

# **IEA Energie in Gebäuden und Kommunen (EBC) Annex 75: Kosteneffiziente Strategien in der Gebäudesanierung auf Stadtteilebene**

D. Venus, I. Leusbrock,  
F. Mauthner, J. Peters-Anders,  
B. Gugg, P. Lüftenegger, I. Strassl

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

**45/2023**

Liste sowie Downloadmöglichkeit aller Berichte dieser Reihe  
unter [nachhaltigwirtschaften.at](https://nachhaltigwirtschaften.at)

### **Impressum**

Medieninhaber, Verleger und Herausgeber:  
Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie,  
Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)  
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:  
Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien  
Leiter: DI (FH) Volker Schaffler, MA, AKKM

### **Copyright und Haftung:**

Auszugsweiser Abdruck ist nur mit Quellenangabe gestattet. Es wird darauf verwiesen, dass alle Angaben in dieser Publikation trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung der Republik Österreich und der Autorin/des Autors ausgeschlossen ist.

Nutzungsbestimmungen: [nachhaltigwirtschaften.at/de/impressum/](https://nachhaltigwirtschaften.at/de/impressum/)

# IEA Energie in Gebäuden und Kommunen (EBC) Annex 75: Kosteneffiziente Strategien in der Gebäudes- anierung auf Stadtteilebene

DI David Venus, Dr. Ingo Leusbrock, DI Franz Mauthner, M.Sc.  
AEE – Institut für Nachhaltige Technologien

Mag. Jan Peters-Anders  
AIT Austrian Institute of Technology

DI Bernhard Gugg, DI (FH) Patrick Lüftenegger, Ing. Inge Strassl  
Salzburger Institut für Raumordnung und Wohnen (SIR)

Gleisdorf, September 2022

Ein Projektbericht im Rahmen des Programms



des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie,  
Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)



## **Vorbemerkung**

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus dem Programm FORSCHUNGSKOOPERATION INTERNATIONALE ENERGIEAGENTUR. Es wurde vom Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) initiiert, um Österreichische Forschungsbeiträge zu den Projekten der Internationalen Energieagentur (IEA) zu finanzieren.

Seit dem Beitritt Österreichs zur IEA im Jahre 1975 beteiligt sich Österreich aktiv mit Forschungsbeiträgen zu verschiedenen Themen in den Bereichen erneuerbare Energieträger, Endverbrauchstechnologien und fossile Energieträger. Für die Österreichische Energieforschung ergeben sich durch die Beteiligung an den Forschungsaktivitäten der IEA viele Vorteile: Viele Entwicklungen können durch internationale Kooperationen effizienter bearbeitet werden, neue Arbeitsbereiche können mit internationaler Unterstützung aufgebaut sowie internationale Entwicklungen rascher und besser wahrgenommen werden.

Dank des überdurchschnittlichen Engagements der beteiligten Forschungseinrichtungen ist Österreich erfolgreich in der IEA verankert. Durch viele IEA Projekte entstanden bereits wertvolle Inputs für europäische und nationale Energieinnovationen und auch in der Marktumsetzung konnten bereits richtungweisende Ergebnisse erzielt werden.

Ein wichtiges Anliegen des Programms ist es, die Projektergebnisse einer interessierten Fachöffentlichkeit zugänglich zu machen, was durch die Publikationsreihe und die entsprechende Homepage [www.nachhaltigwirtschaften.at](http://www.nachhaltigwirtschaften.at) gewährleistet wird.

DI (FH) Volker Schaffler, MA, AKKM  
Leiter der Abt. Energie- und Umwelttechnologien  
Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie,  
Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)



## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Kurzfassung</b> .....	<b>7</b>
1.1.	Ausgangssituation/Motivation .....	7
1.2.	Inhalte und Zielsetzungen.....	7
1.3.	Methodische Vorgehensweise.....	7
1.4.	Ergebnisse und Schlussfolgerungen.....	7
<b>2</b>	<b>Abstract</b> .....	<b>8</b>
2.1.	Starting point/Motivation.....	8
2.2.	Contents and Objectives .....	8
2.3.	Methods.....	8
2.4.	Results.....	8
<b>3</b>	<b>Ausgangslage</b> .....	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>Projekthalt</b> .....	<b>10</b>
4.1.	Das EBC Programm .....	10
4.2.	Das internationale Projektkonsortium des IEA EBC Annex 75.....	10
4.3.	Projektziele .....	12
4.4.	Methodische Vorgangsweise .....	13
4.5.	Forschungsfragen.....	13
<b>5</b>	<b>Ergebnisse</b> .....	<b>15</b>
5.1.	Berechnungsmethodik des IEA EBC Annex 75 .....	15
5.1.1.	Definition der Siedlungen .....	15
5.1.2.	Bewertungsindikatoren .....	16
5.1.3.	Charakterisierung der Gebäude / der Nachfrageseite .....	17
5.1.4.	Charakterisierung von Energiesystemen / der Versorgungsseite .....	17
5.1.5.	Bewerteter Energiebedarf und damit verbundener Energieverbrauch und -emissionen .....	17
5.1.6.	Kostenarten .....	18
5.2.	Analyse bestehender Erfolgsbeispiele .....	19
5.3.	Berechnung von Fallstudien.....	22
5.3.1.	Zielsetzung der Berechnungen .....	22
5.3.2.	Generische Siedlungen .....	22
5.3.3.	Reale Siedlungen .....	27
5.3.4.	Zusammenfassung der Berechnungsergebnisse und Interpretation der Ergebnisse	31
5.4.	Erkenntnisse und Empfehlungen .....	34
5.4.1.	Investoren.....	34
5.4.2.	Politische Entscheidungsträger .....	35
<b>6</b>	<b>Vernetzung und Ergebnistransfer</b> .....	<b>36</b>
6.1.	Zielgruppen .....	36

6.2. Ergebnistransfer.....	36
6.2.1. Berichte des IEA EBC Annex 75.....	36
6.2.2. Weitere Veröffentlichungen mit österreichischer Beteiligung .....	37
<b>7 Schlussfolgerungen, Ausblick und Empfehlungen.....</b>	<b>38</b>



# 1 Kurzfassung

## 1.1. Ausgangssituation/Motivation

Die Transformation der bestehenden Gebäude in emissionsarme Niedrig(st)energiegebäude ist besonders in Städten eine Herausforderung. Es ist wichtig zu wissen welche Strategien am kosten- und ressourceneffizientesten sind. Insbesondere ist es wichtig die richtige Balance zwischen Energieeffizienzmaßnahmen und Maßnahmen zum Einsatz erneuerbarer Energieträger zu finden.

## 1.2. Inhalte und Zielsetzungen

Genau darauf zielt der IEA EBC Annex 75 ab: Die Untersuchung kosteneffizienter Strategien zur Reduktion der Treibhausgasemissionen und des Energieverbrauchs von Gebäuden in Siedlungen und Stadtteilen. Dabei sollten Energieeffizienzmaßnahmen an der Gebäudehülle und der Gebäudetechnik mit Maßnahmen zum Einsatz erneuerbarer Energieträger a) per Gebäude oder b) gemeinschaftliche per Siedlung oder Stadtteil kombiniert werden. Das Ziel war dabei, EntscheidungsträgerInnen, Unternehmen und GebäudeeigentümerInnen Unterstützung zu bieten, um den Gebäudebestand in Städten kosteneffizient in Richtung eines niedrigen Energieverbrauchs und eines niedrigen Treibhausgasemissionsausstoßes zu sanieren.

## 1.3. Methodische Vorgehensweise

Mittels Literaturrecherchen und Stuserhebungen wurden Energieeffizienzmaßnahmen und Maßnahmen zum Einsatz erneuerbarer Energieträger auf Gebäudeverbands- bzw. Siedlungsebene identifiziert und charakterisiert und zu deren Bewertung eine Berechnungsmethodik für Gebäudeverbände bzw. Siedlungen erarbeitet.

Parallel dazu wurden erfolgreiche Beispiele für kosteneffiziente Umsetzungen von Energieeffizienzmaßnahmen und Maßnahmen zum Einsatz erneuerbarer Energieträger gesammelt und aufbereitet. Für ausgewählte Fallstudien wurden Parameterstudien durchgeführt.

Die Zielgruppeneinbindung erfolgte speziell über Workshops und Interviews.

## 1.4. Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Im IEA EBC Annex 75 wurden umfangreiche Untersuchungen zur Sanierung von Siedlungen bzw. Stadtteilen durchgeführt. Diese Ergebnisse liefern wichtige Erkenntnisse zur Transformation des bestehenden Gebäudebestands in Richtung emissionsarmer Gebäude.

Auf Basis der durchgeführten Arbeiten wurden Empfehlungen abgeleitet und in sechs bzw. sieben Handlungsfelder eingeteilt. Die Empfehlungen wurden getrennt für „Investoren“ und „Politische Entscheidungsträger“ definiert.

## 2 Abstract

### 2.1. Starting point/Motivation

Transforming existing buildings into low-emission, low-energy buildings is a challenge, especially in cities. It is important to know which strategies are the most cost- and resource-efficient. In particular, it is important to find the right balance between energy efficiency measures and renewable energy measures.

### 2.2. Contents and Objectives

This is exactly what the IEA EBC Annex 75 aims to do: The investigation of cost-effective strategies to reduce greenhouse gas emissions and energy consumption of buildings in settlements and urban districts. The aim was to combine energy efficiency measures on the building envelope and building technology with measures for the use of renewable energy sources a) per building or b) collectively per settlement or district. The aim was to provide support to decision-makers, businesses and building owners to cost-effectively retrofit the building stock in cities towards low energy consumption and low greenhouse gas emissions.

### 2.3. Methods

By means of literature research and status surveys, energy efficiency measures and measures for the use of renewable energy sources were identified and characterized at the building association and settlement level, and a calculation methodology for their evaluation was developed for building associations and settlements.

In parallel, successful examples of cost-efficient implementation of energy efficiency measures and measures for the use of renewable energy sources were collected and processed. Parameter studies were carried out for selected case studies.

The target groups were specifically involved through workshops and interviews.

### 2.4. Results

In the IEA EBC Annex 75, extensive studies were carried out on the retrofitting of settlements and city districts. These results provide important insights into the transformation of the existing building stock towards low-emission buildings.

Based on the work carried out, recommendations were derived and divided into six or seven fields of action. The recommendations were defined separately for "investors" and "political decision-makers".

# 3 Ausgangslage

Auf internationaler Ebene herrscht Konsens darüber, dass der Klimawandel nicht nur eine große Herausforderung darstellt, sondern auch darüber, dass Maßnahmen dringend erforderlich sind, um die Treibhausgasemissionen zu senken. Bei der 21. UN-Klimakonferenz (COP 21) in Paris haben sich die Vertragsparteien geeinigt den Klimawandel zu begrenzen, in dem die Erderwärmung auf deutlich unter 2°C begrenzt werden soll und darüber hinaus Anstrengungen unternommen werden sollen um eine Erwärmung von nur 1,5 °C zu erreichen.

Gebäude stellen dabei einen der größten Verursacher von Treibhausgasemissionen dar. Die Reduktion des Energieverbrauchs und der damit verbundenen Treibhausgasemissionen ist vor allem für den Gebäudebestand besonders anspruchsvoll. Im Gegensatz zum Neubau gilt es in der Sanierung nämlich oft architektonische oder technische Hürden für die Erreichung niedriger Treibhausgasemissionen und eines geringen Energiebedarfs zu überwinden. Darüber hinaus ist der Bereich der Kosteneffizienz für hochwertige Sanierungen oft geringer als für Neubauten. Ein weiterer erschwerender Aspekt ist die nachträgliche Integration von erneuerbaren Energiequellen.

Die Transformation der bestehenden Gebäude in emissionsarme Niedrig(st)energiegebäude ist besonders in Städten eine Herausforderung, in denen sich viele Gebäude weitgehend immer noch auf die (dezentrale) Wärmeversorgung durch fossile Brennstoffe stützen. Gerade hier gilt es aber Lösungen mittels effizienter, nachhaltiger Nah-/Fernwärme-Netzen zu entwickeln.

Im Zusammenhang mit der Reduktion der Treibhausgasemissionen und des Energieverbrauchs der Gebäude in Städten ist es wichtig zu wissen, welche Strategien am kosten- und ressourceneffizientesten sind. Insbesondere ist es wichtig die richtige Balance zwischen Energieeffizienzmaßnahmen und Maßnahmen zum Einsatz erneuerbarer Energieträger zu finden. Während dieses Thema auf der Ebene der einzelnen Gebäude im IEA EBC Annex 56 „Energie-, Emissions- und Kostenoptimierte Gebäudesanierung“ untersucht wurde, fehlt es aber an Forschung zu diesem Thema auf Ebene der Gebäudeverbände bzw. Siedlungen. Die richtige Balance an Maßnahmen für Gebäudeverbände bzw. Siedlungen zu finden ist aber um einiges komplexer als für einzelne Gebäude.

# 4 Projektinhalt

## 4.1. Das EBC Programm<sup>1</sup>

Die IEA gründete daher das ECBCS-Programm (Energy Conservation in Buildings and Community Systems), das 2013 im Zuge eines Relaunch in Energy in Buildings and Communities (EBC) umbenannt wurde.

Das Ziel von EBC ist es, Forschung mit einem internationalen Fokus auf Gebäudeenergie-Effizienz zu fördern. Verschiedene Aufgaben werden in einer Reihe von "Annexes" durchgeführt, die auf Energie sparende Technologien sowie Aktivitäten zu deren Umsetzung und Verbreitung in der Praxis beitragen. Die Ergebnisse fließen auch in die Formulierung von internationalen sowie nationalen Energierichtlinien und -standards ein.

Die Mission des EBC-Programms ist die Integration von energieeffizienten und nachhaltigen Technologien in Gebäuden und Gemeinden durch Forschung und Innovation zu entwickeln und zu unterstützen.

Folgende Themen werden behandelt:

- Energieeffizienz und nachhaltigen Technologien für die Energieversorgung von Gebäuden
- Lüftung und Raumluftqualität in Gebäuden
- Auswirkungen der Energienutzung auf Innenraumqualität und Gesundheit
- Entwicklung und Vergleich von Gebäudesimulationsprogrammen
- Energiemanagementsysteme für Gebäude und Kommunen
- Kommunale und regionale Energieversorgungskonzepte

Die Inhalte und Ziele der gemeinsamen Forschungsprojekte werden in mehrjährigen Strategieplänen festgelegt, die auf den Energie- und Umweltprogrammen der beteiligten IEA Länder aufbauen.

Seit Mai 2006 ist Österreich durch das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT) im EBC-Programm vertreten.

## 4.2. Das internationale Projektkonsortium des IEA EBC Annex 75

Die Gesamtverantwortung für das Management des IEA EBC Annex 75 lag beim Operating Agent. Der Operating Agent war verantwortlich für die gesamte Durchführung und den Zeitplan des Annex, für die Koordination der entsprechenden Berichtsaktivitäten sowie auch für sämtliche Aktivitäten zur Information und Ergebnisverbreitung. Die Funktion des Operating Agent hatte Prof. Manuela Almeida von der Universität Minho in Portugal inne.

---

<sup>1</sup> <https://nachhaltigwirtschaften.at/de/iea/technologieprogramme/ebc/>

Der Operating Agent wurde dabei von den vier Subtask-Leitern unterstützt, welche wiederum Co-Leiter in jedem Subtask an ihrer Seite hatten. Diese Personen koordinierten in enger Abstimmung mit dem Operating Agent die Arbeiten innerhalb des jeweiligen Subtasks und stellten so sicher, dass die geplanten Aufgaben erfolgreich durchgeführt und die Projektziele erreicht werden.

Die Subtask-Leiter des IEA EBC Annex 75 waren:

- Subtask A: Jørgen Rose, Aalborg University, Dänemark
- Subtask B: Roman Bolliger, INDP - Institut für Nachhaltigkeits- und Demokratiep politik, Schweiz
- Subtask C: David Venus, AEE INTEC, Österreich
- Subtask D: Erwin Mlecnik, TU Delft, Niederlande

Folgende Organisationen waren im IEA EBC Annex 75 beteiligt:

<b>Österreich</b>	AEE - Institut für Nachhaltige Technologien Salzburger Institut für Raumordnung und Wohnen – SIR AIT Austrian Institute of Technology GmbH
<b>Belgien</b>	VITO
<b>China</b>	College of Civil Engineering, Hunan University
<b>Dänemark</b>	Aalborg University, Danish Building Research Institute
<b>Italien</b>	Politecnico di Milano, Building Environment Science & Technology University IUAV of Venezia
<b>Niederlande</b>	TU Delft
<b>Norwegen</b>	SINTEF Building and Infrastructure
<b>Portugal</b>	University of Minho – Civil Engineering Department
<b>Spanien</b>	University of Navarra, School of Architecture UPM - Technical University of Madrid, School of Architecture University of the Basque Country UPV/EHU Laboratory of Quality Control of Buildings of the Basque Government
<b>Schweden</b>	Lund University StruSoft
<b>Schweiz</b>	INDP - Institut für Nachhaltigkeits- und Demokratiep politik
<b>Tschechien</b>	CVUT - Czech Technical University in Prague

### 4.3. Projektziele

Das Projekt zielte auf die Untersuchung kosteneffizienter Strategien zur Reduktion der Treibhausgasemissionen und des Energieverbrauchs von Gebäuden in Siedlungen und Stadtteilen ab. Dabei sollten Energieeffizienzmaßnahmen an der Gebäudehülle und der Gebäudetechnik mit Maßnahmen zum Einsatz erneuerbarer Energieträger a) per Gebäude oder b) gemeinschaftliche per Siedlung oder Stadtteil kombiniert werden. Das Ziel war dabei, EntscheidungsträgerInnen, Unternehmen und GebäudeeigentümerInnen Unterstützung zu bieten, um den Gebäudebestand in Städten kosteneffizient in Richtung eines niedrigen Energieverbrauchs und eines niedrigen Treibhausgasemissionsausstoßes zu sanieren.

Angesichts der Einschränkungen aufgrund der verfügbaren Finanzmittel und der großen Anzahl an Investitionen, die notwendig sind, ist die Identifikation von kosteneffizienten Strategien von großer Bedeutung.

Im IEA EBC Annex 75 wurden folgende Ergebnisse angestrebt:

- Überblick über die einzelnen Technologien für erfolgreiche Strategien zur Kombination von Energieeffizienzmaßnahmen und Maßnahmen zum Einsatz erneuerbarer Energieträger auf Siedlungs- und Stadtteilebene.
- (Weiter-)Entwicklung der im IEA EBC Annex 56 entwickelten Methodik zur Bewertung der optimalen Balance zwischen Energieeffizienzmaßnahmen und Maßnahmen zum Einsatz erneuerbarer Energieträger auf Siedlungs- und Stadtteilebene. Identifikation und Anpassung eines oder mehrerer bestehender Tools, zur Anwendung der Methodik anhand konkreter Beispiele.
- Fallstudien zu kosteneffizienten Kombinationen von Energieeffizienzmaßnahmen und Maßnahmen zum Einsatz erneuerbarer Energieträger auf Siedlungs- und Stadtteilebene.
- Sammlung gelungener Beispiele für die erfolgreiche Umsetzung von Strategien zur Umwandlung bestehender Stadtteile zu Stadtteilen mit niedrigen Energieverbräuchen und geringem Emissionsausstoß, die dabei Energieeffizienzmaßnahmen und Maßnahmen zum Einsatz erneuerbarer Energieträger oder Abwärmenutzung kombinieren.
- Entwicklung von Leitlinien für die Projektzielgruppen sowie Ableitung von Empfehlungen für Förderprogramme.

Das Zielpublikum umfasst die folgenden Interessengruppen:

- Politische Entscheidungsträger, einschließlich Mitarbeiter von Stadtverwaltungen, die sich mit den Themen Energie, Stadtplanung und Versorgungsunternehmen befassen.
- Unternehmen, die im Bereich der Energiewende tätig sind: lokale und regionale Energieunternehmen, Versorgungsunternehmen, Bau- und Installationsbetriebe und -unternehmer, Architekten, Ingenieure und Projektträger.
- Gebäudeeigentümer, einschließlich ihrer Vertreter wie Facility Manager/Portfoliomanager; insbesondere Gebäudeeigentümerverbände und professionelle Gebäudeeigentümer.

## 4.4. Methodische Vorgangsweise

Die methodische Vorgangsweise im Annex stellte sich aus österreichischer Sicht folgendermaßen dar, und war angelehnt an die Untergliederung in Subtasks des internationalen Projekts.

In Subtask A wurden über Literaturrecherchen und Stuserhebungen Energieeffizienzmaßnahmen und Maßnahmen zum Einsatz erneuerbarer Energieträger auf Gebäudeverbands- bzw. Siedlungsebene identifiziert und charakterisiert. In weiterer Folge wurden diese Maßnahmen mittels einer Multi-Criteria Analysis untersucht und bewertet, wobei zwischen zentralen und dezentralen Maßnahmen unterschieden wurde. Am Ende wurde ein Überblick über mögliche Strategien für eine nachhaltige Energieversorgung durch Kombination von zentralen und dezentralen Lösungen auf Gebäudeverbands- bzw. Siedlungsebene erstellt.

Um in weiterer Folge die identifizierten Technologien und Maßnahmenkombinationen hinsichtlich deren Kosten- und Ressourceneffizienz bewerten zu können, wurde in Subtask B eine Berechnungsmethodik für Gebäudeverbände bzw. Siedlungen auf Basis der im IEA EBC Annex 56 entwickelten Berechnungsmethodik erarbeitet. Dazu wurden Literaturrecherchen durchgeführt, um die zu untersuchenden Gebäude(verbands)typologien zu definieren, damit diese einem repräsentativen Gebäudeverband entsprechen. Des Weiteren wurden Literaturrecherchen genutzt, um die Berechnungsparameter für die Lebenszyklusbetrachtungen (LCC und LCA) zu identifizieren.

In Subtask C wurden parallel dazu erfolgreiche Beispiele für kosteneffiziente Umsetzungen von Energieeffizienzmaßnahmen und Maßnahmen zum Einsatz erneuerbarer Energieträger gesammelt und aufbereitet. Für ausgewählte Fallstudien wurden dann Parameterstudien in Abstimmung mit Subtask B durchgeführt.

In Subtask D erfolgte die Einbindung der als Zielgruppen definierten Stakeholder in den IEA EBC Annex 75 über Vortragstätigkeiten, die Veranstaltung von Stakeholder Workshops und Information und Ergebnispräsentation auf den Webseiten von AEE INTEC, AIT und SIR sowie über den Twitter Account von AEE INTEC. Auch wurden halbjährliche Newsletter versendet, um laufend über die Ergebnisse und Fortschritte des Annex 75 zu informieren.

## 4.5. Forschungsfragen

Das Projekt soll dazu beitragen, die Kosteneffizienz verschiedener Ansätze, die sowohl Energieeffizienzmaßnahmen als auch Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien kombinieren, im Hinblick auf eine Ausgangssituation in einem bestimmten Stadtviertel zu klären. Der Umfang des Projekts basiert auf den folgenden drei Ausgangssituationen:

- Stadtteile, die bisher dezentral mit Erdgas, Öl oder Strom beheizt oder dezentral durch einzelne Kühlgeräte gekühlt wurden;
- Stadtteile, die bisher an Fernwärmesysteme mit einem hohen Anteil an fossilen Brennstoffen angeschlossen sind;
- Stadtteile, die bisher an Fernwärmesysteme mit einem hohen Anteil an erneuerbaren Energieträgern angeschlossen sind.

Zur Unterscheidung dieser Ausgangssituationen werden die folgenden Fragen untersucht:

- Was sind kosteneffiziente Kombinationen zwischen Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energieträger und Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz, um weitreichende Reduzierungen der Treibhausgasemissionen und des Primärenergieverbrauchs in Stadtteilen zu erreichen, die die vorgegebenen Ziele erfüllen?
- Im Besonderen: Was sind kosteneffiziente Strategien zur Kombination von Heizung oder Kühlung auf Stadtteilebene auf der Grundlage von verfügbarer Umweltwärme, Solarenergie, Abwärme oder natürlichen Wärmesenken mit Energieeffizienzmaßnahmen an den Gebäudehüllen?
- Wie schneiden entsprechende Strategien in Bezug auf Kosteneffizienz und Auswirkungen im Vergleich zu Strategien ab, die eine dezentrale Umstellung von Energieträgern auf erneuerbare Energien mit Energieeffizienzmaßnahmen an den Gebäudehüllen kombinieren?
- Im Besonderen: Unter welchen Bedingungen ist es sinnvoll, verfügbare erneuerbare Energiepotenziale in Städten auf Quartiersebene zu nutzen, und unter welchen Bedingungen sind dezentrale erneuerbare Energielösungen in Kombination mit Energieeffizienzmaßnahmen an den Gebäudehüllen vorteilhafter?

Die Untersuchungen konzentrieren sich auf Sanierungsszenarien, die vollständig auf der Nutzung erneuerbarer Energien beruhen, in Kombination mit unterschiedlich starken Energieeffizienzmaßnahmen an der Gebäudehülle.

Damit sollen auch die folgenden Fragen untersucht werden:

- Mit welchen Ansätzen lassen sich unter Berücksichtigung verschiedener Möglichkeiten für Energieeffizienzmaßnahmen und Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien vollständig mit erneuerbaren Energien versorgte Quartiere zu den geringsten Kosten erreichen?
- Welche Faktoren bestimmen die kosteneffiziente Balance zwischen Effizienzmaßnahmen an der Gebäudehülle und Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien, wenn weitreichende Reduktionen der Treibhausgasemissionen und des Primärenergieverbrauchs in Stadtteilen das Ziel sind?
- Inwieweit unterscheidet sich die Kosteneffizienz von Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle bei einem Nahwärmesystem auf Basis erneuerbarer Energien von der Kosteneffizienz solcher Maßnahmen bei einer dezentralen Nutzung erneuerbarer Energieträger für die Wärmeversorgung in jedem einzelnen Gebäude?



# 5 Ergebnisse

## 5.1. Berechnungsmethodik des IEA EBC Annex 75

### 5.1.1. Definition der Siedlungen

Der IEA EBC Annex 75 befasste sich hauptsächlich mit Wohngebäuden, sowohl mit Ein- als auch mit Mehrfamilienhäusern. Siedlungen mit anderen Gebäuden mit ähnlichen Merkmalen, wie z. B. Schulen oder einfache Bürogebäude ohne komplexe HLK-Systeme, wurden ebenso berücksichtigt, wobei die für den jeweiligen Gebäudetyp spezifischen Parameter berücksichtigt wurden. Andere Gebäudetypen konnten in den Fallstudien ebenso einbezogen werden, sofern aus ihnen relevante und nützliche Informationen in Bezug auf die Hauptziele dieses Projekts gewonnen werden konnten.

Die Einbeziehung einer Mischung verschiedener Nutzungsarten könnte theoretisch einige zusätzliche Optionen für die Optimierung von Lösungen aufgrund unterschiedlicher Energienutzungsprofile bieten. Es wird jedoch davon ausgegangen, dass die Berücksichtigung solcher zusätzlichen Nutzungsarten die Bewertungen auch komplexer macht, während dies für die Untersuchung der Hauptforschungsfragen dieses Projektes nicht erforderlich war. Daher wurde es als angemessen erachtet, die Bewertungen auf Wohngebäude zu konzentrieren oder Nichtwohngebäude in ähnlicher Weise wie Wohngebäude in die Bewertung einzubeziehen, gegebenenfalls mit spezifischen Parametern für solche Gebäude.

Die betrachtete Siedlungsgröße wurde an einer angemessenen Größe eines möglichen Fernwärmesystems angelehnt. Aus praktischen Gründen der Kostenoptimierung und unter Berücksichtigung der begrenzten Rechenleistung wurde empfohlen die Anzahl der Gebäude auf etwa 40 Gebäude zu begrenzen. Diese Zahl war jedoch nur ein Richtwert, und insbesondere durch entsprechende Vereinfachungen oder durch die Bildung von Gruppen ähnlicher Gebäude im Sinne von Gruppen verschiedener Gebäudetypologien konnte eine größere Anzahl von Gebäuden untersucht werden. In jedem Fall wurde es als angemessen erachtet, dass mindestens 4 Gebäude zusammen untersucht werden, um Fragen im Zusammenhang mit Stadtteilen zu untersuchen. Fernwärmesysteme wurden berücksichtigt, auch wenn sie mehr Gebäude als die des untersuchten Stadtteils mit Energie versorgen. Bedingung war, dass die Kostenstruktur des Fernwärmesystems so berücksichtigt werden konnte, dass mögliche Kostenunterschiede in Abhängigkeit von der vom Stadtteil genutzten Energiemenge beurteilt werden können.

Hinsichtlich der Typologie der Siedlungen können grundsätzlich mehrere Unterscheidungen getroffen werden:

- Eine erste Unterscheidung ist die zwischen städtischen, vorstädtischen und ländlichen Gebieten. Im IEA EBC Annex 75 wurde vorgeschlagen, den Schwerpunkt auf städtische und vorstädtische Gebiete zu legen, da in diesen Gebieten die Energiedichte höher ist als in ländlichen Gebieten, so dass stadtteilbasierte Lösungen potenziell attraktiver sind als in ländlichen Gebieten.

- Eine zweite Unterscheidung betrifft die Größe der betroffenen Gebäude. Es wurde vorgeschlagen, den Schwerpunkt auf Siedlungen mit Mehrfamilienhäusern und nicht auf Einfamilienhäuser zu legen.
- Eine dritte Unterscheidung betrifft den Umfang der verfügbaren Optionen für die Nutzung erneuerbarer Energien und für die Durchführung von Gebäudesanierungsmaßnahmen. Es wurde vorgeschlagen, die im Rahmen dieses Annex durchgeführten Bewertungen auf Siedlungen zu konzentrieren, in denen eine große Anzahl von Optionen zur Verfügung steht, sowohl im Hinblick auf die Nutzung erneuerbarer Energien als auch auf Möglichkeiten zur thermischen Sanierung der Gebäudehüllen.
- Eine vierte Unterscheidung betrifft die Ausgangssituation in Bezug auf die im Quartier installierten Energiesysteme. Es wurde vorgeschlagen, den Schwerpunkt auf Stadtteile zu legen, die derzeit hauptsächlich mit fossilen Brennstoffen beheizt werden, da hier die größte Herausforderung für die Reduktion der Treibhausgasemissionen liegt. Die entsprechende Beheizung kann entweder durch zentrale Systeme/bestehende Fernwärmesysteme oder durch dezentrale Systeme erfolgen.

Um aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten, wurde vorgeschlagen, den Gebäudebestand des jeweiligen Landes möglichst repräsentativ abzubilden.

Zusammenfassung:

- Nutzung: Fokus auf Wohngebäude
- Siedlungsgröße: 4 – 40 Gebäude
- Fokus auf Siedlungen im städtischen oder vorstädtischen Gebiet
- Mehrfamilienhäuser anstatt Einfamilienhäuser
- Bestandssiedlung soll möglichst großes Potential für Nutzung erneuerbarer Energien und für Sanierung der thermischen Gebäudehülle aufweisen
- Fossil beheizte Siedlungen aus Startbasis

### **5.1.2. Bewertungsindikatoren**

Zur Bewertung der Nachhaltigkeit und der Kosteneffizienz wurden im IEA EBC Annex 75 Bewertungsindikatoren definiert, anhand deren die Beurteilung der unterschiedlichen Szenarien und Varianten erfolgt. Diese sind

- Treibhausgasemissionen, ausgedrückt als CO<sub>2</sub>-Äquivalente pro Quadratmeter konditionierter Bruttogrundfläche und pro Jahr
- Primärenergieverbrauch, ausgedrückt als kWh pro Quadratmeter konditionierter Bruttogrundfläche und pro Jahr
- Jährliche Gesamtkosten, ausgedrückt in EUR pro Quadratmeter konditionierter Bruttogrundfläche und pro Jahr

### **5.1.3. Charakterisierung der Gebäude / der Nachfrageseite**

Der Energiebedarf für Heizung und Kühlung für jedes Gebäude der untersuchten Siedlung wurde auf Grundlage der Gebäudeabmessungen und der thermischen Eigenschaften der Gebäude berechnet. Der Energiebedarf wird als spezifischer Energiebedarf pro m<sup>2</sup> beheizter Bruttogrundfläche angegeben. Der Energiebedarf für die Warmwasserbereitung sowie der Strombedarf für Geräte und Lüftung wurden mit Hilfe von Standardprofilen der einzelnen Länder berechnet.

### **5.1.4. Charakterisierung von Energiesystemen / der Versorgungsseite**

In den Berechnungen wurden sowohl zentrale (für die gesamte Siedlung) als auch dezentrale (pro Gebäude extra) Energiesysteme berücksichtigt. Spezifische Wechselwirkungen zwischen den verschiedenen Technologien, z. B. im Zusammenhang mit der Energiespeicherung, wurden gegebenenfalls berücksichtigt. Die Energiesysteme wurden mit den folgenden Parametern charakterisiert:

- Investitionskosten, in Abhängigkeit von der Leistung
- Nutzungsdauer
- Wirkungs- bzw. Nutzungsgrad
- Zugehörige Energieträger
- Energiekosten

Als Energie aus erneuerbaren Quellen wird Energie aus erneuerbaren nicht-fossilen Quellen gemäß den Definitionen der EU-Richtlinie 2009/28/EG berücksichtigt, insbesondere Solarenergie, Aerothermie, Geothermie und hydrothermale Energie sowie Biomasse oder Biogas.

Im Vergleich zu ähnlichen Bewertungen, die zuvor für einzelne Gebäude durchgeführt wurden, gehen die im Rahmen von IEA EBC Annex 75 durchgeführten Bewertungen über diese hinaus, insbesondere durch die Berücksichtigung von quartiersbezogenen Lösungen.

### **5.1.5. Bewerteter Energiebedarf und damit verbundener Energieverbrauch und -emissionen**

Die folgenden Arten der Energienutzung sowie die damit verbundenen Treibhausgasemissionen wurden berücksichtigt:

- Raumheizung
- Raumkühlung
- Warmwasserbereitung
- Lüftung
- Hilfsstromverbrauch für gebäudeintegrierte technische Systeme wie Ventilatoren, Pumpen, elektrische Ventile, Steuergeräte usw.
- Beleuchtung.

Darüber hinaus wurde es als angemessen erachtet, den Stromverbrauch von Haushaltsgeräten einzubeziehen, da sie zum Stromverbrauch und zu internen Wärmegewinnen beitragen. Es wird jedoch eingeräumt, dass es in einigen Ländern nicht üblich ist, sie in solche Bewertungen einzubeziehen.

Der Energieverbrauch wurde auf Grundlage des berechneten Energiebedarfs bewertet. Für die Berechnung des Energiebedarfs der Gebäude erfolgte in den einzelnen Ländern auf Basis der dort geltenden gesetzlichen Vorschriften.

Der gemessene Energieverbrauch eines Gebäudes konnte zur Bewertung der Plausibilität des berechneten Energiebedarfs herangezogen werden, diente jedoch nicht als Grundlage für die Bewertung.

#### **5.1.6. Kostenarten**

Es wurde ein Lebenszyklusansatz gewählt, um die Kosten für energetische und sonstige Maßnahmen anzugeben. Die folgenden Kostenelemente sind dabei enthalten:

- Erstinvestitionskosten / Wiederbeschaffungskosten
- Energiekosten, einschließlich bestehender Energiesteuern und CO<sub>2</sub>-Abgaben
- Wartungs- und Betriebskosten

Die Berechnungen zur Bewertung der Lebenszykluskosten und der Kosteneffizienz wurden dynamisch durchgeführt, entweder mit der Annuitätenmethode oder mit der Gesamtkostenmethode, die der „Discounted-Cashflow-Methode“ entspricht. Es wurde vorgeschlagen, die Annuitätenmethode für die Umwandlung von Investitionskosten in jährliche Kosten zu verwenden, wobei eine typische Nutzungsdauer für die betreffenden Renovierungsmaßnahmen angenommen wurde.

Die Kostenermittlung wurde aus privater Sicht durchgeführt. Dabei wurde davon ausgegangen, dass Investitionen in das Fernwärmesystem, in dezentrale Energiesysteme und Investitionen in die Gebäudehüllen von demselben Akteur getätigt werden. Das bedeutet, dass der Stadtteil als eine Einheit bewertet wurde.

In diesem Projekt sollte zunächst vor allem untersucht werden, welche Kombinationen zwischen Energieeffizienzmaßnahmen und Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien am kostengünstigsten sind und gleichzeitig die Randbedingungen erfüllen. Es erschien am sinnvollsten, diese Frage zu untersuchen und dabei die Tatsache zu ignorieren, dass die entsprechenden Investitionsentscheidungen in der Praxis in der Regel von unterschiedlichen Energieakteuren getroffen werden, da diese Unterschiede bei den Energieakteuren keinen Einfluss auf die Frage haben, welche Kombination von technischen Maßnahmen prinzipiell am sinnvollsten ist. Dennoch wird es aufgrund der Tatsache, dass verschiedene Energieakteure beteiligt sind, als sinnvoll erachtet, mögliche Hindernisse für die Umsetzung der insgesamt kosteneffizientesten Lösungen, die die Randbedingungen erfüllen, zu untersuchen.

Steuern auf Energieträger wurden bei der Bewertung entsprechend den nationalen Rahmenbedingungen berücksichtigt. Dazu gehören auch CO<sub>2</sub>-Steuern. Für CO<sub>2</sub>-Steuern kann es

sinnvoll sein, in den Sensitivitätsberechnungen verschiedene Szenarien zu untersuchen, falls in den jeweiligen Ländern eine neue Steuer oder eine Änderung der damit verbundenen Steuern diskutiert wird.

Subventionen für energiebezogene Maßnahmen wurden grundsätzlich aus der Kostenbewertung ausgeschlossen, um eine Bewertung vornehmen zu können, die Aufschluss darüber gibt, welche Lösungen ohne Subventionseffekte am sinnvollsten sind. Um die Situation eines bestimmten Investors zu untersuchen, können Subventionen jedoch in eine spezifische Bewertung einbezogen werden. Externe Kosten, Nutzen und Zusatznutzen wurden nicht berücksichtigt, obwohl es wichtig ist, dass sie von politischen Entscheidungsträgern bei der Festlegung von Zielen und der Gestaltung von energie- und emissionsbezogenen Programmen berücksichtigt werden. Die Einheiten der Kostenindikatoren sind spezifische jährliche Werte pro m<sup>2</sup> beheizter Bruttogrundfläche.

## 5.2. Analyse bestehender Erfolgsbeispiele

Fünfzehn Erfolgsgeschichten aus sieben europäischen Ländern wurden im Rahmen des IEA EBC Annex 75 gesammelt. Bei diesen Erfolgsgeschichten handelt es sich um beispielhafte Projekte, die quartiersbezogene Lösungen für die Nutzung erneuerbarer Energien und Energieeffizienzmaßnahmen beinhalten.

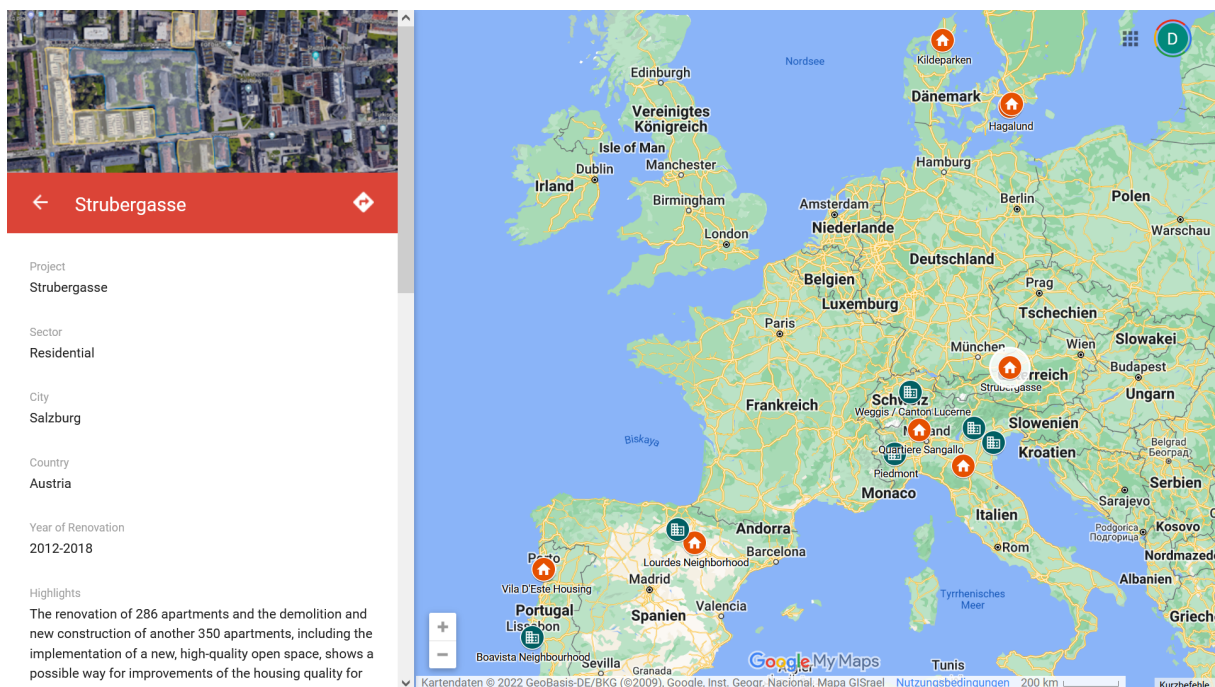


Abbildung 1: Karte der untersuchten Erfolgsbeispiele (Quelle: [https://www.google.com/maps/d/u/0/viewer?mid=1h\\_MX\\_Eo2jdyt175NcxqrKyeMGjI9pWxw&ll=48.334415427849464%2C3.969789539404278&z=5](https://www.google.com/maps/d/u/0/viewer?mid=1h_MX_Eo2jdyt175NcxqrKyeMGjI9pWxw&ll=48.334415427849464%2C3.969789539404278&z=5))

Der Umfang der Renovierung variiert von Erfolgsgeschichte zu Erfolgsgeschichte, und in einigen Fällen beschränkte sie sich auf Maßnahmen an den Energiesystemen oder an der thermischen Gebäudehülle. Es wurde dokumentiert, inwieweit die Kombination von Energieeffizienzmaßnahmen

an der Gebäudehülle und erneuerbaren Energiesystemen in den ausgewählten untersuchten Fällen berücksichtigt wurde und inwieweit netzbasierte Lösungen im Vergleich zu individuellen Wärme- oder Kältelösungen im Quartier als vorteilhaft angesehen wurden. Ein besonderer Schwerpunkt lag auf dem Entscheidungsprozess sowie auf den Herausforderungen und Erfahrungen bei der Umsetzung.

Die Erfolgsgeschichten dokumentieren, dass die Renovierung von Stadtvierteln eine komplexe Aktivität ist, da eine große Anzahl von Akteuren involviert ist und ein breites Wissen und große finanzielle Ressourcen benötigt werden.

Die analysierten Erfolgsgeschichten haben gezeigt, dass eine hohe Energie- und Emissionsreduktion durch die Kombination von Energieeffizienz auf Gebäude- oder Energiesystemebene und erneuerbaren Energien möglich ist. Bei den Maßnahmen, die dieses Ziel anstreben, übertreffen die Energieeffizienz und die eingesetzten erneuerbaren Energien die in den nationalen Vorschriften festgelegten Mindestanforderungen.

Ein wichtiges Ziel der meisten Projekte war die Verbesserung des Komforts und die Anpassung der Gebäude an einen zeitgemäßen Lebensstandard sowie die Verbesserung der Qualität der Freiflächen, der Attraktivität und des Images des Stadtteils bzw. der Siedlung. Die Verbesserung der Qualität und die Wertsteigerung des Gebäudebestands zur Gewährleistung der Rentabilität, die Beibehaltung der Erschwinglichkeit - ohne oder mit angemessenen Mieterhöhungen oder geringen Investitionskosten für die Eigentümer - und die Verbesserung der sozialen Vielfalt und des Zusammenhalts in der Nachbarschaft waren ebenfalls Triebkräfte für mehrere Projekte.

In den meisten Erfolgsgeschichten wurde ein zentrales Energieversorgungssystem entweder neu installiert oder ein bestehendes zentrales Energieversorgungssystem wurde renoviert, um seine Effizienz zu verbessern oder erneuerbare Energiequellen einzubeziehen.

In den Erfolgsgeschichten wurde die Quartierssanierung hauptsächlich durch die Bereitschaft und Unterstützung der Kommune, einer Wohnungsbaugesellschaft oder einer Bewohnervereinigung oder durch den Wunsch der Bewohner:innen initiiert, und daher sind diese die Hauptakteure während des gesamten Prozesses. Investoren und Mieter:innen/Bewohner:innen sind ebenfalls Schlüsselakteure bei der Umsetzung der Sanierung.

Das Engagement der Bürger:innen und die Kommunikation mit den Mieter:innen in den frühen Phasen des Projekts führten zu einer höheren Gesamtzufriedenheit und wurden in den Erfolgsgeschichten als Schlüssel für den gesamten Renovierungsprozess angesehen. Es ist wichtig, den Grund für die Notwendigkeit einer Renovierung, die durchzuführenden Maßnahmen und die erwarteten Ergebnisse klar zu kommunizieren; es ist von Vorteil, die Mieter:innen einzubeziehen, indem man sie um ihre Meinung und Zustimmung zu den vorgeschlagenen Änderungen bittet. Der Erfolg hängt in vielen Fällen vom Vorhandensein einer Koordinationsfigur, eines Moderators, ab.

Zusammengefasst sind die wichtigsten Erkenntnisse aus den vorgestellten Erfolgsgeschichten:

- Energieeffiziente Maßnahmen für die Quartierssanierung können mit Maßnahmen für erneuerbare Energien und darüber hinaus mit sozialen oder anderen Verbesserungen auf städtischer Ebene oder in der Infrastruktur kombiniert werden, um den Wert der Maßnahme zu erhöhen und die verfügbaren finanziellen Mittel effizienter zu nutzen.

- Es gibt keine großen technologischen Hindernisse für die Renovierung von Stadtvierteln; im Gegenteil, es gibt technologische Möglichkeiten, die auf Ebene der Einzelgebäude nicht vorhanden wären.
- Die Verfügbarkeit von Finanzmitteln ist von entscheidender Bedeutung. Europäische Fördermittel können in diesem Prozess eine Schlüsselrolle spielen, da sie nicht nur einen Teil der Investitionskosten decken, sondern auch Wissen und Erfahrung in diesem Bereich in solche Konsortien einbringen.
- Eine gute Koordination zwischen allen Beteiligten ist erforderlich, um eine erfolgreiche Renovierung und einen guten Zeitplan zu gewährleisten. Darüber hinaus ist Flexibilität erforderlich, da solche komplexen Projekte kaum jemals genau wie geplant entwickelt werden können und sich die Projektphasen überschneiden müssen, um die ansonsten langen Projektlaufzeiten zu verkürzen. Aus diesem Grund ist die Unterstützung durch regionale und lokale Behörden, Bauvereinigungen oder Managementteams, die die Prozesse zur Koordinierung aller beteiligten Akteure, zur Definition von Vorschlägen, zur Finanzierung, zur Vereinbarung, zur Information und zur Verbreitung erleichtern, von entscheidender Bedeutung.
- Damit der Prozess reibungslos abläuft, ist die Einbeziehung der Bürger:innen und Mieter:innen erforderlich. Dies wird durch eine klare Kommunikation vor Beginn der Maßnahme und während des gesamten Projekts erreicht, wobei die Rückmeldungen der Bürger:innen berücksichtigt werden. Diese Aufgabe ist zeitaufwändig und könnte von Nachbarschaftsverbänden oder anderen sozialen Akteuren aus dem Bezirk, die das Projekt unterstützen, unterstützt werden.

Das österreichische Projektkonsortium konnte hier ebenso eine Erfolgsgeschichte beisteuern. Dies war die Sanierung der Strubergasse in Salzburg. Nachfolgend eine kurze Beschreibung dieser Erfolgsgeschichte. Eine detaillierte Beschreibung ist dem Anhang zu entnehmen.

Die Stadt Salzburg ist Eigentümerin von 26 Wohngebäuden im Stadtteil Lehen zwischen der Ignaz-Harrer-Straße im Norden und der Bahnlinie im Süden. Die Wohngebäude in diesem Gebiet wurden zwischen 1950 und 1965 errichtet. Die früher üblichen Kleinwohnungen waren schwer zu vermieten, mit Ofenheizung auf Kohle- oder Holzbasis. In einigen Fällen wurden einzelne Gasheizkessel installiert. Einige Objekte hatten mit massiven Schimmelproblemen zu kämpfen. In den Gebäuden, die sich im Eigentum der Stadt Salzburg befinden, wurden folgende Maßnahmen durchgeführt:

- Thermische Sanierung: Fassadendämmung, neue Fenster, Dämmung der Keller- und Dachgeschossdecke.
- Balkone: Jede Wohnung wurde im Zuge der Sanierung mit einem Balkon ausgestattet.
- Fernwärmeanschluss an das bestehende Netz der Salzburg AG. Das Mikronetz des benachbarten Stadtwerks Lehen wurde bis in den Bereich der Strubergasse erweitert, so dass die Wärme der Solaranlage (vor allem im Sommer) genutzt werden kann.
- Jeder Mieter hatte die Möglichkeit, seine alte Heizungsanlage weiter zu betreiben oder sich an das Fernwärmenetz der Stadt Salzburg anzuschließen.

## 5.3. Berechnung von Fallstudien

### 5.3.1. Zielsetzung der Berechnungen

Ziel dieser Arbeit war es, in ausgewählten generischen und realen Siedlungen die Entwicklung kosteneffizienter Strategien zu zeigen, die Energieeffizienzmaßnahmen und die Nutzung erneuerbarer Energien bei der Gebäudesanierung auf Siedlungsebene kombinieren. Weiters sollten die Faktoren untersucht werden, die die Wahl einer kosteneffizienten Strategie beeinflussen.

Die Berechnungen wurden einerseits für fiktive generische Siedlungen und andererseits für real existierende Siedlungen durchgeführt. Diese werden in den nachfolgenden Kapiteln 5.3.2 und 5.3.3 beschrieben. Die Ergebnisse der Berechnungen werden in den darauffolgenden Kapiteln näher erläutert.

### 5.3.2. Generische Siedlungen

#### Allgemein

Das Konzept des "generischen Siedlungen" wurde im Rahmen des Projekts definiert, um die Durchführung von Berechnungen ohne die inhärenten Randbedingungen zu ermöglichen, die in realen Fallstudien vorhanden sind. Da der Kontext in Bezug auf typische Gebäudetypologien, Klima, bestehende Energiesysteme usw. in den teilnehmenden Ländern sehr unterschiedlich ist, konnte jeder Partner frei definieren, was in seinem Land eine „generische Siedlung“ darstellt. Einige gemeinsame Richtlinien wurden vereinbart und bei jeder Bewertung beachtet:

- Der generische Distrikt sollte entsprechend dem lokalen Kontext des jeweiligen Landes definiert werden;
- Die generische Siedlung sollte hauptsächlich Wohngebäude enthalten;
- Eine angemessene Anzahl von Gebäuden zwischen 10 und 50 sollte berücksichtigt werden;
- Das Klima des generischen Distrikts kann parametrisch variiert werden, um die Auswirkungen der verschiedenen Klimazonen innerhalb eines Landes zu untersuchen;
- Generische Siedlungen können auf realen Siedlungen basieren, die so verändert wird, dass mehr Parameter untersucht werden können, oder sie können völlig fiktiv sein.

#### Österreich

Die generische Siedlung in Österreich wurde auf der Grundlage eines realen Bezirks mit Gebäuden definiert, die als "typisch" für Österreich definiert wurden. In früheren Untersuchungen haben sich Mehrfamilienhäuser, die zwischen 1960 und 1980 errichtet wurden, als ein großes Potenzial für die Reduzierung von Energie- und Treibhausgasemissionen erwiesen. Hierfür gibt es zwei Gründe: 1.) die Energiebilanz dieser Gebäude ist sehr schlecht und 2.) viele Gebäude wurden in diesen Jahren errichtet. Jetzt haben sie ein Alter erreicht, in dem die thermische Sanierung eine absolute Notwendigkeit ist. Bei den Berechnungen für wurde davon ausgegangen, dass keines der Gebäude in der betreffenden Siedlung bisher saniert wurde. In der Realität ist dies nicht unbedingt der Fall.





Abbildung 2: Luftbildaufnahme der österreichischen generischen Siedlung (Quelle: Land Steiermark // GIS-Steiermark)

Für die Berechnung der Gesamtenergieeffizienz wurde die Wetterdatei von Kapfenberg verwendet. Bei der Wetterdatei handelt es sich um ein Standardklima, das im Tool zur Berechnung der Gesamtenergieeffizienz enthalten ist. Die Verschattung durch umliegende Gebäude wurde nicht berücksichtigt.

Insgesamt wurden elf Sanierungsszenarien untersucht, darunter die Dämmung der Außenwände und des Daches, neue Fenster, eine solarthermische Anlage, Photovoltaik, elektrische Batterien und die Installation einer neuen mechanischen Lüftung mit Wärmerückgewinnung. Neben diesen Szenarien, die zu einer Reduzierung des Energiebedarfs und einer Verbesserung des thermischen Verhaltens führen, wurde ein Referenzszenario berechnet, das zu keinerlei energetischen Verbesserungen führt.

Die Sanierungsmaßnahmen umfassen zwei Energiestandards: die Sanierung auf den minimal erforderlichen Energiestandard entsprechend der nationalen gesetzlichen Bestimmungen und die Sanierung auf den Passivhausstandard (hinsichtlich Dämmstärke und U-Werte der Bauteile).

Zusammengefasst umfassen die Sanierungsszenarien folgende Maßnahmen:

- Szenario 1: Dach\_national
- Szenario 2: Dach\_PH
- Szenario 3: Szenario 2 + Fassade\_national
- Szenario 4: Szenario 2 + Fassade\_PH
- Szenario 5: Szenario 4 + Fenster\_PH
- Szenario 6: Szenario 5 + Solarthermie klein
- Szenario 7: Szenario 5 + Solarthermie groß
- Szenario 8: Szenario 7 + PV klein
- Szenario 9: Szenario 7 + PV groß
- Szenario 10: Szenario 9 + elektrische Batterie
- Szenario 11: Szenario 10 + MVHR

Zur Erklärung:

- "national" bezieht sich auf nationale Normen und Vorschriften
- "PH" bezieht sich auf Passivhausstandards
- "MVHR" steht für mechanische Lüftung mit Wärmerückgewinnung

Für die neun Szenarien wurden verschiedene Energieversorgungssysteme untersucht:

- Auf Gebäudeebene:
  - Erdgasheizung
  - Luft-Wasser-Wärmepumpe
  - Sole-Wasser-Wärmepumpe (Erdwärme)
- Auf Siedlungsebene:
  - Fernwärme auf Basis erneuerbarer Energien

### Ergebnisse Österreich

Nachfolgende Abbildungen zeigen Auszüge aus den Berechnungsergebnissen. Die Grafiken auf der rechten Seite zeigen die Gegenüberstellung des Primärenergiebedarfs (auf der x-Achse) mit den Lebenszykluskosten, als jährliche Kosten (auf der y-Achse). Die Grafiken auf der linken Seite zeigen auf ähnliche Weise die Ergebnisse für die Treibhausgasemissionen und die jährlichen Lebenszykluskosten.

Die detaillierten Ergebnisse können dem Bericht „Report on parametric assessments of generic districts“ im Anhang entnommen werden.

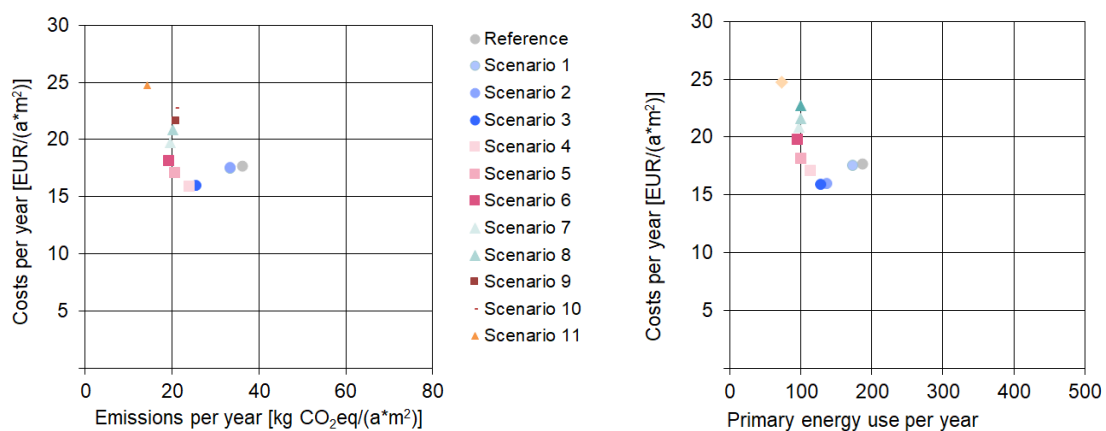


Abbildung 3: Ergebnisse des Referenzheizungssystems (Erdgas)

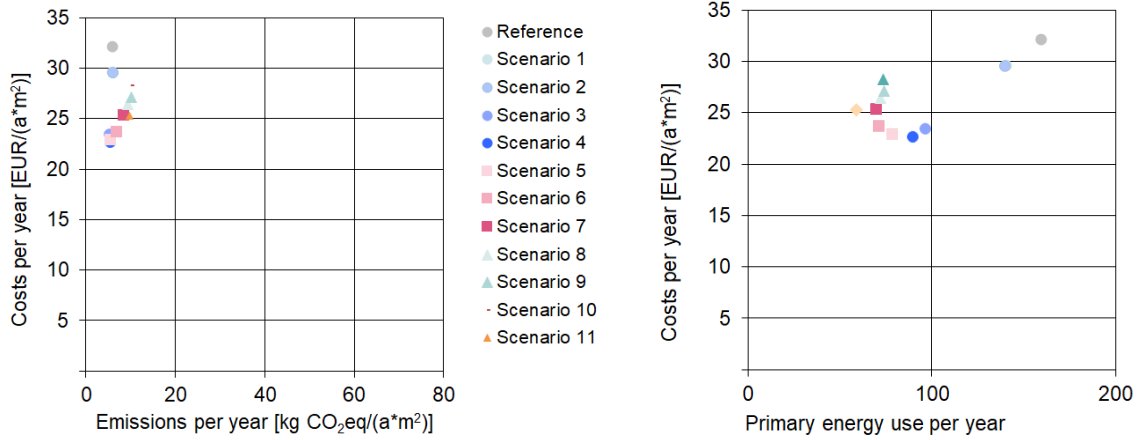


Abbildung 4: Ergebnisse des Heizungssystems „dezentral - Luft-Wasser-Wärmepumpe“

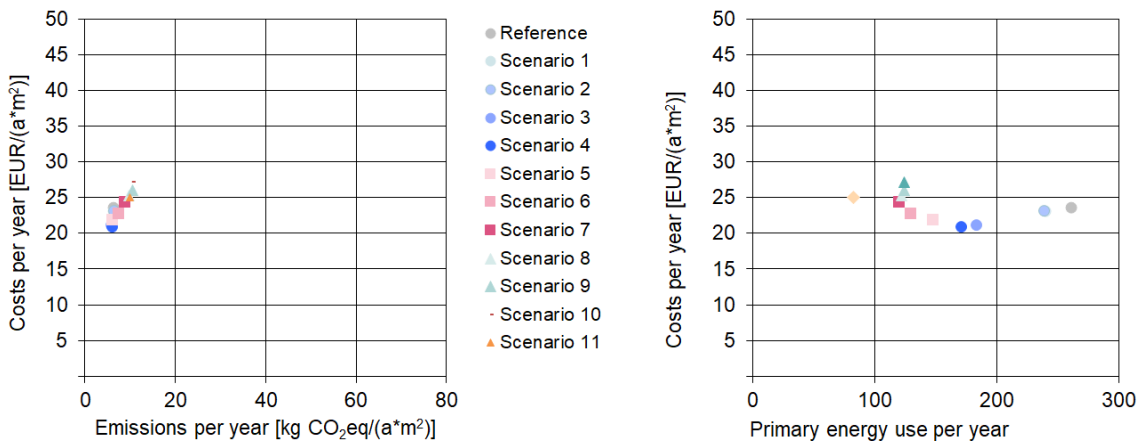


Abbildung 5: Ergebnisse des Heizungssystems „zentral – Fernwärme“

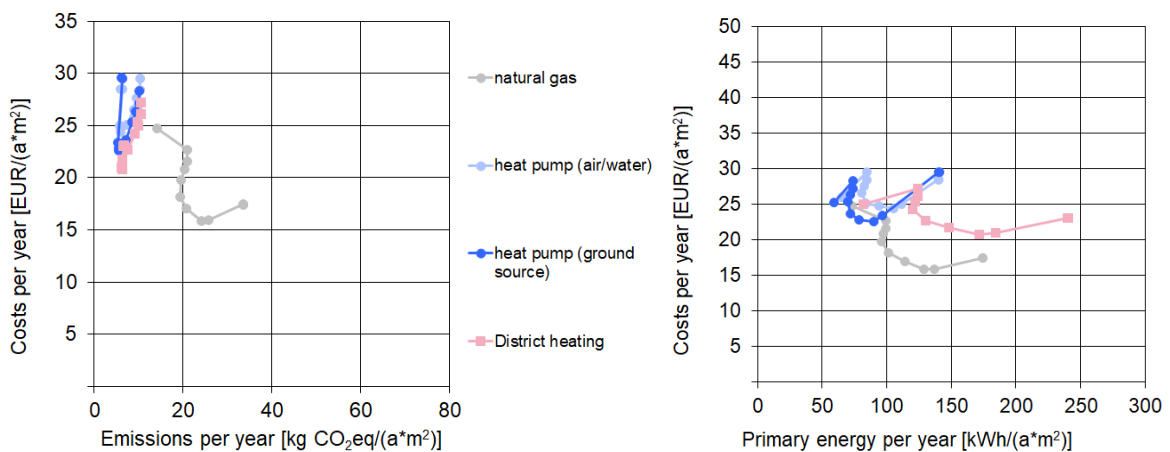


Abbildung 6: Vergleich der Ergebnisse für die vier untersuchten Heizungssysteme

Die Kosteneffizienz der Maßnahmen an der Gebäudehülle ist sehr stark vom Heizsystem abhängig. In Kombination mit der Luftwärmepumpe und der Erdwärmepumpe sind alle untersuchten Maßnahmen an der Gebäudehülle sowie die Installation einer thermischen Solaranlage, einer PV-Anlage, einer elektrischen Batterie und einer mechanischen Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung kosteneffizient.

Die Kombination derselben Maßnahmen mit Fernwärme oder Erdgas führt zu einer Kosteneffizienz der folgenden Sanierungsmaßnahmen: Sanierung von Dächern, Fassaden und Fenstern auf Passivhausstandard. Die regenerative Energieerzeugung vor Ort ist nicht kosteneffizient. Ebenso wenig wie die mechanische Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung.

Ein weiteres interessantes Ergebnis ist, dass die Kombination von Maßnahmen an der Gebäudehülle, der Erzeugung erneuerbarer Energie vor Ort und dem Einbau einer mechanischen Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung nicht automatisch zu einer Verringerung der Treibhausgasemissionen führt. In Kombination mit Luftwärmepumpen, Erdwärmepumpen und Fernwärme führen diese Maßnahmen teilweise zu einem Anstieg der Treibhausgasemissionen. Der Grund dafür sind die mit diesen Maßnahmen einhergehenden „grauen“ Emissionen, also jenen Emissionen, die durch die Herstellung des Produkts entstehen.

Ein Blick auf den Primärenergiebedarf zeigt ein völlig anderes Bild. Alle untersuchten Maßnahmen führen zu einer Primärenergieerzeugung im Vergleich zur Referenzvariante, unabhängig vom Heizsystem.

Der Vergleich der untersuchten Heizsysteme zeigt, dass die geringsten Treibhausgasemissionen durch die Wärmepumpensysteme (Luft- und Erdwärme) und das Fernwärmesystem erreicht werden. Die Ergebnisse sind recht ähnlich. Höhere Emissionen werden durch die Erdgasheizung erreicht. Ähnlich ist das Bild bei der Betrachtung des Primärenergiebedarfs. Hier zeigt das Fernwärmesystem interessante Ergebnisse. In Kombination mit den Maßnahmen der Referenzvariante ist der Primärenergiebedarf am höchsten, aber die Kombination mit den Maßnahmen an der Gebäudehülle und der erneuerbaren Energieerzeugung vor Ort kann den Primärenergiebedarf sehr effektiv reduzieren.

Der Kostenvergleich der verschiedenen Heizsysteme zeigt die niedrigsten Lebenszykluskosten für die Erdgasheizung, gefolgt vom Fernwärmesystem, der Erdwärmepumpe und der Luftwärmepumpe. Das höchste Kosteneinsparungspotenzial weist die Erdwärmepumpe auf.

### 5.3.3. Reale Siedlungen

#### Allgemein

Im Rahmen des IEA EBC Annex 75 Projekts wurden sieben reale Fallstudien aus sieben verschiedenen europäischen Ländern untersucht. Die notwendigen Daten wurden gesammelt, um parametrische Bewertungen durchzuführen und die im IEA EBC Annex 75 entwickelte Methodik anzuwenden und zu testen. Das Ziel war reale Siedlungen mit möglichst realen Annahmen zu untersuchen, damit die Ergebnisse dieser Studie auch in real helfen können, um die geeignetsten Sanierungsstrategien für die einzelnen Siedlungen zu definieren.

#### Österreich

Die österreichische Fallstudie befindet sich in Gleisdorf, Steiermark, und besteht aus 23 Gebäuden, die zwischen 1915 und 2011 errichtet wurden.

Abbildung 7 zeigt eine Luftbildaufnahme der untersuchten Siedlung.



Abbildung 7: Luftbild der österreichischen Fallstudie (Quelle: maps.google.com mit eigener Bearbeitung)

Für die Berechnung des Energiebedarfs der Gebäude wurde ein Standardwetterdatensatz von Graz verwendet. Die Verschattung durch umliegende Gebäude wurde auch bei den realen Fallstudien nicht berücksichtigt.

Ebenso wie bei der generischen Siedlung wurden neun Sanierungsszenarien untersucht, darunter die Dämmung der Außenwände und des Daches, neue Fenster, eine solarthermische Anlage, Photovoltaik, elektrische Batterien und die Installation einer neuen mechanischen Lüftung mit Wärmerückgewinnung. Neben diesen Szenarien, die zu einer Reduzierung des Energiebedarfs und einer Verbesserung des thermischen Verhaltens führen, wurde auch wieder ein Referenzszenario berechnet, in der es zu keinerlei energetischen Verbesserungen kommt.

Die Sanierungsmaßnahmen umfassen zwei Energiestandards: die Sanierung auf den minimal erforderlichen gesetzlichen Energiestandard und die Sanierung auf den Passivhausstandard (hinsichtlich Dämmstärke und U-Werte der Bauteile).

Zusammengefasst umfassen die Sanierungsszenarien folgende Maßnahmen:

- Szenario 1: Dach\_national
- Szenario 2: Dach\_PH
- Szenario 3: Dach\_PH + Fassade\_national
- Szenario 4: Dach\_PH + Fassade\_PH
- Szenario 5: Dach\_PH + Fassade\_PH + Fenster\_PH
- Szenario 6: Dach\_PH + Fassade\_PH + Fenster\_PH + SolarThermal
- Szenario 7: Dach\_PH + Fassade\_PH + Fenster\_PH + Solarthermie + PV
- Szenario 8: Dach\_PH + Fassade\_PH + Fenster\_PH + Solarthermie + PV + elektrische Batterie
- Szenario 9: Dach\_PH + Fassade\_PH + Fenster\_PH + Solarthermie + PV + Elektrobatterie + MVHR

"national" bezieht sich auf nationale Normen und Vorschriften

"\_PH" bezieht sich auf Passivhausstandards

"MVHR" steht für mechanische Lüftung mit Wärmerückgewinnung

Die folgende Tabelle zeigt die Annahmen, die für die Beschreibung der HLK-Systeme getroffen wurden. Für die neun Szenarien wurden verschiedene Energieversorgungssysteme untersucht:

- Auf Gebäudeebene:
  - Erdgasheizung
  - Luft-Wärmepumpe
  - Pelletsheizung
- Auf der Fernwärmeebene:
  - Fernwärme auf Basis erneuerbarer Energien

## Ergebnisse Österreich

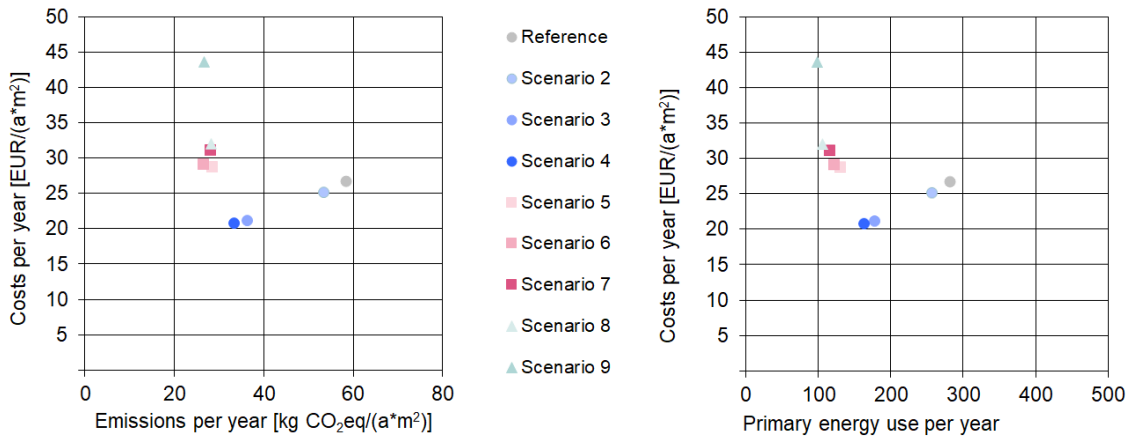


Abbildung 8: Ergebnisse des Referenzheizungssystems (Erdgas)

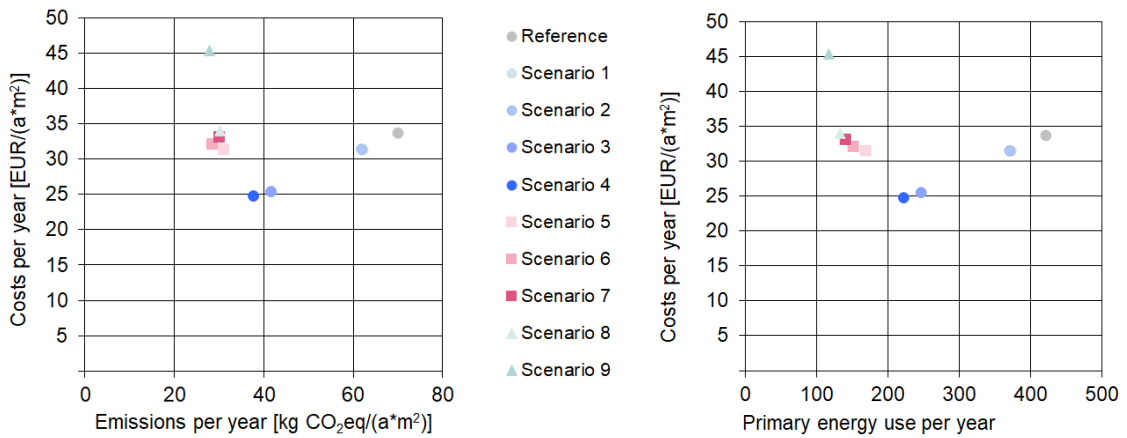


Abbildung 9: Ergebnisse des Heizungssystems „dezentral – Luft-Wasser-Wärmepumpe“

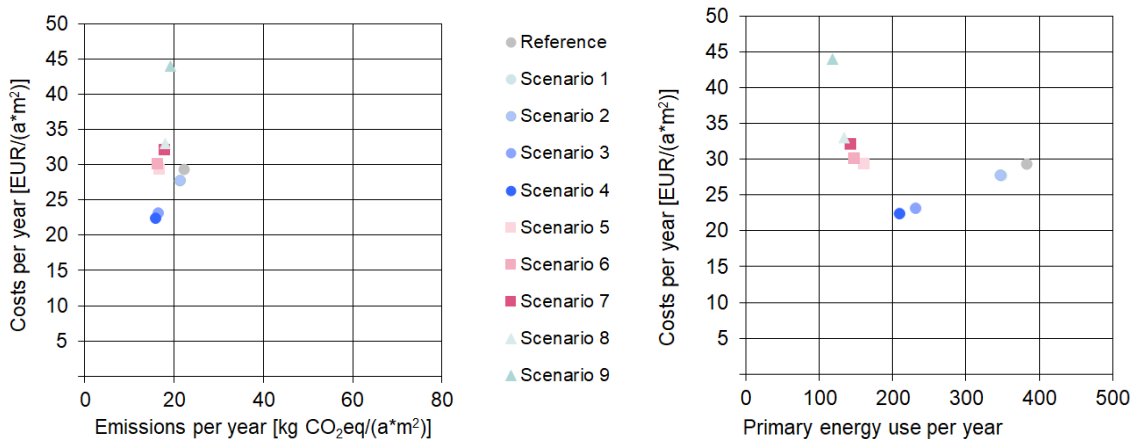


Abbildung 10: Ergebnisse des Heizungssystems „zentral – Fernwärme“

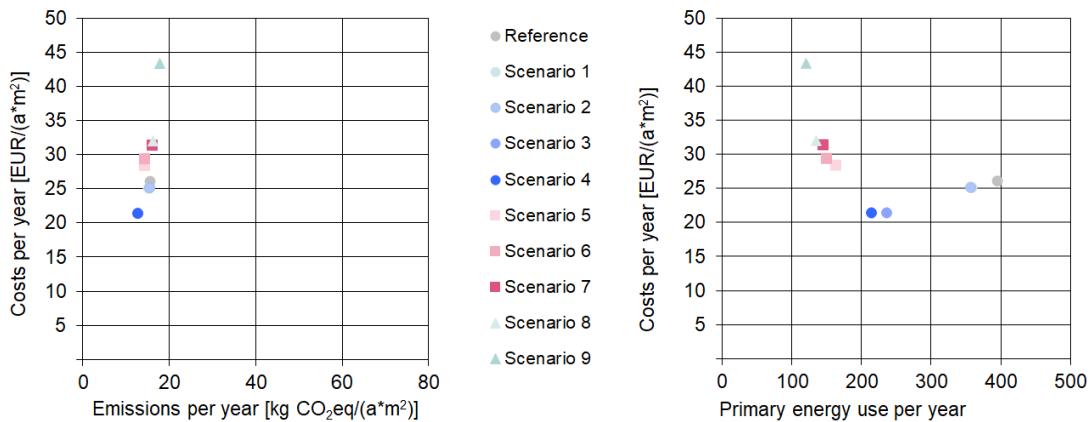


Abbildung 10: Ergebnisse des Heizungssystems „dezentral – Pellets“

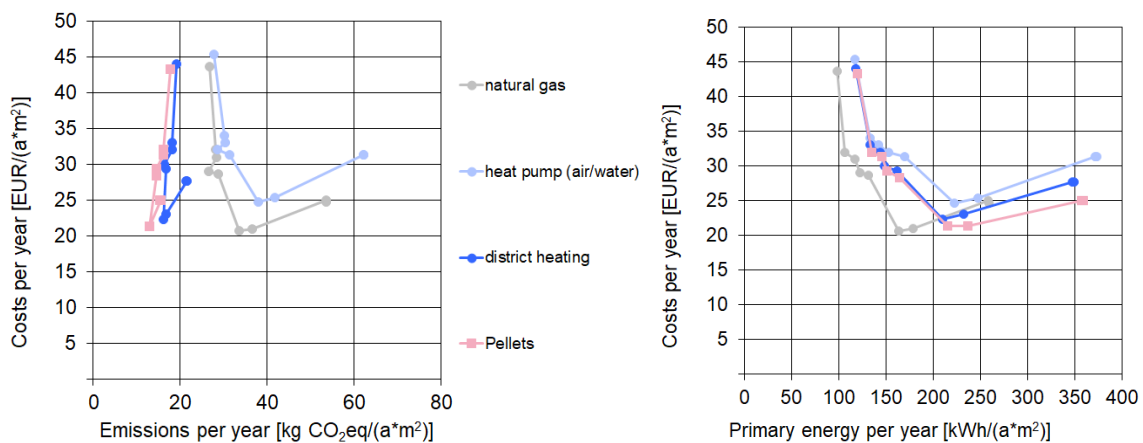


Abbildung 11: Vergleich der Ergebnisse für die vier untersuchten Heizungssysteme

Die Berechnungsergebnisse für die österreichische Fallstudie erlauben folgende Schlussfolgerungen:

Die alleinige Änderung der Energiequelle für Heizung und Warmwasser führt zu keinerlei Verbesserungen. Das Gegenteil ist der Fall: Treibhausgasemissionen, Primärenergiebedarf und Lebenszykluskosten steigen, wenn nur das Energieversorgungssystem getauscht wird und keine anderen Maßnahmen berücksichtigt werden.

Im Vergleich der untersuchten Energieversorgungssysteme erzielt die Luft-Wasser-Wärmepumpe das schlechteste Ergebnis. Auch wenn Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle berücksichtigt werden, sind der Primärenergiebedarf, die Treibhausgasemissionen und die Lebenszykluskosten im Vergleich zu Erdgasheizung, Fernwärme und Pelletsheizung am höchsten.

Wenn das Ziel darin besteht, die Treibhausgasemissionen zu reduzieren, ist es ratsam, auf Fernwärme oder Pelletsheizung umzusteigen. Die Umstellung des Energieversorgungssystems reduziert die Treibhausgasemissionen effektiver als die Maßnahmen an der Gebäudehülle.

Betrachtet man die Kosteneffizienz der untersuchten Sanierungsmaßnahmen, so zeigen die Ergebnisse, dass die Dämmung des Daches und der Fassade im Vergleich zum Referenzfall immer



kosteneffizient ist. Die anderen untersuchten Maßnahmen sind nur in Kombination mit der Wärmepumpenanlage kosteneffizient.

Mehr Informationen zu den realen Fallstudien, deren Berechnungsergebnissen und -analysen können dem Bericht „Report on parametric assessments of case studies“ im Anhang entnommen werden.

### **5.3.4. Zusammenfassung der Berechnungsergebnisse und Interpretation der Ergebnisse**

#### **Generische Siedlungen**

In dieser parametrischen Studie wurden sieben generische Siedlungen in sieben verschiedenen Ländern definiert, um Kombinationen von alternativen Energieeffizienzmaßnahmen und Energiesystemoptionen zu untersuchen. Die Bezirke wurden von jedem teilnehmenden Land auf der Grundlage seiner jeweiligen Ausgangssituation festgelegt. Die Kosteneffizienz und die Umweltauswirkungen der verschiedenen Szenarien wurden untersucht, um Handlungsempfehlungen zu entwickeln.

Von den aufgestellten Hypothesen konnte nur eine abschließend bestätigt werden: In fünf von sieben Studien konnte gezeigt werden, dass sich das Kosteneffizienzniveau von Energieeffizienzmaßnahmen beim Vergleich von zentralen und dezentralen Ansätzen nicht unterscheidet, was darauf hindeutet, dass die Optimierung von Energieeffizienzmaßnahmen unabhängig von den zukünftigen Möglichkeiten der Energiesysteme umgesetzt werden kann.

Es konnte keine allgemeine Schlussfolgerung über das Kosteneffizienzniveau von Energieeffizienzmaßnahmen gezogen werden. In einigen Fällen waren keine Maßnahmen kosteneffizient, während in anderen Fällen jede Maßnahme kosteneffizient war. Die Situation muss auf der Grundlage des Ausgangsniveaus der Wärmedämmung und der klimatischen Bedingungen betrachtet werden.

Auch die Umweltauswirkungen waren von Fall zu Fall unterschiedlich. In einigen Fällen wurde festgestellt, dass die Treibhausgasemissionen und der Primärenergieverbrauch durch die Maßnahmen in den meisten Fällen reduziert wurden, während in einigen Fällen aufgrund des Einflusses der verkörperten Energie eine geringe oder negative Auswirkung auf die Emissionen festgestellt wurde.

In Bezug auf erneuerbare Energien gab es ebenfalls widersprüchliche Ergebnisse. In einem Fall wurde festgestellt, dass die Emissionen und der Primärenergieverbrauch durch den Einsatz erneuerbarer Energien gesenkt wurden, wobei die Einsparungen höher ausfielen, während in einem anderen Fall vermutet wurde, dass sich die verkörperte Energie z. B. von Photovoltaikanlagen negativ auf die Emissionen auswirkte.

Bei der Wahl zwischen zentralen und dezentralen Systemen gab es einige Meinungsverschiedenheiten. In einigen Fällen war die Einführung oder Beibehaltung eines Fernwärmesystems die umweltfreundlichste Wahl, sowohl in Bezug auf die Emissionen als auch auf

den Primärenergieverbrauch. In einem anderen Fall erwiesen sich dezentrale Lösungen aufgrund ihrer höheren Effizienz als weniger umweltbelastend.

Die LCC-Bewertungen ergaben, dass Fernwärmelösungen kosteneffizienter waren als dezentrale Optionen, wenn die Ausgangssituation nicht berücksichtigt wurde. Wenn die Ausgangssituation jedoch ein Land mit einem begrenzten Ausbau der bestehenden Fernwärmenetze war, waren die Ergebnisse widersprüchlich: Ein Land wies darauf hin, dass die hohen Investitionskosten eines neuen Fernwärmenetzes diese Lösung unwirtschaftlich machten, während ein anderes Land zentrale Lösungen als kosteneffizient ansah, obwohl sie keine gängige Praxis sind.

In einem Fall wurde festgestellt, dass die Umstellung auf Energiesysteme auf der Grundlage erneuerbarer Energieträger eine starke Verringerung der Treibhausgasemissionen und eine geringere Verringerung des Primärenergieverbrauchs bewirkte.

Bei der Betrachtung der kosteneffizientesten Kombination von Renovierungsmaßnahmen und Energiesystemen gab es eine große Bandbreite an Ergebnissen. In zwei Fällen wurde ein Wechsel zu zentralen Wärmepumpen bevorzugt. In einem Fall wurde die Umstellung von Fernwärme auf individuelle erneuerbare Energien vorgeschlagen. Eine Studie zeigte keinen Vorteil bei der Durchführung von Gebäudesanierungsmaßnahmen, während eine Studie ergab, dass die Beibehaltung eines fossilen Gassystems am kosteneffizientesten war. In einer Studie wurde auf die Unterschiede aufgrund der verschiedenen Klimazonen hingewiesen.

Die Ergebnisse dieses Berichts müssen auf der Grundlage zahlreicher Annahmen zu den Lebenszykluskosten von Gebäuden und Anlagen, den künftigen Energiepreisen und den energiebezogenen Emissionen betrachtet werden. Darüber hinaus werden bei der Definition der Kosteneffizienz in dieser Studie nur wirtschaftliche Parameter berücksichtigt und Faktoren wie der Naturschutz außer Acht gelassen.

## **Reale Fallstudien**

Die Renovierung der thermischen Hülle wird im Allgemeinen empfohlen, obwohl die kosteneffektive Renovierung variieren kann. Manchmal handelt es sich nur um eine Maßnahme, z. B. den Austausch von Fenstern, manchmal um die Erneuerung der gesamten Gebäudehülle. Manchmal liegt es aber auch dazwischen. Welche Maßnahmen kosteneffizient sind, hängt von mehreren Faktoren ab. Einflussfaktoren sind z.B. die Ausgangssituation (Gebäude bereits gedämmt oder ungedämmt), die klimatischen Bedingungen (wie hoch ist der Heizbedarf) und die Preise (Verhältnis von Investition zu Energiekosten).

Hinsichtlich der untersuchten Energieversorgungssysteme lässt sich keine eindeutige Empfehlung für das Energieerzeugungssystem ableiten. Sowohl dezentrale, gebäudebezogene Wärmepumpen (sowohl Luft-Wasser als auch Geothermie) als auch Fernwärme führen zu guten Ergebnissen und Einsparungen. In den Fallstudien, in denen eine Versorgung auf Wohnungsebene untersucht wurde, waren diese meist nicht empfehlenswert.

In den untersuchten Fallstudien wurde überwiegend die Photovoltaik als erneuerbare Energiequelle vor Ort untersucht. Es hat sich gezeigt, dass die Installation einer PV-Anlage unter energetischen

Gesichtspunkten (und damit auch CO<sub>2</sub>-Emissionen) sinnvoll ist, die Wirtschaftlichkeit aber nicht immer sofort gegeben ist.

Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle, Maßnahmen zur Erneuerung der Energieversorgungssysteme und Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen können zu CO<sub>2</sub>- und Primärenergieeinsparungen führen, sind aber nicht immer kosteneffizient oder kostenoptimal. Hier werden die gegensätzlichen Prioritäten deutlich. Einsparungen zum Schutz der Umwelt vs. Kosteneffizienz.

Da die Kosteneffizienz durch den Vergleich der untersuchten Szenarien mit dem Referenzfall bestimmt wird, spielt die Definition des Referenzfalls eine besondere Rolle. Die Referenzfälle unterscheiden sich von Land zu Land, aber auch innerhalb eines Landes können die Bezirke unterschiedliche Ausgangssituationen und damit unterschiedliche Referenzvarianten haben.

Für die Berechnung der verschiedenen Szenarien müssen viele Annahmen getroffen werden. Dies betrifft Annahmen über Kosten, wie z.B. Investitionskosten für die Sanierung der Gebäudehülle, Energieversorgung und erneuerbare Energiequellen, Wartungs- und Reparaturkosten sowie Energiekosten. Aber auch Annahmen über das Nutzerverhalten müssen getroffen werden: Welche Raumtemperatur wird für die Berechnungen verwendet, welcher Warmwasserverbrauch wird angenommen, und wird auch aktiv gekühlt? All diese Annahmen können die Berechnungsergebnisse beeinflussen und, wenn einzelne Parameter verändert werden, auch zu anderen Ergebnissen oder Empfehlungen führen. Daher ist es wichtig, nicht nur verschiedene technische Sanierungsmaßnahmen zu untersuchen, sondern auch den Einfluss solcher Parameter. Auch die Wahl des Berechnungsprogramms kann die Ergebnisse beeinflussen. Dies muss ebenfalls berücksichtigt werden.

Neben den Kosten-, CO<sub>2</sub>- und Primärenergieeinsparungen haben Maßnahmen an der Gebäudehülle und am Energieversorgungssystem noch weitere Effekte, die nicht Teil der Fallstudien waren, aber dennoch berücksichtigt werden müssen (sogenannte "Co-Benefits"). So wirken sich beispielsweise die thermische Sanierung der Außenwand und der Austausch von Fenstern positiv auf den thermischen Komfort in den Innenräumen aus. Ebenso kann zum Beispiel der Einsatz einer PV-Anlage die Energieabhängigkeit verringern.

## 5.4. Erkenntnisse und Empfehlungen

Im Allgemeinen ist es schwierig, auf der Grundlage der begrenzten Anzahl von Fallstudien und generischen Stadtteilberechnungen im IEA EBC Annex 75 konkrete Schlussfolgerungen und Empfehlungen für spezifische Strategien zu ziehen, insbesondere angesichts der enormen Varianz, die in den untersuchten Fällen beobachtet wurde (Stadtteilgröße, geografische Lage, Ausgangszustand der Gebäude usw.). Selbst mit einem umfangreicheren Satz von Berechnungsergebnissen wäre es aufgrund der vielen spezifischen Merkmale der einzelnen Stadtteile nicht möglich, endgültige Antworten zu geben. Daher wird empfohlen, die entwickelte Berechnungsmethodik in jedem Einzelfall anzuwenden.

Dennoch lassen sich auf Basis der Berechnungsergebnisse und der weiteren Arbeiten im IEA EBC Annex 75 allgemeine Tendenzen ablesen und Handlungsempfehlungen ableiten.

Im IEA EBC Annex 75 wurden diese Handlungsempfehlungen getrennt für „Investoren“ und „Politische Entscheidungsträger“ definiert. Kapitel 5.4.1 und 5.4.2 geben eine kurze Übersicht über diese Handlungsempfehlungen.

Ausführliche Informationen dazu können folgenden Dokumenten entnommen werden (siehe Anhang):

- “Guidebook for Potential Investors, Policy and Decision Makers - The District as Action Level for Energy Renovation & Renewables: Making Use of the Potentials!”
- “Guidance for Policy and Decision Makers - The District as Action Level for Energy Renovation & Renewables: Making Use of the Potentials!”
- “Guidance for Investors - The District as Action Level for Energy Renovation & Renewables: Making Use of the Potentials!”

### 5.4.1. Investoren

Unter Investoren versteht man eine vielfältige Gruppe von Akteuren, die an der energetischen Sanierung beteiligt sind, wie z. B. private Hauseigentümer, Wohnungsbaugenossenschaften, öffentliche Wohnungsbaugesellschaften, private Wohnungsbaugesellschaften, Berater:innen, Bauunternehmen, Energieunternehmen usw. Jeder dieser Akteure ist ein hochspezialisierter Experte auf seinem Gebiet und seinem lokalen Markt. Dementsprechend können die Empfehlungen aus einer internationalen Makroperspektive keine konkreten Geschäftsempfehlungen für bestimmte Investorengruppen beinhalten. Stattdessen werden an dieser Stelle die wichtigsten Ergebnisse der Arbeit des IEA EBC Annex 75 aus der allgemeinen Sicht potenzieller Investoren im Bereich der energetischen Sanierung dargestellt.

Zusammengefasst lassen sich aus den Ergebnissen des IEA EBC Annex 75 sechs Handlungsfelder ableiten. Diese sind:

1. Etablierung des Quartiers als Handlungsebene für energetische Sanierungen
2. Technisch-wirtschaftliche Potenziale des Upscaling der energetischen Sanierung auf Quartiersebene
3. Ermöglichung von Geschäftsmodellen, die eine Ausweitung der energetischen Sanierung unterstützen

4. Einbindung in lokale Planungsinstrumente für die Ausweitung der energetischen Sanierung
5. Unterstützung der energetischen Sanierung auf Bezirksebene durch Prozessorganisation und Stakeholder-Dialog
6. Mobilisierung der Endverbraucher für energetische Sanierungsmaßnahmen

#### **5.4.2. Politische Entscheidungsträger**

Für politische Entscheidungsträger ergeben sich sieben Handlungsfelder:

1. Etablierung des Quartiers als Handlungsebene für die energetische Sanierung
2. Technisch-wirtschaftliche Potenziale des Upscaling der energetischen Sanierung auf Quartiersebene
3. Ermöglichung von Geschäftsmodellen zur Unterstützung des Upscaling von energetischen Sanierungen
4. Nutzung lokaler Planungsinstrumente für die Ausweitung der energetischen Sanierung
5. Unterstützung der energetischen Sanierung auf Quartiersebene durch Prozessorganisation und Stakeholder-Dialog
6. Mobilisierung der Endverbraucher für energetische Sanierungen
7. Allgemeine Ableitungen & allgemeine Empfehlungen

# 6 Vernetzung und Ergebnistransfer

## 6.1. Zielgruppen

Das Zielpublikum umfasst die folgenden Interessengruppen:

- Politische Entscheidungsträger, einschließlich Mitarbeiter:innen von Stadtverwaltungen, die sich mit den Themen Energie, Stadtplanung und Versorgungsunternehmen befassen.
- Unternehmen, die im Bereich der Energiewende tätig sind: lokale und regionale Energieunternehmen, Versorgungsunternehmen, Bau- und Installationsbetriebe und -unternehmer, Architekten, Ingenieure und Projektträger.
- Gebäudeeigentümer:innen, einschließlich ihrer Vertreter wie Facility Manager/Portfoliomanager; insbesondere Gebäudeeigentümerverbände und professionelle Gebäudeeigentümer.

## 6.2. Ergebnistransfer

### 6.2.1. Berichte des IEA EBC Annex 75

- Summary Report
- Report on Technology Overview
- Methodology Report for investigating cost-effective building renovation at district level combining energy efficiency & renewables
- Report on parametric assessments of generic districts
- Report on Strategy Development
- Report on parametric assessments of case studies
- Online documentation of good practice examples
- Barriers and drivers for energy-efficient renovation at the district level
- Good practice guidance
- Guidebooks for policymakers and building owners
- Report on business models and models for stakeholder dialogues
- Report on policy instruments, including recommendations for subsidy programmes and for encouraging market take-up through contests

Diese Dokumente und Berichte sind unter <https://annex75.iea-ebc.org/> verfügbar.

### **6.2.2. Weitere Veröffentlichungen mit österreichischer Beteiligung**

Höfler, K. (2019): IEA EBC Annex 75: Kosteneffiziente Strategien in der Gebäudesanierung auf Stadtteilebene; Stadt der Zukunft Themenworkshop und IEA Vernetzungstreffen „Nachhaltige Sanierung von Gebäuden und Stadtteilen“; Innsbruck

Terés-Zubiaga, J., Almeida, M., Mørck, O., Bolliger, R. und Venus, D. (2019): “Potential of building renovation at district level for reducing CO<sub>2</sub> emissions and fostering urban regeneration. IEA-EBC Annex 75”; Proceedings of 10th EUROPEAN CONFERENCE ON ENERGY EFFICIENCY AND SUSTAINABILITY IN ARCHITECTURE AND PLANNING; VITORIA-GASTEIZ

Venus, D., Leusbrock, I. und Mauthner, F. (2020): Cost and Greenhouse Gas optimization of urban districts using parametric calculations; Internationale Konferenz “e.nova”; Pinkafeld

Rose, J., Engelund Thomsen, K., Domingo-Irigoyen, S., Bolliger, R., Venus, D., Konstantinou, T., Mlecnik, E., Almeida, M., Barbosa, R., Terés-Zubiaga, J., Johansson, E., Davidsson, H., Conci, M., Dalla Mora, T., Ferrari, S., Zagarella, F., Sanchez Ostiz, A., San Miguel-Bellod, J., Monge-Barrio, A. und Hidalgo-Betanzos, J. M. (2021): “Building renovation at district level – Lessons learned from international case studies”; Sustainable Cities and Society – Volume 72

# 7 Schlussfolgerungen, Ausblick und Empfehlungen

IEA EBC Annex 75 untersuchte kosteneffiziente Strategien zur Verringerung der Kohlenstoffemissionen und des Energieverbrauchs in Gebäuden in Städten auf Stadtteilebene, wobei sowohl Energieeffizienzmaßnahmen als auch Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien kombiniert wurden. Hier wurde eine Methodik zur Festlegung solcher Strategien entwickelt. Sie basiert auf einem Lebenszykluskosten-Ansatz, der Energieeffizienzmaßnahmen und Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien miteinander in Beziehung setzt und es ermöglicht, Kombinationen der beiden Arten von Maßnahmen in einem umfassenden Rahmen zu bewerten. Darüber hinaus wurden Erfolgsgeschichten mit quartiersbezogenen Lösungen für die Nutzung erneuerbarer Energien und Energieeffizienzmaßnahmen gesammelt und charakterisiert. Ferner wurden umfassende Expert:inneninterviews mit lokalen Entscheidungsträger:innen und anderen Akteuren im Bereich der energetischen Quartierssanierung geführt, um vielversprechende politische Instrumente und Geschäftsmodelle sowie praktische Hindernisse zu identifizieren.

Ein aus allen Arbeiten im Projekt erstellter Leitfaden fasst die wichtigsten Ergebnisse der Arbeit und verschiedener Berichte des IEA EBC Annex 75 zusammen. Der Hauptzweck dieses Leitfadens ist es, Empfehlungen für politische Entscheidungsträger und Investoren zu geben, wie ein innovativer und optimaler Mix von Maßnahmen zur Dekarbonisierung des Wohngebäudebestands auf Quartiersebene ausgewogen und ermöglicht werden kann.

Der Leitfaden veranschaulicht, dass das Quartier als Handlungsebene für die energetische Sanierung neue Synergien durch neue Kombinationen von Energieeffizienz- und Erneuerbare-Energien-Maßnahmen sowie neue Möglichkeiten für die Zusammenarbeit von Akteuren im Vergleich zu einem Einzelgebäudeansatz ermöglicht. Das Quartier als Handlungsebene kann jedoch auch eine komplexe Gruppe von Akteuren mit unterschiedlichen Interessen und Aufgaben haben und erfordert daher mehr Koordination, Kommunikation und anfängliche Unterstützung, insbesondere zu Beginn. Die Arbeit des IEA EBC Annex 75 und die Expert:inneninterviews mit Praktikern in verschiedenen Ländern haben gezeigt, dass ein Mangel an unterstützenden Strukturen für Kommunikation, Koordination, Mobilisierung und Kooperation die Ausweitung der energetischen Sanierung auf die Quartiersebene behindern kann. Daher sollten die politischen Entscheidungsträger die Rahmenbedingungen für ein professionelles Management schaffen, um kosteneffiziente Strategien, Technologien und die Zusammenarbeit mit privaten Partner:innen zu unterstützen.

Wenn energetische Sanierungen auf die Quartiersebene ausgeweitet werden, sind damit verschiedene voneinander abhängige Investitions- und Energieverbrauchsentscheidungen sowie die Auswahl verschiedener Technologieoptionen und deren Kombinationen verbunden. Bei der Analyse von Wärmenetzen wurden in IEA EBC Annex 75 kosteneffiziente Strategien für energetische Sanierungen entwickelt. Bei den vorgestellten Strategien handelt es sich um jene, die sich in den Fallstudien und den Berechnungen für allgemeine Bezirke als kosteneffizient erwiesen haben. Auf der Grundlage der Ergebnisse der Berechnungen werden Empfehlungen auf allgemeiner Ebene formuliert. Im Allgemeinen basieren die Methodik des IEA EBC Annex 75 und die entwickelten Strategien auf dem Konzept, dass zuerst Energieeffizienzmaßnahmen durchgeführt werden, damit



das Wärmeversorgungssystem auf der Grundlage des erwarteten künftigen Bedarfs dimensioniert und ausgelegt werden kann. Dies ist wichtig, da der Bedarf (sowohl hinsichtlich der Menge als auch des Temperaturniveaus) die Auslegung und die Kosten des Energieversorgungssystems beeinflusst. In der Praxis werden die Maßnahmen jedoch oft umgekehrt geplant und ausgeführt, was eine Herausforderung für eine kosteneffiziente energetische Sanierung im Quartiersmaßstab darstellt.

Im Rahmen von IEA EBC Annex 75 wurden Geschäftsmodelle zur Unterstützung der Entwicklung der Nachfrage und/oder des Angebots von energieeffizienten Gebäudesanierungen und/oder Lösungen für erneuerbare Energien in den Bezirken ermittelt, die auf verschiedene Arten von Akteuren ausgerichtet sind. Die Ergebnisse zeigen, dass ein Energie-Masterplan als Leitfaden für potenzielle neue Geschäftsmodelle dienen kann. Er deckt viele Jahre an Maßnahmen zur Steigerung der Effizienz, Belastbarkeit und Zuverlässigkeit ab und liefert den Umfang, den Zeitplan und die Sicherheit für Projekte, die entweder direkt oder über eine Drittfinanzierungsstelle finanziert werden. Es ist wichtig, Energiemasterpläne mit Quartierssanierungsplänen zu kombinieren, um Sanierungs- und Energiemaßnahmen miteinander zu verbinden und den Dialog zwischen den jeweiligen Akteuren zu unterstützen. Politische Instrumente können neue Geschäftsmodelle anregen, die die Dekarbonisierung des Gebäudebestands unterstützen. Es ist jedoch auch wichtig, die lokale Situation individuell zu analysieren, da der Prozess des Aufbaus effizienter und nachhaltiger Gemeinden eine sorgfältige Koordinierung zwischen den Akteuren, einschließlich Masterplaner:innen, Energieplaner:innen und Gebäudeplaner:innen, erfordert. Im Rahmen des IEA EBC Annex 75 wurden politische Instrumente für eine kosteneffiziente Gebäudesanierung auf Stadtteilebene umfassend analysiert. Dabei zeigte sich, dass politische Instrumente von vielen Arten von Akteuren als nützlich für die Beschleunigung der Energiewende angesehen werden, auch wenn noch Anstrengungen unternommen werden müssen, um sie lokal, sozial und wirtschaftlich attraktiv zu machen. Das Spektrum der kommunalen Maßnahmen zur energetischen Quartierssanierung reicht von der Umsetzung politischer Maßnahmen auf Quartiersebene über die Förderung des Dialogs mit den Akteuren bis hin zu Stadtplanungsprozessen und anderen Handlungsfeldern. Mehrere Wege zur Planung und Umsetzung von Maßnahmen auf Stadtteilebene sind die Regel.

Darüber hinaus deuten die Ergebnisse darauf hin, dass die kommunale Ebene für die Bemühungen auf Stadtteilebene von großer Bedeutung ist, da kleine und mittelgroße Städte das größte Potenzial für die Reduzierung von Treibhausgasen durch Sanierungsmaßnahmen auf Stadtteilebene darstellen. IEA EBC Annex 75 fasst die wichtigsten Aspekte auf kommunaler Ebene unter dem Aspekt der Rolle der Stadt zusammen: die Kommune als Energieerzeuger und -lieferant, die Kommune als Finanzierungsvermittler, die Kommune als Regulierungsbehörde und die Kommune als Motivator für Sanierungsprojekte. Das zeigt, dass die Kommune eine Schlüsselrolle bei der energetischen Quartierssanierung spielt und verschiedene Rollen als integrierender Vermittler und Koordinator innehat: als Initiator, Entscheidungsträger und Vorbild. Den Kommunen steht eine Reihe von Instrumenten zur Verfügung. Ihre Wirkung hängt in hohem Maße vom ordnungspolitischen und rechtlichen Rahmen ab, und sie wirken entweder auf Stadt-, Stadtteil- oder Projektebene. Die Kommunen müssen herausfinden, wie sie die vorhandenen Instrumente für Sanierungen auf Stadtteilebene nutzen, wie sie sie weiterentwickeln und wann sie sie einsetzen können.

Für die erfolgreiche Umsetzung von Energiestrategien in Stadtteilen sind die Einbindung der Akteure und die Beteiligung der Betroffenen unerlässlich. Der Stakeholder-Dialog zur energetischen Sanierung auf Quartiersebene muss auf einer klaren Vision der lokalen Energie- und Klimaziele basieren. Die Einbindung unterschiedlicher und interessierter Parteien in einen Energie- und

Stadtplanungsprozess kann eine organisatorische Herausforderung darstellen, bietet aber wesentliche Vorteile für eine erfolgreiche Umsetzung. Die Entwicklung einer praktikablen Strategie zur Einbindung von Interessengruppen in die Projektentwicklung sollte daher als grundlegender Bestandteil des gesamten Planungsprozesses angesehen werden. Den Gemeinden kommt bei der Kommunikation mit den verschiedenen Interessengruppen eine wesentliche Rolle zu.

Es ist wichtig, Investoren und Entscheidungsträger zu mobilisieren, um Energieeffizienzmaßnahmen und erneuerbare Energien in die Bezirke zu bringen, da sie die Investitionsentscheidungen für energetische Sanierungen treffen und daher Schlüsselakteure für die Akzeptanz und Umsetzung von Strategien und Sanierungsmaßnahmen sind. Allerdings sind sie auch eine sehr unterschiedliche Zielgruppe. Welche Maßnahmen geeignet sind, sie anzusprechen, hängt sehr stark von der jeweiligen Wohnungsmarktstruktur und den Rahmenbedingungen des jeweiligen Landes, der Region und des Stadtteils ab. Die Ergebnisse der Untersuchung zeigen, dass kommunale Entscheidungsträger eine effektive und nutzerfreundliche Beratungslandschaft unterstützen können, die die Sanierungsaktivität indirekt durch die Bereitstellung von Entscheidungsgrundlagen für Investitionen durch strategische langfristige Energieplanung und direkt durch Bewusstseinsbildung, Information und Vernetzung der Akteure ankurbelt. Sie könnten grundlegende Informationen bereitstellen, sich an einer niedrigschwelligen Mobilisierung beteiligen, die Entwicklung von Netzwerkiniciativen unterstützen und einen nutzerfreundlichen Sanierungsprozess verknüpfen.

Politische Entscheidungsträger auf höherer Ebene sollten dazu beitragen, ein günstiges Umfeld für den integrierten Ansatz und die Ausweitung der energetischen Sanierung auf die Stadtteilebene zu schaffen und Energieeffizienzmaßnahmen mit der Versorgung mit erneuerbaren Energien zu kombinieren. Obwohl der integrierte und stadtteilorientierte Ansatz zur energetischen Sanierung auf lokaler Ebene gestaltet und umgesetzt wird, können übergeordnete Ebenen durch die Festlegung von Agenden, die Bereitstellung von Finanzmitteln und die Schaffung eines geeigneten Rechtsrahmens Maßnahmen anstoßen. Politische Entscheidungsträger auf höherer Ebene müssen mit lokalen Entscheidungsträgern zusammenarbeiten und sie im Sinne einer integrierten und vernetzten Multi-Level-Governance unterstützen, um auf unserem Weg zur Klimaneutralität voranzukommen.

Die Resultate aus dem internationalen Projekt sowie aus dem nationalen Projekt zeigen, dass ein koordinierter Ablauf und Bewertung von Renovierungsmaßnahmen auf Gebäudeniveau bzw. Anwendung Erneuerbarer / Ausbau Fernwärme essentiell wichtig sind, um a) vorhandene Potentiale zu heben, b) Lock-In Szenarien zu vermeiden und c) den maximalen Effekt für die Gesellschaft vs. Einzelperson bei einem bestimmten Ressourceneinsatz zu erzielen. Gerade in der aktuellen Situation sind daher konzertierte Maßnahmen notwendig, um schnell und effektiv einen großen Fortschritt zu machen. Während auf Technologieebene bereits viele ausgereifte Technologien bestehen, ist auf der Planungsebene (auch (energie-)raumplanerischen), der rechtlichen und der organisatorischen Ebene noch viel unklar bzw. im Umbruch. Hier bedarf es weiterer Entwicklungsprojekte, um geeignete Workflows etc. zu erstellen und sie in Demonstrationsprojekte zu testen und zu verbessern. AEE INTEC setzt diese Erkenntnisse und Ideen nunmehr bereits ein u.a. in verschiedenen Projekten wie GEL-SEP II (zusammen mit dem SIR), ThermaFLEX (zusammen mit SIR und AIT, unlängst abgeschlossen), BM Retrofit (startend Q1/2023, zusammen mit AIT). Die aus diesen nationalen Kenntnissen sollen nach Möglichkeit wieder im Rahmen von weiteren IEA-Aktivitäten international disseminiert werden bzw. durch dortigen Input ergänzt und erweitert.

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Karte der untersuchten Erfolgsbeispiele (Quelle: <a href="https://www.google.com/maps/d/u/0/viewer?mid=1h_MX_Eo2jdyt175NcxqrKyeMGjI9pWxw&amp;ll=48.334415427849464%2C3.969789539404278&amp;z=5">https://www.google.com/maps/d/u/0/viewer?mid=1h_MX_Eo2jdyt175NcxqrKyeMGjI9pWxw&amp;ll=48.334415427849464%2C3.969789539404278&amp;z=5</a> ).....	19
Abbildung 2: Luftbildaufnahme der österreichischen generischen Siedlung (Quelle: Land Steiermark // GIS-Steiermark) .....	23
Abbildung 3: Ergebnisse des Referenzheizungssystems (Erdgas) .....	24
Abbildung 4: Ergebnisse des Heizungssystems „dezentral - Luft-Wasser-Wärmepumpe“ .....	25
Abbildung 5: Ergebnisse des Heizungssystems „zentral – Fernwärme“ .....	25
Abbildung 6: Vergleich der Ergebnisse für die vier untersuchten Heizungssysteme.....	25
Abbildung 7: Luftbild der österreichischen Fallstudie (Quelle: maps.google.com mit eigener Bearbeitung).....	27
Abbildung 8: Ergebnisse des Referenzheizungssystems (Erdgas) .....	29
Abbildung 9: Ergebnisse des Heizungssystems „dezentral – Luft-Wasser-Wärmepumpe“.....	29
Abbildung 11: Ergebnisse des Heizungssystems „dezentral – Pellets“ .....	30
Abbildung 12: Vergleich der Ergebnisse für die vier untersuchten Heizungssysteme.....	30

**Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie,  
Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)**

Radetzkystraße 2, 1030 Wien

[bmk.gv.at](https://www.bmk.gv.at)