten Planungsstandes verlangte eine effiziente Koordination und Flexibilität in der Herangehensweise
- **Repräsentativität:** Die Einbindung von Multiplikator:innen (vornehmlich Vertretendes Mieterbeirates und der AEAG) kann nicht von vornherein als repräsentativ für die gesamte Mieterschaft bzw. die AEAG gelten. Es besteht die Gefahr einer Verzerrung durch diese besonders engagierten Bewohnende und die angestellten Mitarbeitende.

Trotz dieser Herausforderungen bietet die gewählte Methodik einen vielversprechenden Zugang zur Entwicklung eines tragfähigen Kommunikationskonzepts. Die Dialogformate ermöglichen eine Transformation „auf Augenhöhe“, erlauben den Blick aufs Ganze und stärken die Einbindung der Mieterschaft als aktiven Teil des Sanierungsprozesses.

### 3.4 Out of the Box - Technologien zur CO<sub>2</sub>-Bindung

#### Ausgangslage

Auf dem Weg zur Klimaneutralität städtischer Infrastrukturen, insbesondere des Gebäudebestands, sind neben Effizienzmaßnahmen und dem Umstieg auf erneuerbare Energiequellen auch ergänzende Strategien zur Kompensation verbleibender Emissionen erforderlich. Vor allem dort, wo eine vollständige Vermeidung oder Substitution nicht möglich ist, gewinnen sogenannte Negativemissionstechnologien an Bedeutung. Im Rahmen dieses Arbeitspakets wurde eine Machbarkeitsstudie durchgeführt, die sich auf Ansätze fokussiert, die über die klassischen Gebäudetechnologien hinausgehen. Das Ziel bestand darin, das Potenzial sogenannter „Out-of-the-Box“-Technologien auf Quartiersebene und konkret im Kontext des Wohnparks Alt Erlaa zu untersuchen. Im Zentrum der Untersuchung standen drei technisch und funktional sehr unterschiedliche Ansätze zur Kohlenstoffbindung, die bislang nicht Teil herkömmlicher städtischer Klimastrategien und Transformationsprozesse sind.

#### Vorgehensweise

Zur systematischen Bearbeitung dieser Fragestellung wurden die drei gewählten Technologien einer qualitativen und quantitativen Analyse unterzogen. Dabei handelte es sich um:

- Kohlenstoffbindung durch Humusaufbau,
- Kohlenstoffbindung aus Exkrementen und
- CO<sub>2</sub>-Abscheidung aus der durchströmenden Luft der Luft-Wärmetauscher Umluft

Die Bearbeitung erfolgte in mehreren Schritten. Zunächst wurde eine fundierte Sichtung nationaler und internationaler Quellen durchgeführt. Die Recherche stützte sich dabei auf wissenschaftliche Fachartikel, Projektberichte, Praxisleitfäden und Herstellerinformationen. Ergänzend wurden einschlägige Online-Datenbanken sowie nationale und internationale Umwelt- und Klimaberichte ausgewertet. Neben anerkannten Sekundärquellen wie dem Umweltbundesamt, der Europäischen Umweltagentur, dem IPCC und dem österreichischen Klimaschutzbericht wurden auch gezielt Primärdaten erhoben. Diese umfassten Leistungsangaben zu CO<sub>2</sub>-Luftabscheideanlagen, Daten zur Trocknungskapazität und Emissionsminderung von Pyrolyseanlagen sowie Kenndaten zu Humuspotenzialen pro Quadratmeter. Die Erhebung erfolgte durch direkte Kontakte zu Technologieanbietern sowie

durch die Auswertung von Pilotprojekten und Versuchsdaten aus anderen Forschungsprojekten.

Anschließend wurden für jeden der drei Ansätze die grundlegenden Funktionsweisen, die technischen Rahmenbedingungen, die absehbaren ökologischen Wirkungen, die raumbezogenen Anforderungen sowie die voraussichtlichen Kostenrahmen analysiert.

Abschließend erfolgte schließlich eine Einschätzung der Umweltwirkung (in t CO<sub>2</sub>-Äquivalente pro Jahr), der möglichen Skalierung auf Quartiersebene, dem Flächenbedarf, der technologischen Reife und der sozialen Akzeptanz. Ergänzend erfolgte eine vereinfachte Einschätzung der rechtlichen Rahmenbedingungen.

### **Evaluierung der Methodik**

Für die Zielsetzung der Machbarkeitsstudie hat sich die gewählte Kombination aus Literaturrecherche, Primärdatenerhebung und Wirkungsbewertung als geeignet erwiesen. Durch die Verknüpfung belastbarer Sekundärquellen mit aktuellen Hersteller- und Projektdaten konnten für alle drei untersuchten Technologien belastbare Kenngrößen ermittelt werden. Die methodische Vorgehensweise ermöglichte zudem eine erste fundierte Einschätzung für bislang wenig erprobte Anwendungen auf Quartiersebene.

Herausforderungen ergaben sich insbesondere bei der quantitativen Abschätzung der CO<sub>2</sub>-Bindungsleistung im Bereich des Humusaufbaus und der Pyrolyse. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die verfügbaren Daten je nach Quelle erheblich variierten und teilweise stark standortspezifisch waren. Auch für Luftabscheideanlagen gab es bislang nur wenige dokumentierte Anwendungen im Maßstab von Wohnquartieren, weshalb Aussagen zu Skalierbarkeit, Energiebedarf und Betriebsaufwand nur eingeschränkt möglich waren.

Diese Einschränkungen konnten durch den Abgleich mehrerer unabhängiger Datenquellen, die Berücksichtigung von Spannbreiten sowie durch Plausibilitätsprüfungen im Rahmen der Bewertungsraster weitgehend kompensiert werden. Die Erfahrung aus diesem Arbeitspaket zeigt, dass eine präzise Standortbetrachtung und die kontinuierliche Erweiterung der Datenbasis entscheidend sind, um die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere Quartiere zu gewährleisten.

## 3.5 Risikoanalyse

Die Risikoanalyse stellt einen zentralen Bestandteil des Qualitätsmanagements und der Prozessoptimierung dar. Ihr Ziel ist es, potenzielle Schwachstellen systematisch zu identifizieren, zu bewerten und gezielt präventive Maßnahmen zu entwickeln. Im Rahmen des vorliegenden Forschungsprojekts nimmt die Fehler-Möglichkeiten- und Einfluss-Analyse (FMEA) eine zentrale Rolle bei der Risikoidentifikation und -bewertung im Zusammenhang mit der Dekarbonisierung eines komplexen Gebäudeenergiesystems ein.

### 3.5.1 Methodik der FMEA

Die FMEA ist eine strukturierte, präventiv ausgerichtete Methode zur systematischen Analyse potenzieller Fehlerquellen in Produkten und Prozessen. Ihr primäres Ziel besteht darin, mögliche Fehlerarten, deren Ursachen sowie deren Auswirkungen auf das Gesamtsystem frühzeitig zu erkennen und zu bewerten. Auf Basis dieser Bewertung können Maßnahmen zur Risikoreduktion gezielt entwickelt und priorisiert werden.

Ein wesentliches Merkmal der FMEA ist ihr präventiver Charakter: Bereits in frühen Planungs- und Entwicklungsphasen lassen sich durch die Anwendung potenzielle Störungen und Ausfälle identifizieren und vermeiden. Die Methode trägt somit entscheidend zur Erhöhung von Systemsicherheit, Zuverlässigkeit und Effizienz bei. Darüber hinaus unterstützt die FMEA die Priorisierung von Risiken durch die Ermittlung der sogenannten Risikoprioritätszahl (RPZ). Diese ergibt sich aus der Bewertung dreier Kriterien – Auftretenswahrscheinlichkeit (A), Bedeutung (B) und Entdeckungswahrscheinlichkeit (E) – jeweils auf einer Skala von 1 (gering) bis 10 (hoch), gemäß der Formel:

$$\mathbf{RPZ = A \times B \times E.}$$

Fehler mit einer RPZ über 125 oder einer Einzelbewertung von 10 gelten als kritisch und erfordern unmittelbare Maßnahmen. Die tabellarische Struktur der FMEA erlaubt eine nachvollziehbare Dokumentation und systematische Nachverfolgung von Risiken. Zudem dient sie als effektives Kommunikations- und Wissensmanagementinstrument, da Ergebnisse transparent aufbereitet und teamübergreifend geteilt werden können.

Im Forschungsprojekt „Decarb Alt Erlaa“ wurde die Risikoanalyse methodisch wie folgt durchgeführt:

### 1. Systemanalyse

Im ersten Schritt erfolgte eine umfassende Analyse der Systemstruktur, -funktionen und potenziellen Fehlerquellen. Die Fehleranalyse beinhaltete die Identifikation potenzieller Fehlerarten, -orte, -folgen und -ursachen. Als Datengrundlage dienten die jeweils aktuellen Planungsunterlagen des haustechnischen Gesamtsystems.

### 2. Risikoanalyse des Ist-Zustands

Zentraler Bestandteil war die Risikobewertung des aktuellen Systemzustands mittels Ermittlung der RPZ. Die Bewertung erfolgte anhand folgender Kriterien:

- **A – Auftretenswahrscheinlichkeit:** Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines Fehlers
- **B – Bedeutung:** Ausmaß der Folgen für Nutzende bzw. Kundschaften
- **E – Entdeckungswahrscheinlichkeit:** Wahrscheinlichkeit, dass der Fehler vor Eintritt seiner Folgen erkannt wird

Auf Basis dieser drei Einzelbewertungen wurde die RPZ berechnet. Identifizierte Risiken mit einer RPZ >125 oder einem Maximalwert (bewertet mit 10 von 10 Punkten) in einem der Bewertungskriterien wurden als kritisch eingestuft und priorisiert behandelt.

### 3. Entwicklung von Verbesserungsmaßnahmen

Für alle identifizierten kritischen Fehler wurden im Rahmen der sogenannten *Improve-Phase* gezielte Optimierungsmaßnahmen entwickelt. Diese wurden anschließend auf Umsetzbarkeit geprüft. Sämtliche Maßnahmen wurden detailliert in FMEA-Formblättern dokumentiert.

### 4. Risikoanalyse des verbesserten Zustands

Unter der Annahme der Umsetzung der Verbesserungsmaßnahmen erfolgte eine erneute Bewertung aller zuvor ermittelten Risiken. Die Gegenüberstellung der RPZ-Werte vor und nach der Maßnahmenenergreifung ermöglichte eine objektive Beurteilung der Wirksamkeit der Optimierungen.

### **3.5.2 Interdisziplinärer Workshop-Ansatz**

Die Risikoanalyse wurde im Rahmen von vier interdisziplinären Workshops durchgeführt. Teilnehmende aus Forschung, Sozialwissenschaft, Planung und Gebäudeeigentümerschaft arbeiteten gemeinsam an der Systemanalyse und Risikoidentifikation. Durch den Einsatz von Brainstorming-Methoden und eine strukturierte Analyse entlang der bestehenden Systempläne wurden mögliche Fehlerquellen im Planungsstand, während der baulichen Umsetzung und im späteren Betrieb identifiziert.

Auf Grundlage dieser Analyse wurden konkrete Verbesserungsmaßnahmen abgeleitet. Die anschließende Neubewertung zeigte, dass nahezu alle als kritisch eingestufteten Risiken durch geeignete Maßnahmen deutlich reduziert werden konnten.

Die Dokumentation sämtlicher Risiken und Maßnahmen erfolgte in FMEA-Formblättern. Ergänzend wurden Spinnendiagramme zur grafischen Darstellung der Risikoreduktion eingesetzt, um den Vergleich zwischen Ausgangs- und verbessertem Zustand visuell nachvollziehbar zu machen.

### **3.5.3 Fazit und Ausblick**

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass der interdisziplinäre Workshop-Ansatz eine effektive Methode darstellt, um ein breites Spektrum an fachlichen und praxisnahen Perspektiven einzubeziehen. Dadurch konnte eine umfassende Identifikation potenzieller Risiken erreicht werden. Für den weiteren Projektverlauf ist die konsequente Umsetzung der erarbeiteten Verbesserungsmaßnahmen von zentraler Bedeutung.

Darüber hinaus wird die Fortführung der Risikoanalyse in Form begleitender Workshops während der Umsetzungsphase sowie in der frühen Betriebs- und Inbetriebnahmephase nachdrücklich empfohlen. In diesen fortlaufenden Workshop-Formaten – idealerweise erweitert um Vertretende der Bewohnerschaft bzw. Mieterschaft – kann die Wirksamkeit der umgesetzten Maßnahmen kontinuierlich überprüft und um bislang nicht identifizierte Risiken ergänzt werden. Dies fördert nicht nur die Risikotransparenz, sondern trägt auch zur nachhaltigen Optimierung des Gebäudeenergiesystems bei.

### **3.6 Entwicklung v. Maßnahmenpaketen u. Ausarbeitung eines Umsetzungsvorhabens**

Aufbauend auf den Ergebnissen der bisherigen Arbeitspakete wurden abgestimmte Maßnahmenpakete entwickelt. Ziel war es, die Erkenntnisse und Empfehlungen zu einem umsetzungsreifen Vorhaben zu verdichten. Die besondere Herausforderung bestand darin, die unterschiedlichen fachlichen Stränge in einem konsistenten Gesamtkonzept zusammenzuführen.

Methodisch wurden die Fortschritte und Ergebnisse der jeweiligen Arbeitspakete fortlaufend gesammelt und innerhalb des Konsortiums sowie des Planungsteams ausgetauscht. Aus diesem Austausch ging das eingereichte Umsetzungsvorhaben „JUNG Erlaa - Transformation des Wohnparks Alt Erlaa zum Leuchtturm der Wärmewende“ hervor.

Die Methodik hat sich als tragfähig erwiesen, da sie eine transparente Kommunikation und Entscheidungsfindung innerhalb des Konsortiums ermöglichte. Besonders wertvoll war die interdisziplinäre Zusammenführung der Ergebnisse, die eine realistische Einschätzung der Umsetzungschancen möglich machte. Schwierigkeiten traten vor allem bei der Einordnung der innovativen Technologien zur Kohlenstoffbindung auf, für die nur begrenzt Referenzwerte vorliegen.

Als Ergebnis dieses Arbeitspakets liegt ein abgestimmtes und umsetzungsreifes Maßnahmenpaket zur Transformation des Wohnparks vor. Dieses bildet die Grundlage für die verbindlichen Beschlüsse im Folgeprojekt „JUNG Erlaa“ und dient gleichzeitig als Inspiration für andere große Wohnanlagen. Der zentrale Meilenstein, ein beschlussreifes Umsetzungsvorhaben, wurde damit erreicht.

# 4 Ergebnisse

Aus den im Kapitel 3 beschriebenen Analysen wurde ein abgestimmtes Maßnahmenpaket ausgearbeitet, das die Transformation des Wohnparks Alt Erlaa zu einem klimaneutralen Quartier ermöglichen wird. Es wird nachfolgend beschrieben und ist außerdem die Basis des mittlerweile eingereichten und genehmigten Begleitforschungsprojekts im Förderungsprogramm Leuchttürme der Wärmewende Ausschreibung 2024 im Ausschreibungsschwerpunkt 3.B Wärme- und Kälteversorgung von Gebäuden/Quartieren.

## 4.1 Bautechnische Potenzialanalyse

Ein wesentliches Projektergebnis ist die vollständige thermische Abbildung des Gebäudebestands in Form eines 3D-Modells. Um ein detailliertes Bild des gegenwärtigen Zustands zu erhalten, wurden die vorhandenen Planunterlagen sowie ergänzende Informationen, die in Gesprächen mit der Hausverwaltung gewonnen wurden, herangezogen. Die dabei gewonnenen Informationen flossen in die Erstellung eines 3D-Gebäudemodells in der Software SketchUp ein. Anschließend wurde das Modell in die thermische Simulationsumgebung ArchiPhysik übertragen. Das Modell wurde schrittweise um Materialkennwerte, Bauteilschichten und sinnvoll gewählte Zonen ergänzt. Die daraus resultierende Ausgangsbewertung des Heizwärmebedarfs dient als Referenz.

Die Gebäude des Wohnparks Alt Erlaa sind in Stahlbetonbeton-Schottenbauweise errichtet. Die Parapete der befensterten Wandabschnitte sind als nichttragende Leichtbaukonstruktionen aus doppelseitig beplankten, Stahlprofilen mit außenseitiger Vorsatzschale ausgeführt. Die Fensterstürze und die Stirnseiten der Türme sind aus Stahlbeton mit Vorsatzschale ausgeführt.

Die Decken zu den unbeheizten Bereichen im Kellergeschoss sind teilweise gedämmt, wobei einzelne Abschnitte noch ungedämmt sind und Potenzial für thermische Verbesserungen aufweisen. Da im Bereich der obersten Geschossdecke bereits eine Sanierung durchgeführt wurde, wurde dieser Bauteil von weiteren Maßnahmen ausgeschlossen. Die Fenster, Verglasungen und die Dämmung der opaken Bauteile sind noch im Originalzustand verbaut und thermisch nicht mehr zeitgemäß. Insgesamt ergaben sich somit zahlreiche Ansatzpunkte zur gezielten Verbesserung der Gebäudehülle.

Auf dieser Grundlage wurden dreizehn konkrete Sanierungsmaßnahmen entwickelt. Diese umfassen unter anderem die Verbesserung der Wärmedämmung einzelner Bauteile wie Parapeten, Stürze, Feuermauern und Terrassen, den Austausch bzw. die Ertüchtigung bestehender Fensterverglasungen sowie Maßnahmen an Kellerdecken und Innenwänden zu unbeheizten Bereichen. Aus diesen Einzelmaßnahmen entstanden anschließend 18 kombinierte Sanierungsvarianten. Jedes dieser Pakete enthält unterschiedliche Kombinationen aus Dämmungsmaßnahmen an Fassaden, Terrassen, Parapeten, Kellerdecken und Innenwänden sowie Maßnahmen am Fensterbestand. Die Varianten wurden hinsichtlich ihrer technischen Umsetzbarkeit, ihrer sozialen Verträglichkeit, des erreichbaren Heizwärmebedarfs, der erreichbaren Emissionsreduktion sowie der voraussichtlichen Kosten analysiert und vergleichend bewertet. Insbesondere die technische Umsetzbarkeit wurde intensiv analysiert. Im Laufe des Projekts hat sich gezeigt, dass einige der in Betracht gezogenen Einzelmaßnahmen bzw. die jeweiligen Pakete, die diese beinhalteten, aus unterschiedlichen Gründen nicht realisierbar sind. Bei der Variantenzusammensetzung wurden ebenfalls diverse Anforderungen und unterschiedliche Zielvorgaben an den Heizwärmebedarf (HWBREF,RK) berücksichtigt. Diese dienen als Orientierungsgrößen, um den Beitrag verschiedener Maßnahmen und Varianten zur Energieeffizienz und in weiterer Folge zur Dekarbonisierung einordnen zu können. Details dazu können dem Endbericht der bautechnischen Potenzialanalyse entnommen werden.

Ein zentrales Ergebnis der Analyse ist die Identifikation von „Variante 18“ als die ausgewogenste Lösung aus planerischer und wirtschaftlicher Sicht. Dieses Maßnahmenpaket vermeidet Eingriffe in besonders komplexe oder sensible Bauteile, wie beispielsweise Feuermauern oder schwer zugängliche Fassadenauskragungen. Dennoch wird eine deutliche Reduktion des jährlichen Heizwärmebedarfs auf rund 29 kWh/m<sup>2</sup>BGF erzielt (ausgehend von einem jährlichen Heizwärmebedarf von rund 57 kWh/m<sup>2</sup>BGF). Die gewählte Maßnahmengruppe umfasst gezielte Dämmverbesserungen, unter anderem im Bereich der Parapete, der Fensterstürze und der Terrassenflanken, die Vervollständigung der Kellerdeckendämmung sowie den vollständigen Austausch der Fenster mit Dreifachverglasung. Die mit „Variante 18“ verbundenen Kosten werden auf knapp 200 €/m<sup>2</sup><sub>BGF</sub> geschätzt. Sie sind damit zwar nicht unerheblich, angesichts des erreichten „klimaaktiv“-Standards und der gleichzeitig deutlich verbesserten thermischen Behaglichkeit jedoch gut begründbar.

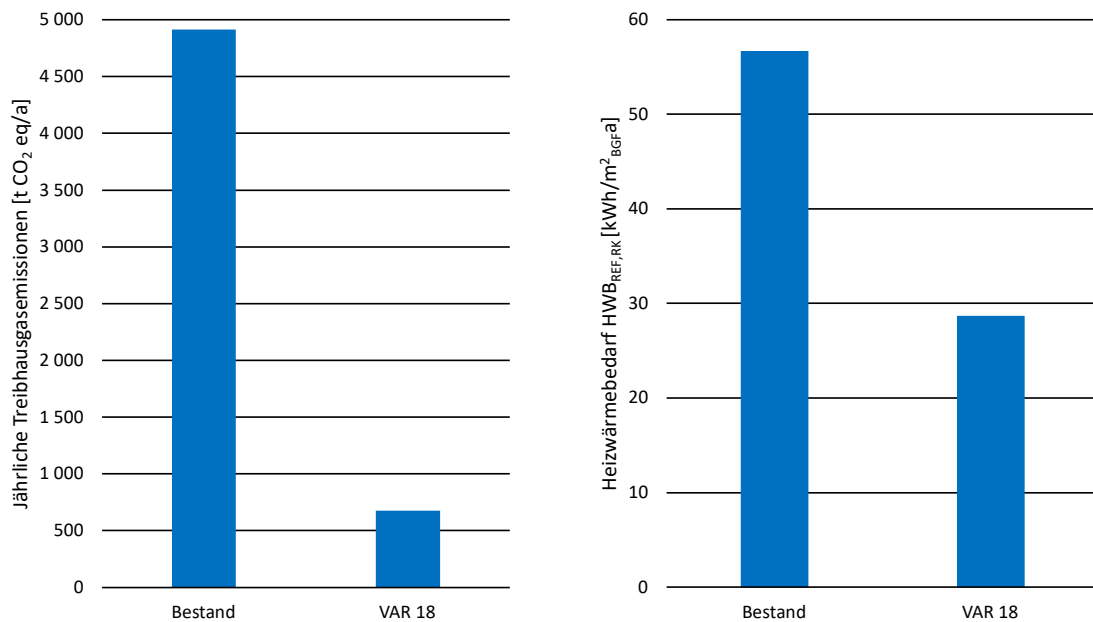
Neben der energetischen Wirksamkeit war die soziale Umsetzbarkeit von besonderer Relevanz. Die mit Variante 18 verbundenen Maßnahmen erfordern teilweise bauliche Eingriffe, die sorgfältig geplant und abgestimmt werden müssen. Insbesondere der Austausch der Fensterverglasung und der erforderliche Zugang zu Balkonen und Loggien müssen sensibel umgesetzt werden, um die Belastung für die Bewohnende so gering wie möglich zu halten. Auch die Arbeiten im Bereich der Kellerdecke, unter der sich Stellplätze befinden,

gehen mit organisatorischem Aufwand einher. Während der Umsetzung ist mit temporären Einschränkungen zu rechnen, etwa durch das notwendige Umparken der Fahrzeuge und eine erhöhte Staub- und Schmutzentwicklung. Dennoch überwiegen die Vorteile der thermischen Verbesserung: Durch die Reduktion der Transmissionsverluste wird im gesamten Wohnpark Alt Erlaa eine deutliche Steigerung der thermischen Behaglichkeit erreicht.

Ein weiterer Aspekt der Bewertung war das architektonische Erscheinungsbild des Wohnparks. Dieses soll als prägendes Merkmal erhalten bleiben. Alle geplanten Maßnahmen können ohne Veränderung des äußeren Eindrucks umgesetzt werden, beispielsweise durch farblich abgestimmte Fassadenplatten. Dadurch wird auch ein Beitrag zum Erhalt des baukulturellen Erbes geleistet.

Ein entscheidender Teil der Analyse befasst sich mit der Abschätzung der resultierenden Treibhausgasemissionen. Bei einer Umstellung auf eine zentrale Wärmepumpe unter der Annahme einer Jahresarbeitszahl von 3,35 und der gleichzeitigen Umsetzung der thermischen Sanierung gemäß Variante 18 kann der jährliche Treibhausgasausstoß um rund 86 Prozent gesenkt werden. Die absolute Einsparung beträgt mehr als 4.000 Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente pro Jahr im Vergleich zum ursprünglichen Erdgasbetrieb. Daraus ergibt sich eine deutliche Verbesserung der Klimabilanz des gesamten Wohnparks. Diese Ergebnisse werden auch in der nächsten Abbildung zusammengefasst. Darin zu sehen ist die Gegenüberstellung der jährlichen Treibhausgasemissionen sowie der Heizwärmebedarfe zwischen der empfohlenen Variante und der Ausgangssituation.

Abbildung 1: Jährliche Treibhausgasemissionen und Heizwärmebedarf im Vergleich von Bestand und der empfohlenen Sanierungsvariante (ibri, eigene Darstellung).



Diese Ergebnisse sind nicht nur für den Wohnpark Alt Erlaa von Bedeutung, sondern lassen sich auch auf andere Wohnanlagen aus den 1970er- und 1980er-Jahren übertragen. Die methodische Herangehensweise lässt sich auf andere Projekte übertragen und als strukturierte Entscheidungsgrundlage nutzen. Mithilfe der systematischen Entwicklung und Bewertung von Maßnahmenpaketen leistet das Arbeitspaket einen wesentlichen Beitrag zur Umsetzung des Förderschwerpunkts „Klimaneutrale Stadt“. Es wird aufgezeigt, wie auch in Bestandsstrukturen mit hohen Anforderungen sowie bei Wohnbetrieb technisch ambitionierte Sanierungsmaßnahmen geplant, bewertet und priorisiert werden können. Die Ergebnisse schaffen eine fundierte Entscheidungsgrundlage für das Umsetzungsprojekt sowie für weitere Sanierungsstrategien im großvolumigen Wohnbau. Sie stärken die Umsetzungsfähigkeit umfassender Sanierungskonzepte in der Praxis und fördern den Austausch zwischen Planung, Wissenschaft, Politik und Verwaltung.

## 4.2 Gebäudetechnische Potenzialanalyse

Der Wohnpark Alt Erlaa wird bis dato von einer Gaskesselanlage mit Wärme versorgt. Mit seinen über 9.000 Einwohner\*innen und mit einer Vielzahl paralleler Nutzungen, zusätzlich zur Hauptnutzung des Wohnens, Die Erarbeitung verschiedener Maßnahmen insbesondere zur emissionsarmen Wärmeversorgung des Wohnparks Alt Erlaa als eigenes Quartier mit über 9.000 EinwohnerInnen und den verschiedenen Nutzungskategorien

Wohnen, Bildung, Gesundheitseinrichtung und Freizeit-/Sportstätte schafft als Beitrag zum Ausschreibungsschwerpunkt 3.2 „Demonstration von Klimaneutralen Quartieren“ die Basis zur Umsetzung einer umfassenden Sanierung und zum Ersatz der vorhandenen fossil betriebenen Anlagen zur Wärmeerzeugung. Dies lässt maßgebliche Einsparungen im CO<sub>2</sub>-Ausstoß erwarten. Im Sinne der Klimawandelanpassung werden auch Maßnahmen zur Gebäudeentwärmung betrachtet, um zukünftig höheren Anforderungen an die Gebäudeentwärmung durch höhere Erdmitteloberflächentemperaturen gerecht zu werden.

#### 4.2.1 Heizung und Warmwasser

In diesem Abschnitt wird auf die Lösungsvarianten für die Heizungswärme- und Warmwasserwärmebereitung eingegangen. Ausgangspunkt ist der thermische Zustand der Gebäudehülle, welcher unterschiedliche Heizungswärmebedarfe verursacht, vgl. Tabelle 1.

Tabelle 1: Aufstellung der Wärmebedarfe für den unsanierten und den sanierten Zustand.

Thermischer Zustand Gebäude	Wärmebedarf Heizung [kWh/a]	Wärmebedarf Warmwasser [kWh/a]	Wärmebedarf gesamt [kWh/a]
Unsaniert	21.746.448	3.578.590	25.325.038
Saniert	11.036.477	3.578.590	14.615.267

Quelle: Energieausweise für den unsanierten und den sanierten Zustand.

Zunächst wird ein Überblick über die Systemauslegung je Variante gegeben und anschließend auf die Bewertung der beiden Varianten eingegangen.

##### Systemvariante 1: Unsaniert

Im unsanierten Zustand liegt die nötige Heizungsvorlauftemperatur bei 60 °C und die Warmwassertemperatur bei 65 °C. Die nötige installierte Leistung für die Heizungswärmebereitung beträgt etwa 12,4 MW und etwa 2,4 MW für die Warmwasserwärmebereitung. Als Systemlösung wird eine rein wärmepumpenbasierte Wärmeerzeugung vorgeschlagen, die einerseits die vorhandenen Abwärmepotentiale aus den bereits bestehenden zentralen Abluftanlagen sowie einer neu zu errichtenden Abwasserwärmerückgewinnungsanlage nutzt und darüber hinaus das Erdwärmesondenpotential am Eigengrund der Liegenschaft

erschließt. Hierbei erfolgt die Auslegung der Anlage derart, dass die Warmwasserbereitung der oberen Geschoße aller Wohnblöcke und die Heizungswärmebereitung der oberen Geschoße der Blöcke A und B über die Abluftwärmerückgewinnung gespeist wird, die Warmwasserbereitung der unteren Geschoße aller Blöcke aus der Abwasserwärmerückgewinnung und die restliche Heizungswärmebereitung aus einem Solenetz, welches Erdwärme über insgesamt 1.125 Erdsonden mit jeweils 150 m Tiefe erschließt. Alle Wärmequellen werden über Solekreise erschlossen. Zur Regeneration des Erdsondenfelds werden Luftwärmetauscher vorgesehen, mittels derer außerhalb der Heizperiode Umgebungswärme aufgenommen und in das Erdsondenfeld geschoben werden kann. Die möglichen Quellenleistungen der Solekreise sind in Tabelle 2 dargestellt. Daraus ist auch ersichtlich, dass die primärseitig aufgenommenen Wärmeleistungen mit einem grob angenommenen COP der Wärmepumpen von etwa 3 zur Bereitstellung der notwendigen Heizleistungen für Warmwasser und Heizung ausreichen.

Tabelle 2: Mögliche Quellenleistungen für die Sole-Wasser-Wärmepumpen in Variante 1 (unsaniert).

Quelle	Angenommener Volumenstrom [m <sup>3</sup> /h]	Angenommene Spreizung [K]	Leistung Sole-Wasser-Wärmepumpe primärseitig [MW]
Solekreis Erdwärmesonden	1.701	2 bzw. 5	3,8 bzw. 9,4
Solekreis Abluftwärmerückgewinnung	350	4	1,7
Solekreis Abwasserwärmerückgewinnung	160	5	1,0

Quelle: eigene Auslegungsdaten.

### Systemvariante 2: Saniert

Im sanierten Zustand liegt die nötige Heizungsvorlauftemperatur bei 55 °C mit Ausnahme eines Verteilers für Kindergarten und Ärztezentrum, der mit einer erhöhten Vorlauftemperatur von 65 °C betrieben wird. Grund für die Abweichung zur Variante war die Verfügbarkeit genauerer Anlagendaten zum Zeitpunkt der Erstellung des Konzepts. Die Warmwassertemperatur liegt bei 65 °C. Hier beträgt die nötige installierte Leistung für die Heizungswärmebereitung etwa 8,5 MW. Durch die Möglichkeit einer Doppelnutzung einiger Hei-

zungswärmepumpen kann die Leistung für die Warmwasserbereitung auf 1,6 MW reduziert werden. Aufbauend auf der Variante 1 wird auch hier ein rein wärmepumpenbasiertes System empfohlen, das aufgrund der niedrigeren Vorlauftemperatur im Heizbetrieb weiter an Effizienz gewinnt. In diesem Fall erfolgt die Warmwasserbereitung und ein Teil der Heizungswärmebereitung aller Wohnblöcke über einen Solekreis, der aus Abluft- und Abwasserwärmerückgewinnung gespeist wird und die restliche Heizungswärmebereitung aus einem Solenetz, welches Erdwärme über insgesamt 750 Erdsonden mit jeweils 80 m Tiefe erschließt. Auch hier wird die Installation von Luftwärmetauschern zur Regeneration des Erdsondenfeldes empfohlen. Die möglichen Quellenleistungen der Solekreise sind in Tabelle 3 dargestellt. Auch hier zeigt sich, dass die primärseitig aufgenommenen Wärmeleistungen mit einem grob angenommenen COP der Wärmepumpen von etwa 3 zur Bereitstellung der notwendigen Heizleistungen für Warmwasser und Heizung ausreichen.

Tabelle 3: Mögliche Quellenleistungen für die Sole-Wasser-Wärmepumpen in Variante 2 (saniert).

Quelle	Angenommener Volumenstrom [m <sup>3</sup> /h]	Angenommene Spreizung [K]	Leistung Sole-Wasser- Wärmepumpe primärsei- tig [MW]
<b>Solekreis Erdwärme- sonden</b>	1.350,0	2 bzw. 5	3,0 bzw. 7,5
<b>Solekreis Abluft- und Abwasserwärmerück- gewinnung</b>	643,6	4	2,85 (davon 1,97 MW aus Abluft und 0,88 MW aus Abwasser)

Quelle: eigene Auslegungsdaten.

### Bewertung

Als Grundlage für die metrische Bewertung dient die Effizienz in Form eines Mittelwerts des COP, der über alle zu installierenden Wärmepumpen als gewichtetes arithmetisches Mittel gerechnet wird. Eine Aufstellung der Wärmequellen- und Wärmesenktemperatur sowie der installierten Wärmepumpenleistung für Variante 1 bzw. 2 ist in Tabelle 4 bzw. Tabelle 5 gegeben.

Tabelle 4: Zusammenfassung der Quellen- und Senkentemperaturen sowie der installierten Wärmepumpenleistung und der Effizienz für die jeweilige Quellen- und Senktemperaturkombination für die Variante 1 (unsaniert).

Quelle	Solekreis Erdwärmesonden	Solekreis Abluftwärmerrückgewinnung	Solekreis Abwasserwärmerrückgewinnung
$T_{Quelle}$ Heizung [°C]	3	5	-
$T_{Quelle}$ Warmwasser [°C]	-	5	15
$T_{Senke}$ Heizung [°C]	60	60	-
$T_{Senke}$ Warmwasser [°C]	-	65	65
Installierte Leistung Heizen [kW]	11.320,0	1.126,4	-
Installierte Leistung Warmwasser [kW]	-	1.137,6	1.2017,4
$COP_i$ Heizung [-]	2,9	3,3	-
$COP_i$ Warmwasser [-]	-	2,8	3,4

Quelle: eigene Auslegungsdaten.

Tabelle 5: Zusammenfassung der Quellen- und Senkentemperaturen sowie der installierten Wärmepumpenleistung und der Effizienz für die jeweilige Quellen- und Senkentemperaturkombination für die Variante 2 (saniert).

Quelle	Solekreis Erdwärmesonden	Solekreis Abluft- und Abwasserwärmerückgewinnung
$T_{Quelle}$ Heizung [°C]	3	5
$T_{Quelle}$ Warmwasser [°C]	-	5
$T_{Senke}$ Heizung [°C]	55 bzw. 65	55
$T_{Senke}$ Warmwasser [°C]	-	65
Installierte Leistung Heizen [kW]	1.126,6 bzw. 140,8	2.274,8
Installierte Leistung Warmwasser [kW]	-	1.689,6
$COP_i$ Heizung [-]	3,2 bzw. 2,7	3,3
$COP_i$ Warmwasser [-]	-	2,8

Quelle: eigene Auslegungsdaten.

Die Ergebnisse der techno-ökonomisch-ökologischen Bewertung sind in Tabelle 6 dargestellt.

Tabelle 6: Zusammenfassung der Bewertung der beiden Systemvarianten für Heizung und Warmwasser.

Variante	Variante 1 (unsaniert)	Variante 2 (saniert)
$COP_{gewichtet}$ [-]	Heizung: 2,9 Warmwasser: 3,1 Gesamt: 2,9	Heizung: 3,2 Warmwasser: 2,8 Gesamt: 3,2
<b>Machbarkeit</b>	Hoch, da keine abgabeseitigen und wenig verteilungsseitigen Anpassungen nötig, allerdings höherer Flächenbedarf für Sonden	Hoch, da keine abgabeseitigen und wenig verteilungsseitigen Anpassungen nötig, allerdings thermische Sanierung Voraussetzung
<b>Kosten [€ bzw. €/a]</b>	Investition (netto, €): 27.377.142 Wartung (netto, €/a): 435.040 Wärmegestehung (brutto, €/a): 675.009 (niedrig) / 1.350.018 (mittel) / 2.025.027 (hoch)	Investition (netto, €): 16.026.910 Wartung (netto, €/a): 363.689 Wärmegestehung (brutto, €/a): 432.362 (niedrig) / 864.724 (mittel) / 1.297.086 (hoch)
<b>Emissionen [kg CO<sub>2</sub>-Äq./a]</b>	1.053.014	674.485
<b>Lärm</b>	Keine zusätzliche Belästigung mit Ausnahme der Luftwärmetauscher	Keine zusätzliche Belästigung mit Ausnahme der Luftwärmetauscher
<b>Abwärme</b>	Keine	Keine
<b>Komfort</b>	Bleibt gleich aufgrund selber Vorlauf-temperaturen und Abgabesysteme	Bleibt gleich trotz abgesenkter Vorlauf-temperaturen lt. IDA ICE Simulationen, Abgabesysteme bleiben gleich. In kritischen Räumen werden zusätzliche Abgabeflächen empfohlen

Quelle: eigene Berechnungen und Einschätzungen innerhalb des Konsortiums.

## 4.2.2 Entwärmung

In diesem Abschnitt werden die Vorschläge für die Entwärmung des Wohnparks Alt Erlaa vorgestellt. Dies alles sind Lösungen, die grundsätzlich technisch machbar sind, deren jeweilige Umsetzbarkeit allerdings von der Eigentümerin zu erwägen ist. Die Kältebereitung erfolgt in allen Fällen zentral über Freecooling mittels dem in allen für den Heizfall definierten Varianten vorgesehenen Erdsondenfeld. Das Hauptaugenmerk in den vorgeschla-

genen Varianten liegt daher auf der Abgabeseite. Es wird darauf hingewiesen, dass aufgrund der beschränkten Leistungen in Hochtemperaturkühlsystemen mit begrenzt zur Verfügung stehenden Abgabeflächen nicht von einer konventionellen Kühlung gesprochen werden kann, die eine Klimatisierung auf einen fixen Sollwert gewährleistet, sondern dass die hier vorgeschlagenen Maßnahmen nur einen begrenzten Beitrag zur Temperierung beitragen können. Der dennoch erzielbare Effekt kann jedoch als Mehrwert betrachtet werden, da im derzeitigen Zustand keine Möglichkeit zur zentralen Kühlung der Wohnungen existiert.

### **Systemvariante 1: Kälteabgabe über Heizungsverteilleitungen**

Als niederschwelligste und noch durch Erprobung zu evaluierende Option wird die Möglichkeit der Nutzung der Heizungsverteilleitungen vorgeschlagen. Hierbei wird auf den Umstand eingegangen, dass die Eigentümerin vorerst nicht plant, eigene Kälteabgabesysteme in den Wohnungen zu installieren sowie auf die Tatsache, dass die in den Wohnungen befindlichen Bestandsradiatoren aufgrund des gerade erst abgeschlossenen Austauschs der Heizkörperventile auf Thermostatventile nicht nochmals mit neuen Ventilköpfen mit Kühlfunktion ausgestattet werden und daher mittelfristig nicht zur Entwärmung genutzt werden können. Die einzige jedenfalls verfügbare Möglichkeit zur Entwärmung bietet daher nur das Heizungsverteilnetz zwischen Kältequelle und Heizkörpern. Die Abgabeleistung der Heizungsverteilleitungen wurde im Zuge der IDA ICE Simulationen quantifiziert und beträgt etwa  $2-3 \text{ W/m}^2$ . Es wird also ein Hochtemperatursystem zur Entwärmung vorgesehen, dessen Vorlauftemperatur mittels Freecooling über das Erdsondenfeld, das auch in allen Varianten zur Wärmebereitung vorgeschlagen wird, bereitgestellt werden kann.

### **Systemvariante 2: Nutzung bestehender Radiatoren für Kühlzwecke**

Dieses Konzept ist ein relativ neues und für Europa eher unkonventionelles, das dennoch im Bestandsbau eine Möglichkeit zur Entwärmung bietet. Hierfür gibt es zur Sicherstellung einer möglichst hohen Wärmeaufnahmeleistung verschiedene Möglichkeiten, vgl. Arendt et al. (2021):

- Umkehr der Strömungsrichtung im Radiator
- Bei Beibehaltung der Strömungsrichtung Erhöhung des Volumenstroms

Weiters ist bei Vorhandensein von Thermostatventilen darauf zu achten, dass diese auch über eine Kühlfunktion verfügen, da konventionelle Thermostatköpfe für den Heizfall konzipiert sind und daher bei Erreichen der eingestellten Soll-Raumtemperatur automatisch

schließen. Darüber hinaus wird auch hier ein kondensationsfreier Betrieb durch eine ausreichend hohe Vorlauftemperatur vorgeschlagen, da sonst eigene Maßnahmen zur Kondensatableitung am Radiator getroffen werden müssen. Im Moment verfügen die Radiatoren über druckunabhängige Thermostatventile ohne Kühlfunktion. Eine Erhöhung des Volumenstromes im Verteilnetz kann in dieser Konfiguration daher nicht zur Leistungserhöhung herangezogen werden. Es müsste daher ein Tausch auf Thermostatventile mit Kühlfunktion vorgenommen und zusätzlich entweder ein Modul zur Strömungsumkehr (zentral oder am Radiator selbst) vorgesehen oder auf voreinstellbare Thermostatventile, die eine Erhöhung des Volumenstroms zulassen, umgerüstet werden. Für die Kostenabschätzung wird in dieser Betrachtung nur die Umrüstung auf Thermostatköpfe mit Kühlfunktion einbezogen und davon ausgegangen, dass im Sinne einer gezielten Anwendung in bestimmten Räumen (Schlafräume, Aufenthaltsräume) pro Wohnung 2,5 Heizkörper ausgestattet werden.

### **Systemvariante 3: Flächenkühlung**

Diese Lösung erfordert die Installation eigener Kälteabgabesysteme. Hier bietet sich für die Entwärmung insbesondere eine nachträglich anzubringende Deckenkühlung an. Bei einer Einhaltung der lichten Raumhöhe von 2,4 m ist der nachträgliche Einbau eines Flächenabgabesystems im Zuge von Dekarbonisierungsmaßnahmen lt. Wiener Bauordnung i. d. g. F. Art. V Abs. 8 zulässig. Da die lichte Raumhöhe bei 2,5 m liegt und eine direkte Anbringung der Deckenaktivierung an der Bestandsdecke in einer Reduktion der lichten Raumhöhe von < 10 cm resultieren würde (vgl. hierzu etwa den Aufbau "F" lt. Oravec et al. 2021), kann diese Variante in Betracht gezogen werden. Der Installationsaufwand dieser Variante ist erheblich höher, allerdings sind dies auch die zu erwartenden Leistungen sowie der Komfort. Kühldecken und Kühlsegel erreichen üblicherweise Leistungen bis zu etwa 100 W/m<sup>2</sup> (vgl. etwa Kazanci 2024). Auch hier muss ein kondensationsfreier Betrieb mit Vorlauftemperaturen unter der Taupunkttemperatur eingehalten werden. Die Kälteversorgung erfolgt über das Heizungsverteilnetz, das die überschüssige Wärme an die Erdwärmesonden im Freecoolingbetrieb übergibt. Hier kann auch eine Mitnutzung der Bestandsradiatoren (wie in Variante 2) in Erwägung gezogen werden. Für die Kostenschätzung wurde davon ausgegangen, dass 30 % der Nutzfläche mit einer Deckenkühlung ausgestattet werden. Die Umrechnung der Bruttogeschoßfläche auf Nutzfläche erfolgt anhand OIB 2023b.

### **Bewertung**

Die Ergebnisse der Bewertung sind in Tabelle 7 zusammengefasst.

Tabelle 7: Zusammenfassung der Bewertung der beiden Systemvarianten für Entwärmung.

Variante	Variante 1 (Verteilungen)	Variante 2 (Bestandsradiatoren)	Variante 3 (Flächenkühlung)
<b>Effizienz</b>	Sehr hoch, da nur Pumpenstrom für Sondenfeld und Verteilnetz	Sehr hoch, da nur Pumpenstrom für Sondenfeld und Verteilnetz	Sehr hoch, da nur Pumpenstrom für Sondenfeld und Verteilnetz
<b>Machbarkeit</b>	Hoch, da keine abgabe- und verteilungsseitigen Anpassungen nötig	Mittel, da kleinere abgabeseitige Anpassungen nötig	Mittel, da größere abgabeseitige Anpassungen nötig
<b>Kosten [€ bzw. €/a]</b>	Investition (netto, €): 220.520 Wartung (netto, €/a): vernachlässigbar Wärmegestehung (brutto, €/a): vernachlässigbar	Investition (netto, €): 525.239 Wartung (netto, €/a): vernachlässigbar Wärmegestehung (brutto, €/a): vernachlässigbar	Investition (netto, €): 11.652.415 Wartung (netto, €/a): vernachlässigbar Wärmegestehung (brutto, €/a): vernachlässigbar
<b>Emissionen [kg CO<sub>2</sub>-Äq./a]</b>	Vernachlässigbar	Vernachlässigbar	Vernachlässigbar
<b>Lärm</b>	Keiner	Keiner	Keiner
<b>Abwärme</b>	Keine	Keine	Keine
<b>Komfort</b>	Mittel, da keine kalten Fallluftströmungen zu erwarten sind, allerdings geringe zu erwartende Leistung	Mittel, da eventuell Gefahr der Bildung von Kaltluftseen und eher geringe Abgabeleistung	Hoch, da Entwärmungseffekt hauptsächlich über reduzierte Wärmestrahlung der Abgabefläche entsteht

Quelle: eigene Berechnungen und Einschätzungen innerhalb des Konsortiums.

#### 4.2.3 Lokale Stromerzeugung

Die Analyse der Planunterlagen sowie Gespräche mit der Gebäudeeigentümerin AEAG haben ergeben, dass das Potential zur lokalen Stromerzeugung über PV-Anlagen durch die kürzlich fertiggestellte PV-Anlage auf den Dachflächen des Wohnparks mit 377 kW<sub>p</sub> bereits weitestgehend ausgeschöpft wurde. Eine Belegung der Grünflächen wird aufgrund der Nutzbarkeit für die BewohnerInnen nicht in Erwägung gezogen. Lediglich die Nutzung

der Feuermauern mit vertikal installierten PV-Modulen stellt eine Möglichkeit dar, die allerdings wegen kostenintensiver notwendiger Vorkehrungen zum Brandschutz seitens der Eigentümerin ausgeschlossen wurde.

## **4.3 Sozialwissenschaftliche Potenzialanalyse**

### **4.3.1 Zielsetzung und Ausgangslage**

Im Rahmen von „Decarb Alt Erlaa“ übernahm wohnbund:consult die sozialwissenschaftliche Potenzialanalyse zur Vorbereitung eines strukturierten, sozial verträglichen und kommunikativ tragfähigen Sanierungsprozesses im Wohnpark Alt Erlaa. Dabei ging es um mehr als reine Informationsweitergabe: Die vorbereitende Arbeit zielte darauf ab, Rahmenbedingungen für eine informative und partizipative Umsetzung der geplanten Maßnahmen zu schaffen und ein langfristig anwendbares Kommunikationsmodell für großmaßstäbliche Wohnanlagen zu entwickeln. Besonderes Augenmerk galt der Frage, wie Maßnahmen zur Sanierung und Dekarbonisierung so begleitet werden können, dass sie von der Bewohnerschaft verstanden, akzeptiert und in späterer Folge „richtig“ genutzt werden.

### **4.3.2 Besonderheiten von Alt Erlaa**

Alt Erlaa ist geprägt von einer außergewöhnlichen Kombination aus Größe, starker infrastruktureller Eigenständigkeit, einer historisch gewachsenen Selbstverwaltungskultur und hoher Wohnzufriedenheit. Viele Kommunikationsstrukturen sind auf die erste Generation der sogenannten „Pionier:innen“ ausgerichtet – also jene, die seit der Errichtung des Wohnparks in den 1970er bis 80er Jahren dort leben. Diese Gruppe ist häufig gut vernetzt, aktiv in Vereinen und eng an die Aktivitäten des Mieterbeirat angebunden. Derzeit findet ein Generationenwechsel statt: jüngere Haushalte und neue Bewohnende bringen andere Erwartungen, Lebensstile und Kommunikationsbedarfe mit sich. Diese Differenzierung der Zielgruppen stellt eine zentrale Herausforderung für die Kommunikationsstrategie dar und war gleichzeitig ein wesentliches Erkenntnisfeld der sozialwissenschaftlichen Analyse.

### **4.3.3 Information und Dialog**

In mehreren Dialogformaten mit Mieterbeirat, AEAG und Projektteam wurden Kommunikationsbedarfe, bestehende Informationskanäle, Erwartungshaltungen und mögliche Stolpersteine identifiziert. Daraus entwickelte wohnbund:consult ein idealtypisches Modell des Kommunikationsablaufs entlang der Phasen eines Sanierungsprojekts: Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung. Jede dieser Phasen wurde mit konkreten Handlungs-

empfehlungen unterlegt – von der rechtzeitigen Ankündigung über wohnungsbezogene Begehungen bis hin zur Dokumentation und Auswertung von Rückmeldungen. Die kontinuierliche Kommunikation und das Einrichten von Rückmeldeschleifen wurden als zentrale Erfolgsfaktoren definiert.

Einen besonderen Stellenwert im Prozess nahmen die moderierten Dialogrunden mit Schlüsselpersonen des Wohnparks ein. Dabei wurde gemeinsam mit dem Mieterbeirat, der Hausverwaltung (AEAG) und dem technischen Projektteam über Erfahrungen, Herausforderungen und Erwartungen im Kontext der Sanierung gesprochen. Diese Gespräche ermöglichten nicht nur einen vertieften Einblick in bestehende Kommunikationswege und -hürden, sondern trugen maßgeblich dazu bei, unterschiedliche Perspektiven zu integrieren, Szenarien zu entwickeln und ein gemeinsames Verständnis für die Zielsetzung des Projekts zu erlangen. Die Dialogrunden förderten zudem das Vertrauen zwischen den Beteiligten und legten – hoffentlich – den Grundstein für eine tragfähige Zusammenarbeit im weiteren Projektverlauf. Erkenntnisse aus diesen Runden flossen direkt in die Entwicklung des Kommunikationsmodells und der empfohlenen Formate ein.

#### **4.3.4 Information und Kommunikation**

Das erarbeitete Kommunikationskonzept (siehe Anhang) verbindet zentrale Prinzipien wie Transparenz, Verständlichkeit und Verlässlichkeit mit einer Vielzahl an passgenauen Formaten. Musterwohnungen, Stiegenhaus-bezogene Informationsveranstaltungen, Broschüren, Videos und FAQs gehören ebenso dazu wie persönliche Gespräche mit dem Kümmerer-Team oder Beiträge im wohnparkinternen Fernsehsender. Ergänzt wird das Informationsangebot durch partizipative Formate wie ein Sanierungscafé, Begehungen oder Workshops zur Gestaltung des Freiraums. Ein Stiegensprechenden-Netzwerk soll zudem unterstützend zum Mieterbeirat als kommunikative Brücke zwischen Bewohnerschaft und Projektteam fungieren.

Besonderer Wert wurde auf eine klare Rollenverteilung und Zuständigkeit gelegt. Während die Hausverwaltung als formeller Kommunikationspartner agiert, übernimmt der Mieterbeirat eine intermediäre Rolle und fungiert als Multiplikator. wohnbund:consult begleitet den Prozess strategisch, moderiert Veranstaltungen, entwickelt Info-Materialien und übernimmt gemeinsam mit dem Projektteam die konzeptionelle Steuerung in Hinblick auf die Mieterkommunikation.

Ein zentrales Instrument zur anschaulichen Vermittlung der Sanierungsmaßnahmen stellt die geplante Musterwohnung dar. Diese dient als begehbare „Transformationsstation“, in der die geplanten Sanierungsmaßnahmen praxisnah und für die Bewohnerschaft verständlich und erfahrbar gemacht werden. Der Raum soll exemplarisch demonstrieren, welche

baulichen Eingriffe vorgenommen werden, wie sich diese auf den Wohnkomfort auswirken und welche Einsparpotenziale im Bereich Energie- und Heizkosten bestehen. Durch gezielte Visualisierungen – etwa freigelegte Dämmungen mit transparenten Abdeckungen oder Arbeitsschritte zum Fenstertausch – wird ein unmittelbarer Bezug zwischen technischer Umsetzung und individuellem Nutzen hergestellt.

Ergänzt wird die Musterwohnung durch Infotafeln, Poster und digitale Materialien, die Hintergrundinformationen zur Sanierung, Dekarbonisierung und möglicher Nutzungsänderungen liefern. Der Fokus liegt dabei auf Transparenz und Alltagstauglichkeit. Die Einrichtung bleibt bewusst reduziert, um den baulichen Veränderungen Raum zu geben. Die Möglichkeit zum persönlichen Gespräch vor Ort stärkt zusätzlich das Vertrauen in den Prozess. In den Dialogrunden wurde die Musterwohnung von allen Beteiligten als besonders wichtiges Element genannt – nicht nur zur Veranschaulichung der Maßnahmen, sondern auch zur Förderung der Nachbarschaftskommunikation.

#### **4.3.5 Innovation und Skalierbarkeit**

Ein zentrales Innovationsmoment liegt in der Integration technischer, organisatorischer und sozialer Dimensionen. Die Sanierung wird nicht als reines Bauprojekt betrachtet, sondern als Transformationsprozess, der nur im Zusammenspiel zwischen der Durchführung notwendiger Sanierungsmaßnahmen und sozialem Miteinander erfolgreich sein kann. Durch die konkrete Verortung in der direkten Lebensumgebung – etwa durch die angesprochene Musterwohnung oder durch praxisnahe Erklärvideos zu Heizen und Lüften – werden Maßnahmen greifbar und nachvollziehbar. Die Kommunikation richtet sich nicht allein an die „lauten“ Stimmen, sondern versucht im Sinne der Gendergerechtigkeit gezielt auch jene zu erreichen, die sich sonst nicht aktiv beteiligen.

Das entwickelte Konzept ist damit nicht nur auf Alt Erlaa zugeschnitten, sondern kann als übertragbares Modell für andere Großwohnanlagen dienen. Es zeigt auf, wie durch frühzeitige Kommunikation, partizipative Elemente und professionelle Prozessbegleitung soziale Akzeptanz geschaffen und klimabezogene Maßnahmen langfristig wirksam verankert werden können.

#### **4.3.6 Bewohnende als Pioniere der Wärmewende**

Die sozialwissenschaftliche Potenzialanalyse leistet einen wesentlichen Beitrag zu den Zielen des Schwerpunkts „Klimaneutrale Stadt“. Sie stellt sicher, dass technische Sanierungsmaßnahmen nicht isoliert, sondern in ein soziales Gefüge eingebettet werden, das die Umsetzung erst möglich macht. Bewohnende werden nicht nur informiert, sondern zu aktiven Mitgestaltende eines klimagerechten Wohnalltags. Die Kommunikation zielt dabei nicht auf

kurzfristige Akzeptanz, sondern auf nachhaltige Verhaltensänderungen und Bewusstseinsbildung, die auch nach Projektende weiterwirken. Durch das Vertrauen in Abläufe und Ansprechpersonen, durch das gemeinsame Erleben von Fortschritt und durch die transparente Darstellung von Mehrwerten – etwa in Form von Energieeinsparung oder verbessertem Wohnkomfort – entsteht eine positive Dynamik, die weit über die baulichen Maßnahmen hinausreicht.

### **4.3.7 Fazit**

Das Projekt „Decarb Alt Erlaa“ zeigt deutlich, wie entscheidend sozialwissenschaftlich Kommunikations- und Beteiligungsstrategien im Kontext von Gebäudesanierungen sind. Die Kombination aus frühzeitiger Information, zielgruppenspezifischer Ansprache und aktivem Einbinden der Bewohnende legt den Grundstein für Akzeptanz sowie langfristiges Mittragen der geplanten Maßnahmen.

Die im Rahmen des Projekts identifizierten Anforderungen und Ideen der Bewohnende belegen den hohen Stellenwert persönlicher Kommunikation auf Augenhöhe: Dialogrunden, Stiegenhausversammlungen und die Möglichkeit zur informierten Auseinandersetzung vor Ort tragen maßgeblich dazu bei, Ängste abzubauen, Fragen und Sanierungsschritte frühzeitig zu klären, Vertrauen aufzubauen und die hohe Wohnzufriedenheit langfristig zu sichern. Besonders für ältere oder weniger mobile Menschen erweisen sich dezentrale Formate als zentrale Ergänzung zu digitalen Informationsangeboten.

Die Musterwohnung stellt in diesem Zusammenhang ein zentrales Vermittlungselement dar: Sie schafft nicht nur Transparenz über die geplanten Sanierungsschritte, sondern macht deren Nutzen im wahrsten Sinn des Wortes „begreifbar“. Anschauliche Materialien, digitale Inhalte und gezielte Visualisierungen vor Ort ermöglichen eine niederschwellige Auseinandersetzung mit teils komplexen Themen wie Dämmung, Heizsystemen oder Energiesparpotenzialen. Gleichzeitig bietet sie einen Ort für informelle Begegnung, Austausch und Nachbarschaftsdialog – ein Aspekt, der in den Rückmeldungen der Bewohnende wiederholt als notwendig betont wurde.

Insgesamt zeigt sich: Gelungene Kommunikation im Kontext von Sanierungs – und Dekarbonisierungsmaßnahmen erfordert mehr als reine Informationsweitergabe. Sie lebt von Transparenz, Anschaulichkeit, Teilhabe und einem ernsthaften Interesse an den Sichtweisen der Bewohnende. Die im Projekt entwickelten Kommunikationsformate und -bausteine – von Social Media über dialogorientierte Info-Veranstaltungen bis hin zur physischen Musterwohnung – bilden hierfür ein starkes Fundament. Entscheidend wird sein, diese Formate flexibel, anpassungsfähig und kontinuierlich weiterzuentwickeln – im engen Schulterschluss

mit dem Mieterbeirat, der Bewohnerschaft, der AEAG und dem planenden sowie ausführenden Unternehmen.

## **4.4 Out of the Box - Technologien zur CO<sub>2</sub>-Bindung**

### **4.4.1 Kohlenstoffbindung durch Humusaufbau**

Humusaufbau ist eine natürliche Maßnahme zur langzeitigen Bindung von Kohlenstoff in organischer Form. Das Wirkprinzip basiert auf der Zersetzung organischer Biomasse durch Bodenlebewesen, wobei Humus als Zersetzungsprodukt in der Lithosphäre zurückbleibt. Die jährlichen Sequestrierungsrate ist gering (0,32 bis 1,00 t C<sub>eq</sub> ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>), aber über größere Flächen und Zeiträume betrachtet dennoch bedeutend.

Für urbane Quartiere wie den Wohnpark Alt Erlaa ist diese Maßnahme besonders relevant, da sie neben der Kohlenstoffbindung auch zusätzliche ökologische Funktionen erfüllt, etwa die Verbesserung der Bodenstruktur, die Erhöhung der Wasserspeicherfähigkeit und die Förderung der Biodiversität.

Die nächste Abbildung zeigt die Auswertung der Grundstücksfläche des Wohnparks Alt Erlaa. Die rund 9,3 Hektar großen Freiflächen des Wohnparks Alt Erlaa werden derzeit überwiegend als Grünflächen mit Rasen, Sträuchern und Bäumen genutzt. Um das Potenzial für die Kohlenstoffbindung im bestehenden Boden zu ermitteln, wurden im Rahmen der Machbarkeitsstudie umfassende Analysen durchgeführt. Grundlage hierfür waren Flächenaufnahmen, eine Bewertung der bestehenden Vegetationsstrukturen sowie die Auswertung von Daten aus bodenchemischen Messungen.

Abbildung 2: Auswertung der Freifläche des Wohnparks Alt Erlaa (ibri, eigene Darstellung).

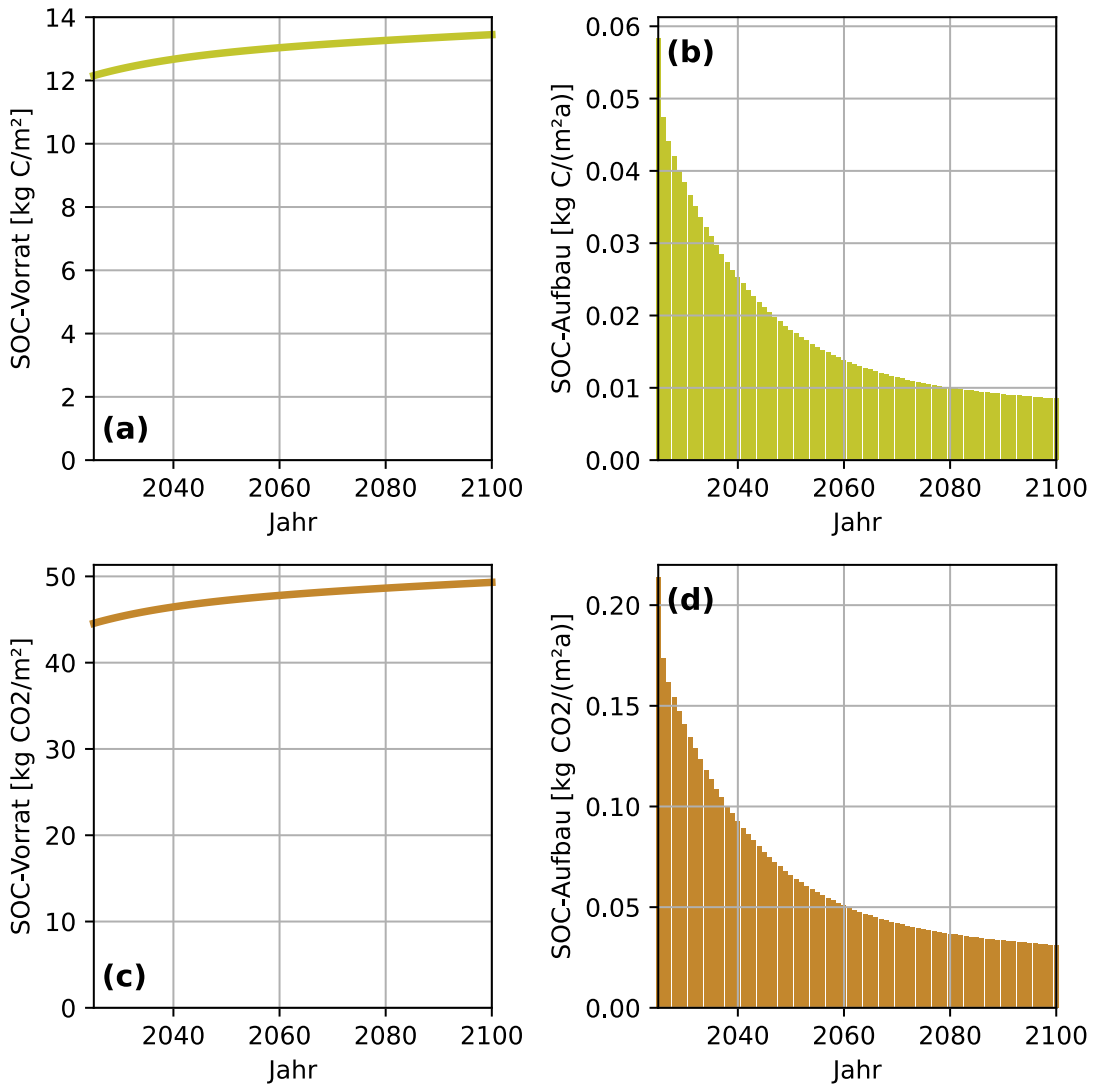
■ Gebäude: 7.4 ha    ■ Wiese: 5.0 ha  
■ Asphalt: 3.0 ha    ■ Strauch-/Baumwuchs: 4.3 ha



Der gebundene Kohlenstoffbestand wurde mithilfe photospektrometrischer Messungen ermittelt. Das Ergebnis zeigt, dass bereits jetzt rund 4.136 Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente im Humus gespeichert sind. Das liegt im Bereich vergleichbarer urbaner Grünflächen.

Zur Abschätzung der zusätzlich möglichen Bindungsleistung wurde das etablierte Modell „RothC“ eingesetzt. Dieses Modell bildet den Kohlenstoffkreislauf in mineralischen Böden unter Berücksichtigung klimatischer, bodenphysikalischer und nutzungsbezogener Parameter ab. Die nächste Abbildung zeigt den modellierten SOC (Soil Organic Carbon)-Vorrat (akkumuliert) und SOC-Aufbau (inkrementell) bis zur Jahrhundertwende in Kilogramm Kohlenstoff (a, b) und Kilogramm Kohlenstoffäquivalent (c, d), jeweils pro Quadratmeter Außenfläche. Die Ergebnisse weisen bei Beibehaltung der Außenraumpflege einen Anstieg des SOC auf, der mit jedem Jahresfortschritt stetig abnimmt. Bis zum Jahr 2050 kann eine Sequestrierungsrate von 0,1 kg CO<sub>2,equ</sub> m<sup>-2</sup> a<sup>-1</sup> abgeleitet werden. Eine gleichwertige durchschnittliche Sequestrierungsrate bis zur Jahrhundertwende wird hingegen mit 0,065 kg CO<sub>2,equ</sub> m<sup>-2</sup> a<sup>-1</sup> bestimmt, wodurch der Gleichgewichtszustand des Bodens ersichtlich wird.

Abbildung 3: Modellierter SOC-Vorrat (a, c) und jährlicher SOC-Aufbau (b, d) (ibri, eigene Darstellung).



Die Simulation bis zum Jahr 2100 ergibt eine kumulierte Bindung von absolut 4.594 Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalent. Bezogen auf die Bruttogrundfläche des Wohnparks ergibt sich eine jährliche Zuwachsrate im Zeitverlauf von etwa 0,03 (bis zum Jahr 2050) auf rund 0,02 (bis zum Jahr 2100) Kilogramm CO<sub>2</sub>-Äquivalent je Quadratmeter BGF und Jahr. Dieser Rückgang ist auf die Sättigungseffekte im Bodenkohlenstoffspeicher zurückzuführen, was ein typisches Phänomen bei Humusaufbauprozessen ist. Humusaufbau allein stellt somit keine maßgebliche CO<sub>2</sub>-Senke im städtischen Maßstab dar, ist jedoch aus Nutzen-Aufwand-Perspektive, insbesondere im Hinblick auf Klimawandelanpassung, sinnvoll.

Ein wesentlicher innovativer Aspekt dieser Erhebung ist die erstmalige quantitative Erfassung und Modellierung des Bodenkohlenstoffs auf Quartiersebene in einer großvolumigen Wohnanlage. Mithilfe der Kombination aus direkten Messmethoden und dynamischer Modellierung konnten sowohl der aktuelle Speicherbestand als auch das langfristige Potenzial realistisch eingeschätzt werden.

#### **4.4.2 Kohlenstoffbindung aus Exkrementen**

Die Verkohlung von Exkrementen durch thermochemische Umwandlung ist eine technische Möglichkeit, um Kohlenstoff langfristig zu binden. Das Verfahren basiert auf der Pyrolyse, bei der organische Biomasse bei Temperaturen um 500 °C und ohne Sauerstoffzufuhr in feste und gasförmige Produkte zerlegt wird. Als fester Rückstand entsteht Pflanzkohle, die als dauerhafte Kohlenstoffsенke dienen kann. Die gasförmigen und flüssigen Nebenprodukte (Pyrolysegas, Pyrolyseöl und Teer) werden üblicherweise im Prozess verbrannt, um den Wärmebedarf der Anlage zu decken. Überschüssige Wärme kann zusätzlich genutzt werden, beispielsweise zur Trocknung der Eingangsstoffe oder zur Versorgung externer Wärmeverbraucher.

Im Rahmen der Machbarkeitsstudie wurden zwei am Wohnpark Alt Erlaa verfügbare Stoffströme untersucht: Klärschlamm aus menschlichen Exkrementen sowie Gartenabfälle aus der Pflege der Außenanlagen. Die Analyse umfasste das jährliche Aufkommen, den Wassergehalt, die technischen Aufbereitungserfordernisse, die thermische und stoffliche Ausbeute sowie das Potenzial zur Kohlenstoffbindung.

Für die Gartenabfälle wurde eine jährliche Trockenmasse von 209 Tonnen ermittelt. Unter den gegebenen Bedingungen könnten damit theoretisch 109 Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente pro Jahr gebunden und zusätzlich 2 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGF</sub> an Wärme bereitgestellt werden und das jährliche Sequestrierungspotenzial liegt bei 0,57 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalent/m<sup>2</sup><sub>BGF</sub>. Aufgrund des moderaten Wassergehalts von ca. 38 % ist der Trocknungsaufwand gering und kann zum Großteil durch Lufttrocknung erfolgen.

Klärschlamm fällt am Wohnpark in einer Trockenmasse von etwa 93 Tonnen pro Jahr an. Aufgrund des sehr hohen Wassergehalts von ca. 95 % ist eine energieintensive Trocknung erforderlich. Durch mechanische Entwässerung, beispielsweise mittels einer Dekanter-Zentrifuge, kann der Wassergehalt vor der thermischen Nachtrocknung auf rund 35 % gesenkt werden. Der Energieaufwand für die Trocknung liegt bei etwa 0,1 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGF</sub> pro Jahr. Die theoretische Wärmeausbeute beträgt 1 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGF</sub> pro Jahr und das jährliche Sequestrierungspotenzial liegt bei 0,19 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalent/m<sup>2</sup><sub>BGF</sub>.

Die Ergebnisse zeigen deutliche Unterschiede in der Eignung der beiden Stoffströme. So weisen Gartenabfälle unter den gegebenen Rahmenbedingungen einen höheren Festkohlenstofftrag (20,6 % gegenüber 10,4 % bei Klärschlamm) sowie einen höheren thermischen Wirkungsgrad (62 % gegenüber 55 %) auf. Die Verwertung von Klärschlamm ist dagegen mit komplexeren technischen Anforderungen, einem höheren Energieverbrauch und strengeren rechtlichen Auflagen verbunden.

Am Wohnpark Alt Erlaa könnte eine dezentrale Pyrolyseanlage zur Verarbeitung von Gartenabfällen einen doppelten Nutzen bringen: Einerseits würde durch die entstehende Pflanzenkohle eine direkte Kohlenstoffbindung erfolgen, andererseits könnte die Prozesswärme für die geplante zentrale Wärmeversorgung auf Basis von Wärmepumpen genutzt werden.

Die Ergebnisse dieser Bewertung sind besonders innovativ, da sie eine detaillierte Kombination aus standortspezifischer Stoffstromanalyse, thermodynamischer Wirkungsbewertung und rechtlicher Machbarkeitsprüfung auf Quartiersebene umfassen. Die Studie verdeutlicht, dass Gartenabfälle einen technisch und wirtschaftlich attraktiven Ansatzpunkt für den Einsatz dezentraler Pyrolyseanlagen darstellen. Für Klärschlamm bleibt die Realisierung unter den aktuellen Rahmenbedingungen zwar herausfordernd, könnte jedoch durch zukünftige Anforderungen an die Phosphorrückgewinnung neue Perspektiven erhalten.

Die gewonnenen Ergebnisse bilden eine belastbare Entscheidungsgrundlage für das Umsetzungsprojekt JUNG Erlaa, insbesondere für das Arbeitspaket 5: *Schließung Kohlenstoff- und Nährstoffkreisläufe*.

#### **4.4.3 CO<sub>2</sub>-Abscheidung aus der durchströmenden Luft der Luft-Wärmetauscher**

Die CO<sub>2</sub>-Abscheidung aus der durchströmenden Luft der Luft-Wärmetauscher ist eine technische Maßnahme zur Reduktion von Treibhausgasemissionen, bei der das Kohlenstoffdioxid aus dem Luftvolumenstrom separiert und anschließend für eine weitere Nutzung oder Speicherung bereitgestellt wird. Dieses Verfahren wird auch als Direct Air Capture (DAC) bezeichnet. Es unterscheidet sich von langfristigen Kohlenstoffsinken dadurch, dass die Bindung erst durch nachgelagerte Nutzungs- oder Speicherprozesse dauerhaft wird. Das Verfahren basiert auf der Adsorption oder Absorption des CO<sub>2</sub> an einem Sorbens, das anschließend regeneriert wird. Dabei wird das gebundene CO<sub>2</sub> unter Einsatz von thermischer oder elektrischer Energie ausgetrieben und in hochreiner Form aufgefangen.

Im Rahmen der Machbarkeitsstudie wurde untersucht, inwieweit sich das große Luftvolumenpotenzial des Wohnparks Alt Erlaa – bestehend aus 18 Luftwärmetauschern mit einer jährlichen Gesamtluftmenge von rund 3,7 Milliarden Kubikmetern – technisch und wirtschaftlich für die CO<sub>2</sub>-Abscheidung mittels einer DAC-Anlage nutzen lässt.

Die Untersuchung stützte sich auf Herstellerangaben, wissenschaftliche Literatur und Referenzanlagen. Zur Abschätzung des Potenzials wurden vereinfachte Annahmen herangezogen: Ein konstanter Luftvolumenstrom von rund 400 m<sup>3</sup>/h ermöglicht die Abscheidung von einer Tonne CO<sub>2</sub> pro Jahr. Unter Berücksichtigung einer Abscheideeffizienz von 70 %, die auf realen Betriebsdaten bestehender Module basiert, ergibt sich für den Wohnpark ein theoretisches Abscheidepotenzial von rund 1.060 Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr. Bezogen auf die Bruttogrundfläche entspricht dies etwa 3,0 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalent/m<sup>2</sup><sub>BGFa</sub>.

Die Untersuchung zeigt, dass das theoretische Abscheidepotenzial beachtlich ist, die praktische Umsetzung jedoch mit erheblichen technischen, wirtschaftlichen und organisatorischen Herausforderungen verbunden wäre.

- Energiebedarf

Der zusätzliche Energieeinsatz für die Sorbensregeneration liegt je nach Anlagentyp im Bereich von 1.500 bis 9.000 kWh pro Tonne CO<sub>2</sub>. Bei einer angenommenen Effizienz von 70 %, würde dies für den Wohnpark einen jährlichen Mehraufwand von 750 bis 7.400 MWh bedeuten. Im Vergleich zum gesamten zukünftigen Wärme- und Warmwasserbedarf des sanierten Bestands von ca. 10.000 MWh pro Jahr ist dies eine erhebliche Größenordnung.

- Integration in die Gebäudetechnik

Die Einbindung der DAC-Module in Serie zu den Luftwärmetauschern erfordert Anpassungen der Volumenströme und der Betriebssteuerung.

- Platzbedarf und Akustik

Zusätzliche Flächen für die benötigte Technik sind im Bestand kaum verfügbar. Zudem könnte der Betrieb je nach Ausführung mit erhöhten Geräuschemissionen verbunden sein.

- Fehlende lokale Speicherung

Eine dauerhafte Kohlenstoffsенke wäre nur über geologische Speicherung erreichbar, was am Standort jedoch nicht möglich ist. Eine industrielle Weiternutzung ist nicht vorgesehen und würde nicht als Negativemission angerechnet werden.

Insgesamt überwiegen derzeit die praktischen Hindernisse den unmittelbaren Nutzen einer Umsetzung im Wohnpark, obwohl das Potenzial für die Abscheidung erheblich ist.

Auch wenn das theoretische Potenzial der CO<sub>2</sub>-Abscheidung aus der durchströmenden Luft der Luft-Wärmetauscher im Wohnpark Alt Erlaa signifikant ist, stehen einer Umsetzung derzeit noch erhebliche technische, wirtschaftliche und organisatorische Hindernisse entgegen. Zukünftig kann diese Technologie jedoch an Bedeutung gewinnen, insbesondere wenn Fortschritte bei der Energieeffizienz sowie modulare Speicher- oder Nutzungslösungen verfügbar werden.

#### **4.4.4 Fazit**

Kohlenstoffbindung durch Humusaufbau stellt eine natürliche, langfristig wirksame, aber mengenmäßig begrenzte Maßnahme dar. Die Kohlenstoffsequestrierung erfolgt kontinuierlich, jedoch in geringen Raten und ist zeitlich durch die natürliche Sättigungsgrenze des Bodens begrenzt. Trotz geringer CO<sub>2</sub>-Sequestrierungsraten im Maßstab des Wohnparks, ist Humusaufbau aufgrund geringer Umsetzungskosten und positiven Begleiteffekten (u.a. Bodenqualität, Wasserspeichervermögen) dennoch als sinnvolle Klimawandelanpassungsmaßnahme einzuschätzen. Der Erhalt des derzeitigen Außenraummanagements wird daher jedenfalls empfohlen.

Kohlenstoffbindung aus Biomasse – insbesondere Gartenabfälle – bieten ein deutlich höheres jährliches CO<sub>2</sub>-Sequestrierungspotential als Humusaufbau, kombiniert mit nutzbarer Wärmeenergie. Gartenabfälle sind lokal verfügbar und könnten an freier Luft oder solarthermisch vor Ort getrocknet werden. Die Verwertung von Klärschlamm hingegen ist im Maßstab des Wohnparks aufwändiger und rechtlich stärker reguliert. Aufgrund strenger gesetzlicher Rahmenbedingungen sowie begrenzter Skaleneffekte ist die Umsetzung einer lokalen Klärschlammverkohlungs wirtschaftlich derzeit nicht tragfähig. Für die Sequestrierung von Kohlenstoff durch Humusaufbau oder durch thermochemische Zersetzung (Pyrolyse) von am Wohnpark anfallenden Abfallströmen (Exkrementen, Grün- und Parkabfälle) konnte jedoch vor Ort ein hohes Potenzial zur Schließung von Kohlenstoff- und Nährstoffkreisläufen identifiziert werden.

Die CO<sub>2</sub>-Abscheidung aus der durchströmenden Luft der Luft-Wärmetauscher (DAC) weist eine hohe theoretische Sequestrierungsrate auf, ist jedoch mit erheblichen technischen,

energetischen und finanziellen Herausforderungen verbunden. Derzeit fehlt es an notwendigen Rahmenbedingungen (u.a. lokale CO<sub>2</sub>-Speicherung oder CO<sub>2</sub>-Nutzung), wodurch eine Umsetzung im Wohnpark kurz- bis mittelfristig unwahrscheinlich eingeschätzt wird. Dennoch bietet die Technologie langfristig vielversprechende Perspektiven zur Dekarbonisierung urbaner Räume. Es wird daher empfohlen, weiterführende Forschungsarbeiten im Rahmen der Energieforschung zu initiieren, um tragfähige Konzepte für die Integration von DAC-Anlagen in bestehende Wohnbauten zu entwickeln.

Trotz geplanter Maßnahmen zur thermischen Sanierung und Heizungsumstellung verbleibt ein Anteil an Restemissionen. Diese Emissionen variieren je nach Akteur:in und werden durch den Einsatz derzeit noch emissionsbehafteten Energieträger hervorgerufen. Im Rahmen des Arbeitspakets „Schließung Kohlenstoff- und Nährstoffkreisläufe“ im Folgeprojekt wird die Einsatzmöglichkeit einer singulären und kombinierten thermochemischen Zersetzungsanlage (Pyrolyse inkl. Abwärmenutzung mit WP) detailliert untersucht und verallgemeinerbare Lösungsansätze zur Kohlenstoffbindung auf Quartiersebene werden erarbeitet.

## **4.5 Risikoanalyse**

### **4.5.1 Zielsetzung und Ausgangslage**

Die Dekarbonisierung des Wohnparks Alt Erlaa mit rund 3.000 Wohneinheiten stellt ein zukunftsweisendes Leuchtturmprojekt mit erheblicher Strahlkraft dar. Gleichzeitig ist die Umstellung auf ein nachhaltiges, wärmepumpenbasiertes Wärmeerzeugungssystem mit vielfältigen technischen und betrieblichen Herausforderungen verbunden. Eine der zentralen Voraussetzungen für den Erfolg dieses Transformationsprozesses ist die Sicherstellung eines dauerhaft stabilen und verlässlichen Betriebs, um die Versorgung der Bewohnende mit Heizwärme und Warmwasser jederzeit gewährleisten zu können.

Ziel des Projekts war es daher, bereits in der frühen Planungsphase potenzielle Risiken systematisch zu identifizieren und gezielte Verbesserungsmaßnahmen abzuleiten. In interdisziplinären Workshops wurden hierzu bestehende Schemata sowie die haustechnischen Planungsunterlagen umfassend analysiert. Besonderes Augenmerk lag auf der Identifikation neuralgischer Punkte, an denen kritische Systemparameter auftreten könnten. Ergänzend kamen kreative Methoden wie strukturierte Brainstorming-Sessions zum Einsatz, um auch weniger offensichtliche Fehlerquellen aufzudecken.

Alle identifizierten Risiken wurden im Rahmen einer Fehler-Möglichkeiten- und Einfluss-Analyse (FMEA) systematisch dokumentiert, bewertet und – bei entsprechend hoher Risikoprioritätszahl (RPZ) – mit konkreten Gegenmaßnahmen versehen. Die strukturierte Vorgehensweise der FMEA ermöglichte es, potenzielle Schwachstellen frühzeitig sichtbar zu machen und die Grundlage für eine risikominimierte Umsetzung des Dekarbonisierungsprojekts zu schaffen.

#### **4.5.2 Ergebnisse der Risikoanalyse mittels FMEA**

Die Risikoanalyse-Workshops im Projekt „Decarb Alt Erlaa“ spielten eine zentrale Rolle bei der Identifikation, Diskussion und ersten Bewertung potenzieller Problemstellungen entlang aller Projektphasen – von der Planung über die Umsetzung bis hin zum Betrieb. Die ausführlich dokumentierten Workshop-Protokolle bieten fundierte Einblicke in zentrale Risikofelder sowie in die vom interdisziplinären Expertenteam entwickelten ersten Lösungsansätze. Auf Basis dieser Ergebnisse wurde eine Fehler-Möglichkeiten- und Einfluss-Analyse (FMEA) erstellt, die eine Vielzahl potenziell kritischer Fehler identifiziert. Zahlreiche dieser Fehler wiesen vor Umsetzung entsprechender Gegenmaßnahmen Risikoprioritätszahlen (RPZ) über 125 auf – ein Schwellenwert, der auf eine erhöhte Relevanz aufgrund der potenziellen Auswirkungen, der Auftretenswahrscheinlichkeit oder der geringen Entdeckbarkeit hinweist und somit eine gezielte Auseinandersetzung erforderlich macht. Im Folgenden werden die wesentlichsten Risiken entlang der verschiedenen Projektphasen dargestellt. Mithilfe von Spinnendiagrammen kann das ursprüngliche Risikoniveau (Ausgangszustand) dem durch umgesetzte Maßnahmen reduzierten Restrisiko visuell gegenübergestellt werden. Die befüllten FMEA-Formblätter sowie die zugehörigen Spinnendiagramme sind der Vollständigkeit halber als Anhang beigefügt.

##### **4.5.2.1 Risiken während der Bau- und Umsetzungsphase**

In diesem Abschnitt sind die wichtigsten identifizierten Risiken zusammengefasst, die während der Bau- und Umsetzungsphase auftreten können:

- **Fenstertausch - mangelnde Kooperation MieterInnen und verbaute Fenster**

Ein hohes Risiko besteht durch mangelnde Informationen für MieterInnen, was zu Verzögerungen führt. Die Empfehlung ist, detaillierte Informationen zur Vorbereitung auf die Arbeiten inklusive Durchführungszeitraum und Anwesenheitspflicht bereitzustellen.

- **Thermische Sanierung Gebäudehülle - Schäden in Wohnungen bei Bauarbeiten**

Dies birgt ein hohes Risiko aufgrund mangelnder Vorbereitung und fehlender Absicherung gegenüber Beanstandungen. Kritische Maßnahmen sind eine Bestandsaufnahme vor Baubeginn und detaillierte Mieterinformationen.

- **Management der Bauarbeiten - fehlende Koordination Gewerke**

Dies führt zu Verzögerungen und erhöhten Kosten. Die empfohlene Maßnahme ist, je Firma eine Person für die Baustellenlogistik zu benennen.

- **Erdsondenbohrung - Blockade Rettungswege**

Ein sehr hohes Risiko entsteht durch Mangel an Manipulationsflächen, was die Zugänglichkeit für Einsatzfahrzeuge im Notfall erschwert. Es wird die Einrichtung adäquater Manipulationsflächen und die Definition alternativer Zufahrten empfohlen.

- **Erdsondenbohrungen und thermische Sanierung Gebäudehülle - Baulärm und Staub**

Mögliches Risiko von übermäßiger Lärmbelästigung und Verschmutzung, verursacht durch Nichteinhaltung der Normalarbeitszeit und fehlende Aufräumarbeiten. Arbeiten im Gebäude sollen erst ab 08:00 Uhr innerhalb der Normalarbeitszeit erfolgen, und die Baustelle muss täglich sauber verlassen werden.

- **Warmwasserversorgung - Unterbrechungen**

Die Umstellung der Wärmebereitung kann zu stundenlangen Warmwasserunterbrechungen führen. Wichtig ist hier, MieterInnen im Vorfeld zu informieren und die Arbeiten zu spezifischen Zeiten zwischen 08:00 und 18:00 Uhr zu planen.

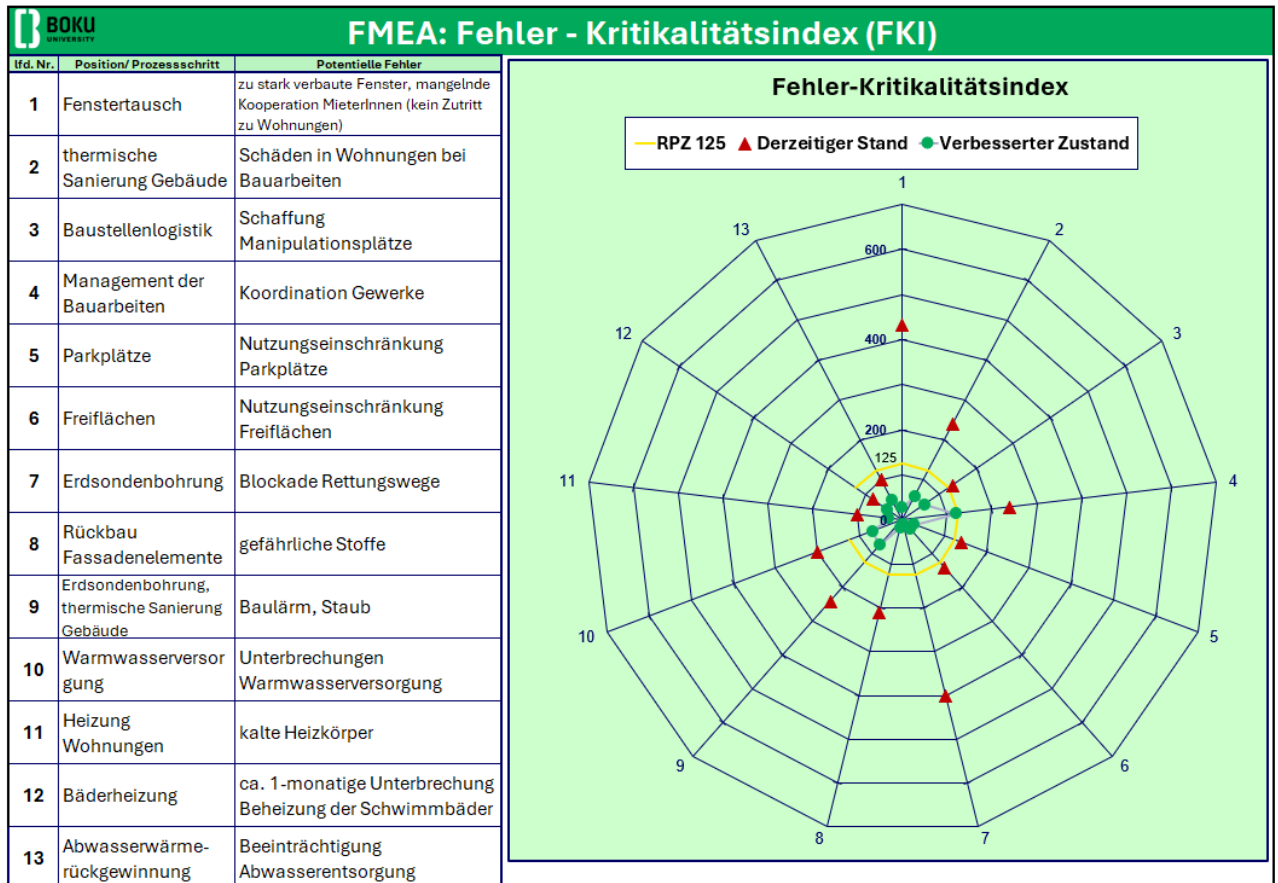
- **Rückbau Fassadenelemente - Gefährliche Materialien**

Ein gesundheitliches Risiko besteht im unsachgemäßen Rückbau der asbesthaltigen Fassadenelementen. Dem wird durch das Einsetzen erfahrener Fachfirmen im Bereich Rückbau gefährlicher Baustoffe sowie im sorgfältigen Umgang mit den anfallenden Materialien entgegengewirkt.

Die erfassten und bewerteten Risiken werden in einem Spinnendiagramm graphisch dargestellt. Dieses ermöglicht eine anschauliche Gegenüberstellung des ursprünglichen Risikoniveaus mit dem durch die geplanten Verbesserungsmaßnahmen reduzierten Restrisiko.

Abbildung 4 zeigt das Spinnendiagramm für die zentralen Risiken, die in der Umsetzungs- und Bauphase auftreten können. Im linken Bereich der Abbildung sind tabellarisch die Risiken mit den potenziellen Fehlern dieser Projektphase angeführt. Im rechten Teil der Abbildung sind im Spinnendiagramm die Risikoprioritätenzahlen für die Risiken im derzeitigen Zustand (rot gefüllte Dreiecke) sowie im verbesserten Zustand (grün gefüllte Kreise) gegenübergestellt. Als Grenzwert, ab wann ein Risiko kritisch einzustufen und jedenfalls zu entschärfen ist, wird eine RPZ von 125 gewählt. Diese Grenze ist als gelbe Kurve im Spinnendiagramm eingezeichnet. Die Abbildung zeigt, dass alle Risiken dieser Projektphase durch Maßnahmen reduziert werden konnten.

Abbildung 4: Diese Abbildung zeigt das Spinnendiagramm der FMEA für die zentralen Risiken, die in der Umsetzungs- und Bauphase auftreten können (BOKU, eigene Darstellung).



#### 4.5.2.2 Risiken Planung und Betrieb des Wärme- und Kälteversorgungssystem

Neben den Risiken der Bau- und Umsetzungsphase wurden zahlreiche Risiken die Planung und Ausführung der haustechnischen Anlagen betreffend identifiziert:

- **Fehlende Messstellen und Einbindung in Gebäudeleittechnik (GLT) - erschwerte Betriebsoptimierung**

Es wurde festgestellt, dass nicht alle relevanten Messstellen (Temperatur, Durchfluss, Druck, Wärmemenge) im Plan spezifiziert und für eine Einbindung die Gebäudeleittechnik (GLT) zur Anzeige und Trendaufzeichnung ausgewiesen waren. Maßnahmen beinhalteten die genaue Spezifikation dieser Messstellen für die Ausschreibung und deren Implementierung in die GLT zur Betriebsoptimierung.

- **Vorlauftemperaturen Wärmepumpe - zu niedrige Systemtemperaturen**

Ein zentrales Risiko im Zusammenhang mit dem Einsatz von Wärmepumpen wurde in der potenziellen Nichterreichung der erforderlichen Systemtemperaturen identifiziert – beispielsweise infolge zu niedriger Rücklauftemperaturen oder einer starren Regelung der Wärmepumpe auf eine fixe Temperaturspreizung im Heizkreis. Eine unzureichende Temperaturhaltung würde unmittelbar zu einer mangelhaften Wärmeversorgung der Wohneinheiten und der Warmwasserbereitung führen.

Zur Risikominimierung wurden mehrere technische Gegenmaßnahmen vorgeschlagen. Dazu zählen der Einsatz von drehzahlgeregelten Pumpen (Frequenzumrichterregelung) zur bedarfsgerechten Durchflussanpassung, eine Rücklaufanhebung mittels Mischer als robuste und energieeffiziente Lösung sowie – mit geringerer Effizienz – eine Drosselregelung. Darüber hinaus wurde die Sicherstellung eines Mindestvolumenstroms für den Betrieb der Wärmepumpe als notwendige Voraussetzung besonders hervorgehoben.

- **Freecooling-Betrieb - Kondensatbildung**

Im Freecooling-Betrieb besteht das Risiko, dass bei zu niedrigen Vorlauftemperaturen aus den Erdsonden Kondensat an den oberflächennahen Rohrleitungen ausfällt. Dies kann zu Feuchteschäden, Korrosion sowie zur Bildung von Schimmel führen, insbesondere bei unzureichender Dämmung oder fehlerhafter Verlegung der Leitungen im Innenraum.

Zur Risikominderung wurden mehrere Maßnahmen vorgeschlagen: Der Einsatz von drehzahlgeregelten Umwälzpumpen in Kombination mit Temperatursensoren soll eine geregelte Vorlauftemperatur von mindestens 21 °C sicherstellen. Ergänzend wurde die

Integration zusätzlicher Pufferspeicher oder der Einsatz hydraulischer Weichen als Optionen zur thermischen Stabilisierung des Systems diskutiert.

- **Anströmung der Pufferspeicher – Instationäre Schichtung**

Ein weiteres zentrales Risiko betrifft die thermische Schichtung in den Pufferspeichern. Bei serieller Anströmung kann es zu Strömungsverwirbelungen kommen, die eine instationäre Temperaturschichtung verursachen. In der Folge verliert der Speicher seine Funktion als effizienter Energiespeicher, da sich die Temperaturzonen nicht stabil ausbilden und vermischen.

Zur Vermeidung dieses Effizienzverlusts wird empfohlen, die Anströmung und Entnahme sowohl auf der Vorlauf- als auch auf der Rücklaufseite über T-Stücke zu realisieren, wie es bei der Anbindung von hydraulischen Weichen üblich ist. Damit kann eine stabile Temperaturzonierung auch bei wechselnden Betriebszuständen sichergestellt werden.

- **Beheizung der Dachbäder – Einschränkung des Freecooling-Betriebs**

Aufgrund der fehlenden hydraulischen Trennung zwischen Heiz- und Kühlkreislauf ist ein paralleler Betrieb von Freecooling und der Beheizung der Dachbäder derzeit nicht möglich. Im bestehenden System würde das Wärmeverteilsystem morgens zur Beheizung der Schwimmbäder aufgeheizt und im weiteren Tagesverlauf für den Freecooling-Betrieb wieder abgekühlt – ein täglicher Temperaturwechsel, der insbesondere in den Sommermonaten vermieden werden sollte, um thermische Systeminstabilitäten und Energieverluste zu minimieren.

Zur Lösung dieses Zielkonflikts wurden mehrere technische Optionen diskutiert. Dazu zählen unter anderem der Einsatz separater Wärmepumpen für die Dachbadheizung, wobei die jeweils angrenzenden Wohnungen als Wärmequelle genutzt werden könnten, sowie die Nutzung der Abluft als alternative Wärmequelle. Beide Ansätze zielen auf eine Entkopplung der Systeme ab, um sowohl den effizienten Betrieb der Dachbäder als auch die Nutzung des Freecooling-Potenzials sicherzustellen.

- **Umstellung auf Niedertemperaturheizsystem – Anpassung des Verhaltens der Nutzenden**

Ein zentrales Risiko im Zuge der Systemumstellung liegt in unzureichender Information der Bewohnende über die Funktionsweise und Besonderheiten des neuen Niedertem-

peratur-Heizsystems. Fehlendes Verständnis kann zu unnötigen oder fehlerhaften manuellen Eingriffen führen, die die Systemeffizienz beeinträchtigen oder Betriebsprobleme verursachen. Um dem entgegenzuwirken, ist eine gezielte und frühzeitige Kommunikationsstrategie erforderlich. Diese sollte Informationsveranstaltungen, leicht verständliches Informationsmaterial sowie gegebenenfalls individuelle Beratung umfassen, um ein grundlegendes Verständnis und die notwendige Akzeptanz bei den Nutzende sicherzustellen.

- **Kosten - Befürchtungen steigender Betriebskosten**

Unzureichende Informationen über die potenziellen Heizkosteneinsparungen durch das neue System können zu Verunsicherung und sinkender Akzeptanz bei den Bewohnende führen. Zur Förderung des Vertrauens und zur Steigerung der Zufriedenheit ist ein umfassendes Kommunikationskonzept erforderlich. Dieses sollte anschauliche Informationsmaterialien zum energieeffizienten Umgang mit dem neuen Heizsystem beinhalten sowie – sofern möglich – ein Anreizsystem zur Förderung eines sparsamen Nutzungsverhaltens integrieren.

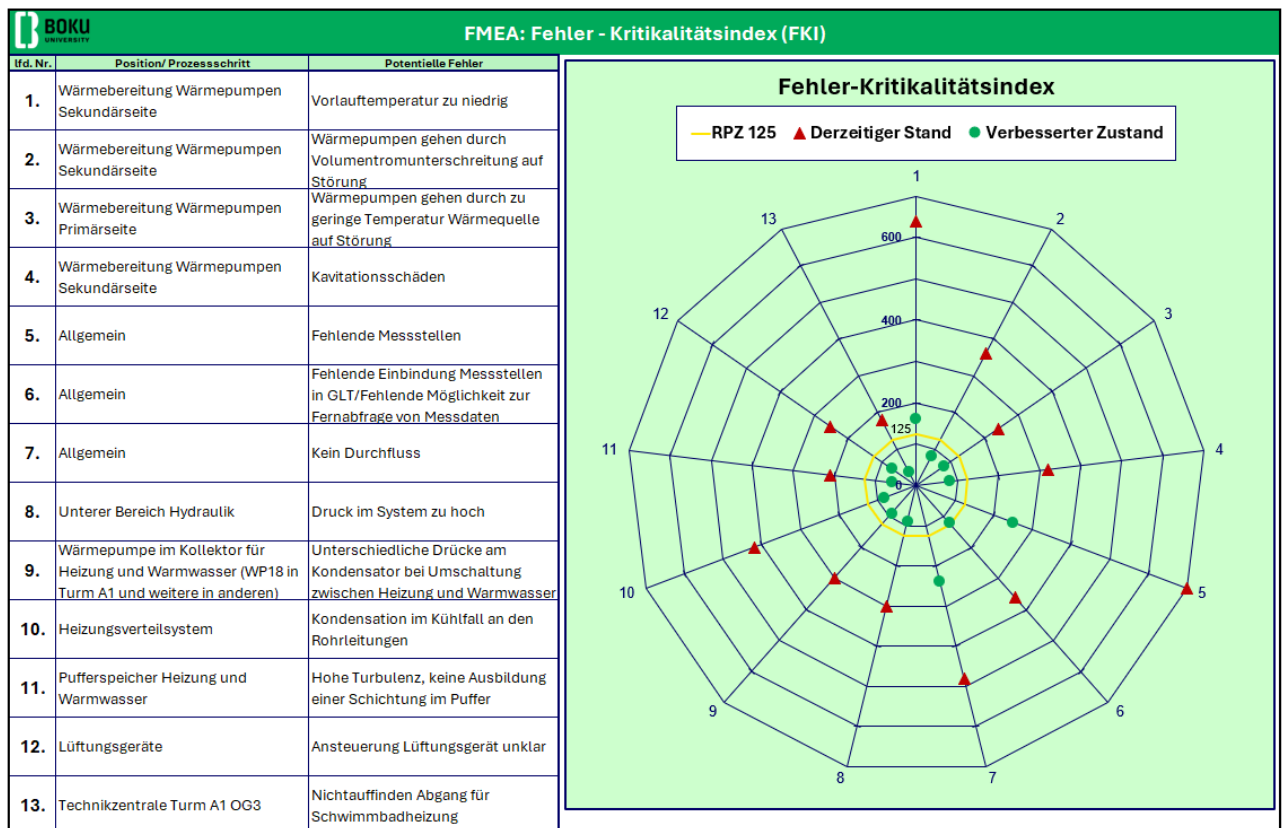
- **Komfortmonitoring – Datenschutzbedenken**

Ein mangelhaftes Kommunikationskonzept zur Funktionsweise und Zielsetzung des geplanten Komfortmonitorings kann zu Vorbehalten hinsichtlich des Datenschutzes und damit zu Kooperationsbarrieren führen. Zur Erhöhung der Akzeptanz sind die transparente Darstellung des Monitoringsystems, die Einholung datenschutzrechtlicher Einwilligungserklärungen (gemäß DSGVO) sowie die Nutzung von Erkenntnissen aus bestehenden Monitoringprojekten zentral. Der sensible Umgang mit personenbezogenen Daten und eine klare Kommunikation über deren Zweck und Verarbeitung sind dabei essenziell.

Die identifizierten Risiken in dieser Projektphase sind vielfältig und umfassen insgesamt 34 Einträge. Eine Auswahl besonders relevanter Risiken ist in Abbildung 5 graphisch dargestellt. Im linken Bereich der Abbildung sind wieder tabellarisch die Risiken mit den potenziellen Fehlern zusammengefasst. Im rechten Teil der Abbildung sind im Spinnendiagramm die Risikoprioritätanzahlen für die Risiken im derzeitigen Zustand (rot gefüllte Dreiecke) sowie im verbesserten Zustand (grün gefüllte Kreise) gegenübergestellt. Als Grenzwert, ab wann ein Risiko kritisch einzustufen und jedenfalls zu entschärfen ist, wird eine RPZ von 125 gewählt. Auch für diese Phase konnten die derzeit identifizierten Risiken auf eine RPZ unter 125 durch entsprechende Verbesserungsmaßnahmen gesenkt werden. Dennoch verbleiben einzelne Risiken – etwa das Fehlen zentraler Messstellen oder die unzureichende Anbindung an ein übergeordnetes Regelungs- und Monitoringsystem – mit RPZ-

Werten oberhalb des definierten Schwellenwerts von 125. Diese als kritisch eingestuftem Risiken sollten im weiteren Projektverlauf kontinuierlich überwacht und mit besonderem Augenmerk behandelt werden.

Abbildung 5: Diese Abbildung zeigt das Spinnendiagramm für die zentralen Risiken der Betriebsphase des Wärme- und Kälteversorgungssystem nach aktuellem Planstand (BOKU, eigene Darstellung).



Insgesamt zeigt die FMEA, dass sowohl technische Herausforderungen bei der Implementierung und dem Betrieb der neuen Heizungs- und Kühlsysteme als auch die Kommunikation und Interaktion mit den Bewohnende kritische Risikobereiche darstellen. Die empfohlenen Maßnahmen konzentrieren sich darauf, diese Risiken proaktiv zu mindern und die Effizienz sowie den Komfort des sanierten Gebäudes zu gewährleisten.

### 4.5.3 Innovation und Skalierbarkeit

Die Fehler-Möglichkeiten- und Einfluss-Analyse (FMEA) ist eine systematische Vorgehensweise zur kontinuierlichen Verbesserung von Produkten und Prozessen sowie zur Risikoanalyse. In der Haustechnikplanung noch nicht häufig verbreitet, bietet diese Methode

großes Potenzial zur Verbesserung bestehender Planungsprozesse. Dabei können folgende Vorteile dieser Methode genannt werden:

- **Erhöhung der Funktionssicherheit und Zuverlässigkeit:** Durch die präventive Analyse von möglichen Fehlern können die Funktionssicherheit und Zuverlässigkeit sowie die Effizienz von Produkten und Prozessen erhöht werden. Dies ist entscheidend für das Vertrauen in neue, komplexe Heizsysteme.
- **Verbesserte Entscheidungsfindung durch Priorisierung:** Die RPZ dient als Instrument zur Priorisierung der Optimierungsreihenfolge. Dies ermöglicht es Planern und Betreibern, Ressourcen auf die kritischsten Risiken zu konzentrieren und fundierte Entscheidungen zu treffen.
- **Systematische Optimierung und Effizienzsteigerung:** Die FMEA zwingt dazu, Verbesserungsmaßnahmen zu definieren und deren Wirksamkeit zu überprüfen, indem die RPZ nach Umsetzung der Maßnahmen neu bewertet wird. Dies führt zu einer kontinuierlichen Optimierung von Planung und Betrieb.
- **Standardisierung von Planungsprozessen:** Die Einführung einer FMEA kann dazu beitragen, standardisierte Prozesse für die Risikobewertung in der Haustechnikplanung zu etablieren, wo dies bisher oft ad hoc oder implizit geschah.
- **Langfristige Kostenreduktion:** Obwohl die Durchführung einer FMEA initial Aufwand bedeutet, können durch die Vermeidung von Fehlern und Ausfällen erhebliche Kosten im späteren Betrieb eingespart werden. Dies umfasst nicht nur direkte Reparaturkosten, sondern auch Kosten durch Nutzerausfälle oder Unzufriedenheit.
- **Erhöhung der Kundenzufriedenheit:** Durch die Reduzierung von Funktionsbeeinträchtigungen und die Verbesserung des Komforts (z.B. durch Vermeidung kalter Heizkörper oder Unterbrechungen der Warmwasserversorgung), kann die FMEA direkt zur Steigerung der Kundenzufriedenheit beitragen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Anwendung der FMEA in der Haustechnikplanung, wie sie in diesem Forschungsprojekt durchgeführt wurde, einen bedeutenden Schritt in Richtung einer reiferen, risikoaverseren und effizienteren Planungs- und Betriebsführung darstellt. Sie ermöglicht nicht nur die Bewältigung der Komplexität moderner, nachhaltiger Gebäudetechnik, sondern schafft auch einen Rahmen für kontinuierliche Verbesserung und Wissenstransfer innerhalb der Branche.

## **4.6 Entwicklung v. Maßnahmenpaketen u. Ausarbeitung eines Umsetzungsvorhabens**

Das zentrale Ergebnis dieses Arbeitspaktes ist die Zusammenführung aller Ergebnisse aus den bereits beschriebenen Arbeitspaketen. Ziel war die Ausarbeitung eines integrierten Umsetzungsvorhabens, das für den Wohnpark Alt Erlaa die Grundlage zur Transformation zum Leuchtturm der Wärmewende bildet. Folgend werden die vorbereiteten Schritte beschrieben.

### **4.6.1 Technik**

Hier liegt der Schwerpunkt auf der Entwicklung einer Betriebsweise von Wärmepumpensystemen, die sowohl kostenseitig als auch energiepolitisch optimiert ist. Der Wohnpark Alt Erlaa mit seinen weitgehend baugleichen Gebäudekörpern bietet aufgrund seiner Größe die Möglichkeit, unterschiedliche Regelungsstrategien systematisch zu erproben und vergleichend zu bewerten. Das Ziel besteht darin, die Umstellung der Heizung auf Wärmepumpensysteme in der Praxis so umzusetzen, dass sie langfristig effizient, verlässlich und ökologisch wirksam ist.

Ein zentrales Element ist dabei der Einsatz prädiktiver Regelungsansätze. Diese berücksichtigen Wetterprognosen, die Auslastung der Netze, die Verfügbarkeit von grünem Strom und die Entwicklung der Energiepreise. Durch den Einsatz dieser Steuerungen soll der Betrieb der Wärmepumpen nicht nur effizienter, sondern auch netzdienlicher gestaltet werden. Die verschiedenen Regelungsstrategien werden zunächst in Simulationsmodellen getestet und anschließend im Realbetrieb in mehreren Gebäuden erprobt. So werden die theoretischen Annahmen mit empirischen Daten abgeglichen und in konkrete Handlungsempfehlungen für den Betrieb überführt.

Darüber hinaus wird der Aspekt der sommerlichen Entwärmung vertieft untersucht. Die bestehenden Verteilleitungen im Wohnpark können genutzt werden, um Kälte über die vorhandene Infrastruktur bereitzustellen. In Verbindung mit ergänzenden Abgabesystemen wie gebläsegestützten Radiatoren oder Flächenkühlsystemen in ausgewählten Wohnungen soll ein nachhaltiges Konzept für die Gebäudekühlung im Sommer entwickelt werden. Dieses Konzept trägt nicht nur zur Klimaanpassung des Quartiers bei, sondern stärkt auch den Wohnkomfort.

Die Arbeiten werden durch eine intensive Begleitung mittels Simulation, Monitoring und Evaluierung flankiert. Am Ende des Arbeitspakets liegt ein umfassender technischer Bericht vor, der die Ergebnisse aus Simulationen und Testläufen darstellt und für weitere Projekte nutzbar macht.

#### **4.6.2 Wirtschaftlichkeit**

Dieses Arbeitspaket befasst sich mit der Frage, wie die geplanten Maßnahmen ökonomisch tragfähig umgesetzt werden können. Im Mittelpunkt steht dabei eine Vollkostenanalyse, die alle relevanten Kostenpositionen berücksichtigt. Dazu zählen die einmaligen Investitionskosten ebenso wie die laufenden Kosten für Wartung, Betrieb und Energie. Mithilfe dieser Analyse lässt sich die langfristige finanzielle Tragfähigkeit der Umstellung umfassend beurteilen.

Ein besonderes Augenmerk liegt auf der Gestaltung von Betreiberverträgen. Es wird angestrebt, Modelle zu entwickeln, die eine laufende Anpassung ermöglichen. So können sowohl Kosteneffizienz als auch ökologische Ziele über die gesamte Laufzeit hinweg gesichert werden. Zusätzlich wird der Umgang mit der Kältebereitstellung in den Sommermonaten untersucht. Dabei geht es um die Frage, wie die Kosten für die Bewohnende transparent und sozialverträglich gestaltet werden können, während zugleich die technischen Effekte auf das Gesamtsystem berücksichtigt werden.

Die Ergebnisse dieser Analysen als wichtige Entscheidungsgrundlage und stellen sicher, dass die Umstellung ökologisch und ökonomisch nachhaltig verläuft.

#### **4.6.3 Bewohnende als Pioniere der Wärmewende**

In diesem Arbeitspaket wird die Bewohnerschaft aktiv in die Transformation des Wohnparks eingebunden. Im Mittelpunkt steht die Anwendung von Instrumenten der "Open Innovation", mit deren Hilfe neue Lösungen für die anstehenden Herausforderungen entwickelt werden. Diese Lösungen entstehen in einem Prozess, in den neben den Bewohnerinnen und Bewohnern auch Verwaltung, Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft eingebunden sind. Dadurch wird sichergestellt, dass praxisgerechte Maßnahmen entstehen, die sich im realen Wohnalltag erproben und verankern lassen.

Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf der Stärkung gemeinschaftlicher Strukturen. Bestehende Einrichtungen wie Clubs oder Vereine sollen aktiviert und genutzt werden, um den nachbarschaftlichen Zusammenhalt während der Sanierungs- und Umstellungsphase zu

fördern. Ergänzend wird die Einrichtung von Energieclubs geprüft, die den Austausch zu Fragen der Energieeffizienz und der Klimaanpassung fördern sollen.

Diese Maßnahmen sichern die hohe Wohnzufriedenheit, die den Wohnpark Alt Erlaa seit Jahrzehnten prägt, auch während der Umsetzung. Gleichzeitig entstehen neue Impulse für eine zukunftsfähige Quartiersentwicklung, die soziale Nachhaltigkeit und Dekarbonisierung verbindet.

#### **4.6.4 Schließung Kohlenstoff- und Nährstoffkreisläufe**

Auch nach der thermischen Sanierung und der Umstellung der Heizung bleiben im Wohnpark Alt Erlaa Restemissionen bestehen. Diese sind vor allem auf den Stromverbrauch, die Mobilität der Bewohnende sowie auf biologische Zersetzungsprozesse zurückzuführen. Ziel des Arbeitspakets ist es, diese Emissionen durch natürliche und technische Maßnahmen zu kompensieren, um eine bilanziell klimaneutrale Betriebsweise zu erreichen.

Im Zentrum steht die Untersuchung der thermochemischen Zersetzung (Pyrolyse). Biogene Abfallströme wie Grünschnitt, Baumschnitt oder Küchenabfälle werden auf ihre Eignung geprüft und in einer Testanlage pyrolysiert. Neben der dauerhaften Kohlenstoffbindung entsteht dabei Abwärme auf hohem Temperaturniveau. Diese kann in das geplante Wärmeversorgungssystem integriert werden. Somit verbindet die Pyrolyse Klimaschutz mit einer zusätzlichen Energiequelle.

Ergänzend werden natürliche Sequestrierungsmechanismen, wie beispielsweise Humusaufbau, betrachtet. In einer Bedarfsanalyse werden die standortspezifischen Rahmenbedingungen sowie die Rollen der beteiligten Stakeholder untersucht. Auf dieser Grundlage entsteht eine Übersicht über lokale Potenziale und allgemeine Kompensationsstrategien, die auch für andere Quartiere nutzbar sind.

#### **4.6.5 Erfolgs- und Risikofaktoren**

Dieses Arbeitspaket baut auf der erprobten Risikoanalyse auf und verfolgt diesen Ansatz systematisch weiter. Das Ziel besteht darin, während der gesamten Projektlaufzeit technische, soziale und ökonomische Risiken frühzeitig zu identifizieren, zu dokumentieren und durch geeignete Gegenmaßnahmen zu minimieren.

In umfangreichen Workshops werden Risiken aus verschiedenen Fachdisziplinen erhoben und bewertet. Dabei zeigte sich bereits in der Vorphase, dass technische Herausforderungen, wie beispielsweise hydraulische Fragen im Heizsystem, sowie soziale Fragestellungen

im Umgang mit den Bewohnende besondere Aufmerksamkeit erfordern. Die Risikoanalyse dient deshalb nicht nur der Vorsorge, sondern auch als Instrument, um Optimierungen bereits in der Planungsphase zu ermöglichen, beispielsweise bei der Auslegung der Wärmeerzeugung und der Verteilnetze.

Ein zentraler neuer Aspekt ist die Integration von Reflexionsprozessen. Dadurch werden nicht nur neu auftretende Risiken laufend erfasst, sondern bereits bekannte Risiken nach ihrem tatsächlichen Eintritt erneut bewertet. Teil der Reflexion ist auch eine Evaluierung der optimierten Heizlastauslegung und ihrer Anwendbarkeit in der Praxis.

Das Arbeitspaket liefert somit nicht nur Sicherheit für die Umsetzung in Alt Erlaa, sondern auch wertvolle, übertragbare Erfolgsfaktoren für weitere Sanierungs- und Dekarbonisierungsprojekte. Auf diese Weise entsteht ein übertragbarer Erfahrungsschatz, der über das konkrete Quartier hinausweist und den Schwerpunkt „Klimaneutrale Stadt“ nachhaltig unterstützt.

# 5 Schlussfolgerungen

In der Sondierung „Decarb Alt Erlaa“ konnten wesentliche fachliche Erkenntnisse gewonnen werden, die für das Projektteam, die Eigentümerin des Wohnparks sowie weitere Akteur:innen von hoher Relevanz sind. Die systematische bautechnische Analyse hat beispielsweise gezeigt, dass selbst komplexe Großanlagen aus den 1970er- und 1980er-Jahren durch gezielte thermische Maßnahmen deutlich verbessert werden können. Durch die Erstellung eines vollständigen digitalen Gebäudemodells und die darauf aufbauende Variantenbewertung wurde eine belastbare Grundlage für Entscheidungen geschaffen. Damit konnte das Projektteam nachweisen, dass Sanierungen nicht nur ökologisch wirksam, sondern auch sozialverträglich und architektonisch sensibel umsetzbar sind.

Zentraler methodischer Gewinn ist die Verbindung von gebäudephysikalischer Modellierung, technischer Detailanalyse und systematischer Bewertung anhand klar definierter Zielkriterien. Durch diese Herangehensweise entstand ein transparentes Instrument, das eine nachvollziehbare Priorisierung von Maßnahmen ermöglicht und in enger Abstimmung mit dem Planungsteam und der Hausverwaltung zu realistischen Umsetzungsszenarien führt. Für das Projektteam sind diese Ergebnisse zugleich fachliche Bestätigung und methodische Weiterentwicklung, welche auf weitere Projekte übertragen werden und vertieft werden können.

Die gebäudetechnische Potenzialanalyse hat die Annahme bestätigt, dass es reichlich lokale Wärmequellen gibt. Hervorzuheben sind die effiziente Nutzbarkeit des Abwassers sowie die Eignung der weitläufigen Freiflächen für den Einsatz von Erdwärmesonden. Damit ist die Umstellung auf wärmepumpenbasiertes System technisch machbar. Ergänzend konnte gezeigt werden, dass eine thermische Sanierung in Verbindung mit einer Absenkung der Heizungsvorlauftemperaturen die Effizienz dieser Systeme deutlich steigert. Das Konsortium kommt daher zu dem klaren fachlichen Schluss, dass bauliche und technische Maßnahmen nur in Kombination ihr volles Potenzial entfalten und die thermische Gebäudehülle ein Schlüsselfaktor für die Effizienz der Anlagentechnik bleibt.

Ebenso hat das Konsortium wertvolle Erkenntnisse in der sozialwissenschaftlichen Begleitung der Sanierung gewonnen. Die Sondierung hat gezeigt, dass technische und bauliche Maßnahmen nur dann ihre volle Wirkung entfalten können, wenn sie durch transparente Kommunikation und die aktive Einbindung der Bewohnende begleitet werden. Die im Projekt entwickelten Formate zur Beteiligung und zur anschaulichen Vermittlung von Inhalten haben dazu beigetragen, Vertrauen aufzubauen und Akzeptanz für die geplanten Eingriffe zu schaffen. Für das Konsortium ist dies ein entscheidender Hinweis darauf, dass soziale

Nachhaltigkeit eine gleichwertige Dimension der Transformation darstellt und partizipative Instrumente künftig ein fester Bestandteil großvolumiger Dekarbonisierungsprojekte sein sollten.

Die Machbarkeitsstudie zur Kohlenstoffbindung haben gezeigt, dass der Humusaufbau zwar ein sinnvolles, aber nur begrenzt wirksames Instrument ist. Die Pyrolyse von Garten- und Parkabfällen hat sich dagegen als realistisch, technisch und wirtschaftlich umsetzbar erwiesen. Eine Verarbeitung von Klärschlamm ist aufgrund hoher Energieanforderungen und komplexer rechtlicher Rahmenbedingungen derzeit nicht zielführend. Die Abscheidung von Kohlendioxid aus der durchströmenden Luft der Luft-Wärmetauscher hat zwar langfristig das höchste Potenzial, ist derzeit jedoch durch den Energiebedarf und fehlende Speicheroptionen eingeschränkt. Für das Konsortium steht deshalb fest, dass die Weiterentwicklung der Pyrolyse mit Abwärmenutzung im Umsetzungsprojekt prioritär weiterverfolgt werden soll.

Eine weitere wesentliche Erkenntnis betrifft die Bedeutung der Risikoanalyse. Bereits in der Planungsphase konnte sie für Transparenz sorgen und den disziplinübergreifenden Austausch fördern. Für das Konsortium war es besonders aufschlussreich, dass technische Fragestellungen, wie die Hydraulik der Heizsysteme, ebenso berücksichtigt werden müssen wie soziale Aspekte im Umgang mit den Bewohnende. Die eingesetzte Methode der FMEA-Analyse hat sich als wirkungsvolles Werkzeug erwiesen und wird im Umsetzungsprojekt fortgeführt. Damit liegt ein Verfahren vor, das nicht nur Projektrisiken reduziert, sondern auch zur strukturierten Prävention in künftigen Vorhaben genutzt werden kann.

Die Projektergebnisse sind für verschiedene Zielgruppen relevant. So bieten sie der Eigentum Besitzenden sowie anderen Bauträgerschaften großer Wohnanlagen konkrete Entscheidungsgrundlagen, die thermische, technische und ökonomische Dimensionen verbinden. Förderstellen und öffentliche Institutionen erhalten belastbare Informationen über die Wirksamkeit ihrer Instrumente und können diese bei Bedarf anpassen. Planungsbüros und Fachplanenden gewinnen aus den Ergebnissen methodische und technische Grundlagen, die in der Praxis unmittelbar anwendbar sind. Darüber hinaus sind die Erkenntnisse auch für Forschung und Beratung von Bedeutung, da sie modular weiterentwickelt und in künftigen Dekarbonisierungsprojekten eingesetzt werden können.

Rechtliche Hürden bestehen vor allem im Zusammenhang mit den innovativen Technologien zur Kohlenstoffbindung. Die energetischen und abfallrechtlichen Rahmenbedingungen für den Betrieb kleiner Pyrolyseanlagen sind komplex und derzeit nicht eindeutig geklärt. Diese Aspekte müssen im anschließenden Umsetzungsprojekt detailliert geprüft und in Abstimmung mit den zuständigen Behörden geklärt werden.

Die Verwertungs- und Verbreitungsaktivitäten haben bereits begonnen. Die Ergebnisse dienen als Grundlage für das unmittelbar anschließende und bereits von der ffg zugesicherte Umsetzungsprojekt „JUNG Erlaa“. Darüber hinaus werden die Ergebnisse über Fachveranstaltungen und Netzwerke einer breiten Öffentlichkeit zugänglich gemacht. Das Markt- und Verbreitungspotenzial ist hoch, da viele großvolumige Wohnanlagen in Österreich und Europa vor ähnlichen Herausforderungen stehen. Die entwickelten Methoden und Konzepte sind übertragbar und können zu einer Standardisierung von Planungsprozessen im Bereich der thermischen Sanierung beitragen.

Das Projektteam sieht in den erzielten Ergebnissen eine fundierte Basis für die Umsetzung der Dekarbonisierung in Alt Erlaa und darüber hinaus. Die Verbindung der baulichen, technischen, ökologischen und sozialen Dimensionen liefert einen umfassenden Ansatz mit Modellcharakter für die klimaneutrale Stadt, der national wie international auf großes Interesse stoßen wird.

# 6 Ausblick und Empfehlungen

Die Ergebnisse des Projekts „Decarb Alt Erlaa“ bilden eine tragfähige Grundlage für die Umsetzung des bereits genehmigten Demonstrationsprojekts „JUNG Erlaa“. Die Sondierung hat ergeben, dass eine Umstellung auf eine wärmepumpenbasierte Wärmeversorgung sowohl ökonomisch als auch technisch sinnvoll ist.

Der Standort Wohnpark Alt Erlaa bietet hierfür besonders günstige Voraussetzungen, da ausreichend Platz für die Tiefensonden und Potenzial für eine Wärmerückgewinnung aus dem Abwasser vorhanden ist. Durch diese Kombination können die Wärmeversorgung und die Warmwasserbereitung langfristig dekarbonisiert werden. Darüber hinaus ebnet dies den Weg für eine potenzielle Kältebereitstellung in der Zukunft.

Der nächste Schritt ist die Umsetzung dieser Konzepte im Rahmen des geplanten Demonstrationsprojekts. Dabei eröffnet die Größe und Komplexität der Anlage ein außergewöhnliches Forschungspotenzial. Insbesondere im Bereich des Betriebsmonitorings, der Optimierung von Regelstrategien und der Sicherstellung des Wohnkomforts während der ersten Heizperioden bietet sich eine seltene Gelegenheit, den Heizungsumstieg einer „Stadt in der Stadt“ unter Realbedingungen zu verfolgen. Eine wissenschaftliche Begleitung ist dafür unverzichtbar, um den Betrieb laufend zu evaluieren und durch Anpassungen sicherzustellen, dass Energieeffizienz, Kostenstabilität und Komfort gleichermaßen erreicht werden.

Von zentraler Bedeutung bleibt die Risikoanalyse, die sich bereits in der Sondierung als wirkungsvolles Instrument erwiesen hat. Um die Komplexität eines Projekts dieser Größenordnung bewältigen zu können, wird eine Weiterführung der Risikoanalyse dringend empfohlen. Während der Umsetzung sollten regelmäßige Workshops mit dem interdisziplinären Team von Fachkundigen stattfinden, um geplante Maßnahmen kritisch zu reflektieren, ihre Wirksamkeit zu überprüfen und sie bei Bedarf nachzuschärfen. Dieser kontinuierliche Prozess ermöglicht es, neu auftretende Risiken frühzeitig zu identifizieren und Gegenmaßnahmen rasch einzuleiten.

Die bisherigen Erkenntnisse haben zugleich gezeigt, dass eine erfolgreiche Dekarbonisierung im großvolumigen Wohnbau nicht allein durch technische Lösungen zu erreichen ist. Sie erfordert auch eine starke sozialwissenschaftliche Begleitung sowie die enge Verknüpfung von technischer Umsetzung, Kommunikation und Beteiligung. Im Umsetzungsprojekt wird deshalb die aktive Rolle der Bewohnende weiter ausgebaut. Als Energielotsende und Mitgestaltende werden sie nicht nur informiert, sondern gestalten den Wandel aktiv mit.

Bestehende Netzwerke werden reaktiviert und durch neue Formate ergänzt, die auch jüngere Generationen einbinden sowie Freiraum- und Freizeitangebote in die Transformation integrieren. So entsteht ein Reallabor, in dem die Bewohnende als fachkundige Personen ihres Wohnalltags partizipieren und die Transformation mittragen.

Die besonderen Chancen liegen in der Skalierbarkeit und Übertragbarkeit des Vorhabens. Viele großvolumige Wohnanlagen in Österreich und darüber hinaus sehen sich mit ähnlichen Herausforderungen konfrontiert. Die im Projekt entwickelten Methoden und Konzepte lassen sich auch auf andere Standorte übertragen. Dadurch lassen sich Planungs- und Umsetzungsprozesse standardisieren. Gleichzeitig gibt es Herausforderungen bei der Sicherstellung einer kontinuierlichen Beteiligung sowie bei der Überwindung von Akzeptanzbarrieren gegenüber bisher ungenutzten Technologien und Verhaltensweisen. Begleitende Kommunikationsstrategien, Musterwohnungen und Infopoints sind hier zentrale Instrumente, um Vertrauen zu schaffen und die Transformation transparent zu gestalten.

Die Empfehlungen für weiterführende Forschungs- und Entwicklungsarbeiten beziehen sich daher sowohl auf die technische als auch auf die soziale Dimension. Auf technischer Seite gilt es, die Integration von Pyrolyseanlagen und die dadurch ermöglichte Abwärmennutzung weiter zu erforschen und die entsprechenden rechtlichen Rahmenbedingungen zu klären. Auf der sozialen Seite sollten die entwickelten partizipativen Formate wissenschaftlich begleitet, dokumentiert und in weiteren Projekten erprobt werden. So kann ein nachhaltiges Modell für resilientes, klimagerechtes und sozial inklusives Wohnen entstehen, das über den Standort hinaus wirksam wird.

Damit ist der Ausblick klar: Im Umsetzungsprojekt „JUNG Erlaa - Transformation des Wohnparks Alt Erlaa zum Leuchtturm der Wärmewende“ werden die in der Sondierungsphase entwickelten Konzepte erstmals im großen Maßstab umgesetzt. Das Projekt bietet die Möglichkeit, technische Innovationen und soziale Transformation zusammenzuführen und so ein Best-Practice-Modell für die Dekarbonisierung urbaner Großwohnanlagen zu schaffen. Alt Erlaa wird somit zu einem Leuchtturmprojekt für die klimaneutrale Stadt und liefert wertvolle Erkenntnisse für Forschung, Planung und Politik.

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Aufstellung der Wärmebedarfe für den unsanierten und den sanierten Zustand. .....	32
Tabelle 2: Mögliche Quellenleistungen für die Sole-Wasser-Wärmepumpen in Variante 1 (unsaniert). .....	33
Tabelle 3: Mögliche Quellenleistungen für die Sole-Wasser-Wärmepumpen in Variante 2 (saniert). .....	34
Tabelle 4: Zusammenfassung der Quellen- und Senktemperaturen sowie der installierten Wärmepumpenleistung und der Effizienz für die jeweilige Quellen- und Senktemperaturkombination für die Variante 1 (unsaniert).....	35
Tabelle 5: Zusammenfassung der Quellen- und Senktemperaturen sowie der installierten Wärmepumpenleistung und der Effizienz für die jeweilige Quellen- und Senktemperaturkombination für die Variante 2 (saniert). .....	36
Tabelle 6: Zusammenfassung der Bewertung der beiden Systemvarianten für Heizung und Warmwasser.....	37
Tabelle 7: Zusammenfassung der Bewertung der beiden Systemvarianten für Entwärmung. .....	40

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Jährliche Treibhausgasemissionen und Heizwärmebedarf im Vergleich von Bestand und der empfohlenen Sanierungsvariante .....	31
Abbildung 2: Auswertung der Freifläche des Wohnparks Alt Erlaa .....	46
Abbildung 3: Modellierter SOC-Vorrat (a, c) und jährlicher SOC-Aufbau (b, d).....	47
Abbildung 4: Diese Abbildung zeigt das Spinnendiagramm der FMEA für die zentralen Risiken, die in der Umsetzungs- und Bauphase auftreten können.....	55
Abbildung 5: Diese Abbildung zeigt das Spinnendiagramm für die zentralen Risiken der Betriebsphase des Wärme- und Kälteversorgungssystem nach aktuellem Planstand.....	59

## Literaturverzeichnis

Arendt Markus, Haupt Lars, Kremonke André, Perschk Alf, Felsmann Clemens. EnOB: KUEHA - Erprobung und Demonstration einer neuartigen Systemlösung zur sommerlichen Raumkühlung unter besonderer Berücksichtigung von Energieeffizienz und Praxistauglichkeit. Schlussbericht. TU Dresden, Dresden 2021.

Bjarke Paaske: 40 Heat pumps. In: Energistyrelsen Danish Energy Agency (Hrsg.): Technology Data. Generation of Electricity and District heating. Technology descriptions and projections for long-term energy system planning. Danish Energy Agency 2016, S. 278-312. Verfügbar unter: [https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Statistik/technology\\_data\\_catalogue\\_for\\_el\\_and\\_dh\\_-\\_0009.pdf](https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Statistik/technology_data_catalogue_for_el_and_dh_-_0009.pdf) (abgerufen am 08. Juli 2025; 14:30)

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung: EnEV - Vorbereitende Untersuchungen. BBSR-Online-Publikation 16/2017. BBSR: Bonn 2017. Verfügbar unter: <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/bbsr-online/2017/bbsr-online-16-2017.html> (abgerufen am Juli 2025; 20:00)

Eurostat: Elektrizität – Haushaltsabnehmer – halbjährliche Preise – bis 2007. Online Datencode: nrg\_pc\_204\_h. DOI: [https://doi.org/10.2908/NRG\\_PC\\_204\\_H](https://doi.org/10.2908/NRG_PC_204_H). Eurostat, s.l. 2021a. Verfügbar unter [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/nrg\\_pc\\_204\\_h/default/table?lang=de&category=nrg.nrg\\_price.nrg\\_pc\\_h](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/nrg_pc_204_h/default/table?lang=de&category=nrg.nrg_price.nrg_pc_h) (abgerufen am 30. Juni 2025; 14:00)

Eurostat: Elektrizität – Industrieabnehmer – halbjährliche Preise – bis 2007. Online Datencode: nrg\_pc\_205\_h. DOI: [https://doi.org/10.2908/NRG\\_PC\\_205\\_H](https://doi.org/10.2908/NRG_PC_205_H). Eurostat, s.l. 2021b. Verfügbar unter [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/nrg\\_pc\\_205\\_h/default/table?lang=de&category=nrg.nrg\\_price.nrg\\_pc\\_h](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/nrg_pc_205_h/default/table?lang=de&category=nrg.nrg_price.nrg_pc_h) (abgerufen am 30. Juni 2025; 14:30)

Eurostat: Preise Elektrizität für Haushaltskunde, ab 2007 – halbjährliche Daten. Online Datencode: nrg\_pc\_204. DOI: [https://doi.org/10.2908/NRG\\_PC\\_204](https://doi.org/10.2908/NRG_PC_204). Eurostat, s.l. 2025a. Verfügbar unter [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/nrg\\_pc\\_204/default/table?lang=de&category=nrg.nrg\\_price.nrg\\_pc](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/nrg_pc_204/default/table?lang=de&category=nrg.nrg_price.nrg_pc) (abgerufen am 30. Juni 2025; 13:45)

Eurostat: Preise Elektrizität für Nichthaushaltskunde, ab 2007 – halbjährliche Daten. Online Datencode: nrg\_pc\_205. DOI: [https://doi.org/10.2908/NRG\\_PC\\_205](https://doi.org/10.2908/NRG_PC_205). Eurostat, s.l. 2025b.

Verfügbar unter [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/nrg\\_pc\\_205/default/table?lang=de&category=nrg.nrg\\_price.nrg\\_pc](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/nrg_pc_205/default/table?lang=de&category=nrg.nrg_price.nrg_pc) (abgerufen am 30. Juni 2025; 14:30)

Gehlert Gunther, Wiegand Marlies, Schiller Frank: Nutzung von Überschuss-Strom für Fernwärme: Direkte Wandlung oder Wärmepumpe? Schriftenreihe Interdisziplinäre Energieforschung des ITE. Heft Nr. 2. Fachhochschule Westküste, Heide 2021. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.48591/37ze-vs27> (abgerufen am 20. Juli 2025; 18:15)

heizung-billiger.de: Kermi x-flair Thermostatkopf mit eingebautem Flüssig-Fühler zur Temperaturregelung mit Kühl- und Heizfunktion M30x1,5 Weiß. S. I., s. a. Verfügbar unter: <https://heizung-billiger.de/402001-kermi-x-flair-thermostatkopf-mit-eingebautem-flussig-fuehler-zur-temperaturregelung-mit-kuhl-und-heizfunktion-m30x15-weiss-kermi-zv02730001-4063769254967.html> (abgerufen am 13. August 2025; 11:45)

Hirscher Horst, Lambert Anselm: Preprint Nr. 99. Was ist ein numerischer Mittelwert? Zur axiomatischen Präzisierung einer fundamentalen Idee. Universität des Saarlandes, Saarbrücken 2003. Verfügbar unter <https://universaar.uni-saarland.de/bitstream/20.500.11880/31316/1/preprint99.pdf> (abgerufen am 09. Juli 2025; 16:15)

Hofer Gerhard, Hüttler Walter, Lampersberger Paul, Rammerstorfer Johannes, Holzer Peter, Bartlmä Nadja, Schmid Antonia, Cerveny Michael, Schöfmann Petra, Hollaus Martin: Entwicklung einer "Merit-Order" bei Regenerationswärme für Erdsondenfelder in urbanen Wohngebieten. ecoRegeneration. BMK: Wien, 2019. Verfügbar unter: [https://nachhaltig-wirtschaften.at/resources/sdz\\_pdf/schriftenreihe-2020-25-ecoregeneration.pdf](https://nachhaltig-wirtschaften.at/resources/sdz_pdf/schriftenreihe-2020-25-ecoregeneration.pdf) (abgerufen am 03. Juli 2025; 10:00)

Kazanci Ongun Berk: Radiant Cooling. In: Holzer Peter, Stern Philipp, Czarnecki Patryk (Hrsg.): International Energy Agency. Resilient Cooling of Buildings – Technology Profiles Report (Annex 80). Institute of Building Research and Innovation, Wien 2024. Verfügbar unter <https://annex80.iea-ebc.org/Data/publications/International%20Energy%20Agency%20EBC%20Annex%2080%20-%20Resilient%20Cooling%20of%20Buildings%20%E2%80%93%20Technology%20Profiles%20Report.pdf> (abgerufen am 10. Juli 2024; 08:40)

Köfinger Markus: Open Heat Grid – AP 4. D.4.1 – Rahmenbedingungen zur Integration dezentral anfallender (Ab-) Wärmequellen in Wärmenetze. AIT, Wien 2016. Verfügbar unter <https://energieinstitut-linz.at/wp-content/uploads/2017/03/Ergebnisbericht-Open-Heat-Grid-Teil-4.pdf> (abgerufen am 09. Juli 2025; 17:00)

Langeheinecke Klaus, Kaufmann André, Langeheinecke Kay, Thieleke Gerd: Thermodynamik für Ingenieure. 11. Aufl. Springer Vieweg, Wiesbaden 2020.

OIB: OIB-Richtlinie 6. Energieeinsparung und Wärmeschutz. OIB-330.6-036/23. OIB, Wien 2023a. Verfügbar unter [https://www.oib.or.at/wp-content/uploads/richtlinien/richtlinie\\_2023/oib-rl\\_6\\_ausgabe\\_mai\\_2023.pdf](https://www.oib.or.at/wp-content/uploads/richtlinien/richtlinie_2023/oib-rl_6_ausgabe_mai_2023.pdf) (abgerufen am 30. Juni 2025; 16:15)

OIB: OIB-Richtlinie 6. Energieeinsparung und Wärmeschutz. Kostenoptimalität. OIB-330.6-012/24. OIB, Wien 2023b (Fassung Jänner 2024). Verfügbar unter [https://www.oib.or.at/wp-content/uploads/richtlinien/richtlinie\\_2023/berechnung-des-kostenoptimalen-anforderungsniveaus-2024.pdf](https://www.oib.or.at/wp-content/uploads/richtlinien/richtlinie_2023/berechnung-des-kostenoptimalen-anforderungsniveaus-2024.pdf) (abgerufen am 13. August 2025; 13:45)

Oravec Jakub, Sikula Ondrej, Krajcik Michal, Arici Müslüm, Mohapl Martin: A comparative study on the applicability of six radiant floor, wall, and ceiling heating systems based on thermal performance analysis. Journal of Building Engineering 36, Art. Nr. 102133. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2020.102133> (abgerufen am 13. August 2025 um 13:30)

Rzihacek Constanze, Keller Thomas, Kling Bernhard, Wolf Magdalena, Beigelböck Barbara: Urbaner Kältebedarf Österreich 2030/2050. E4.1. Bericht Technologienanalyse und –bewertung. BMK, Wien 2024. Verfügbar unter: [https://nachhaltigwirtschaften.at/resources/sdz\\_pdf/2025-03-unkoe/E4.1\\_Technologienanalyse\\_und\\_-bewertung\\_240422\\_final.pdf](https://nachhaltigwirtschaften.at/resources/sdz_pdf/2025-03-unkoe/E4.1_Technologienanalyse_und_-bewertung_240422_final.pdf) (abgerufen am 13. August um 16:30)

Statistik Austria: STATcube – Statistische Datenbank von STATISTIK AUSTRIA. Datensatz Energiepreise und -steuern. Elektrischer Strom (Industrie) Euro/kWh sowie Elektrischer Strom (Haushalte) Euro/kWh für den Zeitraum von 2003 bis 2024. Quelle: E-Control. Statistik Austria, s.l. 2025. Verfügbar unter <https://statcube.at/statistik.at/ext/statcube/jsf/dataCatalogueExplorer.xhtml> (abgerufen am 09. Juli 2025; 10:15)

## **Anhang**

Im Anhang sollen ergänzende Informationen und Produkte angeführt werden, die im Sinne der Vollständigkeit des Berichts und der Darstellung der Projektergebnisse erforderlich sind, aber wegen ihres Umfangs nicht innerhalb des Berichts dargestellt werden, zum Beispiel Leitfäden oder Schulungsunterlagen.

Im Ergebnisbericht nur Dokumente und Produkte anführen, die gemeinsam mit dem Bericht auf der Website [nachhaltigwirtschaften.at](https://nachhaltigwirtschaften.at) zum Download zur Verfügung gestellt werden können bzw. die an anderen Orten zur Einsicht zur Verfügung stehen.

