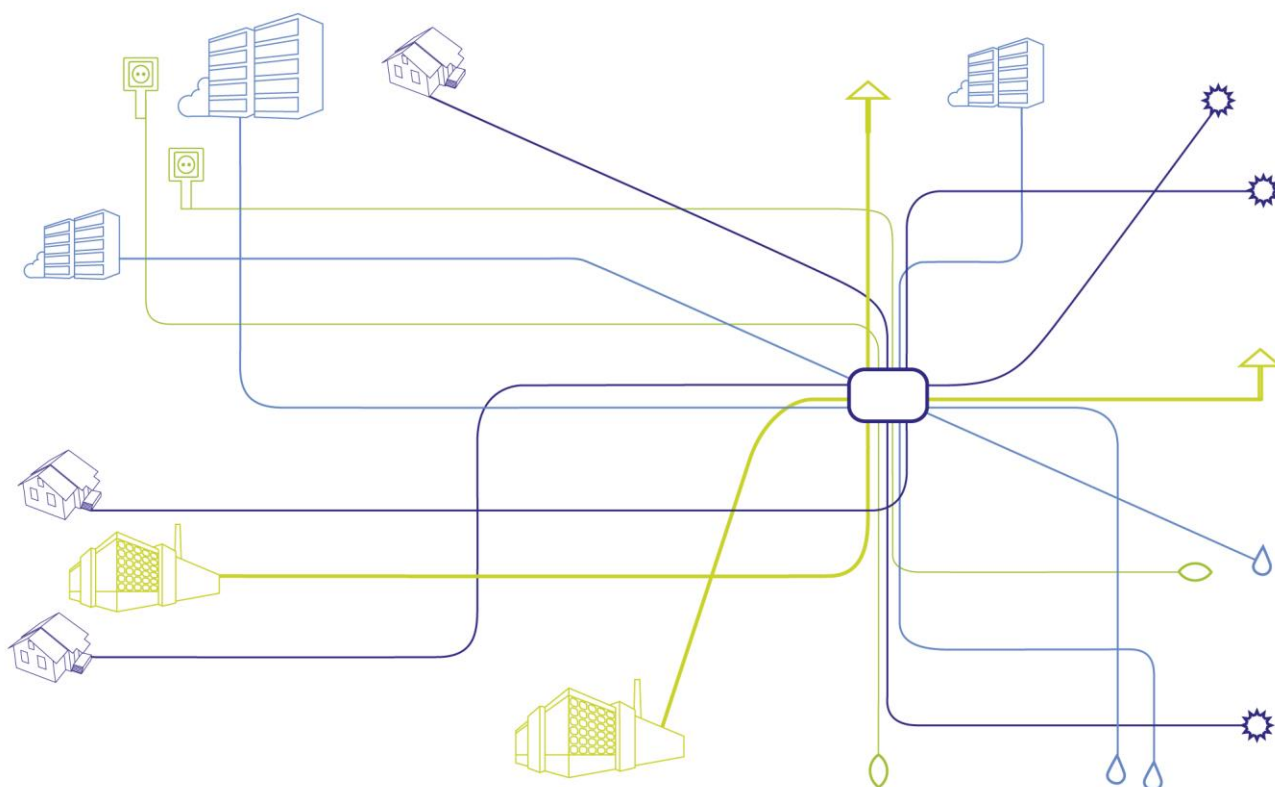




STELA

Smart Tower Enhancement Leoben Austria



VORWORT

Die Publikationsreihe **BLUE GLOBE REPORT** macht die Kompetenz und Vielfalt, mit der die österreichische Industrie und Forschung für die Lösung der zentralen Zukunftsaufgaben arbeiten, sichtbar. Strategie des Klima- und Energiefonds ist, mit langfristig ausgerichteten Förderprogrammen gezielt Impulse zu setzen. Impulse, die heimischen Unternehmen und Institutionen im internationalen Wettbewerb eine ausgezeichnete Ausgangsposition verschaffen.

Jährlich stehen dem Klima- und Energiefonds bis zu 150 Mio. Euro für die Förderung von nachhaltigen Energie- und Verkehrsprojekten im Sinne des Klimaschutzes zur Verfügung. Mit diesem Geld unterstützt der Klima- und Energiefonds Ideen, Konzepte und Projekte in den Bereichen Forschung, Mobilität und Marktdurchdringung.

Mit dem **BLUE GLOBE REPORT** informiert der Klima- und Energiefonds über Projektergebnisse und unterstützt so die Anwendungen von Innovation in der Praxis. Neben technologischen Innovationen im Energie- und Verkehrsbereich werden gesellschaftliche Fragestellung und wissenschaftliche Grundlagen für politische Planungsprozesse präsentiert.

Der **BLUE GLOBE REPORT** wird der interessierten Öffentlichkeit über die Homepages www.klimafonds.gv.at sowie www.smartcities.at zugänglich gemacht und lädt zur kritischen Diskussion ein.

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus dem Forschungs- und Technologieprogramm „**Smart Cities – FIT for SET 3. Ausschreibung**“. Die Vision des Klima- und Energiefonds für die Smart-Cities-Initiative mit ihren jährlichen Ausschreibungen ist die erstmalige Umsetzung einer „Smart City“ oder einer „Smart Urban Region“, in der technische und soziale Innovationen intelligent eingesetzt und kombiniert werden, um die Lebensqualität künftiger Generationen zu erhalten bzw. zu optimieren. Ein Stadtteil bzw. -quartier, eine Siedlung oder eine urbane Region in Österreich soll durch den Einsatz intelligenter grüner Technologien zu einer „Zero Emission City“ oder „Zero Emission Urban Region“ werden.

Smarte Stadtentwicklung erfordert intelligente, vernetzte und integrierte Lösungen. Mittelfristig werden **groß angelegte, sichtbare Demonstrationsprojekte** in ganz Österreich angestrebt, die sowohl Maßnahmenbündel **im Bestand** („Retrofit“), als auch **im Neubau** umfassen. Die mehrjährige Smart-Cities-Initiative des Klima- und

Energiefonds ist strategisch klar auf **Umsetzungen** ausgerichtet:
Entsprechend sind insbesondere Technologieentwicklungen essentiell, die die **Interaktion und Vernetzung zwischen einzelnen technischen Systemen** ermöglichen.
Auf die **thematische Offenheit hinsichtlich der Wahl der Technologien** (beispielsweise für die Energieaufbringung, für Effizienz, Speicherung, Kommunikation, Mobilität etc.) wird dabei Wert gelegt.

Neue Konzepte sozialer Innovation sollen in den Projekten dazu genutzt werden, um alle relevanten Akteure mit ihren unterschiedlichen Interessen und Kompetenzen in den Transformationsprozess einzubinden und z.B. als Testgruppen zu integrieren.

A handwritten signature in black ink that reads 'Theresia Vogel'.

Theresia Vogel
Geschäftsführerin, Klima- und
Energiefonds

A handwritten signature in black ink that reads 'Ingmar Höbarth'.

Ingmar Höbarth
Geschäftsführer, Klima- und Energiefonds

PUBLIZIERBARER ENDBERICHT

A. Projektdetails

Kurztitel:	STELA
Langtitel:	Smart Tower Enhancement Leoben Austria
Programm:	Smart Cities – FIT for SET 3. Ausschreibung
Dauer:	01.01.2014 bis 31.12.2017
KoordinatorIn/ ProjekteinreicherIn:	Stadtgemeinde Leoben
Kontaktperson - Name:	DI Heimo Berghold
Kontaktperson – Adresse:	Erzherzog Johann-Straße 2, 8700 Leoben
Kontaktperson – Telefon:	+43 3842 4062-251
Kontaktperson – E-Mail:	baudirektor@leoben.at
Projekt- und KooperationspartnerIn (inkl. Bundesland):	<p>Stadtgemeinde Leoben - Konsortialführung (Steiermark)</p> <p>IBO - Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie GmbH (Wien)</p> <p>Montanuniversität Leoben - Lehrstuhl für Thermoprozesstechnik, Lehrstuhl für Wirtschafts- und Betriebswissenschaften, Ausseninstitut (Steiermark)</p> <p>Technische Universität Graz – Institut für Gebäudelehre (Steiermark)</p> <p>Technische Universität Graz – Institut für Tragwerksentwurf (Steiermark)</p> <p>Energie Steiermark AG (Steiermark)</p> <p>NEXT Vertriebs- und Handels GmbH (Steiermark)</p> <p>Sammer & Partner ZT-GmbH (Steiermark)</p> <p>Gangoly & Kristiner ZT-GmbH (Steiermark)</p> <p>Vatter & Partner ZT-GmbH (Steiermark)</p> <p>Norbert Rabl ZT-GmbH (Steiermark)</p> <p>neukühn OG (Wien)</p>
Projektwebsite:	www.sonneninsel-leoben.at
Schlagwörter (im Projekt bearbeitete Themen-/Technologiebereiche)	<input checked="" type="checkbox"/> Gebäude <input type="checkbox"/> Energienetze <input type="checkbox"/> andere kommunale Ver- und Entsorgungssysteme <input checked="" type="checkbox"/> Mobilität <input checked="" type="checkbox"/> Kommunikation und Information <input checked="" type="checkbox"/> System „Stadt“ bzw. „urbane Region“

Projektgesamtkosten genehmigt:	1.727.475 €
Fördersumme genehmigt:	950.900 €
Klimafonds-Nr.:	KR12SE3K01539
Erstellt am:	30.12.2017 (zuletzt überarbeitet am 09.04.2018)

Diese Projektbeschreibung wurde von der Fördernehmerin/dem Fördernehmer erstellt. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität der Inhalte übernimmt der Klima- und Energiefonds keine Haftung.

B. Projektbeschreibung

B.1 Kurzfassung

Ausgangssituation / Motivation:	<p>Zentrumsnahe verdichtete Siedlungsformen schonen Ressourcen und verringern die Belastung der Umwelt. Im Zusammenhang mit einer Aufwertung von bestehenden Gebäuden können Grundlagen für vernünftige Planungen geschaffen werden die sowohl die Verschwendung von Ressourcen eindämmen als auch eine Abkehr vom ungezügelten Landverbrauch bedeuten.</p> <p>Das Projekt STELA: Smart Tower Enhancement Leoben Austria beschäftigt sich dazu mit in den 70er Jahren konzipierten Wohnquartieren. Der Fokus des Projekts liegt dabei auf den Möglichkeiten der Transformation und Modernisierung des Gebäudebestandes unter Berücksichtigung zukunftsweisender Mobilitätskonzepte und einer integrativen Betrachtung des Energiesystems.</p>
Bearbeitete Themen-/ Technologiebereiche:	<p>Stadt – Quartier – Gebäude, Mobilität, Energienetze, Kommunikation und Information</p>
Inhalte und Zielsetzungen:	<p>Das Projekt verfolgt einen integrativen Ansatz zur Sanierung und gleichzeitigen Aufwertung von bestehenden Wohngebäuden am Beispiel eines Quartiers in Leoben - Judendorf.</p> <p>Das Ziel des Forschungsprojektes STELA sieht vor, bereits vorhandene Strukturen so zu adaptieren, dass diese an neuer Attraktivität gewinnen. Im besten Fall kann so eine Wohn- und Aufenthaltsqualität geboten werden, die auch in Konkurrenz zu Einfamilienhäusern treten kann – der nach wie vor immer noch beliebteste Wohnform der Österreicherinnen und Österreicher.¹</p>
Methodische Vorgehensweise:	<p>Der Innovationsgehalt des Projekts liegt in der ganzheitlichen Betrachtung der Problemstellung. Das Projekt ermöglicht – ausgehend von der Notwendigkeit einer thermischen Sanierung – für die Stadtentwicklung relevante Fragestellungen zu bearbeiten. Es wird dabei eine Kombination bestehender Einzelsysteme angewandt und unter Verwendung innovativer Elemente ein neuartiger Umgang mit dem Gebäudebestand etabliert.</p>

¹40 % der im Jahr 2009 in Österreich (ohne Wien) neu errichteten Wohneinheiten entfallen auf die Kategorie Einfamilienhäuser (Quelle: Statistik Austria)

	<p>Um der ganzheitlichen Betrachtung der Problemstellung gerecht zu werden, wurden neben den Projektschwerpunkten (Quartier/Gebäude, Mobilität, Energiesysteme, Kommunikation) auch unterschiedliche Maßstäbe zur Betrachtung definiert. Die Untersuchung beschäftigt sich dazu in drei Maßstabsebenen mit dem konkreten Gebäude, dem direkt angrenzenden Quartier, sowie deren Auswirkungen auf die Stadtregion.</p>
<p>Ergebnisse und Schlussfolgerungen:</p>	<p>Ziel des Projekts war es, die Adaptionfähigkeit eines spezifischen Gebäudebestands unter Berücksichtigung der aktuellen Bewohnerinnen und Bewohner sowie der rechtlichen Randbedingungen in der Praxis zu testen. Neben der ökologischen Ertüchtigung stand vor allem die Verbesserung der Aufenthalts- und Wohnqualität im Vordergrund.</p> <p>Grundprinzip der hier beschrieben und erforschten Gebäudesanierung ist das Umhüllen des Gebäudes mit einer begeh- und benutzbaren Pufferzone. Die wärmedämmende Wirkung wird dabei durch die thermische Wirkung der Luftschicht zwischen neuer und bestehender Fassade erzielt. Mit dieser Pufferzone, die je nach Witterung geöffnet oder geschlossen werden kann, ist eine Reduktion des Heizwärmebedarfs im gleichen Maße möglich wie mit einer herkömmlichen Sanierung mit Wärmedämmverbundsystemen. Neben den ökologischen Vorteilen dieses Konzepts ist der zusätzlich gestaltbare Lebensbereich ein weiterer Gewinn, der auch essentiell zur Steigerung der Lebensqualität der Bewohnerinnen und Bewohner in den bestehenden Wohngebäuden beitragen kann. Die neue Fassade fungiert zusätzlich als Träger von Photovoltaikmodulen. Der daraus erzeugte Strom ist Teil eines ganzheitlichen Energiekonzepts und dient auch der Versorgung des integrierten e-Mobilitäts-Angebots.</p> <p>Im Sommer 2017 konnte im Zuge des Forschungsprojektes eine Demonstrationsanlage als Anschauungsobjekt der erforschten und entwickelten Methode für eine Wohnung im Projektgebiet Judendorf – Leoben umgesetzt werden. Diese Vorzeige-Pufferzone umfasst 30m², die der angrenzenden Wohnung als erweiterter Aufenthaltsbereich zur Verfügung steht, und veranschaulicht die räumlichen Vorteile der Sanierungsmethode. Mit diesem Demonstrationsbau konnten sämtliche technischen Details sowie das Konstruktionsprinzip und dessen Umsetzung (Bauablauf mit einer parallelen</p>

	<p>Bewohnbarkeit der Wohnungen) an sich im Maßstab 1:1 überprüfen werden. Ebenfalls konnten essentielle Rückschlüsse auf die tatsächlichen raumklimatischen Verhältnisse in der Pufferzone gewonnen werden bzw. das effektive Nutzerverhalten der Mieterinnen und Mieter unter realen Bedingungen getestet werden.</p>
<p>Ausblick:</p>	<p>Das Projekt STELA – Smart Tower Enhancement Leoben Austria setzt relevante Impulse sowohl in der Forschung wie auch für relevante Stakeholder in Bereichen der Raumplanung, Stadtentwicklung sowie des Wohnbaus bzw. der Wohnhaussanierung. Als eine neuartige Sanierungsmethode, die sowohl ökologische wie auch ökologische Ansprüche erfüllt und zudem erheblich zur Steigerung der Lebensqualität und somit zur Aufwertung ganzer Quartiere beitragen kann, stellt sie eine attraktive Alternative zu herkömmlichen Sanierungsmethoden dar. Die zahlreichen Gebäude - die in den nächsten Jahren für Sanierungen in Frage kommen - sind daher Ziele der Multiplikation des Systems und Möglichkeit die STELA-Methode im größeren Maßstab umzusetzen.</p>

B.2 English Abstract

Initial situation / motivation:	<p>Dense residential settlements close to city centres not only conserve resources, they also reduce the negative impacts on the environment. Within the context of renovating of existing buildings, principles for sensible planning can be created that both curb the waste of resources and renounce rampant land consumption.</p> <p>The STELA project: Smart Tower Enhancement Leoben Austria is working with a residential development, which was designed in the 1970's. The main focus of the project is on the possibilities for transformation and modernisation taking modern mobility and integrative energy concepts into account.</p>
Thematic content / technology areas covered:	<p>Buildings; Energy networks; Mobility; Communication and information; City and urban region system</p>
Contents and objectives:	<p>This project follows an integrative approach to refurbish and simultaneously improve the existing buildings using the example of a residential district in Leoben-Judendorf.</p> <p>The aim of the STELA research project is to adapt the existing buildings in a way that they become more attractive. In the best case, a living quality can be achieved that can compete with the classic single-family house – which is still the most popular form of housing in Austria.²</p>
Methods:	<p>The innovative content of the project lies in looking at the problem in its entirety. The project made it possible to deal with relevant urban development questions due to a necessary thermal refurbishment. A combination of different individual systems is used, and along with innovative elements, a new method of dealing with existing buildings established.</p> <p>In order to view the problem correctly and in its entirety, the investigation focused beside priority issues such as buildings, mobility, energy and communication on three different scales; the building itself, the surrounding neighbourhood and the effects on the surrounding region.</p>
Results:	<p>The aim of the project was to test the adaptability of a specific building system taking into account the inhabitants as well as the</p>

² 40 % of all newly built housing units in Austria (without Vienna) in 2009 fall in the category of single-family houses (source: Statistik Austria).

	<p>legal boundary conditions. In addition to the improvements in ecological aspects, it was important to achieve an improvement in the living and accommodation quality.</p> <p>The basic principle of the renovation researched here was to envelop the building with an accessible and inhabitable buffer zone. Due to the layer of air trapped between the old and new facades, a thermal insulation is achieved. The buffer zone, which can be opened and closed depending on the outdoor weather conditions, reduces the heating demand in the same effect as a standard renovation using a thermal insulation system. Besides the positive ecological effects of this concept, the additional inhabitable space is also an advantage. This can play an essential role in improving the quality of life for the inhabitants of residential buildings. The new façade also behaves as the load bearing construction for solar panels. The power generated by these modules is included in the energy concept for the entire building and can be also used to supply E-Mobility services.</p> <p>In the summer of 2017, a demonstration module was constructed as part of the research project. This was used to test the methods that had been developed and researched for one apartment in the project neighbourhood Judendorf – Leoben. The spatial buffer zone is 30m² large and connected onto one apartment on the ground floor. It is used as extra inhabitable space. It shows the special advantages of the renovation method. By constructing the demonstration module, it was possible to show and test nearly all technical details as well as the construction method and their implementation itself on a 1:1 scale. Also conclusions about the special advantages of the buffer zone could be met. Additionally, the inhabitants effective use of the space under real conditions could be observed.</p>
<p>Outlook / suggestions for future research:</p>	<p>The project STELA - Smart Tower Enhancement Leoben Austria sets relevant impulses both in research as well as for possible stakeholders in areas of spatial planning, urban development, residential construction and renovation. This is a novel redevelopment method that meets both ecological and environmental requirements. It can significantly improve the quality of life and thus enhance the value of entire neighbourhood. It represents an attractive alternative to conventional renovation methods. The numerous buildings, which will be refurbished over the next few years, are perfect examples where the system can be implemented and provide a possibility to use the STELA methods on a large scale.</p>

Inhaltsverzeichnis

B.3	Einleitung	9
B.3.1	Aufgabenstellung	9
B.3.2	Schwerpunkte des Projektes.....	11
B.3.3	Aufbau der Arbeit.....	13
B.4	Hintergrundinformationen zum Projektinhalt.....	16
B.4.1	Stand der Technik.....	16
B.4.2	Beschreibung der Vorarbeiten.....	18
B.4.3	Innovationsgehalt	19
B.4.4	Methode	20
B.4.5	Beschreibung der Vorgehensweise	22
B.5	Ergebnisse des Projekts	24
B.5.1	STELA Quartier – Siedlungsstruktur & Gebäudebestand	24
B.5.2	STELA Quartier – Katalog der Möglichkeiten	28
B.5.3	Smart Tower – Pufferzone (Entwicklung)	36
B.5.4	Smart Tower – Pufferzone (Demonstrationsmodul)	46
B.5.5	Smart Tower – Pufferzone (Technische Simulation und Evaluierung)	54
B.5.6	Gesamtenergetische Betrachtung der Sanierungsmethode	69
B.5.7	Volkswirtschaftliche Betrachtung und Lebenszykluskosten.....	76
B.5.8	Innovatives Mobilitätskonzept / E-Lobby	86
B.5.9	Partizipation und Kommunikation.....	97
B.6	Erreichung der Programmziele	110
B.6.1	Einpassung in das Programm.....	110
B.6.2	Einbeziehung der Zielgruppen	110
B.6.3	Beschreibung der Umsetzungs-Potenziale	112
B.7	Schlussfolgerungen zu den Projektergebnissen, Ausblick und Empfehlungen ...	114
C.	Literaturverzeichnis	116

B.3 Einleitung

B.3.1 Aufgabenstellung

Das Projekt STELA: Smart Tower Enhancement Leoben Austria beschäftigt sich mit in den 70er Jahren konzipierten Wohnquartieren am Beispiel einer Wohnanlage in Judendorf Leoben. Der Fokus dieses Projekts liegt auf den Möglichkeiten der Transformation des Gebäudebestandes unter Berücksichtigung zukunftsweisender Mobilitätskonzepte und der integrativen Betrachtung des Energiesystems.

Ökologischer und ökonomischer Hintergrund ist der Umstand, dass zentrumsnahe verdichtete Siedlungsformen Ressourcen schonen und die Belastung der Umwelt verringern. So haben Norma, Mac Lean und Kennedy dargestellt, dass einer niedrigen Dichte (57 Personen/ha) mit 8637 kg CO₂ Äquivalent/Jahr eine höhere Dichte (269 Personen/ha) mit 3341 kg CO₂ Äquivalent/Jahr gegenüberstehen.³

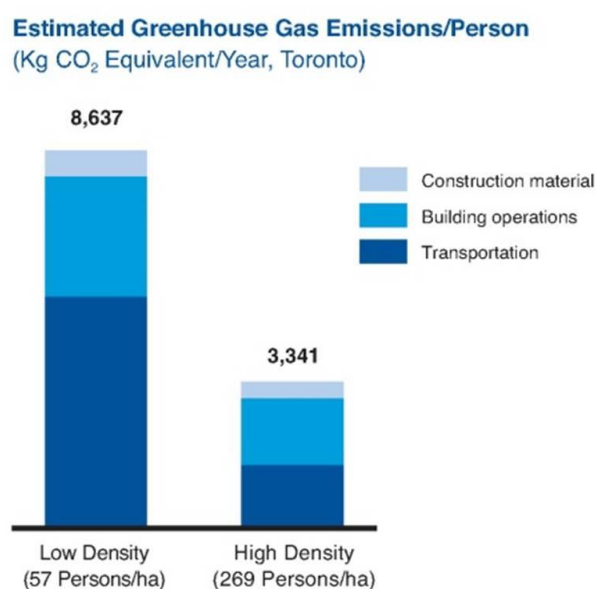


Abb. 1: Durchschnittlicher CO₂-Ausstoß pro Person in Gebieten mit geringer bzw. hoher Besiedlungsdichte.

Es besteht kein Zweifel, dass die Abkehr vom ungezügelter Landverbrauch und der Verschwendung von Ressourcen angesichts der Bedrohung durch klimatische Veränderungen, aber auch im Sinne eines steigenden Bewusstseins für nachhaltige Lebensweisen, Bedingungen vernünftiger Planungen darstellen müssen. Die Notwendigkeit, höher verdichtete Siedlungsformen zu forcieren, ist daher weithin akzeptiert und hat zu der Entwicklung von zahlreichen Konzepten wie bspw. der Compact City geführt, die sich in Entwicklungsprogrammen der UNO (Agenda 21) und der Europäischen Kommission (Green Paper of Urban Environment) wiederfinden. Wenn der Stopp des Landschaftsverbrauchs ernsthaft eingedämmt werden soll, müssen urbane Verdichtungsszenarien auf allen Maßstabsebenen diskutiert werden: Die Dichte von (unterschiedlichen) Infrastrukturen, höhere Bebauungsdichten, die Dichte von unterschiedlichen Nutzungen, die Dichte an Wohn- und

³ Aus: "Comparing High and Low Residential Density: Life-Cycle, Analysis of Energy Use and Greenhouse Gas Emissions, Jonathan Norman¹; Heather L. MacLean, M.ASCE²; and Christopher A. Kennedy³" *Journal of Urban Planning and Development*, März 2006

Arbeitsangeboten, die Dichte im Sinne der Entwicklung kompakter Gebäude- und Hüllformen bei energetischen Anforderungen, aber auch die Dichte als Frage nach den Grenzen sozialer Verträglichkeit, sobald Menschen zu eng "aufeinander" leben. In diesem Sinne besitzt quantitative Dichte immer auch einen qualitativen Aspekt, der als "atmosphärische Dichte" kompakter städtischer Formen für den Ausdruck einer urbanen Lebenswelt verantwortlich ist.

Das gegenständliche Zielgebiet verfügt mit einer gegenwärtigen Bevölkerungsdichte von ca.13.000 EW/km² über einen mit kompakten Städten vergleichbaren Wert (Barcelona: 15991 EW/km²) und übertrifft damit um ein Vielfaches suburbane Siedlungsformen (Los Angeles: 330,1 EW/km²).⁴

Das Leben in mehrgeschossigen Gebäuden wird jedoch nur akzeptiert, wenn die Wohn- und Aufenthaltsqualität in Konkurrenz mit Einfamilienhäusern treten kann. Wie durch aktuelle Studien bestätigt wird, wünschen sich 66 Prozent der Österreicher ein Einfamilienhaus im Eigentum. Eine Mietwohnung erscheint nur für 7 Prozent der Befragten attraktiv.⁵ Einen noch höheren Stellenwert nimmt der Wunsch nach einem dem Wohnraum zugeordneten Freibereich ein. So wünschen sich 97 % der Befragten Balkon, Loggia oder Terrasse.⁶

Diese Wünsche werden von einem Großteil des Gebäudebestandes im untersuchten Projektgebiet nur sehr eingeschränkt erfüllt. So sind die der Wohnung zugeordneten Freibereiche meist nur gering dimensioniert und der öffentliche Bereich zwischen den Gebäuden dient als „Abstandsgrün“ ohne dezidierte Nutzbarkeit für die Bewohnerinnen und Bewohner. Zudem kommt, dass ein großer Anteil der zur Verfügung stehenden Flächen vornehmlich für Parkierung verwendet wird.

Ein weiterer wesentlicher Aspekt ist, dass aus stadtplanerischer Sicht das Wohnangebot die gewünschten Lebensstilkonzepte unserer Gesellschaft bedienen sollte und somit eine ausgewogene Durchmischung der Benutzergruppen unter Berücksichtigung der demographischen Entwicklungen ermöglicht wird.

⁴ Siehe Dense Cities Themenpapier des Instituts für Gebäudelehre. www.densecities.tugraz.at/wp-content/uploads/2011/02/Broschüre-Workshop-Dense-Cities.pdf

⁵ So wohnt Österreich 2013, Trendstudie der Integral Markt- und Meinungsforschung befragte im 4. Quartal 2012, bevölkerungsrepräsentativ 1.000 Österreicher und Österreicherinnen zwischen 18 und 65 Jahren in einer CAWI-Umfrage.

⁶ Siehe auch: Was ist so schön am Eigenheim. Ein Lebensstilkonzept des Wohnens, Berichte aus Energie- und Umweltforschung 17/2002, Graz

B.3.2 Schwerpunkte des Projektes

Grundlage für die Arbeiten sind die Zielsetzungen der 3. Ausschreibung des Österreichischen Klima- und Energiefonds zur Umsetzung von sichtbaren „Smart City“ Demonstrationsprojekten, in denen bestehende bzw. bereits weitgehend ausgereifte Technologien, Systeme und Prozesse zu interagierenden Gesamtsystemen integriert werden sollten.

Themenbereich Gebäude / Quartier

Die „smarte“ Stadt der Zukunft wird keine super-effiziente Retortenstadt auf der grünen Wiese sein, sondern bedeutet vielmehr, die bestehenden Stadtstrukturen zu verdichten, Pendlerströme einzuschränken, weiter zu bauen, wo Verkehrsnetze bereits bestehen und leistungsfähig sind, und gleichzeitig Agrar- und Erholungslandschaften zu erhalten. Das Projekt STELA beschäftigt sich mit der Fragestellung, wie dichtere, städtischere und zugleich grünere Räume aussehen können. Es formuliert einen Ansatz, wie sich nachhaltige Alternativen zum Einfamilienhaus am Stadtrand denken lassen.

Wesentlich für das Projekt STELA ist die Betrachtung von Einzelgebäuden in einem urbanistischen Zusammenhang. Das Gebäude wird bezüglich seiner Rolle in einem konkreten Umfeld – dem Quartier – betrachtet. Für die Umsetzung von nachhaltigen Entwicklungen bietet sich die Betrachtung von Quartieren als räumliche Einheit geradezu an: Im Quartier als Bindeglied zwischen der Gemeinde als Ganzes und den einzelnen Gebäuden manifestieren sich sämtliche Bedürfnisse eines Gemeinwesens und seiner Bewohnerinnen und Bewohner. Ausgehend von der notwendigen energetischen Ertüchtigung der bestehenden Wohngebäude wird ein positiver Transformationsprozess der bestehenden Situation eingeleitet. Der vorgeschlagene Prozess kann als eine Form der nachhaltigen und sanften Stadtteilentwicklung unter größtmöglicher Schonung der Ressourcen Vorbildwirkung erzielen.

Sowohl der Erhalt von bestehender Bausubstanz als auch die energetische Ertüchtigung von Gebäuden sind zentrale Elemente eines nachhaltigen Umgangs mit den zur Verfügung stehenden Ressourcen. Mit dem bearbeiteten Gebäude wurde eine Typologie gewählt, die einerseits die gewünschten Kriterien nach zentrumsnaher Lage und hoher Dichte erfüllt. Andererseits stellt dieser Gebäudetyp einen relevanten Anteil des gesamten (mitteleuropäischen) Gebäudebestands dar. So dient dieses Demonstrationsprojekt einhergehend mit der ausführlichen Dokumentation des Bearbeitungsprozesses, der Umsetzung des Demonstrationsmoduls sowie dessen Evaluierung, als Ausgangspunkt um die angewendete und erforschte Methode auch über das Projektgebiet hinaus zu tragen.

Themenbereich Mobilität

Die Frage der Mobilität steht in unmittelbarem Zusammenhang mit der Lage eines Gebäudes und in Folge der zur Verfügung stehenden Infrastruktur. Die günstige Position des untersuchten Quartiers in unmittelbarer Nähe der fußläufig und per Fahrrad erreichbaren Innenstadt Leobens erlaubt es ein zukunftsweisendes Mobilitätskonzept zu entwickeln und dieses, eingebunden in den Rahmen des Demonstrationsprozesses, zu testen. Die Verringerung des motorisierten Individualverkehrs begleitet von einer effizienten und

attraktiven Implementierung von E-Mobilität in Form eines innovativen Car Sharing Modells steht dabei im Vordergrund. E-Mobilität kann so als besonders attraktive Alternative zu den herkömmlichen, auf fossilen Energieträgern basierende Mobilitätsformen etabliert werden und die Hemmschwelle für deren Benutzung auf ein Minimum reduziert werden. Durch ein ausgewogenes Angebot an verschiedenen E-Mobilitätsformen wird den unterschiedlichen Mobilitätsbedürfnissen der Nutzerinnen und Nutzer in adäquater Weise entsprochen. Nachhaltige Mobilität kann so zu einem Teil des Lebensstils werden.

Themenbereich Kommunikation und Information

Die Durchführung der Stakeholderprozesse mittels reproduzierbarer und gezielter IKT Maßnahmen ist ein wesentlicher Bestandteil der Smart City Idee.

Für die erfolgreiche Durchführung des Projekts STELA wurde eine umfassende Information sowie die Einbeziehung der betroffenen Bewohnerinnen und Bewohner wie auch eines erweiterten Kreis der Bevölkerung Leobens gestartet. Dazu war ein von Anfang an gut strukturierter und disziplinierter Dialog notwendig, der mittels innovativer Methoden der Bürgerbeteiligung betrieben wurde. Neben dem leicht zu bedienenden Webportal wurde vor allem viel Zeit und intensive Arbeit in die Kommunikation mit den Bewohnerinnen und Bewohnern vor Ort investiert. Erfahrenen SoziologInnen und MediatorInnen leiteten Workshops und Veranstaltungen sowie die über mehrere Monate für alle Interessierten offene Informationsbox. Im Verlauf des Projektes wurden Zielgruppen wie auch Kommunikation und Themen der Vermittlung zielgerichteter und spezifizierter. Die IKT Maßnahmen wurden dabei über die gesamte Projektdauer verfolgt und aufrechterhalten - die relevanten Stakeholder konnten so stets in die Prozesse eingebunden werden. Trotz der starken Einbindung der relevanten Akteurinnen und Akteure mit ihren unterschiedlichen Anliegen und Ansprüchen, war es jedoch nicht immer einfach in allen Ebenen die gewünschte Akzeptanz für die erarbeiteten Maßnahmen zu erlangen.

Themenbereich Energienetze

Der Anteil der Energie für Haushalte beansprucht in Österreich beinahe ein Drittel des gesamten Endenergieverbrauchs. Dies zeigt, wie eng die Energieproblematik mit dem Thema Gebäude verknüpft ist. Mit der vorgeschlagenen Sanierungsmethode wird versucht PV-Module ins System zu integrieren. Zudem wurde auch der Einsatz von Hybrid-Modulen in die Betrachtungen und Entwicklung miteinbezogen. Mit diesen Maßnahmen kann die Emission von CO₂ in die Atmosphäre deutlich verringert werden. Zur Beurteilung unterschiedlicher Energiekonzepte wurden rechtliche Rahmenbedingungen wie auch ökologische und ökonomische Kriterien betrachtet - um eine für diese Sanierungsmethode optimierte wie auch auf den spezifischen Gebäudebestand abgestimmte und tragfähige Lösungen zu entwickeln.

B.3.3 Aufbau der Arbeit

Um der ganzheitlichen Betrachtung der Problemstellung gerecht zu werden, wurden neben Projektschwerpunkten auch unterschiedliche Maßstäbe zur Betrachtung definiert. Die Untersuchung beschäftigt sich dabei in drei Maßstabsebenen mit dem konkreten Gebäude, dem direkt angrenzenden Quartier sowie deren Auswirkungen auf die Stadtregion.

SMART TOWER - Pufferzonen zur thermischen Gebäudesanierung

Grundprinzip der hier beschrieben und erforschten Gebäudesanierung ist das Umhüllen des Gebäudes mit einer begehbaren und benutzbaren Pufferzone. Die wärmedämmende Wirkung wird dabei durch die thermische Wirkung der Luftschicht zwischen neuer und bestehender Fassade erzielt. Mit dieser Pufferzone, die je nach Witterung geöffnet oder geschlossen werden kann, ist eine Reduktion des Heizwärmebedarfs im gleichen Maße möglich wie mit einer herkömmlichen Sanierung mit Wärmedämmverbundsystemen.

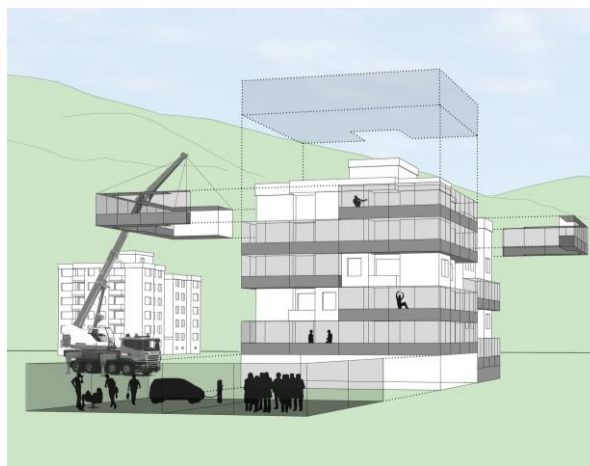


Abb. 2: Schema Transformation SMART Tower

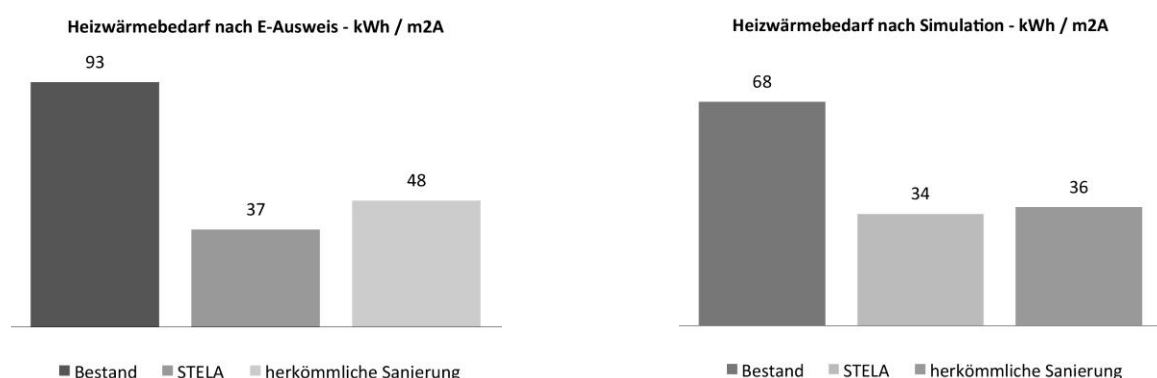


Abb. 3: Berechnung & Simulation Heizwärmebedarf – Vergleichswerte

Neben den ökologischen Vorteilen dieses Konzepts ist der zusätzlich gestaltbare Lebensbereich ein weiterer Gewinn, der auch essentiell zur Steigerung der Lebensqualität der Bewohnerinnen und Bewohner in den bestehenden Wohngebäuden beitragen kann. Die neue Fassade, die je nach Gebäudegeometrie unterschiedliche Distanzen zur Bestehenden aufweist, fungiert zusätzlich als Träger von Photovoltaikmodulen. Diese werden an den Brüstungen angebracht.

Der daraus erzeugte Strom ist Teil eines ganzheitlichen Energiekonzepts und deckt annähernd den Strombedarf des Hauses bzw. können Teile davon für ein integriertes E-Mobilitätangebot genutzt werden. Um die Forschungsergebnisse zu veranschaulichen, wurde im Jahr 2017 eine Demonstrationsanlage als Anschauungsobjekt für eine Wohnung im Projektgebiet Judendorf – Leoben umgesetzt.

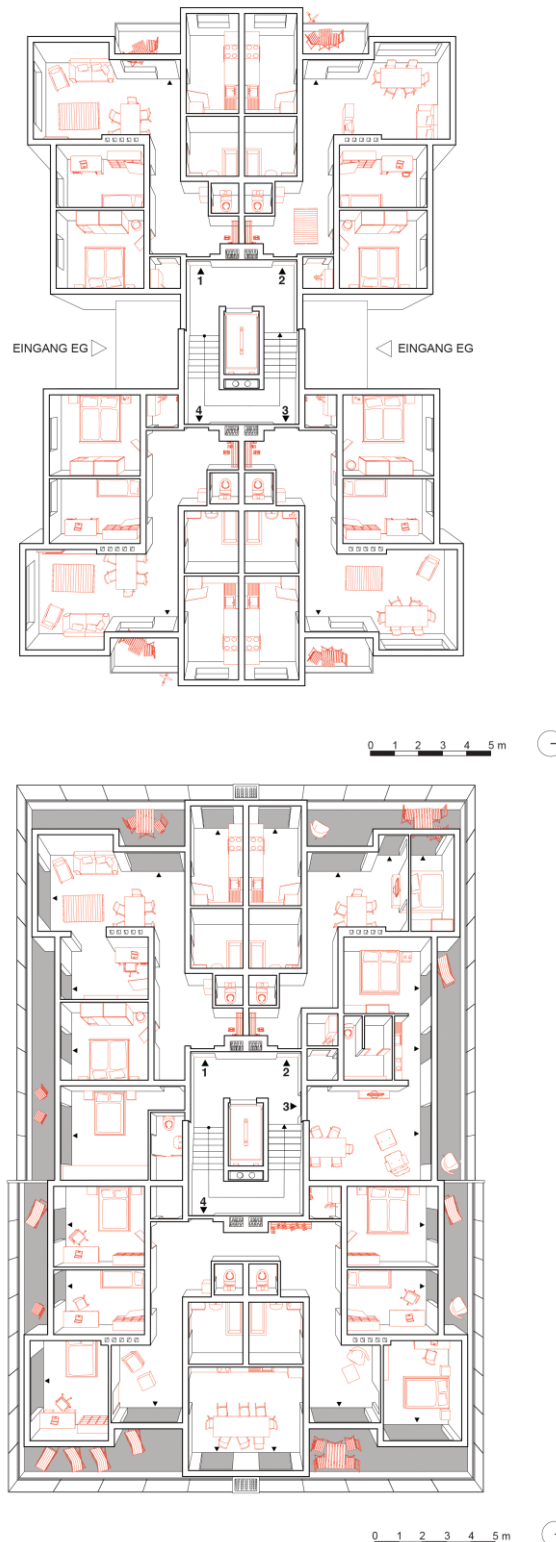


Abb. 4: Regelgrundriss Bestand (links), Sanierungsvariante mit Pufferzone und zusätzlicher Nutzfläche (rechts)

STELA Quartier

Anhand der vorgeschlagenen Transformationsmethode wird gezeigt, wie sich zentrumsnahe Quartiere modernisiert lassen. Den Ausgangspunkt bildet die Transformation eines Wohngebäudes zum SMART Tower. Um ein attraktives Wohnumfeld zu generieren, können so Anstöße und Ziele für zukünftige Entwicklungen formuliert werden, z.B. wie können Erdgeschosszonen und deren Nutzung überdacht werden oder wie kann man dem Auseinanderdriften von Wohnungsangebot und demographischer Entwicklung entgegenwirken. Zudem wurden komplett neue Mobilitätsstrategien für das Quartier sowie dessen unmittelbare Umgebung unter Einbeziehung und der möglichen Entwicklung der Freibereiche erarbeitet.



Abb. 5: Schaubild STELA Quartier (Zukunftsvision)

Die Stadtregion der Bezirkshauptstadt Leoben

Hier wurden räumliche und organisatorische Beziehungen zwischen der Halbinsel Judendorf, der Altstadt bzw. dem Zentrum Leobens, dem Aufschließungsgebiet im Osten Judendorfs sowie der unmittelbaren naturräumlichen Umgebung der Stadt Leoben untersucht und thematisiert. Zudem dient das STELA-Quartier als Case-Study für zukünftige Entwicklungen und Strategien im Umgang mit bestehenden Quartieren im Stadtgebiet von Leoben.



Abb. 6: STELA Quartier im Bezug zum Stadtzentrum bzw. Landschaftsraum.

B.4 Hintergrundinformationen zum Projektinhalt

B.4.1 Stand der Technik

Die im Projekt STELA beschriebene Vorgangsweise stellt in dieser Form eine Innovation ohne direktes Vorbild dar.

Im Gegensatz zu den meisten internationalen Projekten die sich einer vergleichbaren Thematik widmen, handelt es sich bei den Bestandsgebäuden in Leoben nicht um Plattenbauten in Großtafelbauweise mit vorgehängten Fassaden. Vielmehr wurde das konkrete Projekt in Ortbeton mit tragenden Fassaden ausgeführt.

Die Vorgangsweise im Zuge der Transformation von mehrgeschossigen Wohngebäuden ist dennoch vergleichbar.

Eine Vielzahl von Projekten diesbezüglich wurde nach 1989 in den neuen deutschen Bundesländern durchgeführt. Die wichtigsten Aspekte hierbei waren die Sanierung der mangelhaften bauphysikalischen Eigenschaften der Gebäude sowie auf Grund der demographischen Entwicklung vielfach der Rückbau bzw. Abbruch der Wohnanlagen. Die Verbesserung der Wohnsituation war ebenfalls Gegenstand der Betrachtungen, jedoch nicht in jenem im Projekt STELA beabsichtigten Umfang.

Die Fachbuchreihe "Sanierungsgrundlagen Plattenbau", herausgegeben vom Institut für Erhaltung und Modernisierung von Bauwerken, informiert über Planung und Durchführung von Instandsetzungs- und Modernisierungsmaßnahmen von Wohngebäuden in Block- und Plattenbauweise in den neuen Bundesländern und Berlin-Ost und fasst die diesbezüglichen Bestrebungen zusammen.⁷

Zur Deckung der enormen Nachfrage nach Wohnraum fokussierte man sich in den ehemaligen Ländern des Ostblocks in den letzten Jahren schwerpunktmäßig auf den Wohnungsneubau. Für den hohen Anteil sanierungsbedürftigen Wohnraums, etwa die Hälfte der drei Milliarden Quadratmeter Wohnfläche im Bestand Russlands (davon sind wiederum 93 Millionen qm baufällig), gibt es bislang keine geeigneten Modernisierungs- und Sanierungsstrategien. Eine vom Fraunhofer Informationszentrum Raum und Bau durchgeführte Untersuchung hat darauf abgezielt die bautechnische und finanzielle Machbarkeit einer Komplettmodernisierung und Instandsetzung eines im Privatbesitz befindlichen Mehrfamilienhauses in Plattenbauweise zu modellieren und einen ganzheitlichen, multiplizierbaren Sanierungsansatz zu entwickeln.⁸

⁷ *Sanierungsgrundlagen Plattenbau / hrsg. vom Institut für Erhaltung und Modernisierung von Bauwerken e.V. (IEMB). Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau, Stuttgart. - Stuttgart: IRB-verlag 1996*

⁸ *Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung -BBR-, Bonn (Herausgeber); Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung -BMVBS-, Berlin (Herausgeber); Konzeption zur Sanierung und Modernisierung eines Wohngebäudes in Plattenbauweise in St. Petersburg. Endbericht. Online Ressource, Höller, Knut; Schwart, Bernhard; Janicki, Thomas; Huster, Diana;*

In direkter Nachbarschaft zu Österreich wurde im Auftrag der Sektion des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit die grenzüberschreitende Zusammenarbeit zur Entwicklung von Strategien für die Sanierung von Plattenbauten in Brunn untersucht.⁹ Die große Standardisierung der Plattenbauten würde es erlauben, einmal erarbeitete Sanierungsstrategien in hohem Maße zu multiplizieren und damit kostengünstig mehrfach anzuwenden. Das Ziel dieses Projektes im engeren Sinn war daher die Planung und Begleitung der Sanierung des Plattenbaus ObIa 14 in Brno/Brunn (von der Bauaufnahme über die Sicherstellung der Finanzierung bis zur Mängelbehebung und zum Monitoring) auch unter Einsatz von zeitgemäßer Solartechnologie und deren anschließende Replizierung durch den Entwurf einer Schulungsstrategie für Baubeteiligte, sowie der Veröffentlichung der Ergebnisse.

Als Referenz für die Herangehensweise im Zuge des Projekts STELA kann die Transformation des "Housing Block – Paris 17°, Tour Bois le Prêtre" durch die französischen Architekturbüros Druot, Lacaton & Vassal¹⁰ betrachtet werden. Es handelt sich dabei um die Metamorphose eines Pariser Wohnhochhauses aus den 1960er Jahren, das, obwohl noch vollständig bewohnt, abgerissen werden sollte. Die Architekten unterzogen das Haus einer grundlegenden Sanierung, während derer die Mieter im Haus wohnen bleiben konnten. Mit vorgesetzten Wintergärten und Balkonen vergrößerten und verbesserten sie die Wohnungen – die Mieten blieben dennoch unverändert, die Energiekosten wurden verringert.

Eine weitere erwähnenswerte Initiative ist das Projekt: ReBLOCK - REviving high-rise Blocks for cohesive and green neighborhoods.¹¹ Dieses findet im Rahmen des europäischen URBACT Austausch- und Lernprogramms zur Förderung einer nachhaltigen Stadtentwicklung statt. Das Programm unterstützt Städte, gemeinsam Lösungen für städtische Herausforderungen zu erarbeiten und bekräftigt die Schlüsselrolle der Städte bei der Bewältigung wachsender komplexer und sozialer Veränderungen. ReBlock beschäftigt sich mit Wohnvierteln die von Hochhäusern geprägt werden. Es untersucht auf europäischer Ebene Verfahren um eine effiziente Regeneration dieser Viertel zu fördern und die Umweltattraktivität zu erhöhen. Einen Schwerpunkt bildet auch die Schaffung eines integrierten maßgeschneiderten Ansatzes zur Bekämpfung von Armut.

Eines der im Rahmen von ReBLOCK erfassten Projekte ist die typologische Sammlung „Sustaining Tower blocks“, welche von der Firma Price & Myers sustainability¹² in Zusammenarbeit mit weiteren Partnern erstellt wurde. Darin werden exemplarisch Möglichkeiten zur Sanierung von hohen Wohngebäuden erfasst und katalogisiert online zur Verfügung gestellt.

⁹ Österreich, Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit -BMWA-, Sektion V, Wohnbauforschung, Wien (Förderer); TU Graz, Institut für Wärmetechnik (Ausführende Stelle); Österreichische Energieverwertungsagentur -EVA-, Wien (Herausgeber); Grenzüberschreitende Zusammenarbeit zur Entwicklung von Strategien für die Sanierung von Plattenbauten in Brunn. Endbericht, Streicher, Wolfgang (Projektleiter);

¹⁰ PLUS - Les grands ensembles de logements - Territoires d'exception - Druot, Lacaton & Vassal, Frédéric Druot, Anne Lacaton & Jean Philippe Vassal, architects with Cécile Graindorge, Alexandre de Mercey, David Pradel, architects collaborators, Cédric Rossoni, graphic designer undertaken for the Ministère de la culture et de la communication, Direction de l'architecture et du patrimoine, Published by Editorial Gustavo Gili SL, Barcelona, 2007

¹¹ <http://urbact.eu/en/projects/disadvantaged-ighbourhoods/re-block/homepage/>

¹² <http://www.theislingtonestate.com/>

B.4.2 Beschreibung der Vorarbeiten

Die Inhalte folgender thematisch relevanter Vorprojekte wurden im Projekt STELA berücksichtigt bzw. konnten als Referenz herangezogen werden. Den angeführten Projekten ist gemein, dass einzelne Elemente der vorgeschlagenen Transformation thematisiert werden, jedoch die Kombination der im Projekt STELA vereinten Maßnahmen ohne Präzedenz ist.

Katalog der Modernisierung

Fassaden- und Freiflächenmodernisierung mit standardisierten Elementen bei Geschosswohnbauten der fünfziger und sechziger Jahre

Maja Lorbek, Gerhild Stosch, et al.

Berichte aus Energie- und Umweltforschung 15/2005

PH-Sanierungsbauteilkatalog

Auswertung gebäudesanierungsbezogener HdZForschungsberichte mit konstruktiven, bauphysikalischen und bauökologischen Ergänzungen

T. Zelger, T. Waltjen

Berichte aus Energie- und Umweltforschung 37/2009

e803-Gebäude – SP1

e80³ Sanierungskonzepte zum Plus-Energiehaus mit vorgefertigten aktiven Dach- und Fassadenelementen, integrierter Haustechnik und Netzintegration

K. Höfler

Berichte aus Energie- und Umweltforschung 32/2011

plusFASSADEN

Internationaler Know-how- und Wissenstransfer über „intelligente Fassadensysteme“ für österreichische AkteurInnen und KompetenzträgerInnen

E. Haselsteiner

Berichte aus Energie- und Umweltforschung 50/2011

B.4.3 Innovationsgehalt

Der Innovationsgehalt des Projekts liegt in der ganzheitlichen Betrachtung der Problemstellung. Das Projekt ermöglicht – ausgehend von der Notwendigkeit einer thermischen Sanierung - für die Stadtentwicklung relevante Fragestellungen zu bearbeiten. Es wird dabei eine Kombination bestehender Einzelsysteme angewandt und unter Verwendung innovativer Elemente ein neuartiger Umgang mit Gebäudebestand etabliert. Neben einer ökologischen Ertüchtigung wurde auch die Verbesserung der Aufenthaltsqualität – in sämtlichen bearbeiteten Maßstabsebenen – zum zentralen Forschungsansatz.

Wohnbausanierungen werden nach dem derzeitigen Stand der Technik fast ausschließlich ohne Betrachtung der von den Bauten verursachten Mobilität und deren Folgewirkung durchgeführt. Die Folge ist eine Fortschreibung des über Jahrzehnte gewachsenen "traditionellen" Mobilitätsverhaltens und des Standes der Verkehrs- und Mobilitätsplanung zum Zeitpunkt der ursprünglichen Errichtung der Gebäude im Sinne einer "autogerechten" Siedlung. In dem vorliegenden innovativen Ansatz des Projektes STELA wird für die zu sanierenden Gebäude (bzw. das Gebiet) ein innovatives Mobilitätskonzept entwickelt. Die Verknüpfung von neuen Konzepten der Beeinflussung des Mobilitätsverhaltens im Sinne einer Smarten Mobilität mit Sanierungsprojekten von Wohnbauten ist ein sehr innovativer und erfolgversprechender Ansatz. Damit können Wohnanlagen (bzw. der Siedlungsbereich) auch verkehrsplanerisch "saniert" und in eine zukunftsorientierte Mobilität im Sinne einer Smarten Mobilität gewandelt werden.

STELA kann hier – durch die im Anschluss erläuternden Ergebnisse – zum Vorreiter und Benchmark für eine Vielzahl ähnlicher Siedlungen die in den 1970er Jahren entstanden sind werden.

B.4.4 Methode

Die Arbeit am Projekt wurde aufgrund der ganzheitlichen Betrachtung und des zu erwartenden Umfangs in neun Arbeitspakete geteilt. Innerhalb dieser Pakete wurden jeweils unterschiedliche Aspekte der behandelten Thematik bearbeitet. Die Vielzahl an Überschneidungen in allen Entwicklungsstufen sowie zahlreiche Abhängigkeiten bei diversen Entscheidungen hatten zur Folge, dass ein Austausch und eine Zusammenarbeit über die Grenzen der einzelnen Arbeitspakete hinaus ein wichtiger Faktor über die gesamte Projektlaufzeit war.

Wichtige Unterstützung in diesem Prozess war das professionelle Projektmanagement, das den gesamten Prozess begleitete, steuerte und bei Bedarf die Adaptierung der Projektpläne in Hinblick auf Ziel, Leistung, Termin, Ressourcen und Kosten koordinierte.

In der Kommunikation mit den Bewohnerinnen und Bewohnern vor Ort wurde als Methode einerseits, sozusagen als Basispaket, über die gesamte Dauer des Projektes eine kontinuierliche, niederschwellige Informationsanlaufstelle auf mehreren Kanälen angeboten. So gab es zum einen regelmäßige vor-Ort-Präsenz im Quartier als auch die permanente Möglichkeit sich online über eine eigens eingerichtete Website auszutauschen. Mittels dieser Angebote war es den Mieterinnen und Mietern möglich, sich jederzeit über den aktuellen Stand des Projektes zu informieren, aber auch Probleme loszuwerden, Anregungen und Feedback zu geben. Darüber hinaus war auch die Möglichkeit der Mitbestimmung durch die Bewohnerinnen und Bewohner gegeben. Die Wahl des Wohnturms, zur weiteren Bearbeitung sowie zur Umsetzung, wurde von den Siedlungsbewohnerinnen und Bewohnern getroffen. Schlussendlich hatten die Bewohner jener Wohnung, an der die Demonstrationsanlage installiert wurde, eine wichtige Rolle als Evaluatoren. Hier konnte qualitativ wie auch quantitativ die Einstellung gegenüber dem Projekt bzw. dessen Funktionsweise und die Erfahrungen und Zufriedenheit mit dem zusätzlichen Aufenthaltsbereich erfasst werden.

Bei der Entwicklung dieser Pufferzone fußte die angewandte Methodik auf den Gegenüberstellungen und vergleichenden Betrachtungen einzelner Planungsschritte. Entwurf, Konstruktion, statische Berechnungen wie auch ökonomische Kriterien wurden betrachtet und evaluiert. Dies erleichterte den Diskussionsprozess im Projektteam wie auch die Entscheidungsfindung bei der Entwicklung des Baukastensystems. Einzelne Planungsschritte wurden zudem dokumentiert, um die erworbenen Erfahrungen künftigen Projekten zur Verfügung stellen zu können. Die Arbeiten zur Implementierung der Demonstrationsanlage bauten auf diesen Erfahrungen und Erkenntnissen auf. Die Vorgehensweise bei der Umsetzung orientierte sich dabei an den Leistungsphasen eines Hochbauprojekts jedoch unter Berücksichtigung der besonderen Rahmenbedingungen dieser innovativen Sanierungsmethode. So erforderten die direkt ineinander greifenden Prozesse der Bürgerbeteiligung, Entwicklung, Simulation, Umsetzung und Evaluierung ein besonders reibungsloses Baumanagement.

Für die unterschiedlichen Simulationen, die im Zuge des Planungsprozesses notwendig waren, wurden verschiedenen Tools verwendet. Dies war für die dynamische Gebäudesimulation TRNSYS, für die Raumluftqualitätssimulation TRNFLOW, sowie für die Tageslichtsimulation Dayism. Die Simulationen wurden dabei stets den aktuellen Projektständen angepasst, um die Entscheidungsfindung im Planungsprozess zu unterstützen bzw. Gefahren und Potenziale zu

erkennen und aufzuzeigen. Für die Evaluierung wurden längerfristige Messungen in mehreren Wohneinheiten bereits ein Jahr vor Implementierung der Demonstrationsanlage gestartet, um Vergleichswerte zu generieren und eine aufschlussreiche Bewertung der implementierten Pufferzone sowie der dahinter liegenden Wohnung zu garantieren.

Zur Einschätzung der Wirtschaftlichkeit des Projektes wurde eine erweiterte Kosten-Nutzen-Analyse herangezogen, da Projekte zunehmend nicht nur aufgrund ihres ökonomischen Potenzials sondern auch unter Einbeziehung sozialer und ökologischer Faktoren geplant werden müssen. Das Ziel, Einflüsse und Auswirkungen bezüglich spezifischer sozialer, ökologischer und ökonomischer Indikatoren zu erfassen und zu bewerten, konnte so erfüllt werden. Mit Hilfe der erweiterten Kosten-Nutzen-Analyse werden indirekte Nutzen- und Kostenkomponenten, sowie regionale und überregionale Auswirkungen einbezogen, also auch volkswirtschaftliche Fragestellungen. In einem weiteren Arbeitsschritt war die Frage, wie die Kosten und Nutzen dieses Projektes optimal verteilt werden können. In diesem Zusammenhang ging es vor allem um mögliche Finanzierungsmodelle bzw. Finanzierungsformen für die derzeitigen und zukünftigen Mieterinnen und Mieter. In diesem Prozess war auch die Stadtgemeinde Leoben als Liegenschaftsverwalter involviert.

Im Bereich der Smarten Mobilität war neben der Erarbeitung eines umfassenden Verkehrskonzeptes mit Durchführung einer Bestandsanalyse sowie der Erarbeitung eines Maßnahmenkonzepts auch die Verknüpfung dieses Konzepts mit dem Sanierungskonzept an sich und dessen Umsetzung in einem Pilotprojekt (E-Lobby) wesentlicher Projektschwerpunkt.

Um die umfassenden Ergebnisse in ihrer Gesamtheit für zukünftige Anwenderinnen und Anwender zur Verfügung zu stellen wurde ein STELA Handbuch erstellt. Dieses enthält einerseits die technischen und soziologischen Evaluierungsergebnisse, andererseits auch Handlungsvorschläge und Case Studies zu Einzelproblematiken. Das Handbuch ist klar gegliedert und praxisbezogen gestaltet und dokumentiert somit den Stand der Technik bezüglich der beschriebenen und erforschten Gebäudesanierung.

B.4.5 Beschreibung der Vorgehensweise

Die direkt ineinander greifenden Prozesse der Bürgerbeteiligung und der Entwicklung der innovativen Sanierungsmethode und dessen Verknüpfung mit einem smarten Mobilitätskonzept erforderte von Beginn an eine strategische Planung betreffend den Ablauf einzelner sich überschneidender Projektabschnitte. Zu diesem Zweck fanden von Projektstart bis Projektende regelmäßige - über weite Strecken hinweg monatliche - Treffen des Projektteams statt. Hier wurde sowohl der aktuelle Status in den einzelnen Arbeitspaketen ausgetauscht als auch weitere Projektschritte besprochen und diese untereinander abgestimmt.

Die ersten Monate bis zu Beginn der Vor-Ort-Präsenz wurden genutzt, um Grundlagen zur Sanierungsmethode sowie dessen Funktionsweise zu konkretisieren, diese für den Kommunikationsprozess zu veranschaulichen, sowie gebäudetechnische Simulationen aufzubauen um thermische Wirksamkeit und raumklimatische Veränderungen zu prüfen.

Mit Eröffnung des STELA Infobüros im Mai 2014 startete eine über mehrere Monate dauernde aktive Betreuung und Informationsphase vor Ort, die zum Ziel hatte, möglichst viele der Bewohnerinnen und Bewohner des Quartiers zu erreichen und über die Vorteile der neuartigen Sanierungsmethode zu informieren. Zu diesem Zeitpunkt waren sämtliche Bewohnerinnen und Bewohner des Quartiers Ziel der Kommunikation. Auch aus technischer Sicht wurde zu diesem Zeitpunkt das gesamte Quartier betrachtet. Dies betrifft sowohl das Mobilitätskonzept wie auch die Entwicklung und das Erforschen der Möglichkeiten mittels einer Sanierung mit Pufferzone sowie deren Auswirkungen im Quartier und auf die Stadt.

Für die konkrete Entwicklung der Pufferzone sowie für die Umsetzung der geplanten Demonstrationsanlage war es jedoch für weiterführende konkrete Planungen notwendig, das Betrachtungsgebiet auf eines der zehn Wohnhäuser im Quartier zu beschränken. Eine detaillierte Planung konnte nur an einem bestimmten Gebäude bis zur Baureife entwickelt werden, da hier Einflüsse wie der Zustand des Bestandsgebäudes sowie dessen Geschossanzahl (vor allem zur brandschutztechnischen Beurteilung) wesentliche Einflussfaktoren darstellen. Auch eine Einschätzung zur Wirtschaftlichkeit konnte nur auf diese Weise vorgenommen werden. Dazu waren einerseits konkrete Kostenschätzungen notwendig, andererseits beeinflussen sowohl das Vorhandensein und die Zusammenstellung unterschiedlicher Mietverträge in den Bestandshäusern, aber auch andere Faktoren - wie etwa noch nicht getilgte Darlehen - die Ergebnisse der möglichen Finanzierungsmodelle wesentlich.

Im Herbst 2014 wurde aus diesem Grund in einer ersten Abstimmung - bei der sämtliche Mieterinnen und Mieter aller Häuser im Quartier teilnehmen konnten - nach dem Einverständnis gefragt, die detaillierten Planungen zur Umsetzung der Sanierungsmethode an ihrem Haus durchzuführen. Bei dieser Umfrage erreichte das Haus in der Pebalstraße 33 die größte Zustimmung. Somit war das Gebäude ab diesem Zeitpunkt Ausgangspunkt für weitere Planungsschritte, Simulationen, Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen wie auch den Kommunikationsstrategien.

In den darauffolgenden Monaten wurden alle wesentlichen Aspekte des Forschungsprojektes an diesem Haus simuliert bzw. wurde - um wesentliche Vorteile der Sanierungsmethode zu testen und zu überprüfen - an der Umsetzung des Systems gearbeitet. Dazu diente ein

Demonstrations- und Anschauungsobjekt, welches der Größe einer Pufferzone für eine Wohnung entspricht und im Frühjahr 2017 umgesetzt wurde. Aufgrund des doppelsymmetrischen Layouts des Bestandsgebäudes entspricht dieses eine Teilstück auch aus technischer Sicht allen weiteren zu einer Gesamtumsetzung vorgesehenen Funktionen.

So konnten technische, klimatische und funktionale Bedingungen in Realität getestet und evaluiert werden. Auch die Bewohnerinnen und Bewohner des Hauses konnten sich auf diese Weise von den räumlichen Qualitäten in der Pufferzone überzeugen bzw. sich über deren Funktionsweise vertraut machen. Dies geschah bei speziellen Informationsveranstaltungen im Demonstrationsprojekt.

Zeitgleich mit Implementierung und Testphase des Demonstrationsobjektes wurde auch eine E-Mobilitäts-Testphase durchgeführt. Der gesamtheitliche Ansatz betreffend des Energiekonzepts und somit der Verknüpfung von Gebäude und E-Mobilität sah hierbei einen direkten Nutzen des an der Fassade des Demonstrationsprojektes erzeugten PV-Stroms für die Mobilitäts-Testphase vor. Dazu wurde der erzeugte Strom ins Netz eingespeist und den Usern virtuell mittels Mobilitätspunkten an der E-Tankstelle gutgeschrieben. Diese Mobilitätspunkte konnten in weiterer Folge bei der E-Tankstelle eingetauscht werden.

Im Sommer 2017 wurden die Mieterinnen und Mieter im Haus Pebalstraße 33 befragt, ob die vorgeschlagene Sanierung mittels Pufferzone auch an den ihren Wohnungen umgesetzt werden soll. Bei dieser Abstimmung fand sich knapp keine ausreichende Mehrheit, um nach Implementierung der Demonstrationsanlage die Planungen zur Umsetzung der Sanierung am gesamten Gebäude innerhalb der Projektlaufzeit fortsetzen zu können.

B.5 Ergebnisse des Projekts

B.5.1 STELA Quartier – Siedlungsstruktur & Gebäudebestand

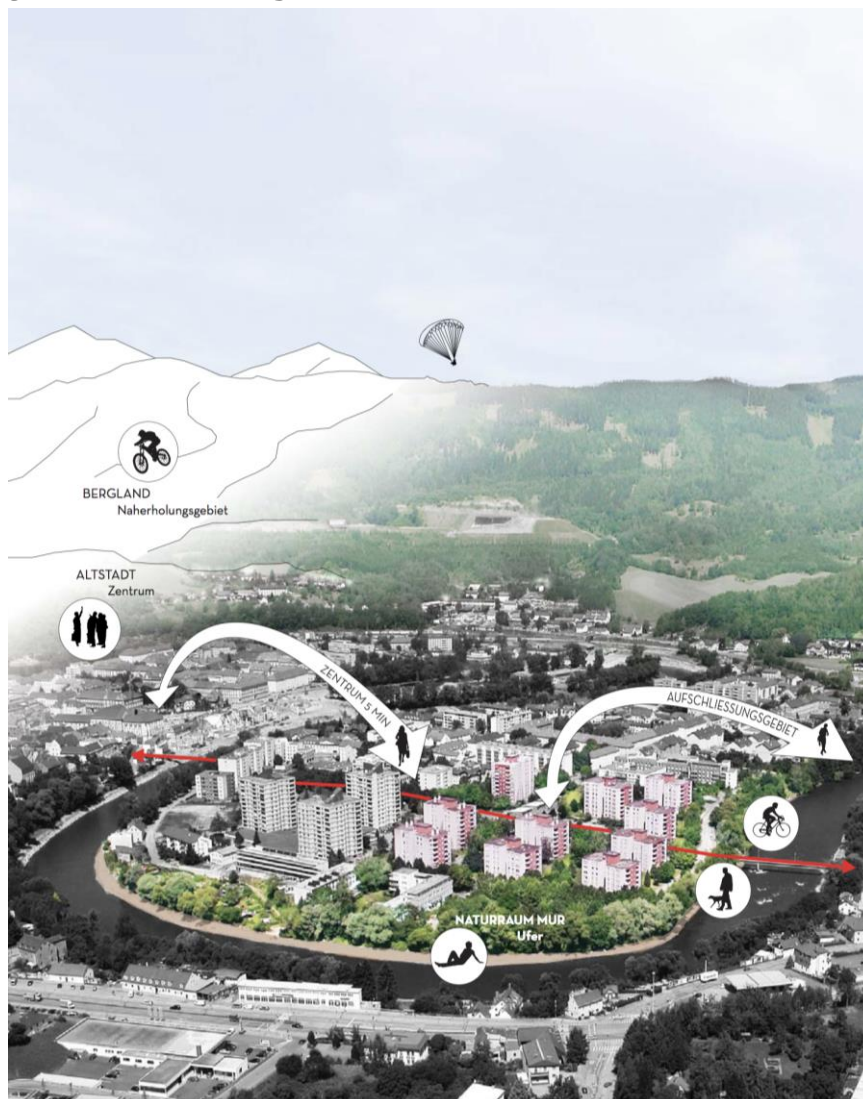


Abb. 7: Übersicht Lage des STELA-Quartiers

Das in den 70er Jahren konzipierte und im Laufe der 1980er Jahre errichtete Wohnquartier liegt im Süd-Osten des Leobener Stadtteils Judendorf. Es grenzt unmittelbar an den stark begrünten Uferbereich der Mur, und lässt durch ihre Mäanderform die geografische Situation einer Halbinsel entstehen.

Diese Situierung hat zur Folge, dass das Projektgebiet ausschließlich aus dem Norden verkehrstechnisch erschlossen wird und daher kein motorisierter Durchzugsverkehr vorhanden ist. Sowohl die Altstadt als auch das östlich gelegene (Entwicklungs-) Gebiet sind mittels Rad- und Fußgängerstegen rasch erreichbar. Das behandelte Quartier ist vollständig im Besitz der Stadtgemeinde Leoben und besteht aus 10 Wohnhochhäusern samt umgebenden Erschließungsflächen und Grünanlagen. In den gesamt 275 Mietwohnungen leben derzeit ca. 600 Personen. Aufgrund der sehr günstigen Mietpreise sind kaum längere Leerstände in den Häusern zu beobachten.

Eignung

Das in Judendorf Süd Ost situierte STELA Quartier eignet sich aus folgenden Gründen für die Bearbeitung im Rahmen dieses Forschungs- und Demonstrationsprojekts:

- Unmittelbare Nachbarschaft zum historischen Stadtzentrum Leobens.
- Gut erhaltener aber thermisch unsanierter Gebäudebestand in Besitz der Stadtgemeinde Leoben.
- Angrenzendes Aufschließungsgebiet mit zukünftigem Entwicklungspotenzial.
- Interessante Lage auf Halbinsel mit geringem Verkehrsaufkommen und die Möglichkeit Bezug zu dem die Mur begleitenden Naturraum herzustellen.
- Ausbaufähige Rad- und Fußgängeranbindung



Abb. 8: Bestehende Siedlungsstruktur, Grünflächengestaltung und Verkehrserschließung



Abb. 9: Situation Bestand

Bestand

Das ausgewählte Wohnquartier entspricht dem zur Errichtungszeit üblichen Standard für „Siedlungsbau“. Die Gebäude wurden ausschließlich für Wohnnutzung errichtet und verwendet. Ihre Nutzung folgt damit der damaligen städtebaulichen Doktrin, dass die Funktionen Arbeiten, Wohnen, Erholen und Verkehr räumlich getrennt werden sollen. Die Freiraumgestaltung beschränkt sich auf eine Begrünung der Zwischenräume. Außerdem wurden Flächen für Parkierung vorgesehen. Die Abstellflächen wurden im Laufe der Zeit erweitert und teilweise auch mit Carports versehen.

Die bestehenden Gebäude verfügen zwischen 5/6 und 10/11 Geschosse, sind unterkellert und erstrecken sich im Grundriss über die Abmessungen von ca. 29m x 19m. Eine Unterscheidung der einzelnen Wohntürme erfolgt dabei lediglich in der Höhenstaffelung – die Grundrisse sind bei allen zehn Bauten hingegen ident. Die zweifache Geschößzahl ergibt sich aus den halbgeschossig versetzten Eingangsniveaus der Wohnungen die jeweils über die Stiegenpodeste direkt erschlossen werden. Der zentral situierte Lift bedient dabei nur die Vollgeschosse. Somit wird auch nur die Hälfte der bestehenden Wohnungen barrierefrei erschlossen.

Organisiert sind die Wohngebäude als Vierspänner. Sämtliche Wohnungen verfügen dabei über eine einheitliche Grundrissgestaltung mit 78m² Nutzfläche, die gespiegelt um die Symmetrieachsen des Gebäudes angeordnet ist. Durch die versetzten Wohnungsniveaus ist nur eine Haushälfte ebenerdig situiert – wo auch der Zutritt zum Gebäude erfolgt – während die zweite Haushälfte über ein halbes Sockelgeschoss verfügt.

Die den Wohnungen zugeordneten ost- oder westseitig angeordneten Freiflächen sind minimal dimensioniert und zudem nicht barrierefrei betretbar. Durch die eingeschränkte Größe und der damit verbundenen eingeschränkten Nutzbarkeit werden diese vielfach als Wirtschaftsbalkone genutzt.

Diese und weitere Ergebnisse der Analyse zum Gebäudebestand wurden in zahlreichen weiteren grafischen Darstellungen veranschaulicht und sind im ergänzenden STELA-Handbuch ersichtlich bzw. integriert.

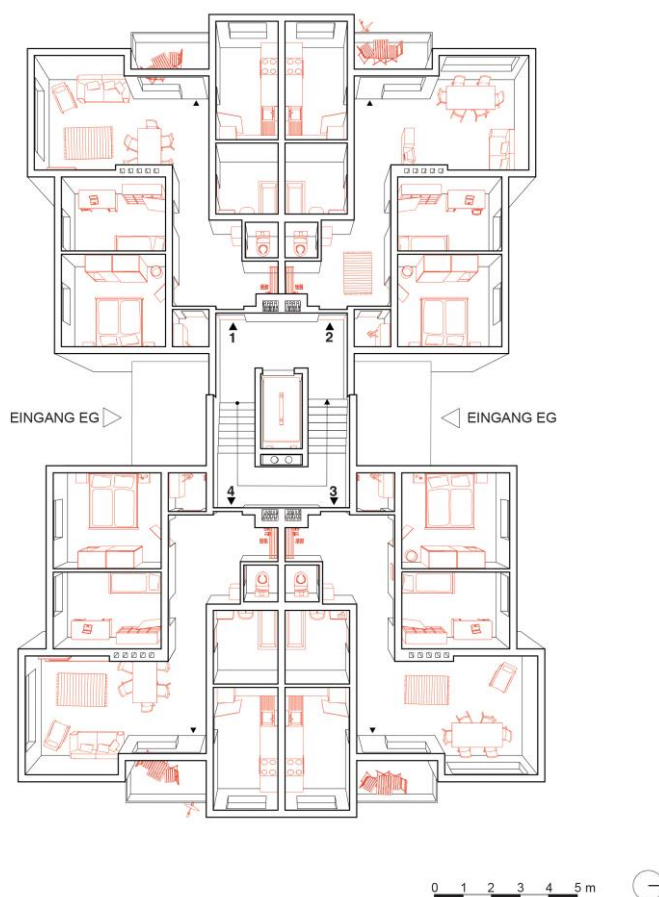


Abb. 10: Grundriss Regelgeschoss Bestand

B.5.2 STELA Quartier – Katalog der Möglichkeiten

Attraktivität & Nachfrage

Zentrumsnahe verdichtete Siedlungsformen schonen Ressourcen. Das Ziel des Forschungsprojektes STELA sieht vor, bereits vorhandene Strukturen so zu adaptieren, dass diese an neuer Attraktivität gewinnen. Im besten Fall kann so eine Wohn- und Aufenthaltsqualität geboten werden die auch in Konkurrenz mit Einfamilienhäusern treten kann – der nach wie vor immer noch beliebtesten Wohnform der Österreicherinnen und Österreicher.¹

Aus stadtplanerischer Sicht sollte das Wohnangebot die gewünschten Lebensstilkonzepte bedienen und somit eine ausgewogene Durchmischung der Benutzergruppen unter Berücksichtigung der demographischen Entwicklungen ermöglichen. Demgegenüber stehen die zehn Wohntürme im untersuchten Quartier – die zwischen 1975 und 1982 errichtet wurden – und deren gesamt 275 Wohnungen sich allesamt in Grundrisslayout und Wohnfläche gleichen. Wie zur Entstehungszeit durchaus üblich, richtete sich das Angebot – der 78m² großen Wohnungen – an die damals als idealtypisch auserkorene Zielgruppe, der Familie mit Kindern.

Vergleicht man die demographischen Daten von damals (1985) und heute (2016), wo Familien mit Kindern tatsächlich mit 38% die größte Gruppe unter den unterschiedlichen Haushaltstypen stellte, so sieht man heute, dass vor allem die Zahl der Ein-Personen-Haushalte rasant gestiegen ist. In absoluten Zahlen haben sich diese nahezu verdoppelt, liegen derzeit bei 39% (1985: 27%) der Gesamthaushalte und bilden somit klar den größten Anteil. Ein weiterer Trend zeigt, dass auch Paare ohne Kinder (2016: 25%; 1985: 21%) stetig an Bedeutung gewinnen und in den aktuellen Statistiken fast gleichauf mit den Paaren mit Kindern liegen. Diese vormals so wichtige Gruppe sinkt trotz Bevölkerungsanstiegs auch in absoluten Zahlen und liegt aktuell bei lediglich 27% (1985: 38%) der Gesamthaushalte.²

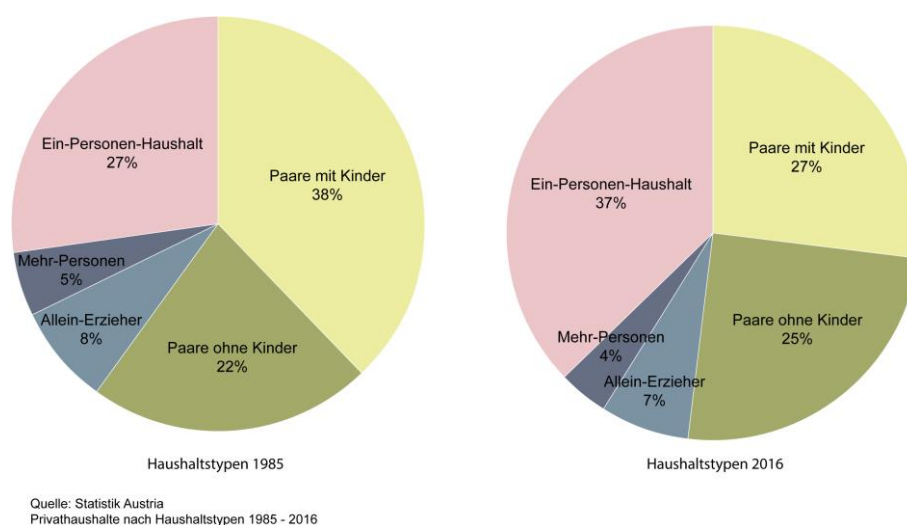


Abb. 11: Privathaushalte nach Haushaltstypen 1985 und 2016 (Quelle: Statistik Austria)

Flexibilisierung der Wohnungsgrundrisse

Ein essentielles Projektziele war es, mit der vorgeschlagenen Sanierungsmethode nicht nur ausschließlich energetische Ziele zu verfolgen, sondern auch auf die Gestaltung der Wohnungsgrößen Einfluss zu nehmen um Möglichkeiten der Transformation zu testen, die dem Wandel in unserer Gesellschaft gerecht werden. So wurden Möglichkeiten erforscht wie sich die 275 Wohnungen im STELA Quartier transformieren lassen und in welchem Ausmaß Anpassungen denkbar sind um derzeitige wie auch zukünftige demographische Gegebenheiten bedienen zu können. Eine wichtige Grundvoraussetzung, damit bestehender Wohnraum bzw. Quartiere wie dieses auch zukünftig am Wohnungsmarkt konkurrenzfähig bleiben.

Das Grundprinzip der Sanierungsmethode sieht vor, dass die bestehenden Wohntürme mit einer begeh- und benutzbaren Pufferzone umhüllt werden. Gleichzeitig werden vorhandene - durch die bestehende Gebäudegeometrie bedingte - Leerstellen im Grundriss geschlossen und somit zusätzliche Nutzflächen generiert. Vor allem die auf diese Weise entstehenden Räume können für eine Flexibilisierung der Wohnungsgrundrisse genutzt werden. Zusätzlich können bei weitgehender Beibehaltung der technischen Infrastruktur auch mittels weniger Durchbrüche im Bestand neue räumliche Zusammenhänge geschaffen werden. So wird es möglich anstatt eines einzigen Wohnungsgrundrisses in Einheitsgröße verschieden große, unterschiedlich nutzbare Wohnungseinheiten anzubieten.

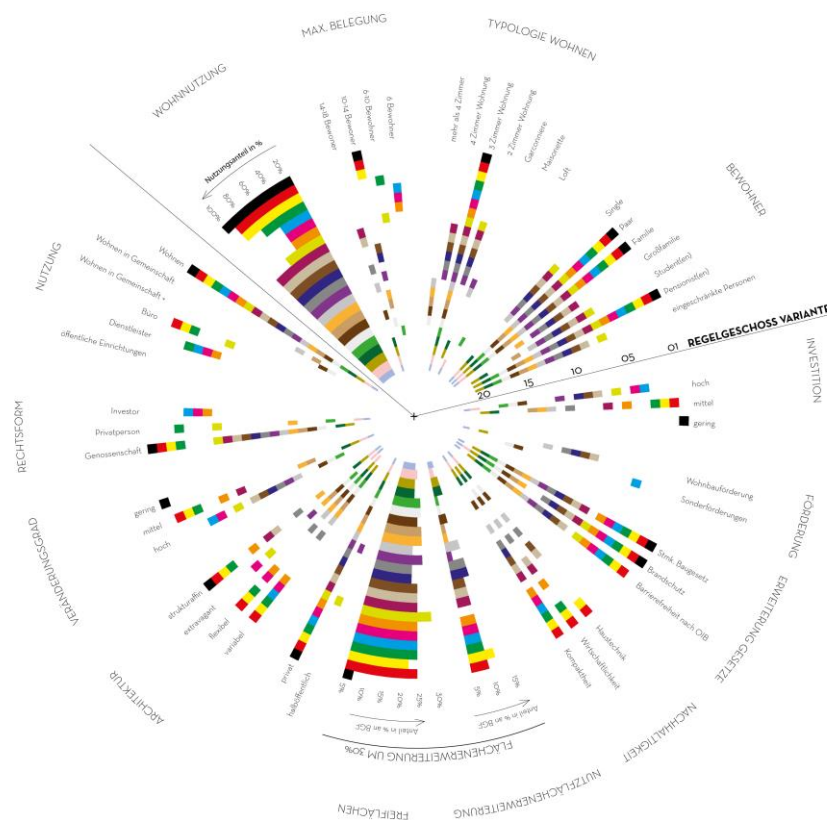


Abb. 12: Katalog der Möglichkeiten - Diagrammatische Darstellung

Ergebnisse & Darstellung

Diese Vielzahl und Vielfalt an Varianten wurde gesammelt und im Katalog der Möglichkeiten dargestellt. So kann die enorme Flexibilität aufgezeigt werden, die sich aus der Kombination von zusätzlich verfügbarer Nutzfläche und durch Adaptionen an den bestehenden Grundrisslayouts entwickeln lässt. Besonderer Wert wurde darauf gelegt ein vielschichtiges Angebot aufzuzeigen, die der Vielfalt an Formen des Zusammenlebens gerecht werden. Auch wenn manche Vorschläge über den derzeit tatsächlichen Bedarf hinaus gehen, kann so recht anschaulich gezeigt werden, welche Flexibilität in dieser recht konventionellen Gebäudetypologie steckt bzw. welche Visionen für das Quartier in den kommenden Jahren und Jahrzehnten denkbar werden.

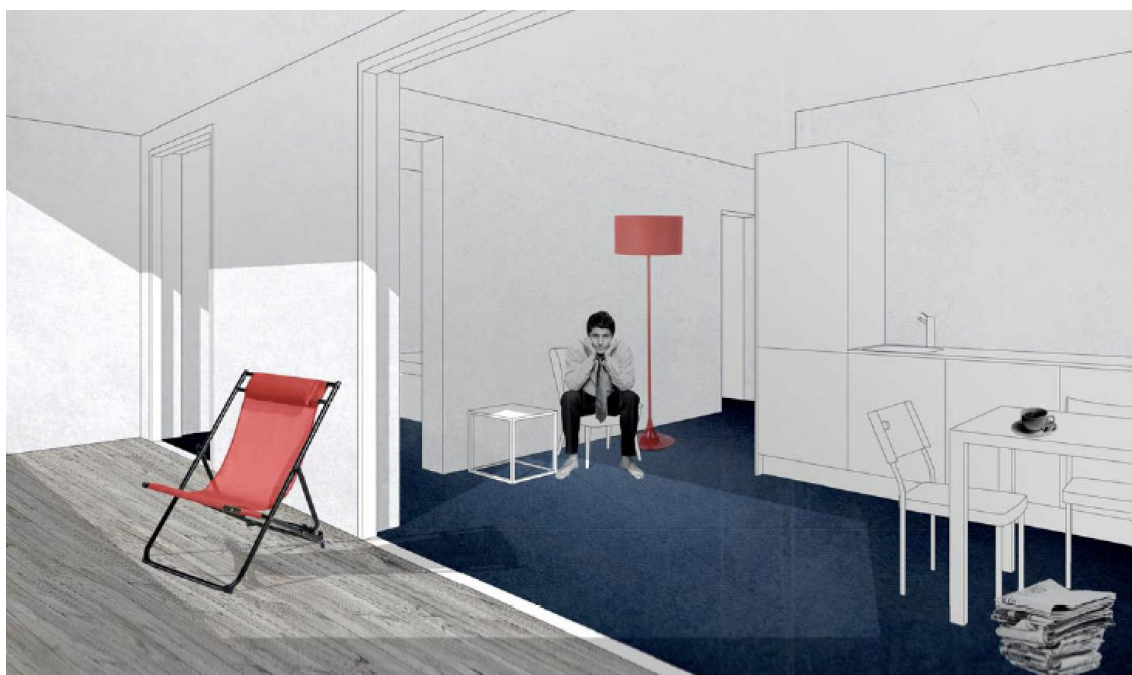


Abb. 13: Mithilfe der zusätzlichen Nutzflächen sowie der bewohnbaren Pufferzone kann zeitgemäßer Wohnraum in den Bestandsbauten implementiert werden. Dies nützt auch der Attraktivität des gesamten Quartiers

Die Varianten zeigen in einer simplen Variante - durch das Füllen der gebäudeimmanenten Leerstellen - die Implementierung von Kleinstwohnungen für Singles bzw. Studierende, die mit ca. 30m² auch den fördertechnischen Mindestanforderungen (lt. Steiermärkisches Wohnbauförderungsgesetz 1993) entsprechen. Mit Einbeziehung der Bestandswohnungen können auf unterschiedliche Weise 2-, 3- bzw. 4- Zimmer Wohnungen unterschiedlichster Größe entstehen - die räumlich in der Kombination mit der vorgelagerten Pufferzone zusätzlich an Flexibilität und Attraktivität gewinnen.

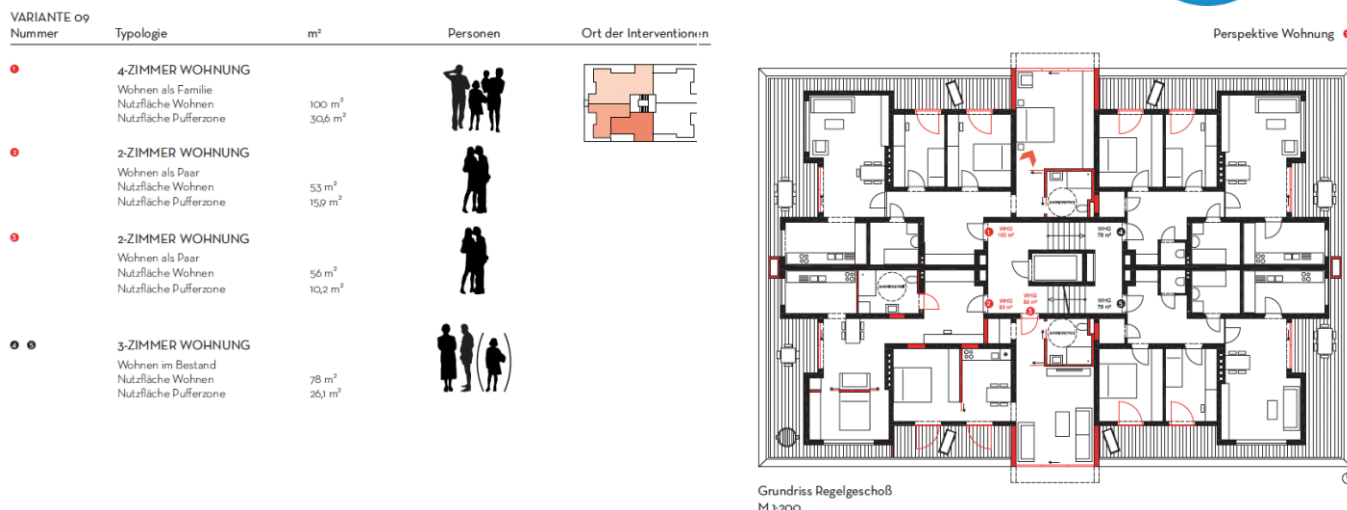


Abb. 14: Ausgewählte Variante möglicher Adaptionen - Wohnungsgrößen von 56-100m²

Das vorstellbare und ausgearbeitete Angebot zeigt zudem auch größere Gemeinschaftswohnungen für Studierende bzw. für ältere eventuell auch betreuungsbedürftige Personen (bis ca. 200m²). Darüber hinaus wurde versucht aufzuzeigen, wie zusätzliche Nutzungen die derzeitige reine Wohnnutzung sinnvoll ergänzen könnten bzw. wie diese in den Bestand integriert werden könnten (z.B. Ordination, Gesundheitszentrum oder anmietbare Kleinbüros als Home-Office).

Mit solchen Kombinationen können gezielt Schwerpunkte gesetzt werden die spezifische Bevölkerungsgruppen bedienen. Vorstellbar wäre unter anderem ein Tagespflegezentrum. Besonders ältere Personen könnten so von den zentrumsnahen - auf ihre Bedürfnisse abgestimmten - Wohnverhältnissen profitieren. Ähnliche Schwerpunktsetzungen wären auch für andere Zielgruppen möglich – etwa für Studierende mit der zu Fuß in wenigen Minuten erreichbaren Montanuniversität.

Mit einem neuen, differenzierten Wohnungsangebot könnte in deutlich verbesserter Form den Wohnwünschen und Bedürfnissen heutiger wie auch zukünftiger Zielgruppen entsprochen werden. Dies kann in weiterer Folge entscheidend zur Steigerung der Attraktivität vor Ort – und mitunter des gesamten Stadtteils – beitragen. Es liegt nun an den Möglichkeiten der Gemeinde als Besitzer der Liegenschaft diese Entwicklung weiter voran zu treiben und nach ihren Vorstellungen und ihrem Ermessen tatsächlich umzusetzen.

In dem STELA-Handbuch, der ausführlichen Zusammenstellung zu den Projektergebnissen, werden die entwickelten und erforschten Transformationen als Katalog der Möglichkeiten aufgezeigt. Ergänzend zur Plandarstellung werden zu den einzelnen Varianten auch Innenraumperspektiven gezeigt, um zusätzlich zu den funktionalen Notwendigkeiten auch architektonische, atmosphärische Qualitäten in den Fokus zu rücken. Diese zeigen anschaulich, wie aus dem derzeitig konventionellen Bestand attraktiver Wohnraum entwickelt werden kann.

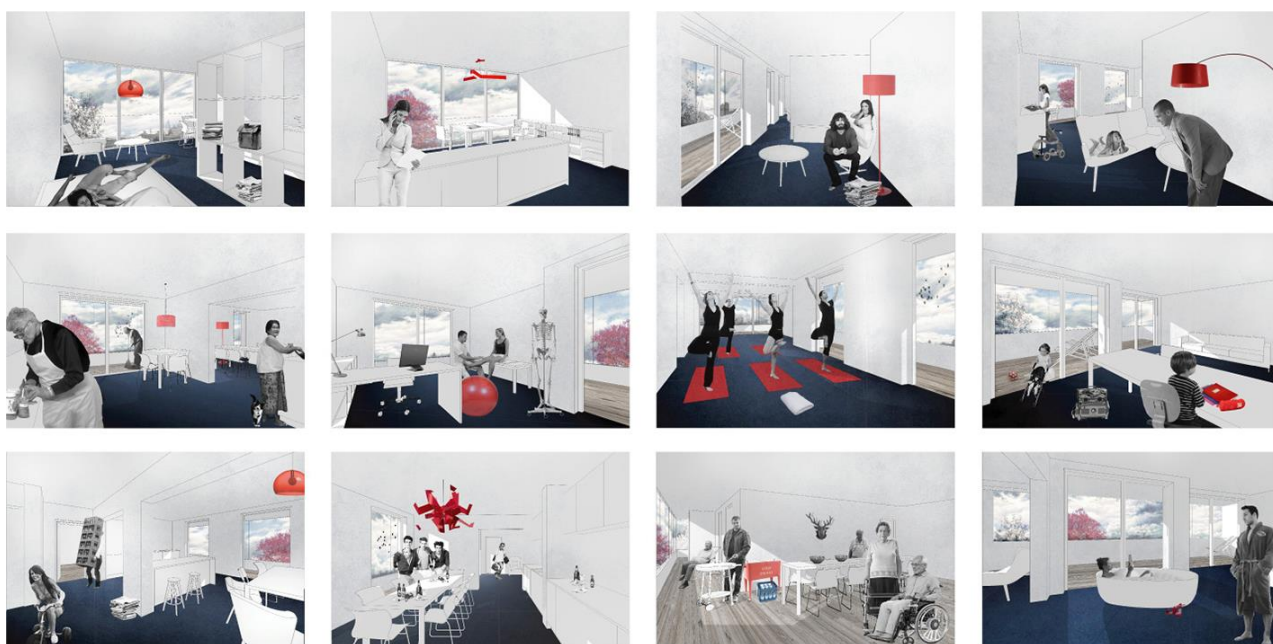
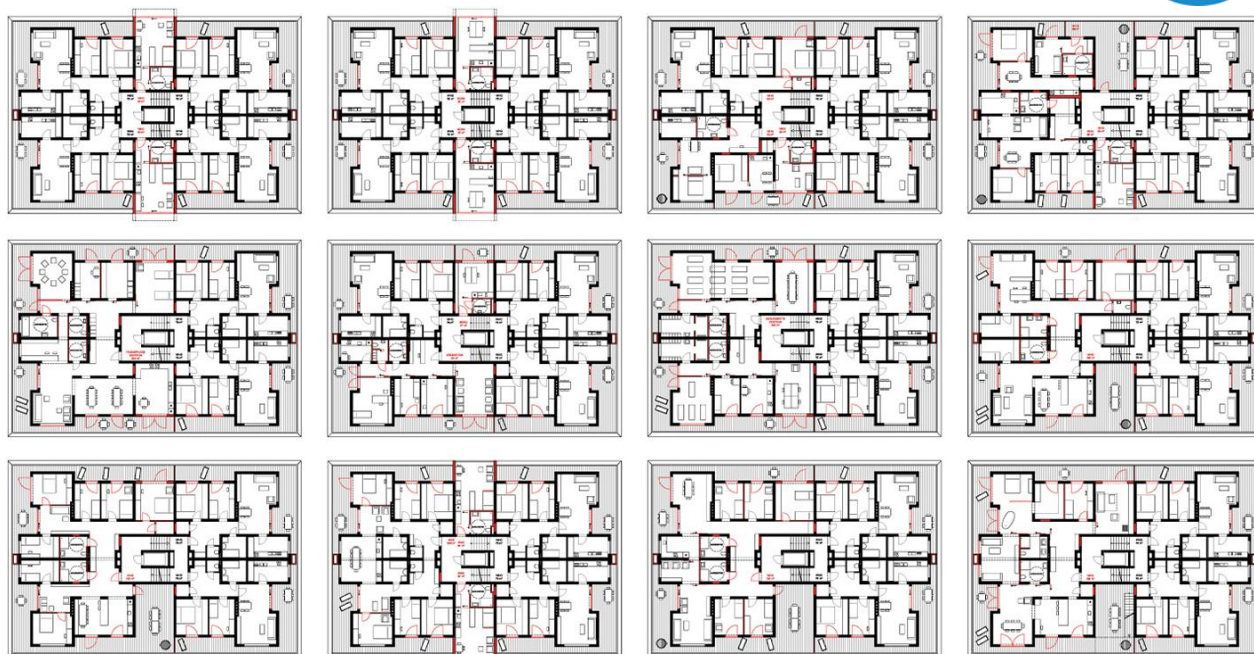


Abb. 15: Zusammenstellung möglicher Grundrissadaptionen – Auswahl (oben). Veranschaulichung räumlicher Qualitäten – Auswahl (unten)

Erdgeschosszone & Nutzungsdurchmischung

Für die Attraktivität des Quartiers ist neben einem bedarfsorientierten Wohnungsangebot auch der Umgang mit der Erdgeschosszone ein entscheidender Faktor. Das Projekt STELA zeigt hier Möglichkeiten, wie durch ein Öffnen der Erdgeschosszone neue attraktivere Zugänge geschaffen werden können. Diese sollen sowohl als Treffpunkt der Hausbewohner für mehr Kommunikation und Austausch sorgen, als auch Platz für das im Gestaltungs- und Energiekonzept verankerte E-Mobilitätsangebot bieten. Dazu dient eine diese zwei Funktionen vereinende E-Lobby – eine Mobilitätszentrale für E-Mobil-Sharing, die zugleich den großzügigen Eingangsbereich für das Wohnhaus darstellt.



Abb. 16: Veranschaulichung einer möglichen E-Lobby Variante im Erdgeschoss des Sanierten Wohnhauses

Auf diese Weise kann in sehr effizienter Form sowohl der Funktion der „Garage“ als auch der des „Hauseingangs“ eine völlig neue repräsentative Form gegeben und zudem ein breites Feld von täglichen Mobilitätsansprüchen (von der Freizeitgestaltung bis zu Kindertransport oder Einkauf) abgedeckt werden. Im Zusammenspiel mit den PV-Elementen der Fassade und der angebotene E-Mobilität kann zudem ein aufeinander abgestimmtes Konzept zur Energieversorgung und Energiebereitstellung angeboten werden – die weiterführenden Untersuchungen und Ergebnisse dazu sind in den jeweiligen Projektergebnissen gesammelt und beschrieben.

Aufgrund der geringen Leerstandsquote im untersuchten Wohnhaus der Pebalstraße 33 sowie der fehlenden Möglichkeit in laufende Mietverträge einzugreifen, konnten zwar konkrete Planungen sowie wie auch zusätzliche Varianten (Ausführung im Sockelgeschoss) betreffend der E-Lobby durchgeführt und aufgezeigt werden – ein Umsetzungsprozess in den Räumlichkeiten des untersuchten Objektes im Rahmen der Projektlaufzeit war jedoch außerhalb der Möglichkeiten des Projektteams. Dies betrifft demnach auch die weiteren Planungen zur Aktivierung der Erdgeschosszone. Da stets beide Wohnungen die sich auf Niveau des Außenterrains befinden in diese Überlegungen miteinbezogen wurden, könnten den Gebäuden auch neue öffentlichen Nutzungen zugeführt werden - wie etwa eine Arztpraxis, Räumlichkeiten zur Kinderbetreuung, ein Tages-Café oder etwa auch Empfangsräume für ein

im Gebäude integriertes Hostel. Dies würde die Infrastruktur des Quartiers erheblich aufwerten und in Anbetracht einer Neupositionierung des Quartiers im Zuge einer Aufschließung des östlichen Entwicklungsgebietes könnte es so zu einer sanften Belebung der Erdgeschosszone kommen.

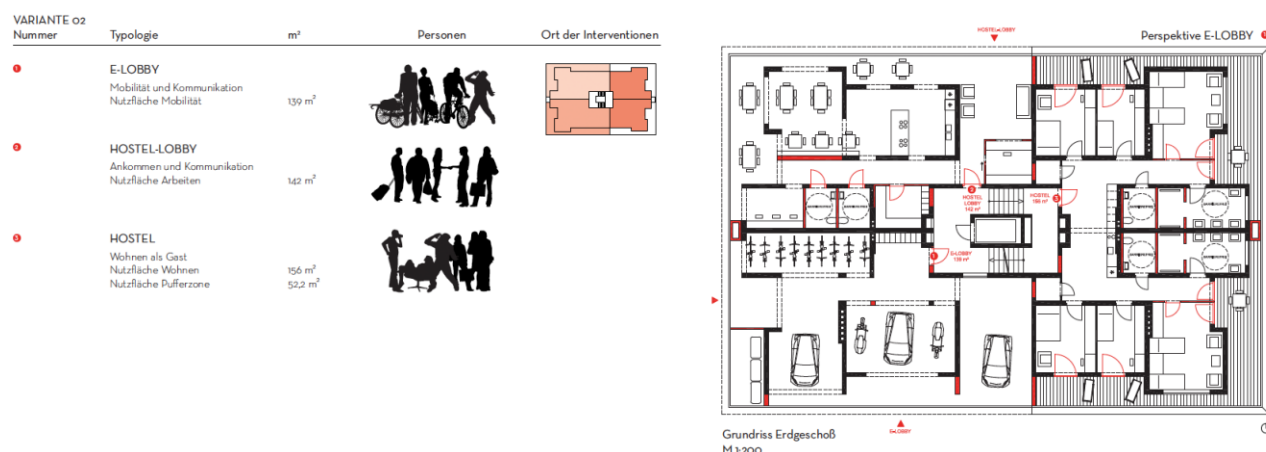


Abb. 17: Ausgewählte Variante möglicher Adaptionen im Erdgeschoss - E-Lobby und Hostel

Mit dem Katalog der Möglichkeiten werden die Transformationen zusammengefasst, die aus Bestandsbauten sogenannte SMART TOWER entstehen lassen, die wiederum positiv auf das Quartier bzw. die umliegende Stadt wirken können. Als Zukunftsvision kann so ein attraktiver und lebendiger Stadtteil mit hoher Lebens- und Aufenthaltsqualität skizziert werden, der eine Bereicherung für das Zentrum Leobens darstellen kann.



Abb. 18: STELA Quartier, mittelfristige Vision

Flächengewinne

Bei der Transformation des untersuchten Bestandsgebäudes Pebalstraße 33 in einen SMART Tower können folgende Flächen durch die getroffenen Maßnahmen generiert werden, die auch dem Bestreben nach eine höheren Dichte Folge leisten:

NGF Wohnen Bestand	1872,0 m ²
NGF EG Öffentliche Nutzung (z.B. Kinderbetreuung, Arztpraxis) NEU	142,0 m ²
NGF EG E-LOBBY NEU	139,0 m ²
NGF Pufferzone NEU	626,4 m ²
NGF Wohnen NEU	360,0 m ²
NGF Wohnen Gesamt NEU	2232,0 m ²
NGF Wohnen Gesamt NEU inkl. Pufferzone	2858,4 m ²

¹ 40 % der im Jahr 2009 in Österreich (ohne Wien) neu errichteten Wohneinheiten entfallen auf die Kategorie Einfamilienhäuser (Quelle: Statistik Austria)

² Haushalte - Ergebnisse im Überblick: Privathaushalte 1985 – 2016 www.statistik-austria.at (Aufgerufen am 4.1.2018)

B.5.3 Smart Tower – Pufferzone (Entwicklung)

Pufferzonen zur thermischen Gebäudesanierung

Grundprinzip der hier beschriebenen und erforschten Gebäudesanierung ist das Umhüllen des Gebäudes mit einer begehbaren und benutzbaren Pufferzone. Die wärmedämmende Wirkung wird dabei durch die thermische Wirkung der Luftschicht zwischen neuer und bestehender Fassade erzielt. Mit dieser Pufferzone, die je nach Witterung geöffnet oder geschlossen werden kann, ist eine Reduktion des Heizwärmebedarfs im gleichen Maße möglich wie mit einer herkömmlichen Sanierung mit Wärmedämmverbundsystemen. Neben den ökologischen Vorteilen dieses Konzepts ist der zusätzlich gestaltbare Lebensbereich ein weiterer Gewinn, der auch essentiell zur Steigerung der Lebensqualität der Bewohnerinnen und Bewohner in den bestehenden Wohngebäuden beitragen kann. Die neue Fassade, die je nach Gebäudegeometrie unterschiedliche Distanzen zur Bestehenden aufweist, fungiert zusätzlich als Träger von Photovoltaikmodulen. Diese werden an den Parapeten angebracht. Der daraus erzeugte Strom ist Teil eines ganzheitlichen Energiekonzepts und deckt annähernd den gesamten Strombedarf des Hauses bzw. können Teile davon auch für ein integriertes E-Mobilitätsangebot genutzt werden.

Im Sommer 2017 konnte im Zuge des Forschungsprojektes eine Demonstrationsanlage als Anschauungsobjekt der erforschten und entwickelten Methode für eine Wohnung im Projektgebiet Judendorf – Leoben umgesetzt werden.

Diese Vorzeige-Pufferzone umfasst in etwa 30m², die der angrenzenden Wohnung als erweiterter Aufenthaltsbereich zur Verfügung steht und veranschaulicht die räumlichen Vorteile der Sanierungsmethode. Mit dem Demonstrationsbau konnten zudem sämtliche technischen Details sowie das Konstruktionsprinzip und dessen Umsetzung (Bauablauf mit einer parallelen Bewohnbarkeit der Wohnungen) an sich im Maßstab 1:1 überprüfen werden. Ebenfalls konnten essentielle Rückschlüsse auf die tatsächlichen raumklimatischen Bedingungen gewonnen werden bzw. das effektive Nutzerverhalten der Mieterinnen und Mieter aufgezeichnet werden.

Um eine Anwendung der Sanierungsmethode über das betrachtete Bestandsgebäude hinaus zu gewährleisten, wurde einerseits - im Einklang mit den aktuellen Programmen zur Förderung von Wohnhaussanierungen (Steiermark) - besonders auf eine soziale Verträglichkeit der vorgeschlagenen Maßnahmen geachtet, andererseits wurde die Entwicklung eines möglichst flexiblen Konstruktionsprinzips angestrebt.

Dieses ermöglicht Anpassungen sowohl in der Geometrie - kann also an unterschiedlichste Gebäudeformen angepasst werden - als auch in der Wahl der Materialität. Je nach brandschutztechnischen Anforderungen sind so verschiedene Ausführungsvarianten möglich. So ist z.B. bei Bestandsgebäuden mit bis zu fünf Geschossen, nach aktueller steirischer Gesetzeslage (OIB RL 2015), eine Konstruktion mit vorgefertigten Holzelementen möglich.

Voraussetzungen

Im Gegensatz zu vergleichbaren internationalen Projekten – allen voran das Projekt „Tour Bois le Prêtre“ der französischen Architekten Druot, Lacaton & Vassal - die sich einer vergleichbaren Thematik widmen, handelt es sich bei den Bestandsgebäuden in Leoben nicht um Plattenbauten in Großtafelbauweise mit vorgehängten Fassaden, sondern um einen in Mischbauweise (Mantelbeton, Ortbeton) errichteten Bau mit tragender Fassade.

Des Weiteren unterscheidet sich das bearbeitete Projekt auch durch das Heranziehen der Fassade zur Energiegewinnung, die so zu einem wichtigen Teil des Energiekonzepts wird. Österreichweit gesehen übernimmt dieses Projekt eine Vorreiterrolle da es Möglichkeiten und Einschränkungen sowie etwaige Problemstellungen der Sanierung mittels Pufferzone in Hinblick auf die hiesige Gesetzeslage thematisiert. Die Ergebnisse der vorliegenden Forschungsarbeit hat dies mitunter entscheidend beeinflusst.

Bestandsanalyse

Nach anfänglicher Betrachtung der gesamten zehn Wohntürme und damit verbunden der Bearbeitung allgemeiner Fragestellungen zur Sanierungsmethodik wurde im ersten Projektjahr eines der zehn Gebäude im Quartier zur näheren Betrachtung ausgewählt. Dies war notwendig, um qualitative Aussagen über Anforderungen an den Brandschutz, konkrete Beschaffenheit und Zustand des Bestands und in weiterer Folge auch aussagekräftige Kostenberechnungen durchführen zu können. Die Auswahl erfolgte mittels einer Abstimmung, an der sämtliche Bewohnerinnen und Bewohnern des Wohnquartiers teilnehmen konnten. Die größte Zustimmung für weiterführende Planungen erhielt dabei das 6/7 geschossige Gebäude in der Pebalstraße 33.

Wie die weiteren neun Gebäude des Quartiers wurde auch dieses Gebäude in einer Mischbauweise errichtet. Die Außenwände sind Teil der Tragstruktur und wurden aus Mantelbeton hergestellt, wie auch einige der innenliegenden Längs- und Querwände. Die Aussteifung des Gebäudes erfolgt über einen zentralen Kern in Stahlbetonbauweise der den in der Gebäudemitte liegenden Lift umhüllt. Die Geschosdecken sind als ein- und zweiachsig gespannte Flachdecken in Stahlbetonbauweise ausgeführt und wurden vor Ort betoniert. Hier zeigte sich bei genauerer Betrachtung, dass die vorhandene Betonqualität in Kombination mit der teilweise sehr geringer Deckenstärke Schwächen aufweisen, die auch weitreichenden Einfluss auf die Konstruktion und Entwicklung der geplanten Pufferzone hatte.



Abb. 19: Bestandsgebäude im STELA-Quartiers: Fassadengestaltung, Außenraumgestaltung, private Freiräume, Gebäudeeinschnitt im Bereich des Stiegenhauses

Entwicklung des Elementfassadensystems

Der voranstehenden Bestandsanalyse folgte die Entwicklung des Baukastensystems zur Errichtung der Smart Tower Pufferzone – mit dem Ziel, das im Antrag beschriebene Konstruktionsprinzip an die tatsächlichen Voraussetzungen vor Ort anzupassen und gleichzeitig zu einem finanzierbaren wie auch technisch ausgereiften und übertragbaren System weiter zu entwickeln. Dazu wurden wesentliche Faktoren stets im größeren Zusammenhang betrachtet:

- Konstruktive Möglichkeiten / Innovationen
- gesetzliche Rahmenbedingungen / Brandschutz, Belichtung, Nutzungssicherheit, etc.
- Herstellungskosten / Finanzielle Auswirkungen für Mieterinnen und Mieter
- bauphysikalische Funktionstüchtigkeit / erforderliches Nutzerverhalten

Auf Grundlage dieser Kriterien folgte die Ausarbeitung zahlreicher Ausführungsvarianten die jeweils auf diese Aspekte hin überprüft wurden. Diese Entwicklungsphase nahm viel Zeit in Anspruch, auch deshalb, da neben den Projektpartnern in wesentlichen Punkten auch Fachkräfte aus der Industrie und mögliche Hersteller in die Entwicklungsprozesse eingebunden wurden. So konnte garantiert werden, dass konkrete Aussagen zu anfallenden Kosten, Herstellung und Montage jederzeit möglich waren. Da die finanziellen Möglichkeiten bei Wohnhaussanierungen naturgemäß beschränkt sind wurden vor allem auch ökonomische Aspekte zu einem entscheidenden Kriterium, welches auch die mögliche Reproduzierbarkeit des Systems entscheidend beeinflusst. Dies führte dazu, dass Varianten, die eine spätere Vervielfältigung des Systems nicht garantieren konnten, stets ausgeschlossen wurden.

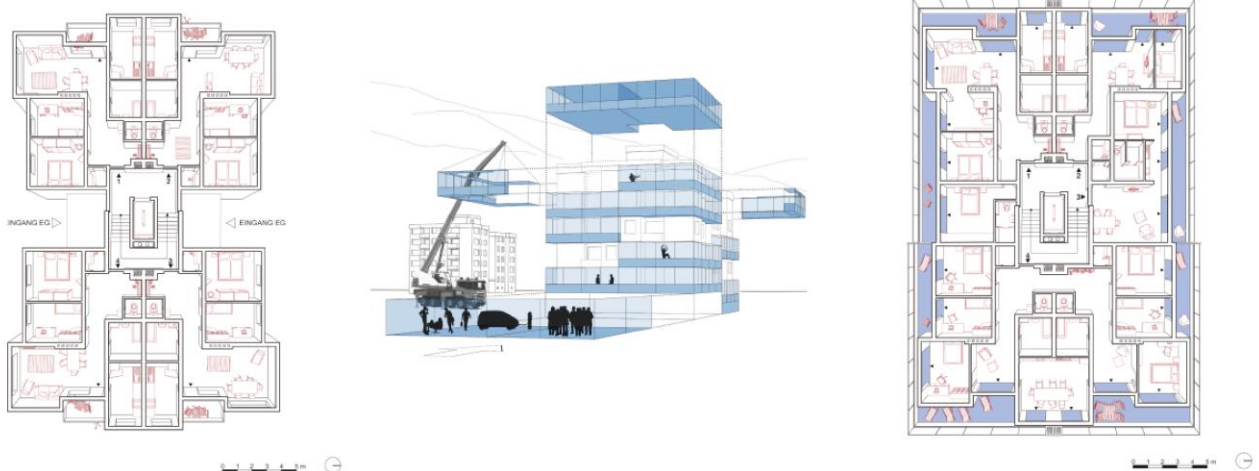


Abb. 20: Konstruktionsprinzip STELA - Sanierung mit Pufferzone

Konstruktionsprinzip

Um im Zuge der Errichtung flexibel agieren zu können, wurde die Konstruktion der Pufferzone in einer modularen Bauweise konzipiert. Das Konstruktionsprinzip folgt einer Baukastenstrategie, bei der sich aus wenigen leicht reproduzierbaren Elementen die gesamte neue Gebäudehülle schrittweise herstellen lässt. Zur raschen Montage wurde auf einen möglichst hohen Vorfertigungsgrad geachtet. Die wesentlichen konstruktiven Elemente sind einerseits Rahmen (aus Stützenpaaren und Unterzügen) – welche die Lasten der das Bestandsgebäude umhüllenden Schicht tragen. Die Stützenpaare verlaufen dabei sowohl an der Bestandsfassade wie auch im Bereich der neuen Fassade. Diese sind mit Unterzügen miteinander verbunden auf denen wiederum die Deckenplatten aufliegen. Als aussteifendes Element fungieren Brüstungsträger die jeweils an Stützen und Decken befestigt werden. Eine Verbindung der Pufferzone zum Bestand ist so lediglich punktuell notwendig. Die einzelnen Elemente lassen sich jeglicher Gebäudeform anpassen. So kann die Übertragbarkeit des Systems auf weitere Bestandsgebäude garantiert werden.

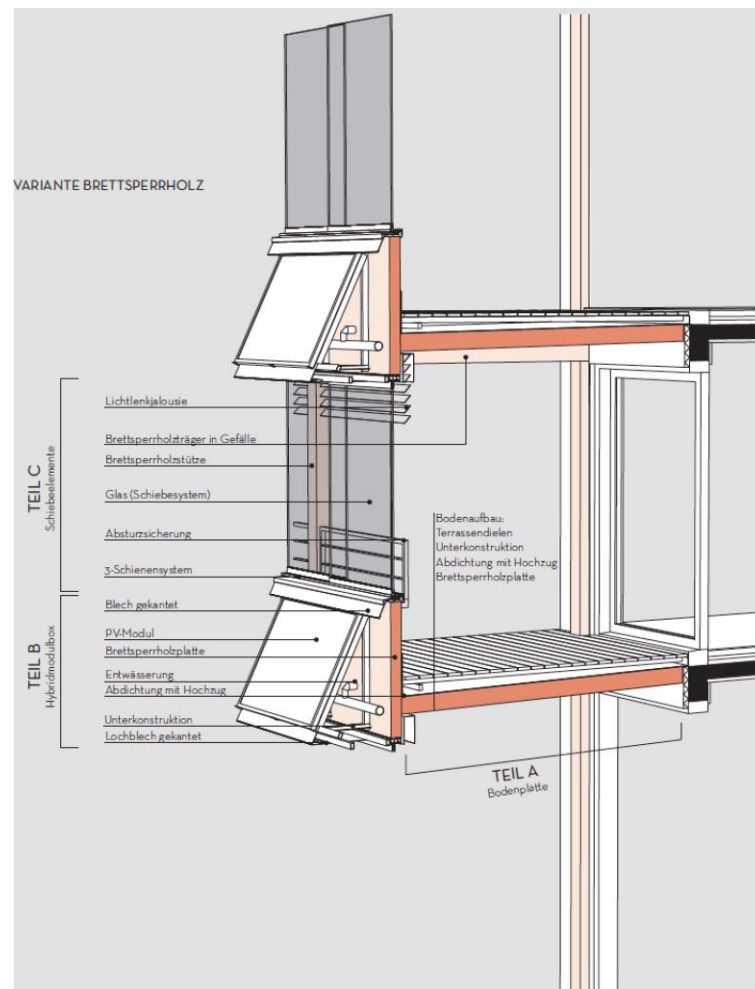


Abb. 21: Systemdarstellung STELA-Pufferzone (Variante Brettspertholz)

In den Bereichen zwischen den Parapeten (Brüstungen) ist eine Schiebeverglasungen vorgesehen. Das 3-läufige System mit Einfachverglasungen lässt sich je nach Witterung

großzügig öffnen und schließen. Ein geringer Abstand zwischen den sich überlappenden Scheiben garantiert den notwendigen Luftwechsel auch im geschlossenen Zustand, für den dahinterliegenden Pufferraum wie auch für die dahinterliegenden Wohnräume. Auf den Brüstungsplatten werden zudem Photovoltaik-Module montiert. Die leichte Schrägstellung bewirkt einerseits höhere Erträge, zudem werden die Glasscheiben vor unmittelbaren Witterungseinflüssen geschützt. Zusätzlich kann der dahinter liegende Hohlraum zur Leitungsführung verwendet werden.

Innovative Tragstruktur

Die schlussendlich ausgeführte Konstruktionsweise unterscheidet sich in zweierlei Hinsicht gegenüber dem im Antrag formulierten Prinzip. Einerseits stellte sich der Einsatz von UHPC (Ultra-High-Performance-Concrete) als wenig geeignet für die geplante Umsetzung heraus, da die bautechnischen Anforderungen ohne unerwünschte Zusatzmaßnahmen (z.B. Bauteilverkleidung, anlagentechnische Adaptierung im Bestand) nicht erfüllt werden können. Dadurch verliert der Baustoff jedoch weitgehend seine Vorteile – geringes Gewicht, geringen Materialstärken.

Ein weiterer Grund, um von der geplanten Konstruktionsweise abzuweichen war – dass bei der vertieften Bestandsrecherche grundlegende Schwächen in der Konstruktion des Bestandsgebäudes ersichtlich wurden. Neben den wenig bis kaum belastbaren Außenwänden aus Mantelbetonsteine mit Heraklithumantelung erwies sich auch die Ortbetondecke als trügerisch. Gerade in Bereichen wo im Zuge der Implementierung der Pufferzone aufgrund der größten Spannweiten auch mit den größten Lasten zu rechnen wäre – im Bereich des bestehenden Balkons – weisen die Ortbeton-Decken eine Stärke von lediglich 12cm auf. Grund dafür sind großflächige Heraklitheinslagen an der Deckenunterseite zur Abminderung der Kältebrücke im Übergang zur Balkonplatte.

Dies führte in weiterer Folge dazu, dass die angestrebte freitragende Konstruktion, bei der die Lastabtragung ausschließlich über das Bestandsgebäude erfolgt wäre, weder konstruktiv noch finanziell den Anforderungen an eine reproduzierbare kostengünstige Lösung für den Einsatz im Wohnungsbau gerecht wurde.

Im Zuge des Entwicklungsprozesses wurden daher weitere konstruktive Ausführungsvarianten geprüft. Prinzipiell wurden hier zwei grundsätzliche Ansätze verfolgt. 1. Eine Konstruktion, die sich selbst trägt, somit keinerlei Lasten an den Bestand überträgt und Stützen sowohl im Bereich der neuen als auch entlang der bestehenden Fassade aufweist. 2. Eine Konstruktion, die im Bereich der neuen Fassade Lasten über Stützen abträgt, im Bereich der bestehenden Aussenwand jedoch die Lasten in die Decken bzw. Wände eingeleitet werden.

Im Zuge des Prozesses wurden unter anderem an neuen Möglichkeiten zur Lastübertragung in bestehende Strukturen gearbeitet – in Zusammenarbeit von Architektur, Ingenieuren und externen Konsultanten aus der Fertigteilebranche. Im Endeffekt stellten sich diese Varianten jedoch aufgrund des hohen Arbeitsaufwandes vor Ort - vor allem durch die Vielzahl an notwendigen tiefen wie auch exakten Bohrlöchern – als sehr kostenintensiv heraus. Nicht zu

vernachlässigen ist zudem die Lärmbelästigung durch dauerhaftes Bohren im Beton über Tage und Wochen hinweg. Dies wäre für die Bewohnerinnen und Bewohnern nur schwer zumutbar und würde erheblich zur Minderung der Lebensqualität während der Bauzeit beitragen.

Letztendlich stellte sich eine sich selbst tragende Konstruktion wie oben beschrieben sowohl als außerordentlich flexibel, kostengünstig und einfach in der Produktion wie auch in der Montage heraus. Zudem wird das System unabhängig von den statischen Voraussetzungen bzw. dem Zustand der Bestandsbauten. So lässt sich ohne gebäudespezifische Speziallösungen und Entwicklungen die Methode auch an diversen weiteren sanierungsbedürftigen Häusern anwenden bzw. übertragen.

Brandschutz & Materialität

Um sicher zu stellen, dass die geplante Konstruktion auch aus brandschutztechnischer Sicht die baugesetzlichen Mindestanforderungen erfüllt, wurde der Projektpartner Norbert Rabl Ziviltechniker GmbH als Konsulent für Brandschutzwesen in die Planung miteinbezogen. Es wurde ein Brandschutzkonzept erstellt, welches im Hinblick auf eine etwaig künftige Anwendung in der Realität (beurteiltes Bestandsobjekt mit Standort i. d. Steiermark) in seinen Besonderheiten mit der Landesstelle für Brandverhütung in der Steiermark vorbesprochen wurde.

Die Besonderheiten der geplanten Konstruktion und der damit verbundenen Anforderungen aus brandschutztechnischer Sicht ergeben sich dabei durch die geplante Nutzung der Pufferzone an sich, die Auswirkung auf das damit adaptierte Bauwerk und die rechtliche Einstufung der Konstruktion selbst. Da die Pufferzone grundsätzlich auch verschließbar ist, konnte diese per Definition des Baugesetzes nicht mehr als Loggien betrachtet werden – sondern vielmehr als Erkerbauwerke, welche im Allgemeinen die Brandabschnittsfläche vergrößern und Anforderungen an Trennbauteile zwischen Wohnungen ins Spiel bringen. Da für die Endanwendung der Pufferzone des Weiteren kein punktueller Einsatz, sondern eine großflächige Anwendung an einem speziellen Objekt vorgesehen ist, bewirkt die geplanten Konstruktion auch eine Verschiebung der Gebäudefront nach außen, welche das Gebäude (Brandabschnitte) vergrößert und Einfluss auf die Schutzabstände des Gebäudes selbst hat. Die Ausgestaltung der Pufferzone an sich, sowie die geplante Ausstattung mit Photovoltaikelementen an der Außenhaut hat wiederum Auswirkungen auf die Möglichkeiten der Einsatzkräfte der Feuerwehr bei Evakuierung von Personen über Außenwandöffnungen mittels Drehleiter und damit auf die Gesamtkonzeption des Gebäudes – insbesondere in Bezug auf die technische Ausstattung (TGA).

Im Zuge der Projektplanung am Objekt Pebalstraße 33 wurde iSd. StBTV die Anwendung der OIB-Richtlinien idF. von 2015 verordnet. Damit ergaben sich für die geplante Konstruktion im Bereich der Parapete wesentliche Erleichterungen aus brandschutztechnischer Sicht. Dies begründete sich damit, dass keine Flächenbegrenzung der Brandabschnitte im Wohnbau mehr zu berücksichtigen war, sowie die generelle Anforderung von deckenübergreifenden Außenwandstreifen bei Objekten der Gebäudeklasse 5 mit **mehr als 6 oberirdischen Geschoßen** entfallen ist. Die grundlegende Anforderung an die tragende Konstruktion am

Objekt Pebalstraße 33 (Gebäudeklasse 5, >6G) war jedoch weiterhin mit R90-A2 definiert, womit Holz also nur mit Zusatzmaßnahmen anwendbar ist.

Festzuhalten ist, dass bei Gebäuden mit Wohnnutzung der Gebäudeklasse 5 mit **nicht mehr als 6 oberirdischen Geschoßen** gemäß OIB-RL2:2015 die Anforderungen an tragende Bauteile als R90 ohne A2 definiert sind und folglich der Baustoff Holz ohne Zusatzmaßnahmen anwendbar ist. Dies ist vor allem für die weitere Übertragung bzw. Anwendung der Sanierungsmethode von Bedeutung, da hier mit ein und demselben Konstruktionsprinzip zusätzliche Ausführungsvarianten möglich werden. Eine Konstruktion aus Holz – aus einem nachwachsenden, regional verfügbaren und leicht zu bearbeitenden Baustoff – stellt aus diesen Gründen eine hervorragende zusätzliche Alternative dar.

Ästhetische Qualitäten / Fassadenbild

Die Umhüllung des Bestandsgebäudes bewirkt nicht nur eine deutliche Verbesserung der Kompaktheit des Gebäudes mit welcher zusätzliche Energieeinsparungen generiert werden, wie auch die vorhandene Schimmelproblematik entschärft wird. Ebenso kann dem Gebäude anders als bei Sanierungen mit WDV-Systemen ein neuer, zeitgemäßer Ausdruck verliehen werden. Anstelle der bestehenden Lochfassade rückt so ein in horizontale Bänder gegliedertes Erscheinungsbild. Streifen aus integrierten PV-Elemente sowie aus Glasflächen wechseln einander ab. Durch die individuelle Steuerbarkeit der Glasschiebeelemente ist dieser Fassadenlösung zudem eine Lebhaftigkeit immanent, die durch die individuellen Bedürfnisse der Benutzerinnen und Benutzer gesteuert und beeinflusst werden kann.

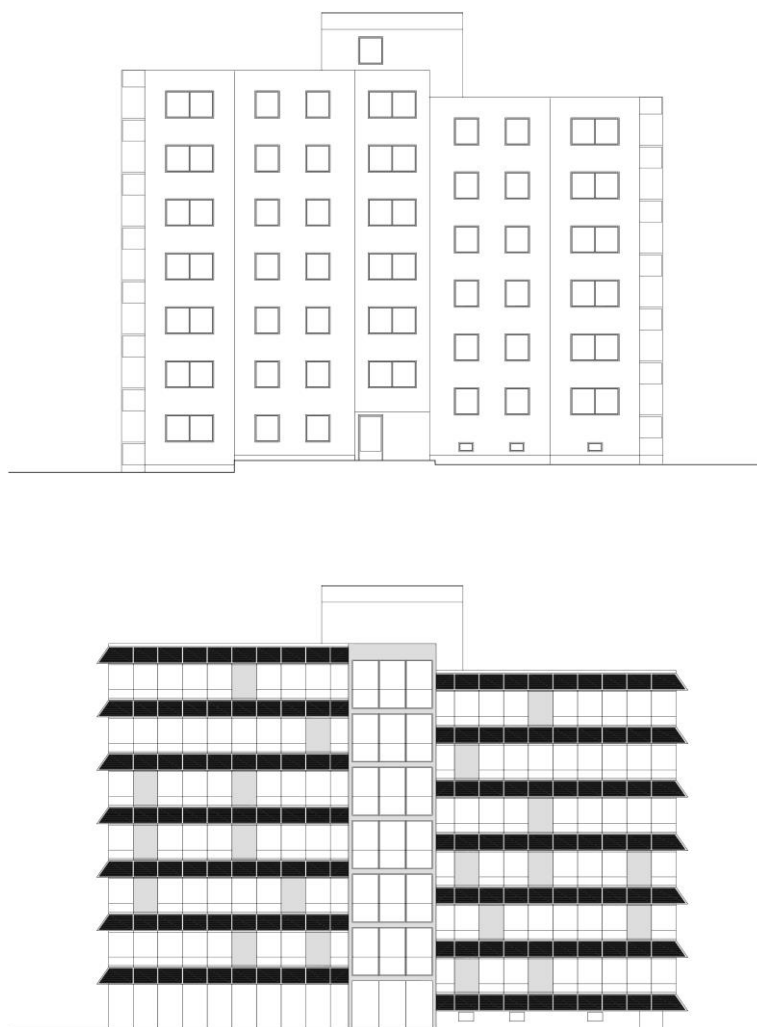


Abb. 22: Fassadenbild - Bestand (oben), STELA (unten)

Bauphysik & Energiedaten

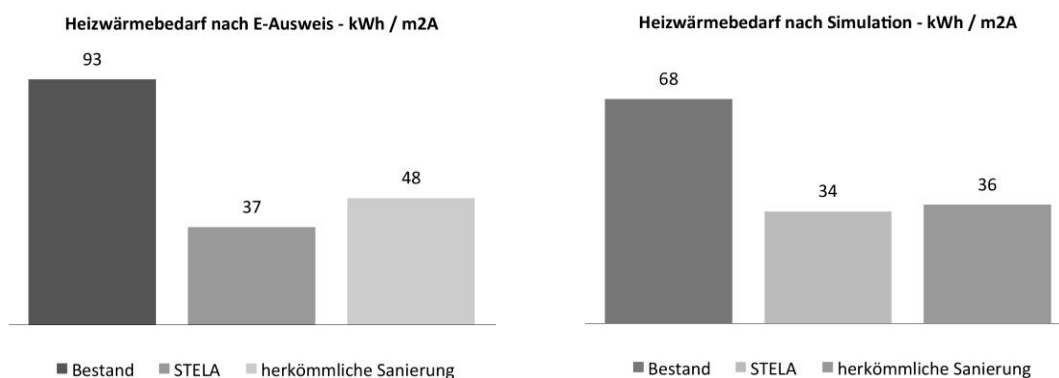


Abb. 23: Heizwärmebedarf - Vergleichswerte

Kompaktheit (Bestand): 0.44m^{-1}

Kompaktheit (STELA): 0.33m^{-1}

Sanierung Gesamtgebäude

Hüllfläche Fassade Neu 2.100 m²

Energieerntefläche 450 m²

Ertragsschätzung Gesamtgebäude

SOLARWATT 60P (1,66m²/Modul, 265 kWp/Modul)

Fassade Ost 14.215 kWh/a

Fassade Süd 23.884 kWh/a

Fassade West 14.215 kWh/a

Gesamt 52.314 kWh/a

Sanierung Demonstrationsmodul

Hüllfläche Fassade (Demo) 93 m²

Energieerntefläche (Demo) 40 m²

Ertragsschätzung Demonstrationsmodul

SOLARWATT 60P (1,66m²/Modul, 265 kWp/Modul)

24 Module ca. 5.000 kWh

B.5.4 Smart Tower – Pufferzone (Demonstrationsmodul)



Abb. 24: Demonstrationsmodul Pebalstraße 33 (Foto: Alexander Gebetsroither)

Rückschlüsse und Erkenntnisgewinne

Für das Smart Cities Demonstrationsprojekt war eine wesentlicher Projektschwerpunkt die entwickelte Methodik am untersuchten Gebäude in der Realität zu testen und zu evaluieren. Zu diesem Zweck wurde im letzten Projektjahr (2017) ein Demonstrationsmodul errichtet. Die Größe dieses Anschauungsobjekts entspricht dabei der Pufferzone die einer Wohnung zugeordnet ist und umfasst in etwa 30m². Dies ist zugleich auch aus konstruktiver Sicht die Größe der sich wiederholenden Einheiten. So konnten an diesem einen Modul sämtliche Rückschlüsse hinsichtlich der Konstruktion des Baukastenprinzips – wie das Fügen und Zusammensetzen einzelner Elemente, der Vorfertigungsgrad, die Montage wie auch den Anschluss ans Bestandsgebäude - überprüft werden. Neben diesen konstruktiven Rückschlüssen konnten mit dem Demonstrationsobjekt vor allem die räumlichen Vorteile der Sanierungsmethode veranschaulicht werden und die angestrebte Funktionsweise hinsichtlich Nutzbarkeit, Aufenthaltsqualität und Behaglichkeit überprüft und nachgewiesen werden. Ebenso konnten die vorab ermittelten Kosten aufgrund der tatsächlich anfallenden Kosten auf ihre Korrektheit geprüft werden – und somit auch die Auswirkungen auf die bestehenden Mieten der Bewohnerinnen und Bewohner detailliert berechnet werden.

Kriterien zur Umsetzung

Vor dem Start der Detailplanungen zum Demonstrationsmodul wurden zuerst die Mieterinnen und Mieter im Haus Pebalstraße 33 befragt, ob sie einer Umsetzung des Demonstrationsobjektes an/vor ihrer Wohnung zustimmen würden. Die wenigen leerstehenden Wohnungen wurden dabei nicht berücksichtigt, da es für den Erkenntnisgewinn essentiell war auf Erfahrungen, Erlebnisse und das Nutzungsverhalten der Bewohnerinnen und Bewohner - sowohl in der Bauphase als auch in der Testphase danach - zurückgreifen zu können. Weitere Kriterien für die Auswahl der genauen Lage waren naturgemäß konstruktionsbedingt - so wurde eine Umsetzung möglichst in einem der unteren Geschoßen bevorzugt. Funktionales Kriterium - um Rückschlüsse auf Behaglichkeit und Temperaturverlauf in der Pufferzone bzw. um zu erwartenden PV-Erträge zu überprüfen - war eine Wohnung mit teilweiser Südausrichtung.

Großes Interesse an einer Umsetzung des Demonstrationsmoduls hatte von Anfang an eine Mieterin mit Süd-West orientierter Wohnung im Erdgeschoss die nach einem Unfall auf die Nutzung eines Rollstuhls angewiesen ist und die Wohnung gemeinsam mit ihrem Mann bewohnt. Neben konstruktiven und funktionalen Voraussetzungen war ein weiterer Entscheidungsgrund, dass die derzeitigen Balkone nicht barrierefrei erschlossen werden können - somit die Nutzung eines privaten Freibereichs bisweilen für die Mieterin nicht möglich war. Von der Errichtung des von Beginn an als barrierefrei geplanten Demonstrationsmoduls konnte sie daher besonders profitieren. Auch deswegen, weil dieser neue vergrößerte Freibereich mit der Orientierung zu großzügigen wie auch ruhigen Grünbereich eine angenehme Aufenthaltsqualität in sich birgt.



Abb. 25: Demonstrationsanlage - Bezug zum Grünraum (Foto: Alexander Gebetsroither)

Planung, Funktionsabläufe, Vorfertigung

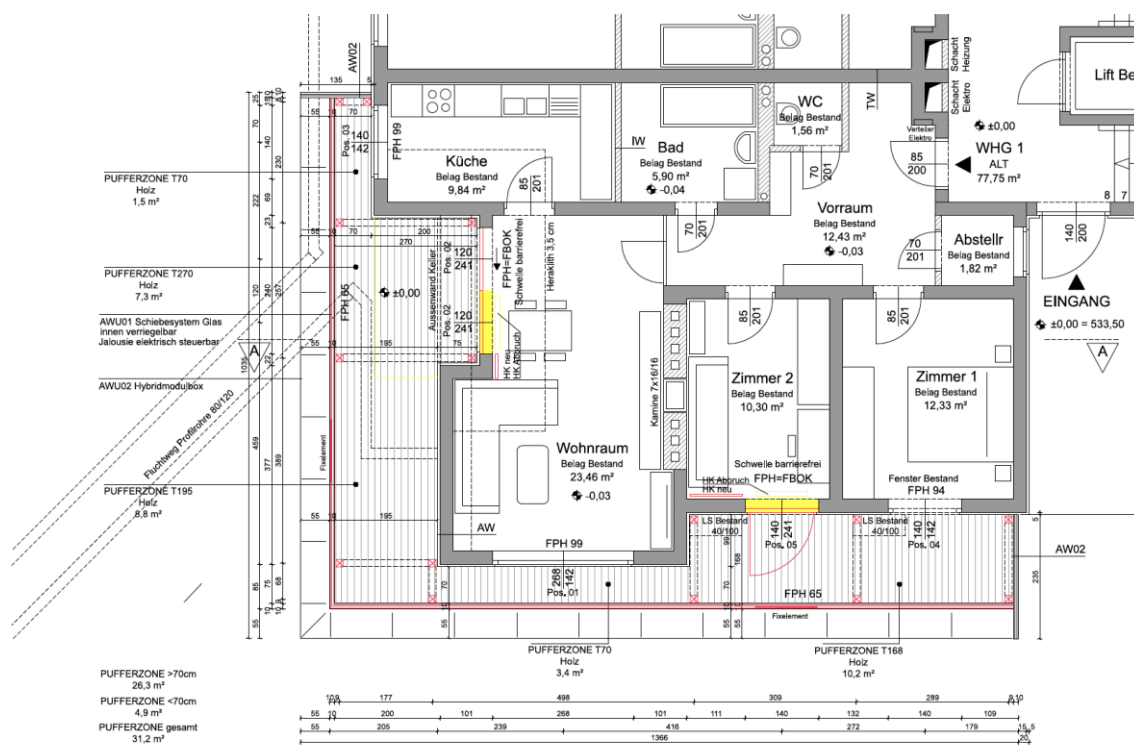
Sanierungen an bewohnten Gebäuden bringen immer eine Beeinträchtigung für Bewohnerinnen und Bewohner mit sich. Ziel der STELA Methode ist es, diese so gering wie möglich zu halten. Dies kann einerseits durch einen hohen Vorfertigungsgrad erreicht werden, andererseits durch eine möglichst detaillierte Planung der Abfolgen sämtlicher notwendiger Arbeitsschritte. In Zusammenarbeit und Abstimmung mit den beauftragten Firmen zur Umsetzung des Demonstrationsmoduls konnte so ein Bauzeitplan entwickelt werden – der die Herstellung des Anschauungsprojektes in nur 4 Wochen möglich machte. Wobei in der ersten Woche mit Baustelleneinrichtung, Freimachen des Geländes und den notwendigen Fundamentierungsarbeiten allgemeine Vorarbeiten getätigt wurden – die eigentliche Konstruktion des Fassadensystems konnte in den drei darauffolgenden Wochen umgesetzt werden. Zudem erfolgten sämtliche Konstruktionsschritte und Arbeiten an der Pufferzone von außen – die Wohnungen bleiben so auch während der Bauphase bewohnbar. Zu Einschränkungen in der Wohnung selbst kam es lediglich beim Tausch der bestehenden Fenster-Balkontür-Kombination – diese wurde durch eine großzügige schwellenlose Schiebetüre ersetzt - bzw. beim Einbau neuer Balkontüren anstelle der bestehenden Fenster in den Zimmern. Diese ermöglichen zusätzliche Austritte in die Pufferzone. Die damit zusammenhängenden Arbeiten – Mauerdurchbruch, Einbau der Fenster- und Tür- Elemente, ersetzen und versetzen bestehender Heizkörper, etc. – nehmen weniger als zwei Werktage in Anspruch. Im Zuge des Baus der Demonstrationsanlage wurde den beiden Bewohnern für diese eine Nacht ein Ersatzquartier zur Verfügung gestellt. Bei einer Gesamtumsetzung können diese Arbeiten gestaffelt werden. Mit der Möglichkeit eine leerstehende Wohnung als Ausweichquartier einzurichten, könnte diese dann von den jeweilig betroffenen Mietern für eine Nacht bezogen werden. So könnten die Bewohnerinnen und Bewohner über die gesamte Sanierung hinweg durchgehend in ihrem Haus wohnhaft bleiben.



Abb. 26: Baufortschritt bzw. einzelne Arbeitsschritte am Demonstrationsmodul

Räumliche Vielfalt

Größter Vorteil der Sanierungsmethode mit einer Pufferzone ist der erweiterte Lebensbereich der den Bewohnerinnen und Bewohnern dadurch zur Verfügung gestellt wird. Im konkreten Fall des Demonstrationsobjekts in der Pebalstraße 33 sind dies in etwa 30m². Je nach Tages- und Jahreszeit, Sonnenstand und Temperatur sind dabei unterschiedliche Nutzungsvarianten denkbar. Durch die mehrgleisige Schiebeverglasung, die großzügig geöffnet werden kann, ist eine Nutzung in den Sommermonaten als Freibereich/Balkon vorgesehen. Im geschlossenen Zustand profitiert man wie bei einem Wintergarten von den solaren Gewinnen durch die Sonneneinstrahlung. Die dadurch erzielbaren Temperaturen gewährleisten vor allem in den Übergangszeiten eine behagliche Aufenthaltsqualität. So wird die Pufferzone zur erweiterten und vielfach nutzbaren Wohnfläche. Selbst im Winter ist bei direkter Sonneneinstrahlung eine Temperatur weit über der Umgebungstemperatur möglich und damit ein Aufenthalt sowie die Nutzung der Pufferzone nicht ausgeschlossen.



Grundriss Erdgeschoß, Whg. 1 M 1:50

Abb. 27: Ausführungsplan Demonstrationsmodul

Da die neue Fassade das komplette Gebäude umhüllt, und so bestehende Unterschiede in der Gebäudegeometrie ausgleicht, weist die Pufferzone unterschiedliche Tiefen zwischen alter und neuer Fassade auf. Am Anschauungsobjekt beträgt dieser Abstand an der geringsten Stelle 70 cm – kann dort also noch angenehm begangen und bedient werden. Die tieferen Zonen definieren zwei unterschiedliche Aufenthaltsbereiche. Dies ist einerseits der Bereich rund um den ehemaligen Balkon, hier weist die Pufferzone mit max. 270 cm die größte Tiefe auf und

bildet durch eine neue großzügige Schiebetüre ein Raumkontinuum mit dem bestehenden Wohnraum. So vereint/verschränkt sich räumlich gesehen die Pufferzone einerseits mit den innenliegenden bestehenden Wohnbereich, andererseits öffnet sie sich durch die großzügige Schiebeverglasung zur parkähnlichen Umgebung – und rückt diese stärker ins Zentrum wie vor der Sanierung. Dies sorgt für fließende Grenzen und Übergänge zwischen Innen- und Außenbereich, die individuell steuerbar und variierbar sind. Ein zweiter Aufenthaltsbereich in der Pufferzone ist den beiden Zimmern vorgelagert. Hier beträgt der Abstand zwischen den Fassaden 170 cm und kann über die neu eingesetzten Balkontüren direkt betreten werden. Diesen Bereich nutzten die beiden Mieter besonders gerne und oftmals im Sommer. Aufgrund des hohen Sonnenstandes und der leicht auskragenden Konstruktion der PV-Module lag dieser meist angenehm im Schatten. In der Übergangszeit jedoch profitierten die beiden Bewohner dort erheblich von der tieferstehenden Sonne, die an sonnigen Tagen selbst im Winter für eine angenehme Temperatur sorgte. Generell wurde - lt. Angaben von Mieterin und Mieter – die Pufferzone seit Fertigstellung tagsüber zum meistbenutzten Raum der gesamten Wohnung.

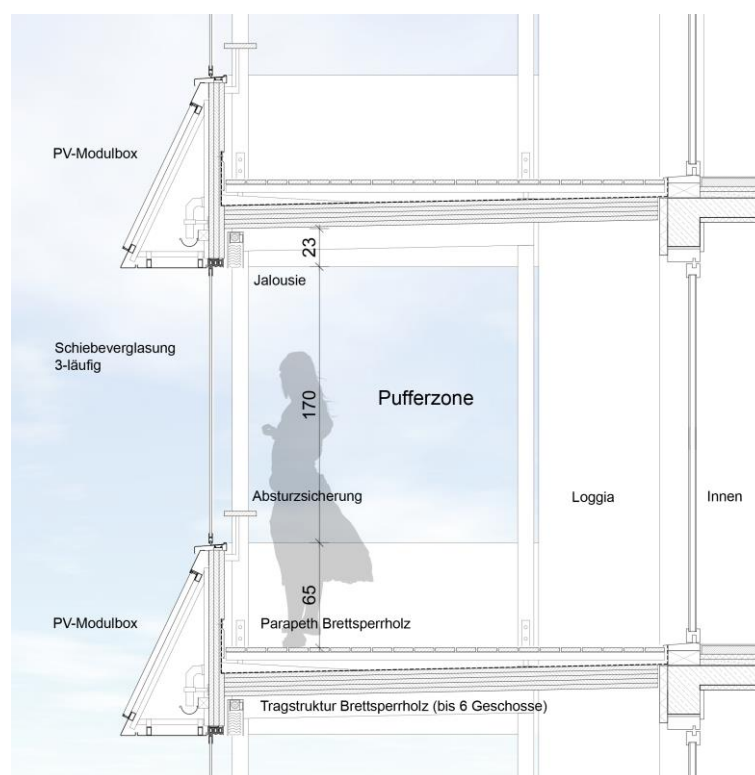


Abb. 28: Systemschnitt Pufferzone (Ausführungsvariante Brettsperrholz)

Funktionalität

Die Schiebeverglasung lässt sich aufgrund der dreigleisigen Anlage zu zwei Drittel öffnen. So wird die Pufferzone im Sommer zum großzügigen Balkon. Die Glasscheiben selbst weisen untereinander einen Abstand von etwas mehr als einen Zentimeter auf. Dadurch wird auch im geschlossenen Zustand ein ausreichender Luftwechsel – sowohl für die Pufferzone, als auch für die dahinterliegenden Innenräume garantiert. Zusätzlich zu den steuerbaren Glaselementen verfügt die Pufferzone auch über eine Jalousie zur weiteren Regulierung. Die Steuerung dieser Elemente und somit der klimatischen Bedingungen in der Pufferzone stellte sich nach Fertigstellung des Demonstrationsbaus als relativ unkompliziert heraus. Die Nutzer des

Anschauungsobjekts haben die Steuerung der unterschiedlichen Elemente nach einer kurzen Einschulung meist sehr intuitiv bedient und so sehr schnell ein eigenes für sie passendes Nutzungsverhalten entwickelt. Dadurch konnten Frustrationsmomente durch zu hohe oder zu niedrige Temperaturen weitgehend vermieden werden – die Zufriedenheit der Mieter war dementsprechend sehr hoch und einhergehend damit die Identifikation mit dem neuen Lebensbereich.

Die Steuerung der klimatischen Bedingungen erfolgt dabei größtenteils durch das Öffnen und Schließen der großzügigen Schiebeelemente. Diese sind manuell bedienbar und können an unterschiedlichen Positionen fixiert werden. Dieses Fixieren war in herkömmlichen Systemen bisweilen nicht möglich und wurde in Abstimmung mit dem Hersteller im Zuge des Projektes entwickelt. Als weiteres Steuerelement dienen die Jalousien, die sowohl manuell wie auch von einem Sonnen- und Windwächter gesteuert werden. Die manuelle Bedienung erfolgt mittels Funksteuerung, mit der sowohl alle Elemente gemeinsam oder auch einzelne Elemente gezielt angesteuert werden können.

Die Demonstrationsanlage wurde im Mai fertiggestellt und war ab diesem Zeitpunkt voll funktionstüchtig - die Nutzer waren daher bereits zu Beginn gezwungen je nach Witterung und Tagestemperaturen ihre Anlage „zu bedienen“. Ab Juli erfolgte eine stetige Messung der Temperaturen in der Pufferzone bzw. durch Anbringen von Bewegungssensoren an der Schiebeverglasung eine Aufzeichnung der tatsächlich getätigten Bewegungen. So konnte zusätzlich zu den Rückmeldungen der Mieter über Benutzerverhalten und empfundener Aufenthaltsqualität Rückschlüsse auf tatsächliche Temperaturverläufe in Abhängigkeit der jeweiligen Witterung gewonnen werden. Die genauen Aufzeichnungen dazu sind in den Ergebnissen zur Simulation und Evaluierung ersichtlich.



Abb. 29: Holz bestimmt die Atmosphäre im Inneren der Pufferzone. Schiebeverglasung und Jalousie dienen zur Kontrolle der klimatischen Bedingungen. (Fotos: Alexander Gebetsroither)

Aufenthaltsqualität

Bei den verwendeten Materialien standen neben ökologischen Kriterien und dem Streben so weit wie möglich regionale Produkte einzusetzen auch deren Wirkung und Zusammenspiel hinsichtlich Aufenthaltsqualität und Behaglichkeit im Mittelpunkt. Konstruktive Teile, Bodenbelag, Decke sowie Parapet sind am Demonstrationsmodul aus Holz gefertigt und prägen so die Atmosphäre der Pufferzone. Das Material steht in der mitunter dicht bewaldeten Umgebung sowohl als Rohstoff zur Verfügung. Ebenso kann dessen Verarbeitung und Bearbeitung in unmittelbarer Umgebung garantiert werden. Die Hölzer sind dabei weder behandelt noch verkleidet und zeugen von einem ehrlichen Umgang mit dem Baustoff. Die Oberflächen unterstreichen zudem den „Charakter“ der Pufferzone – der sich bewusst von den bestehenden Räumlichkeiten abhebt und so zur erlebbaren räumlichen Vielfalt beitragen kann. Im Gegensatz zu vielen anderen Materialien ist der Alterungsprozess von Holz zudem meist positiv besetzt ist. So kann gewährleistet werden, dass die Pufferzone auch über Jahre hinweg seine ansprechende Optik behält und Sanierungsmaßnahmen – bei einem angemessenen Umgang mit dem gemieteten Wohnraum – auf ein Minimum reduziert werden können.



Abb. 30: Unterschiedliche ausgeformte Aufenthaltsbereiche dienen einer Vielzahl an möglichen Nutzungen (oben). Durch die großflächige barrierefreie Schiebetüre bilden bestehenden Innenräume und Pufferzone ein Raumkontinuum (unten). (Fotos: Alexander Gebetsroith)

Ausführende Firmen

Lieb Bau Weiz GmbH - Baumeisterarbeiten / Zimmermeisterarbeiten / Spenglerarbeiten

Metall & Technik Schmidt GmbH – Glasschiebesystem / Sonnenschutz / Fenstertüren

10hoch4 Energiesysteme GmbH / DI H. Finding – PV-Modulbox / Anlagenmontage & Inbetriebnahme

Planung / Entwicklung

Institut für Gebäudelehre – Technische Universität Graz

Planung / Bauaufsicht / geschäftliche Oberleitung

Gangoly & Kristiner Architekten GmbH

BauKG

Norbert Rabl Ziviltechniker GmbH

Fachplaner

Vatter & Partner ZT-GmbH (Bauphysik)

Norbert Rabl Ziviltechniker GmbH (Brandschutz)

ITE - Institut für Tragwerksentwurf / TU Graz (Tragwerksplanung)

B.5.5 Smart Tower – Pufferzone (Technische Simulation und Evaluierung)

Planungsbegleitende Evaluierung, dynamische Gebäude- und Anlagensimulation

Im Zuge der Abstimmung der Mieterinnen und Mieter im ausgewählten Stadtteil wurde das Gebäude Pebalstraße 33 für die weiteren Untersuchungen und Berechnungen gewählt. Für die Ermittlung des Gesamtenergiebedarfs bzw. dessen Deckung wurde das gesamte Bestandsgebäude wie auch der SMART TOWER - das Gebäude nach der geplanten Sanierung - simuliert. Für die detaillierte Darstellung der Behaglichkeit sowie der Energieverteilung wurde zudem ein Geschoss (4 Wohnungen) im oberen Gebäudeteil sowie eine Wohnung im Erdgeschoss detailliert betrachtet und simuliert.

Bei der Simulation des Gesamtgebäudes wurden 4 Grundvarianten untersucht, die mit den Ergebnissen der Energieausweisberechnung sowie mit dem tatsächlichen Verbrauch verglichen wurden. Mit dem Bestandsgebäude wurden die Sanierung mit den Pufferräumen sowie eine herkömmliche Sanierung (Vollwärmeschutz und Fenstertausch) miteinander verglichen.

Die vertiefte Bestandsanalyse hat gezeigt, dass der Verbrauch der Heizenergie verhältnismäßig niedrig ist. Allerdings sind die realen Außenlufttemperaturen in den letzten 10 Jahren meist deutlich höher als das Standortklima nach Norm. Das Verhältnis EAW zu Gebäudesimulation für den Bestand ist dabei stärker abweichend, was zum Teil an vereinfachten Annahmen gemäß ÖNORM B 8110-6 liegt. Die dynamische Gebäudesimulation passt verhältnismäßig gut zu den Verbräuchen in kalten Jahren.

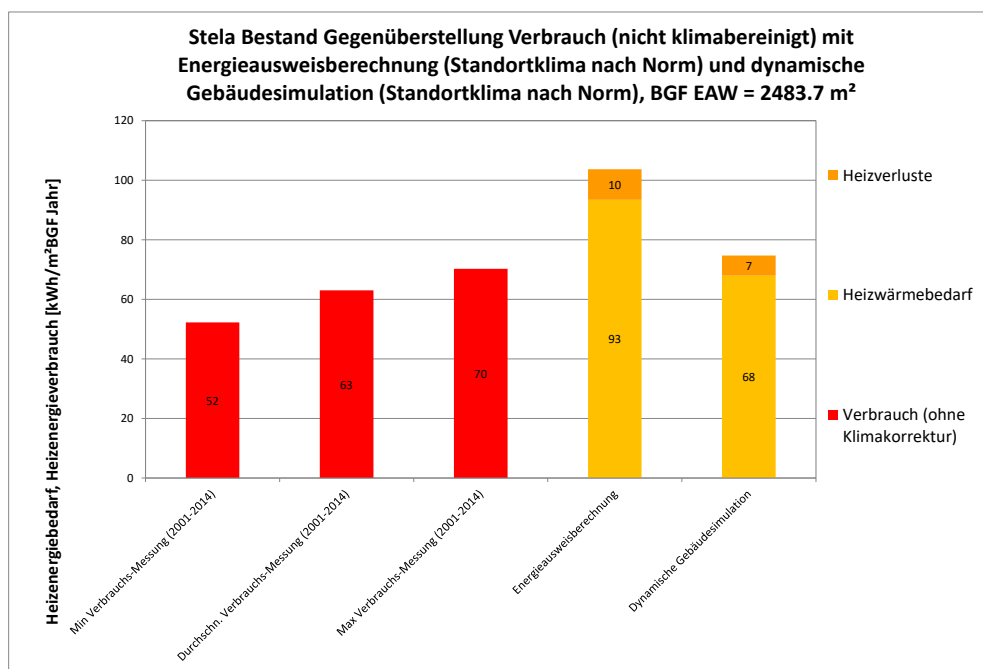


Abb. 31: Gegenüberstellung Energieverbrauch, Bedarf Energieausweis und Simulation

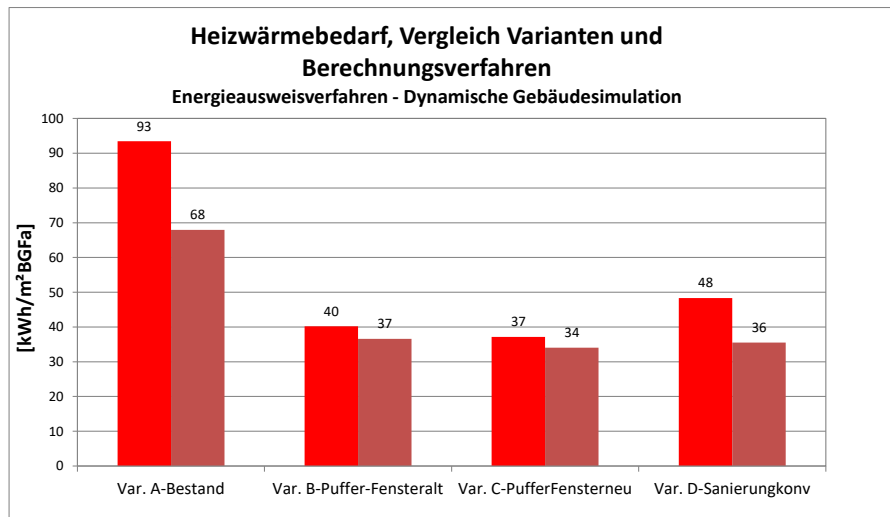


Abb. 32: Vergleich Energieausweis, Gebäudesimulation - unterschiedliche Varianten

Die Einsparung am Heizwärmebedarf liegt unter oben beschriebenen Voraussetzungen je nach Referenzwert bei 45% - 60%. Festgestellt wird, dass die Transmissions- und Lüftungswärmeverluste durch den Pufferraum deutlich abgesenkt werden und im Vergleich zu einer herkömmlichen Sanierung mit WDVS bessere Vergleichswerte erzielt werden können.

Im nächsten Schritt wurde der Gesamtenergiebedarf auf End- und Primärenergieebene sowie die Deckung des Bedarfs untersucht. Neben den gebäudebezogenen Energieverbrauchern (Heizen, Warmwasser, Strom allgemein, Haushaltsstrom) wurde auch die Mobilität in dieser Bilanz berücksichtigt. Es wurden unterschiedliche Varianten zur Deckung des Energiebedarfs untersucht, wobei das Hauptaugenmerk im ersten Simulationslauf auf das System mit Hybridkollektoren und Fernwärme gelegt wurde.

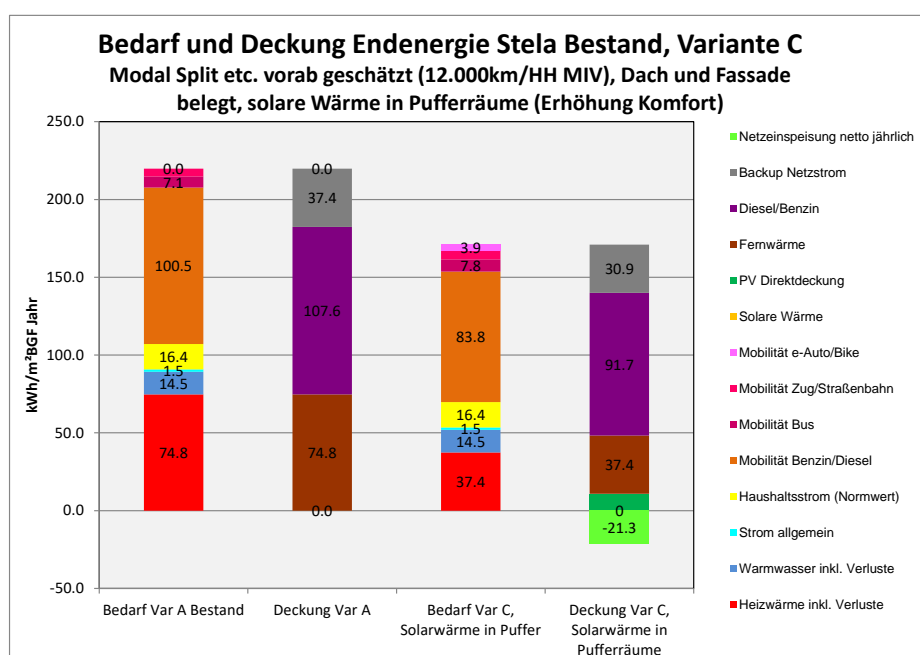


Abb. 33: Bedarf und Deckung STELA Bestand, Sanierung - Variante C

Die Variante A stellt den derzeitigen Status an Energiebedarf und –versorgung des bestehenden Gebäudes dar. Der Gesamtenergiebedarf der Sanierungsvariante setzt sich wie im 3. Balken in den ab Punkt 4 dargestellten Szenarien dargestellt zusammen. Der Anteil der verschiedenen Mobilitätsnutzungen wurde von dem Arbeitspaket der Mobilitätsplanung zur Verfügung gestellt. Die Deckung des Bedarfs des Sanierungsfalls ist im 4. Balken dargestellt. Die thermischen Gewinne der Hybridkollektoren werden in dieser Variante ausschließlich für die Beheizung der Pufferräume über die Ringleitung verwendet. Der PV-Strom kann zum Teil direkt genutzt werden, bzw. wird dieser in das Netz eingespeist. Der übrige Bedarf wird mittels Fernwärme, Diesel/Benzin und Netzstrom gedeckt.

Im Zuge der Wirtschaftlichkeitsberechnungen zeigte sich, dass die Hybridkollektoren unter den vorherrschenden Randbedingungen **nicht ökonomisch umsetzbar sind**. Aus diesem Grund wurde eine Variante mit Photovoltaik an der Fassade und am Dach gewählt. In dieser Variante wird der Strom aus den Fassadenkollektoren zur Deckung des Allgemeinstroms herangezogen bzw. in das Stromnetz eingespeist und der Strom aus den Dachkollektoren zur Versorgung des E-Mobility Centers eingesetzt.

Aufgrund dieser Entscheidung wurden diverse Varianten zur Integration von PV und deren Energienutzung im Gebäude untersucht.

Ein weiterer Schwerpunkt der dynamischen Gebäudesimulation war die Berechnung der zu erwartenden empfundenen Temperaturen sowie der relativen Luftfeuchte. Dadurch soll die Nutzbarkeit des Systems im Sommer und Winter verifiziert werden. Die Simulationsergebnisse zeigen, dass trotz Temperaturspitzen der Außenlufttemperatur von 32°C, die Temperaturen im Pufferraum nur auf maximal 30 bis 35°C ansteigen. In der Wohnung selbst ist durch eine intelligente Nachlüftung ein sehr angenehmer Sommerkomfort erreichbar. Die minimalen empfundenen Pufferraumtemperaturen liegen bei ca. -5°C bei minimalen Außenlufttemperaturen von -15.5°C. Diese Simulationsergebnisse wurden in weiterer Folge mit den Monitoringdaten verglichen.

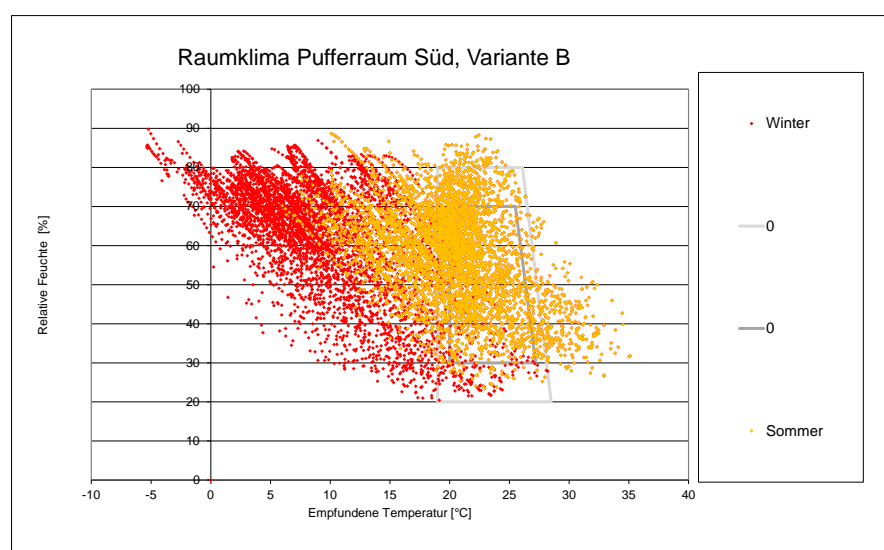


Abb. 34: Behaglichkeit in der Pufferzone

Deutlich wird, dass an sonnigen Tagen, trotz sehr niedriger Außenlufttemperaturen, bis zu 20°C empfundene Temperatur im Pufferraum erreicht werden kann. An diesen Tagen sinken auch die Lüftungswärmeverluste (Coupling) deutlich. Dies sollte die angestrebte Nutzbarkeit des zusätzlich gestaltbaren Lebensraums besonders in den Übergangszeiten gewährleisten. Obwohl die Tagesspitzen in der Sommerperiode im Pufferraum leicht über der Außenlufttemperatur liegen kann, kann durch eine effiziente Nachtlüftung und Vorkühlung der Speichermassen nach einer Sanierung in der Wohnung ein angenehmeres Klima als zuvor erreicht werden.

Die es teilweise zu bautechnischen Änderungen in der Ausführungsphase kam wurden die dementsprechenden dynamischen Gebäudesimulationen angepasst. Diese hatten jedoch nur minimale Änderungen der Ergebnisse zur Folge.

Monitoring

Eine Bestandsaufnahme für die Messungen der typischen Wohnungen konnte nach der Entscheidung des zur weiteren Bearbeitung gewählten Wohnturms und der Befragung der interessierten Bewohner und Bewohnerinnen in Angriff genommen werden.

Das Equipment für die Messungen des thermischen Komforts in vier Musterwohnungen wurde im November 2015 installiert.

Für das Behaglichkeitsmonitoring wurden im ersten Schritt in vier Wohnungen jeweils drei Feuchte- und Temperatursensoren und jeweils ein CO₂/Temperatursensor verbaut. In einem zweiten Schritt wurden die Temperaturen in der vorgeschetzten Pufferzone und das Öffnen der Glasschiebeelemente mittels Fensterkontakten erfasst. Die Übertragung der gemessenen Daten an den Messrechner vor Ort erfolgte mittels Funk. Untere Stockwerke wurden mittels LAN-Routing verbunden. Die Verwendung eines funk-basierten Messsystems ermöglichte einen raschen Einbau bei gleichzeitig hoher Flexibilität bei der Positionierung der Geräte. Die Speicherung erfolgt lokal auf dem Messrechner und wird gleichzeitig täglich auf die Datenbank des IBO-Servers transferiert. Das Messintervall beträgt 10min.

Die Monitoring Ergebnisse haben gezeigt, dass der CO₂ Gehalt in den einzelnen Wohnung durchwegs als „gut“ eingestuft werden kann, nur wenige Stunden liegen im Bereich von „sehr geringer Raumluftqualität“. Die Raumlufttemperaturen und Raumluftfeuchten liegen größtenteils in einem behaglichen Bereich.

Sommerlicher Komfort

Der sommerliche Komfort in der hinter dem Pufferraum gelagerten Wohnung wurde mit Hilfe der angebrachten Messgeräte analysiert. Die Wohnung verfügt über vier Lufttemperatursensoren in der Küche, im Wohn-, Kinder- sowie Schlafzimmer. Die Messwerte wurden gemittelt, auf Stundenmittelwerte aggregiert und für den Zeitraum vom 1.7.2017 bis 31.10.2017 aufbereitet. Die Maximalwerte für die gemittelte Wohnungstemperatur liegen dabei bei rund 27°C bei Außentemperaturen von rund 33°C. Siehe Abbildung Raumlufttemperaturen Wohnung EG. Werte zwischen 25 und 30°C sind zur besseren Sichtbarkeit rot hinterlegt.

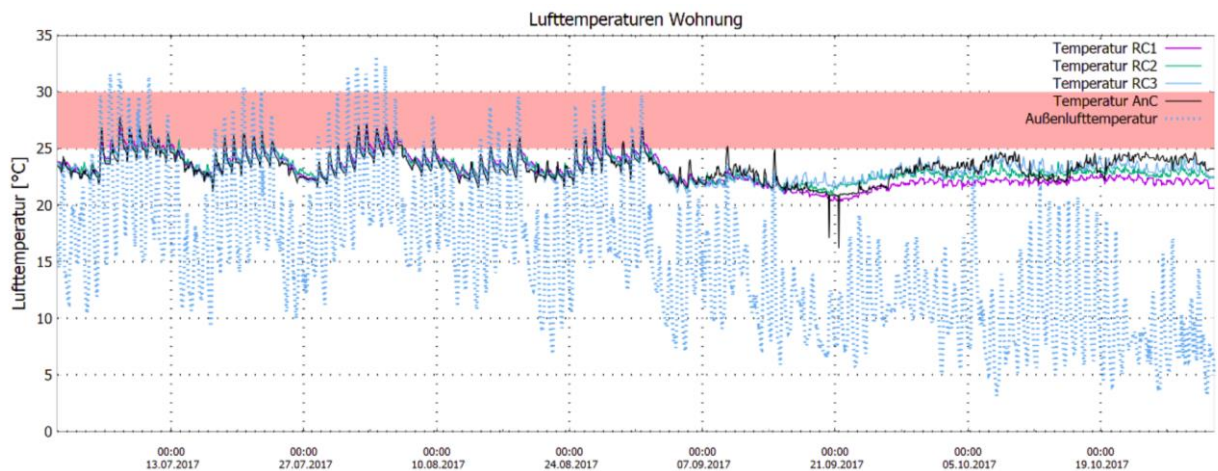


Abb. 35: Raumlufttemperaturen Wohnung EG (Demonstrationsmodul), Süd-West

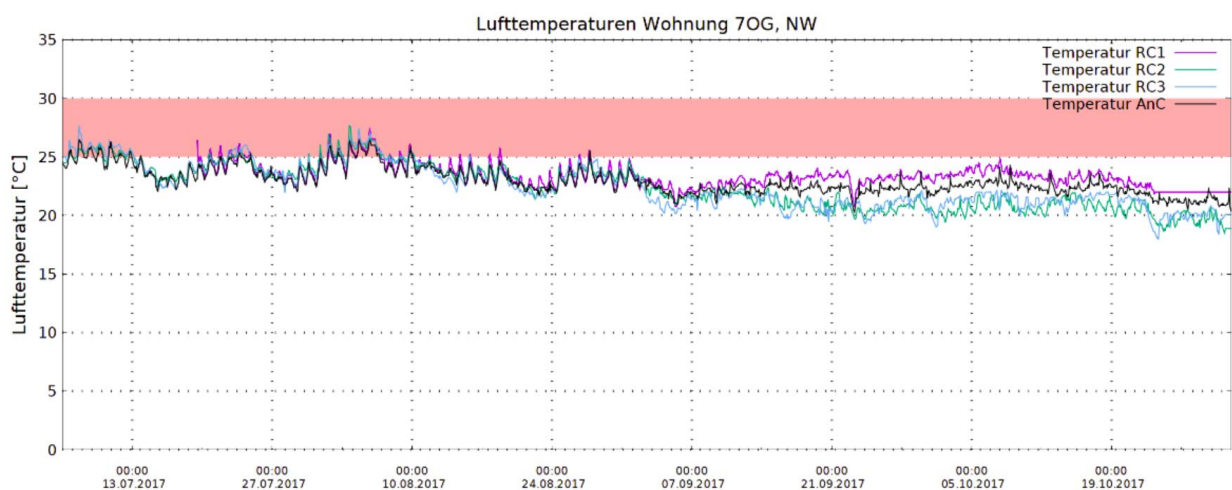


Abb. 36: Raumlufttemperaturen Wohnung 7.OG, Nord-West

Im Vergleich zu einer vermessenen Wohnung im siebten Obergeschoß, ist ein ähnlicher Verlauf zu erkennen wobei die Minima im Juli und August 2017 noch weiter runterreichen.

Zur Bewertung des thermischen Komforts im Sommer wurde das adaptive Komfortmodell nach ÖNORM EN 15251 herangezogen. Dieses Modell geht davon aus, dass sich die Nutzerinnen und Nutzer an die Außentemperaturen anpassen und damit höhere Temperaturen in der Wohnung tolerieren. Der überwiegende Großteil der Messwerte liegt in der Kategorie I die für hohen Komfort steht. Werte innerhalb der Kategorie II findet man nur an der unteren Grenze, es ist also tendenziell eher kühl als zu heiß.

Adaptives Komfortmodell nach ÖNORM EN 15251, geordnet Stundenmittelwert über 4 Sensoren, gesamte Wohnung EG

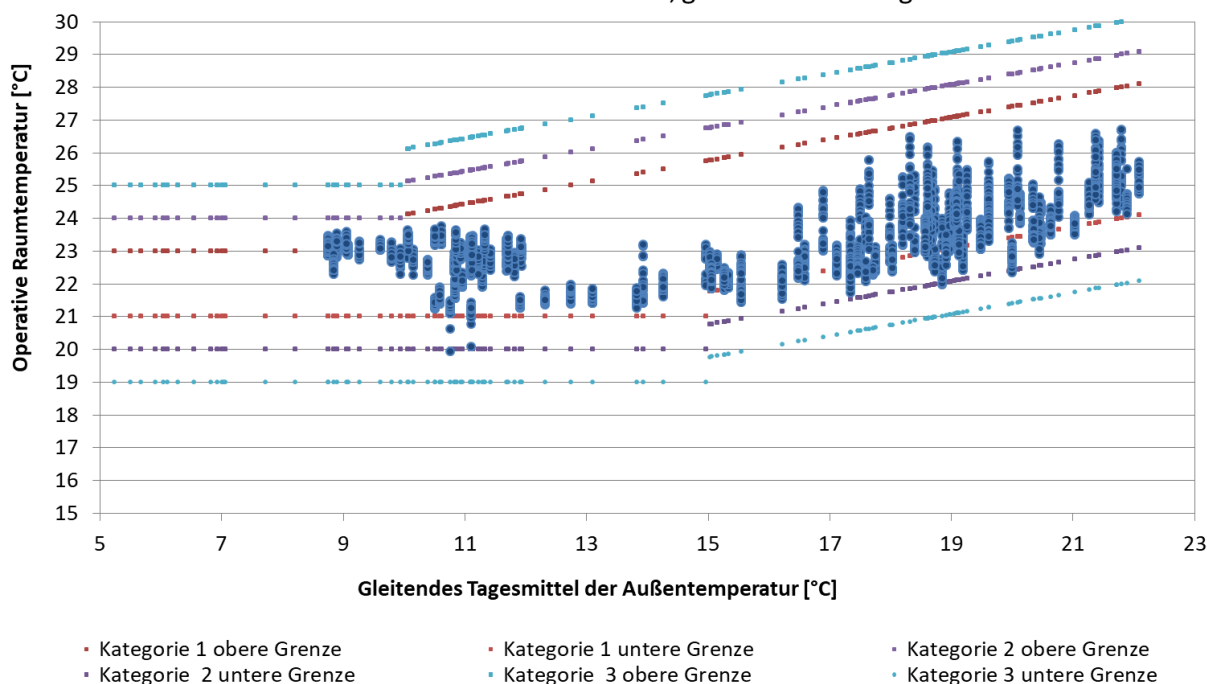


Abb. 37: Sommerlicher Komfort Wohnung EG (Demonstrationsmodul)

Im Pufferraum werden die Lufttemperaturen mittels 4 Sensoren gemessen, wobei zwei davon auf der Südseite und zwei auf der Westseite positioniert sind. Die Maximaltemperatur liegt bei 32°C und fällt in den Sommermonaten nicht unter 14°C. Die Sensoren für die Schiebefenster zeigen die Öffnungszeit nur für das Schiebefenster 2 an. Die anderen beiden Sensoren zeigen keine Aktivität an. Der Zustand der elektrisch gesteuerten Jalousien wurde nicht aufgezeichnet. Aufgrund der viel niedrigeren Außenlufttemperatur im Vergleich zu den Temperaturen im Pufferraum ist von zusätzlichem Potential für die Nachtkühlung des Pufferraums auszugehen. In Summe bestätigen sich jedoch die Annahmen aus der Simulation und ein guter sommerlicher Komfort kann gewährleistet werden.

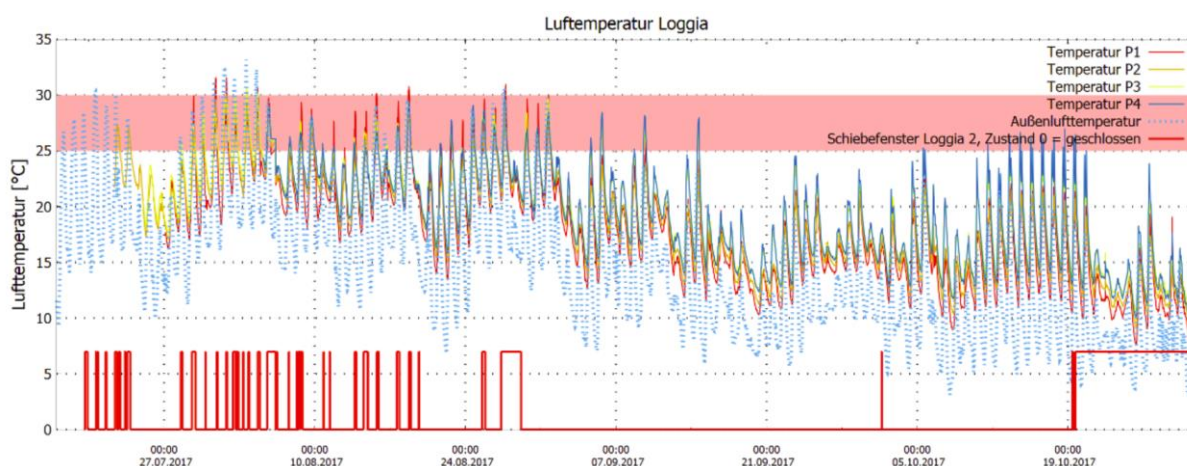


Abb. 38: Lufttemperaturen Pufferzone

Raumluftqualität, CO₂

Der stündliche Verlauf der CO₂ Konzentration wurde mit den Messwerten (jeweils Juli bis inklusive Oktober) aus dem Jahr zuvor verglichen (noch ohne Pufferraum). Der CO₂ Sensor befindet sich im zweiten Schlafrum, der für Gäste und diverse Arbeiten genutzt wird. Die Türe zum Flur ist untertags geöffnet. Mit fortschreitender Jahreszeit erhöhen sich die CO₂ Werte, was auf verringerte Lüftungstätigkeit schließen lässt. Die Anzahl an Messwerten mit hohen CO₂ Konzentrationen liegen seit der Installation des Demonstrationsmoduls im Vergleich zur Periode vom letzten Jahr unter jenen des Vorjahres. Die vorgesezte Pufferzone, lässt auf Basis dieser Auswertung, nicht auf höhere Belastungen durch einen verringerten Luftaustausch im Innenraum schließen.

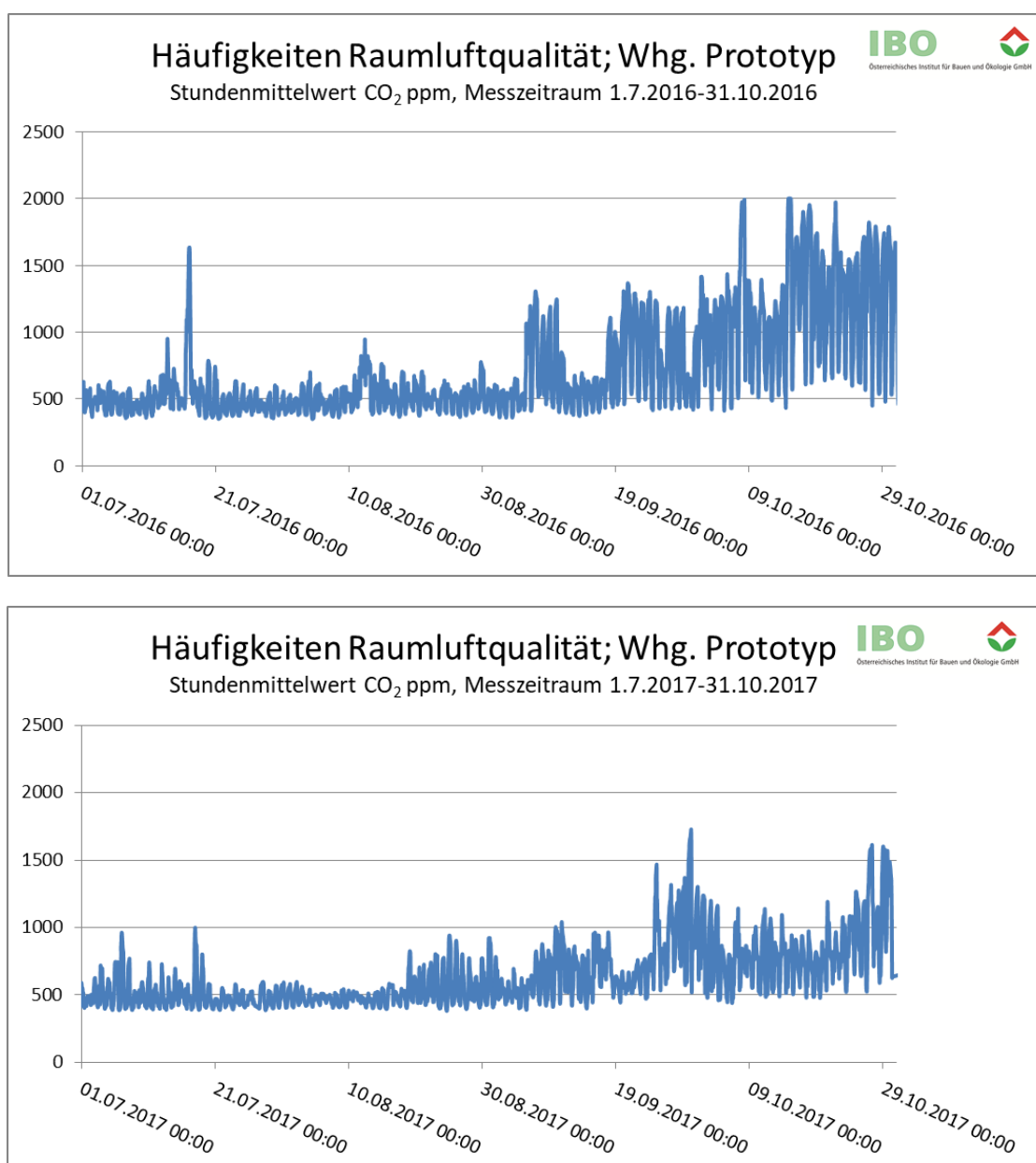


Abb. 39: CO₂ Konzentration Wohnung EG - 2016 (oben) 2017 (unten)

Reiht man die gemessenen CO₂ Stundenmittelwerte nach der ÖNORM EN 13779 ein, so ergibt sich für die Zeitspanne von 1.7-31.10.2017 folgende Aufteilung: Hohe Raumlufthqualität liegt mit 80%, mittlere und mäßige mit insgesamt 17% und niedrige mit 2% vor.

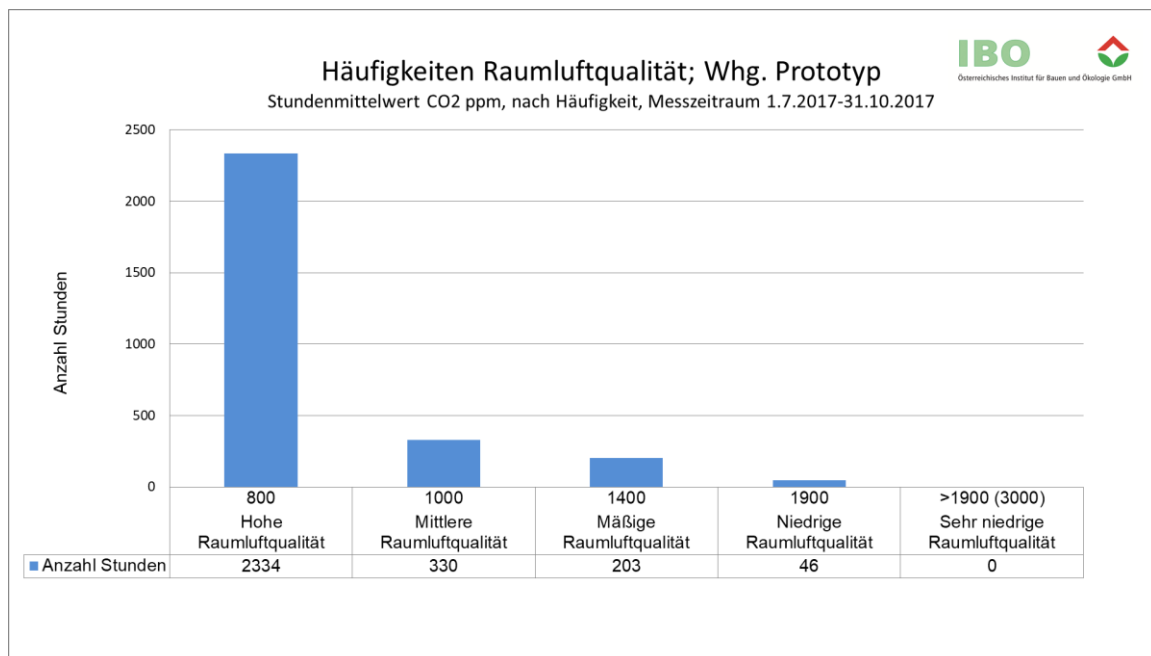


Abb. 40: CO₂-Stundenmittelwerte nach Häufigkeit, Wohnung EG, 2017

In Summe bestätigen sich die Annahmen aus der Simulation und ein guter sommerlicher Komfort kann im sanierten Wohnhaus gewährleistet werden, auch wenn zusätzliche Reserven für die Nachtkühlung vorhanden sind. Auch die CO₂ Messungen zeigen in der Zeitspanne von Juli bis Oktober, also nach Installation der Demonstrationsanlage, geringere Belastungen als im Vorjahr.

CO₂-Bilanz

Reduktion der Treibhausgas-Emissionen auf Gebäudeebene (Pebalstraße 33)

Auf Gebäudeebene werden drei Maßnahmen zur Reduzierung der CO₂-Emissionen verglichen:

Variante 1: Pufferräume, Fenster Alt + Photovoltaik

Variante 2: Pufferräume, Fenster Neu + Photovoltaik

Variante 3: Neue Fenster, 16cm WDVS

Je Variante wird eine CO₂-Bilanz erstellt, welche die Konstruktion und Entsorgung, sowie Einsparungen im Hinblick auf Heizung und Strom berücksichtigt. Diese Varianten werden abhängig von der Sanierungsrate und unter Berücksichtigung der Steigerung des Strombedarfs auf den Stadtteil hochgerechnet.

Als ersten Schritt werden CO₂-Bilanzen für jede Variante erstellt. Diese Bilanz berücksichtigt den CO₂-Mehraufwand in Form von Konstruktion und Entsorgung sowie die CO₂-Einsparung bei Heizung und Strom. Um den Aufwand und die Einsparung pro Jahr zu erhalten, wird die Nutzungsdauer (ND) einbezogen. Bezugsfläche in der Berechnung ist die Nutzfläche. Eine negative CO₂-Bilanz bedeutet eine Reduktion, eine positive einen Mehrverbrauch. Diese CO₂-Bilanz wird anschließend auf den Leobener Stadtteil Judendorf unter Berücksichtigung der geeigneten Gebäude, Sanierungsraten und Stromsteigerung bis 2050 hochgerechnet.

Die CO₂-Berechnung wird in drei Versionen abhängig vom CO₂-Konversionsfaktor [OIB Richtlinie 6, 2015] durchgeführt:

Szenario 1: Konversionsfaktor laut berechnetem Energieausweis mit Fernwärme aus Heizwerk nicht erneuerbar: 291 g/kWh

Szenario 2: Konversionsfaktor real: Abwärme: 20 g/kWh

Szenario 3: Konversionsfaktor Grenzenergie für Österreich: Erdgas: 236 g/kWh

Diese Variation wirkt sich auf die Einsparungsergebnisse und somit auf die ökologische Rentabilität aus. Nachfolgend sind die Ergebnisse der CO₂-Bilanz nach Szenario pro Jahr sowie die Entwicklung bis ins Jahr 2050 zu sehen.

Szenario 1 Konversionsfaktor laut Energieausweis – Fernwärme aus Heizwerk nicht erneuerbar

	CO ₂ -Bilanz mit Konversionsfaktor laut Energieausweis								
	Variante 1			Variante 2			Variante 3		
	kg CO ₂ /m ²	ND	kg CO ₂ /m ² a	kg CO ₂ /m ²	ND	kg CO ₂ /m ² a	kg CO ₂ /m ²	ND	kg CO ₂ /m ² a
Mehraufwand									
Konstruktion + Entsorgung	512	100	5,12	536	100	5,36	57	100	0,57
Photovoltaik	37	25	1,49	37	25	1,49	--	--	--
Einsparung									
Heizung	1.659	100	16,59	1.746	100	17,46	1.426	100	14,26
Strom	114	25	4,58	114	25	4,58	--	--	--
CO₂-Bilanz									
Heizung	-1.147		- 11,47	- 1.210		- 12,10	- 1.369		- 13,69
Strom	- 77		- 3,08	- 77		- 3,081	--		--
pro m²	- 1.224		- 14,55	- 1.287		- 15,18	- 1.369		- 13,69
	Fernwärme Heizwerk nicht erneuerbar lt. EA OIB RL 6 2015 0,291 kg/kWh								

	Bestand	Variante 1	Variante 2	Variante 3
	t CO ₂	t CO ₂	t CO ₂	t CO ₂
2017	97,55	66,15	71,44	68,02
2020	391,16	265,26	286,69	273,02
2025	880,51	597,10	645,44	614,70
2030	1.369,85	928,94	1.004,19	956,37
2035	1.859,20	1.260,78	1.362,94	1.298,04
2040	2.348,54	1.592,62	1.721,70	1.639,72
2045	2.837,89	1.924,46	2.080,45	1.981,39
2050	3.327,23	2.256,31	2.439,20	2.323,06

Szenario 2 Konversionsfaktor real – Abwärme

CO ₂ -Bilanz mit Konversionsfaktor laut Stadtwerke Leoben									
	Variante 1			Variante 2			Variante 3		
	kg CO ₂ /m ²	ND	kg CO ₂ /m ² a	kg CO ₂ /m ²	ND	kg CO ₂ /m ² a	kg CO ₂ /m ²	ND	kg CO ₂ /m ² a
Mehraufwand									
Konstruktion + Entsorgung	512	100	5,12	536	100	5,36	57	100	0,57
Photovoltaik	37	25	1,49	37	25	1,49	--	--	--
Einsparung									
Heizung	113	100	1,13	119	100	1,19	98	100	0,98
Strom	114	25	4,58	114	25	4,58	--	--	--
CO₂-Bilanz									
Heizung	399		3,99	416		4,17	- 41		- 0,41
Strom	- 77		- 3,08	- 77		- 3,08	--		--
pro m²	322		0,91	339		1,09	- 41		- 0,41
	Konv. Faktor lt. Stadtwerke Leoben (100% Abwärme) OIB RL 6 2015 0,02 kg/kWh								

	Bestand	Variante 1	Variante 2	Variante 3
	t CO ₂	t CO ₂	t CO ₂	t CO ₂
2017	26,21	28,17	28,55	25,33
2020	105,77	113,32	114,85	102,26
2025	238,38	255,23	258,69	230,47
2030	370,98	397,15	402,53	358,69
2035	503,59	539,06	546,36	486,90
2040	636,20	680,98	690,20	615,12
2045	768,80	822,90	834,04	743,33
2050	901,41	964,81	977,87	871,54

Szenario 3 Konversionsfaktor Grenzenergie für Österreich – Erdgas

	CO ₂ -Bilanz mit Konversionsfaktor Grenzenergie für Österreich (Erdgas)								
	Variante 1			Variante 2			Variante 3		
	kg CO ₂ /m ²	ND	kg CO ₂ /m ² a	kg CO ₂ /m ²	ND	kg CO ₂ /m ² a	kg CO ₂ /m ²	ND	kg CO ₂ /m ² a
Mehraufwand									
Konstruktion + Entsorgung	512	100	5,12	536	100	5,36	57	100	0,57
Photovoltaik	37	25	1,49	37	25	1,49	--	--	--
Einsparung									
Heizung	1.333	100	13,33	1.407	100	14,07	1.156	100	11,56
Strom	114	25	4,58	114	25	4,58	--	--	--
CO₂-Bilanz									
Heizung	- 821		- 8,21	- 871		- 8,71	- 1.099	100	- 10,99
Strom	- 77		- 3,08	- 77		- 3,08	--	--	--
pro m²	- 898		- 11,29	- 948		- 11,79	- 1.099		- 10,99
	Konv. Faktor Grenzenergie Österreich (Erdgas) OIB RL 6 2015 0,236 kg/kWh								

	Bestand	Variante 1	Variante 2	Variante 3
	t CO ₂	t CO ₂	t CO ₂	t CO ₂
2017	83,86	59,49	58,43	60,15
2020	336,40	238,60	234,36	241,53
2025	757,29	537,12	527,57	543,83
2030	1.178,19	835,65	820,78	846,13
2035	1.599,08	1.134,17	1.113,99	1.148,43
2040	2.019,97	1.432,69	1.407,21	1.450,73
2045	2.440,87	1.731,21	1.700,42	1.753,03
2050	2.861,76	2.029,73	1.993,63	2.055,33

Reduktion der Treibhausgas-Emissionen im betrachteten Smart City Stadtteil der Musterstadt

Als Maßnahme zur Senkung der CO₂-Emissionen im Straßenverkehr, wird im Leobener Stadtteil Judendorf eine Substitution von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor mit Fahrzeugen mit Elektro-Motoren in zwei Schritten realisiert:

Schritt 1 – nach Sanierung: 7.833 kWh/a

Schritt 2 – nach Endausbau: 64.230 kWh/a

	nach Sanierung kWh/a	CO ₂ -Emissionen t CO ₂ /a	Endausbau e-Mobilität kWh/a	CO ₂ -Emissionen t CO ₂ /a
kWh - E-Motoren	7.833		64.230	
E-Motor inkl.WG	8.704	1,56	71.367	12,77
V-Motor inkl. WG	39.167	10,30	321.151	84,46

Entwicklung Sanierungsrate

Ein maßgeblicher Faktor für den Energieverbrauch und folglich für die CO₂-Emissionen ist die Sanierungsentwicklung im betrachteten Stadtteil. Betrachtet werden vier Sanierungsszenarios:

1 %: reale Situation in Österreich [IIBW/BMWFJ, 2013]

2 %: Sanierungsziel Deutschland [Detail, 2012]

3 %: Sanierungsziel Österreich [IIBW/BMWFJ, 2013]

5 %: Sanierungsrate bei starker Forcierung

Entwicklung Strombedarf

Der Strombedarf setzt sich aus folgenden Anteilen zusammen: Haushaltsstrom, Hilfsstrom für Heizung und Warmwasser, allgemeine Flächen sowie Lift. Dies ergibt für die Pebalstraße 33 einen Strombedarf von 35,16 kWh/m²a. Dieser Wert wird als Basis für alle Gebäude herangezogen. Zudem wird eine Steigerung von 1,5 %/a berücksichtigt, die sich aus den Schwankungen von 2000 bis 2013 ergibt.

Auswahlverfahren geeignete Gebäude im Stadtteil

Seitens der Gemeinde Leoben wurde eine unvollständige Liste von Gebäuden im Stadtteil Judendorf unter Angabe des Baujahres, Wohnnutzfläche und etwaiger Sanierung zur Verfügung gestellt. Anhand dieser Daten werden die Gebäude anhand wie folgt gefiltert bzw. unterteilt: Gebäude mit einer Wohnnutzfläche kleiner 400m² sind für die Durchführung von Variante 1 und 2 nicht geeignet, werden daher ausgenommen. Anschließend werden die Gebäude in drei Baujahr-Kategorien < 1940, < 1980 und > 1980 gegliedert, um die Hochrechnung auf den Heizenergiebedarf (HEB) zu erleichtern. Als Bezugsfläche für die CO₂-Bilanzierung wurde die Nutzfläche gewählt, da hier seitens der Gemeinde vollständige Datensätze vorhanden waren.

Folgende Annahmen für die CO₂-Bilanzierung wurden basierend auf den von der Gemeinde zur Verfügung gestellten Daten, [Kosz et al, 1996] und [MA39, 2012] getroffen: 121 Gebäude mit einer Nutzfläche von insgesamt 154.241 m², der HEB für Gebäude vor 1940 liegt bei 160 kWh/m²a, von 1940 bis 1980 bei 150 kWh/m²a und ab 1980 (unsaniert) bei 120 kWh/m²a. Der Strombedarf beträgt unabhängig vom Baujahr 35,16 kWh/m²a (siehe Überschrift **Entwicklung Strombedarf**).

	Wohngebäude							
	Gebäude	HEB	Strom	NFL	HEB	Strom	CO ₂ -Heizen	CO ₂ -Strom
	Anzahl	[kWh/m ² a]	[kWh/m ² a]	[m ²]	[MWh/a]	[MWh/a]	[t/a]	[t/a]
<1940	19	160	35,16	15.602	2.496	549	726	151
<1980	43	150	35,16	46.243	6.937	1.626	2.019	449
>1980	37	120	35,16	60.895	7.307	2.141	2.127	591
				122.741	16.740	4.316	4.872	1.191

	Mischnutzung+DLG							
	Gebäude	HEB	Strom	NFL	HEB	Strom	CO ₂ -Heizen	CO ₂ -Strom
	Anzahl	[kWh/m ² a]	[kWh/m ² a]	[m ²]	[MWh/a]	[MWh/a]	[t/a]	[t/a]
<1940	5	160	35,16	6.478	1.037	228	302	63
<1980	12	150	35,16	15.801	2.370	556	690	153
>1980	5	120	35,16	9.220	1.106	324	322	89
				31.500	4.513	1.108	1.314	305

Folgende Diagramme zeigen die Entwicklungen der CO₂-Reduktion in den unterschiedlichen Szenarios bis zum Jahr 2050. Positive Werte bedeuten eine Reduktion der Emissionen, negative eine Steigerung. Wird die reale Situation in Leoben mit Abwärme als Energieträger für die Heizung betrachtet, würde nur Variante 3 mit dem WDVS die CO₂-Emissionen reduzieren, der Aufwand der Konstruktion der Pufferräume wäre im Vergleich zur Energieeinsparung zu hoch.

Bei Szenario 1 und 3 sind die beiden Varianten mit den Pufferräumen am ökologisch sinnvollsten. Betrachtet man die aktuell reale Sanierungsrate in Österreich, könnten bis zu 14.000 t CO₂equ. bis 2050 eingespart werden. Wird das Sanierungsziel von 3 %/a erreicht, könnten die Emissionen um bis zu 42.000 t CO₂equ reduziert werden.

Werden die optimalen Maßnahmen auf Gebäudeebene mit realer Sanierungsrate und Grenzenergie sowie auf Verkehrsebene umgesetzt, können die CO₂-Emissionen bis 2050 um 13.500 t reduziert werden, was 5 % bedeutet. Bei der Umsetzung des Sanierungsziels von 3 % ist eine CO₂-Einsparung von 10 %, 21.800 t, möglich.

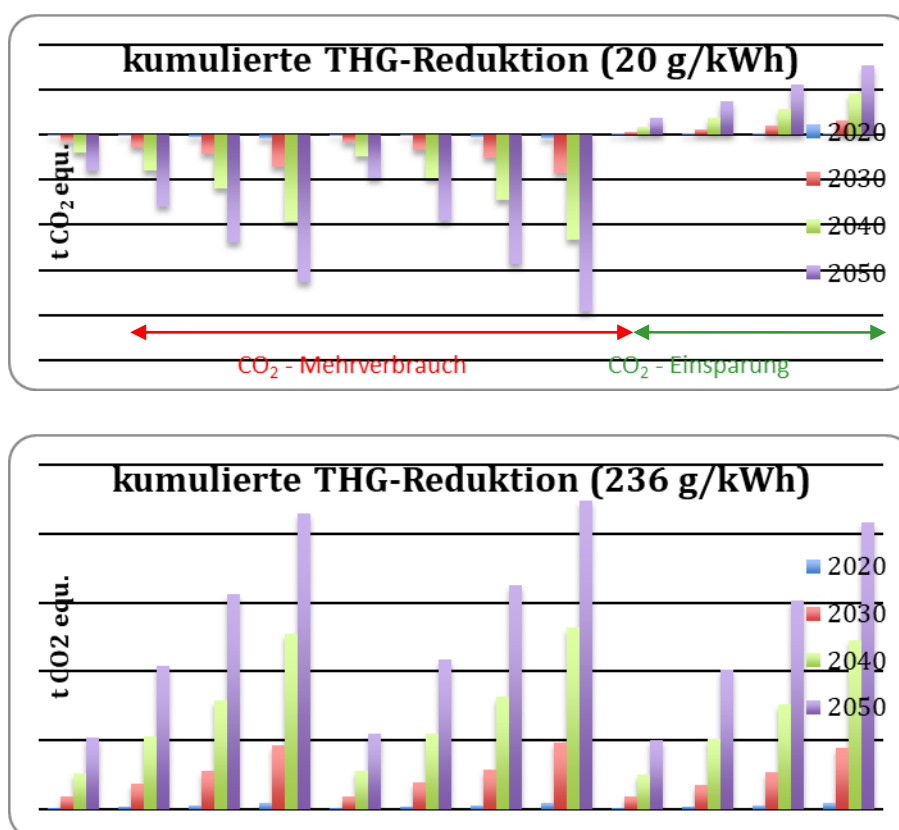


Abb. 41: Kumulierte THG-Reduktionen - Szenario 1-3

B.5.6 Gesamtenergetische Betrachtung der Sanierungsmethode

Der Anteil der Energie für Haushalte beansprucht in Österreich beinahe ein Drittel des gesamten Endenergieverbrauchs, und hier vor allem für Heizzwecke und Warmwasserversorgung. Dies zeigt, wie eng die Energieproblematik mit dem Thema Gebäude verknüpft ist.

Neben ihrer Funktion als äußerster Raumabschluss dient die neue Fassade auch als Träger für PV-Module – alternativ wurde auch der Einsatz von Hybrid Modulen betrachtet. Hierbei handelt es sich um eine Kombination aus Photovoltaik- und Solarthermie- Modulen. Für die Entwicklung des Energiekonzepts wurden daher anfänglich sowohl elektrische Erträge wie auch Solarerträge betrachtet.

Der gesamtheitlichen Betrachtung der Sanierungsmethode und damit einhergehend die Verknüpfung der unterschiedlichen Teilaspekte war besonders für die Entwicklung des Energiekonzepts relevant.

Zur Einbindung der thermischen Energie wurde eine Matrix entwickelt, in welcher die unterschiedlichen Varianten der Nutzung, der für das Sanierungsprojekt geeigneten Technologien sowie die dafür notwendigen weiterführenden Umbaumaßnahmen an der Gebäudeinfrastruktur aufgezeigt und auch gegenüber gestellt werden konnten.

Diese Matrix enthält als Wärmequellen:

- Solarthermie aus Hybridmodulen
- Erdwärmepumpen in 15m, 40m und 100m
- Grundwasserwärmepumpen
- Kurz- und Langzeitwärmespeicher

Als Wärmesenken im Bestand des Demonstrationsobjektes wurden folgende Verbraucher identifiziert:

- Ringförmiger Heizungskreislauf in der Pufferzone
- Bestehender, zentraler Haus-Heizungskreislauf
- Warmwassererzeugung
- Raumkühlung

Zusätzlich wurde die Variante der Wärmeabfuhr ins Erdreich über verschieden tief angelegte Wärmepumpen geprüft.

Als mögliche Verschaltungsvarianten der erzeugten thermischen Energie wurde unterschieden in:

- Geschoßweise Verschaltung in der Pufferzone
- Zentrale Verschaltung mit Einspeisung in die Wärmesenken des Objektes
- Zentrale Verschaltung mit Einspeisung der Wärme ins Erdreich

Aufgrund der hohen Investitions- und Errichtungskosten der vorgesehenen Hybridmodule wurden im weiteren Projektverlauf Technologien bevorzugt, die einen geringen Umbauaufwand des Bestands aufweisen sowie preisgünstig in der Errichtung sind. Von Technologien, welche abgesehen von den Hybridmodulen und der dazugehörigen Verrohrung zusätzliche Anschaffungskosten in der Revitalisierung verursachen, wurde daher abgesehen. Diese Entscheidung wurde in enger Zusammenarbeit mit den Finanzierungs- und Mietmodellen unter volkswirtschaftlicher Betrachtung sowie dem restlichen Projektteam getroffen.

Ebenso verfügt das betrachtete Gebäude in der Pebalstraße 33 bereits über einen bestehenden Fernwärmeanschluss, der mit der Abwärme der im Ort ansässigen Stahlindustrie betrieben wird. Die ebenfalls in der CO₂-Bilanz näher betrachtete Fernwärme mittels Abwärme stellt eine Besonderheit der Stadt Leoben dar, die den Einsatz von Hybridkollektoren in der Kosten / Nutzen – Analyse unter diesen Voraussetzungen in Frage stellen. Dennoch stellen diese Variante und die dazu getätigten Untersuchungen für eine weitere Verbreitung und Anwendung der Sanierungsmethode einen entscheidenden Beitrag dar, da unter anderen Voraussetzungen der Einsatz von Hybridmodulen durchaus eine attraktive Alternative darstellt.

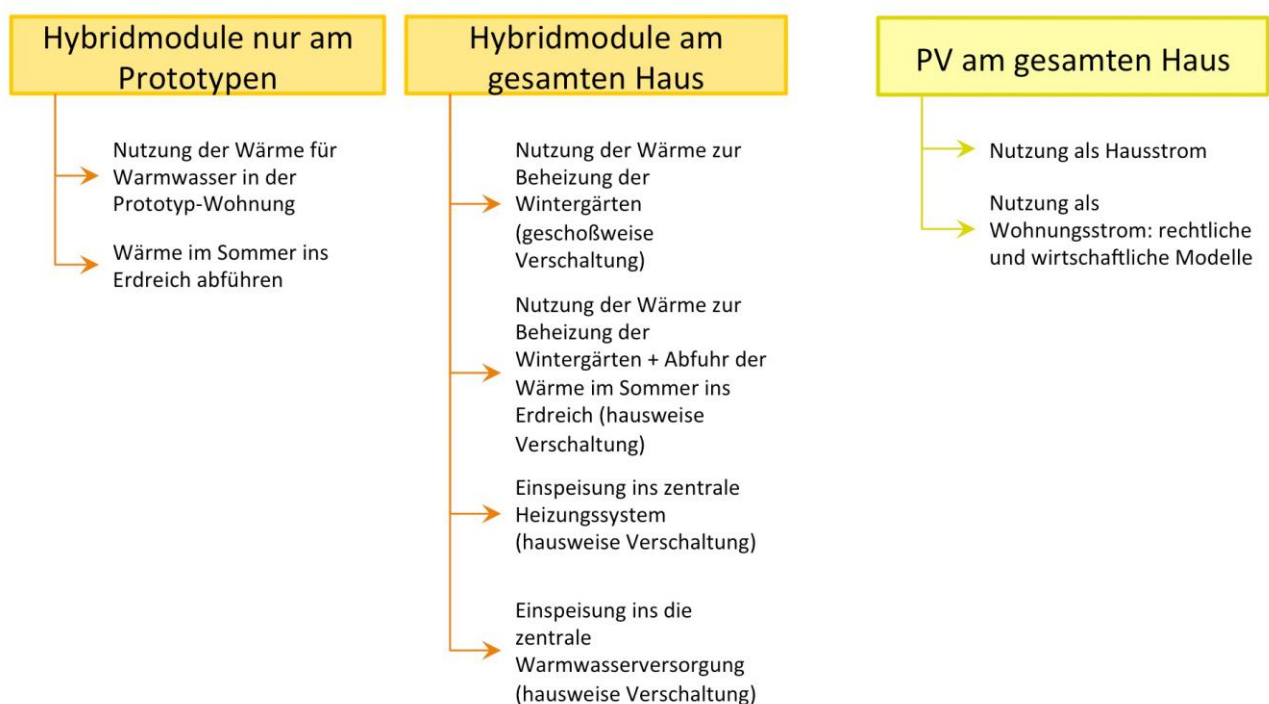


Abb. 42: Auswahl der Forschungsfragen zur energetischen Betrachtung der Sanierungsmethode

Einbindung des Energiegewinns aus der Fassade der Pufferzone

Das betrachtete Gebäude in der Pebalstraße 33 verfügt an der Ost-, Süd- und Westfassade über Photovoltaikmodule. An der Nordseite sind als architektonischen Gründen Blindmodule vorgesehen.

Für die Nutzung des PV-Stroms wurden in der Projektlaufzeit folgende Modelle entwickelt:

- Modell 1: Eigentümer Wohnbau-Bestandssanierung
- Modell 2: Energieunternehmen Invest-Contracting

Das Modell 1 wurde im Projektjahr 2017 detailliert auf die Einbindung des an der Fassade erzeugten PV-Stroms in das Wohnobjekt untersucht. Dabei konnten, wie in nachfolgender Abbildung zusammengefasst, 5 Varianten identifiziert werden:

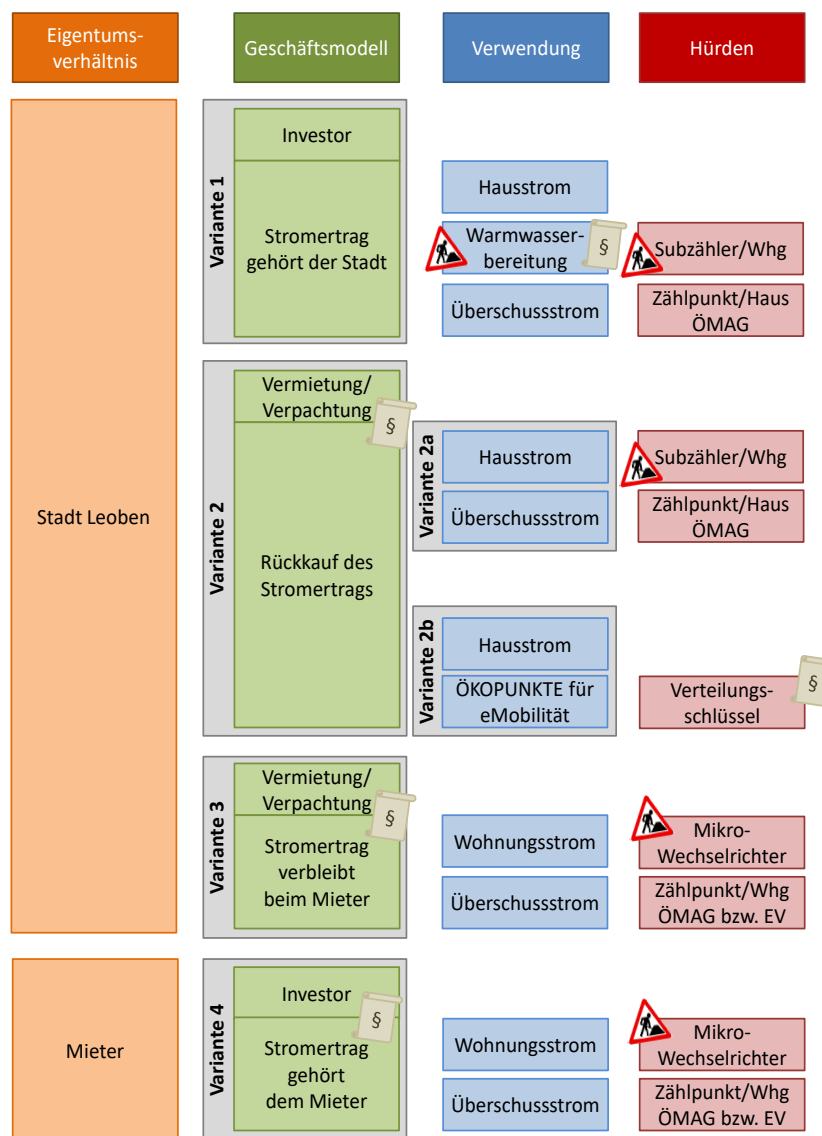


Abb. 43: Varianten zur Einbindung des PV-Stroms

Grundsätzlich befindet sich im Modell Eigentümer Wohnbau-Bestandssanierung die zu errichtende PV-Anlage im Eigentum des Gebäudebetreibers, in diesem Fall ist dies die Stadtgemeinde Leoben.

In **Variante 1** trägt die Stadtgemeinde Leoben die Investitions- und Errichtungskosten der PV-Anlage, z.B. im Zuge der thermischen Gebäudesanierung. Die Verantwortung über Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten obliegt dem Eigentümer der PV-Anlage. Die erwirtschafteten Stromerträge verbleiben im Eigentum der Stadtgemeinde. Um die Anschaffungskosten wieder einzuspielen ohne die Mieter über das bereits im Vorfeld festgelegte Maß infolge der (Mit-)Finanzierung über Erhaltungs- und Verbesserungsbeiträge überproportional zu belasten, ist es zweckmäßig, den Eigennutzungsgrad möglichst zu erhöhen. Als primäres Verwendungsziel des PV-Stroms ist demnach die Deckung des Haus- bzw. Allgemeinstrombedarfs, z.B. für Beleuchtung und Liftanlagen, zu definieren. Die Anschaffung teurer Stromspeicher kann vermieden werden, wenn der nicht direkt nutzbare Strom zur Warmwasserbereitung herangezogen wird. Derzeit wird die Warmwasserbereitung wohnungsweise durch Elektroboiler über eine Nachtstromversorgung sichergestellt. Durch verhältnismäßig günstige und vor allem technisch wenig umfangreiche Umbaumaßnahmen kann die bereits im Haus vorhandene Elektroinstallation für die Boilerversorgung durch PV-Strom genutzt werden. Rechtlich muss diese Maßnahme allerdings in Form einer geänderten Betriebskostenabrechnung abgesichert werden. Aus mietrechtlichen Gründen muss dazu ein Mehrheitsbeschluss der Mieter vorliegen und kann nicht einseitig seitens des Gebäudebetreibers vorgeschrieben werden. Für den Betreiber der PV-Anlage besteht überdies die Möglichkeit, etwaigen Überschussstrom in das öffentliche Stromnetz einzuspeisen und dafür vorgesehene Förderungen, z.B. einen Einspeisetarif der ÖMAG in Anspruch zu nehmen oder mit einem Energieversorger entsprechende Abnahmeverträge aufzusetzen.

In **Variante 2a** übernimmt die Stadtgemeinde zwar die Investitionskosten der PV-Anlage, erwirtschaftet diese Aufwände allerdings langfristig wieder durch die Vermietung der Module. Die errichteten PV-Paneele als festen Bestandteil zukünftiger Wohnungsmietverträge vorzusehen, ist aus mietrechtlichen Gründen schwierig. Bestehende Mietverträge müssten ebenfalls um diesen Vertragspunkt erweitert werden. Zweckmäßiger ist es daher, die PV-Anlage anteilig an die Wohnungsmieter zu verpachten. Jeder bestehende Mieter hat daher die Möglichkeit, sich individuell für oder gegen die Pacht der PV-Paneele an der Fassade seiner Wohnung zu entscheiden. Alle Wohnungen werden mit Subzählern ausgestattet, um eine individuelle Abrechnung pro Wohnung zu ermöglichen. Um die Vermarktung des erzeugten Stroms zu vereinfachen, kauft der Gebäudebetreiber den PV-Strom von den Mietern zurück. Wie in Variante 1 kann der Gebäudebetreiber jetzt diesen Strom als Allgemeinstrom nutzen und/oder ins öffentliche Netz einspeisen.

Variante 2b wurde entwickelt, um für die Mieter ein Anreizmodell zur Nutzung der E-Lobby bzw. der im Projektumfang angebotenen E-Mobilität zu schaffen. Damit die Mieterinnen und Mieter, unabhängig von der Himmelsausrichtung ihrer Wohnung und in diesem Fall insbesondere die Mieterinnen und Mieter der nordseitigen Wohnungen, für welche die Errichtung von Blindmodulen vorgesehen ist, gleichermaßen von diesem Modell profitieren können, wird der insgesamt erzeugte Strom in Form eines Verteilungsschlüssels auf alle Wohnungen aufgeteilt. Dadurch kann auch die Installation von Subzählern in den Wohnungen

entfallen. Physikalisch gesehen wird der nicht als Allgemeinstrom genutzte Überschuss zwar ins Netz eingespeist, jedoch wird gemeinsam mit dem Energieversorger ein Modell entwickelt, das eine Gegenrechnung des eingespeisten Stroms in Form von Mobilitätspunkten für die Nutzung der angemieteten Elektrofahrzeuge ermöglicht.

In **Variante 3** übernimmt der Gebäudebetreiber die Investitionskosten der PV-Anlage und erwirtschaftet sie langfristig durch die Vermietung der Paneele. Entsprechend Variante 2a wird die Miete der Module in den Wohnungsmietvertrag aufgenommen oder in Form eines Pachtvertrages dem Wohnungsmieter überlassen. Der Gebäudebetreiber kauft die Stromerträge allerdings vom Mieter nicht zurück. Der Mieter hat dadurch die Möglichkeit, selbst über die Nutzung bzw. Vermarktung des von ihm erzeugten Stroms zu entscheiden. Dies nutzt den Vorteil, dass er den von ihm eingespeisten Strom direkt mit seinem Stromlieferanten abrechnen und durch die geringen Einspeisemengen höhere Vergütungen erzielen kann, als dies bei einer gesammelten Einspeisung der Hausanlage der Fall wäre. Nachteilig wirkt sich jedoch der bei kleineren Anlagenkapazitäten im Allgemeinen geringere Eigennutzungsgrad aus. Des Weiteren fallen technische Umbaumaßnahmen in den Wohnungen an, da für jede Wohnung ein Subzähler installiert und ein Zählpunkt beim Netzbetreiber angelegt werden muss. Um den PV-Strom als Wohnungsstrom nutzen zu können, ist überdies die Anschaffung von Mikro-Wechselrichtern notwendig, wodurch sich die Gesamtinvestitionskosten für diese Variante gegenüber den bisher beschriebenen deutlich erhöhen.

Bei **Variante 4** werden die Investitionskosten vollständig vom Wohnungsmieter übernommen. Als Eigentümer seiner PV-Anlage trägt er die Investitions- sowie Wartungs- und Instandhaltungskosten. Die Nutzung und Vermarktung des von ihm produzierten Stroms obliegt dem Wohnungsmieter. Im Falle einer Mietvertragskündigung kann für die PV-Anlage eine Ablöse mit dem Nachmieter vereinbart werden. Auch in Variante 4 ist der Eigennutzungsgrad geringer als in den Varianten 1 bis 2b.

Alle Varianten wurden in Abstimmung mit dem EIWOG 2010 in der Fassung vom 6. August 2013 entwickelt. Eine direkte Belieferung mit Strom durch die Stadtgemeinde an die Wohnungsmieter zum Zwecke der Deckung von Haushaltsstrom ist in dieser Fassung des EIWOG ausgeschlossen, da der Gebäudebetreiber nicht als Energieerzeuger nach EIWOG gelten kann. Zudem wäre für die Wohnungsmieter die gesetzlich vorgesehene freie Lieferantenwahl verunmöglicht, wenn der erzeugte PV-Strom erst nach der Hausübergabestation in das Hausnetz eingespeist würde. Nur durch die Installation von wohnungsbezogenen Wechselrichtern wie in Variante 3 kann das Leitungsnetz zwischen der PV-Anlage und den privaten Abnehmern als „Kundenanlage“ nach EIWOG angesehen werden. Da Eigenversorgung durch den Mieter besteht, kommt weder zu Geldströmen zwischen Gebäudebetreiber und Wohnungsmieter noch zur Subzähler-Problematik. Die nach EIWOG eingeschränkte Möglichkeit der Direktleitung zwischen Energieerzeuger und privatem Abnehmer in Form einer „Direktleitung“ wird vermieden. Zudem bleibt für die für den Wohnungsmieter vorgesehene freie Lieferantenwahl gewährleistet. Rechtlich gesehen ist jedoch die Koppelung von Wohnungsmiet- und PV-Pachtverträgen nicht geklärt. Dadurch können wirtschaftliche Risiken für den Gebäudebetreiber aufgrund fehlender oder durch vorzeitige Kündigung wegfallender Pachteinahmen nicht ausgeschlossen werden.

Um demnach sowohl den Eigennutzungsgrad möglichst zu erhöhen, als auch höchstmögliche Rechtssicherheit und Wirtschaftlichkeit der PV-Anlage zu erlangen, muss in erster Linie eine Novellierung des EIWOG vorgenommen werden. Die größten Hürden sind:

1. Aufnahme einer Regelung für gemeinschaftliche Erzeugungsanlagen
2. Anschluss der gemeinschaftlichen Erzeugungsanlage an die Kundenanlage anstatt an das öffentliche Netz
3. Möglichkeit einer vertraglichen Aufteilung der Einspeisemengen, Betriebskosten, etc. sowohl durch Abrechnung über Subzähler, Smart Meter oder geeignete Verteilungsschlüssel
4. Messung, Zuordnung und Saldierung je Zählpunkt durch den Netzbetreiber
5. Erhalt der freien Lieferantenwahl

In der seit 31. 8. 2017 geltenden Fassung des EIWOG 2010 sind entscheidende Schritte für die rechtliche Besserstellung von Gemeinschaftsanlagen getroffen worden.

Dies bezieht sich insbesondere auf den obigen Punkt 1.) gemeinschaftliche Erzeugungsanlagen: Es wurde explizit festgehalten, dass auch „Dritte“ Anlagenbetreiber sein dürfen. Dadurch ist es nicht mehr Energieerzeugungsunternehmen vorbehalten, Strom an private Endkunden zu liefern. Sowohl Gebäudebetreiber als auch zu dem Zweck der gemeinschaftlichen Energieerzeugung gegründete Vereine oder Genossenschaften können somit als Anlagenbetreiber fungieren. Auch der Punkt 4.) Messung und Saldierung wird in der aktuellen Fassung des EIWOG neu geregelt, indem der Netzbetreiber nun verpflichtet ist, statische oder dynamische Anteile an der gemeinschaftlichen PV-Erzeugung den privaten Endkunden zuzuordnen. Dies ist sogar dann möglich, wenn sich der Endkunde gegen die Installation eines Smart Meters ausspricht. In diesem Fall muss der Netzbetreiber eine jährliche Saldierung des eingespeisten Stroms vornehmen.

Somit ergeben sich theoretisch weitere Geschäftsmodelle, die aus energierechtlicher Sicht für den gemeinnützigen Wohnungsbau umsetzbar wären:

- PV-Anlage als Teil der Gebäudeinfrastruktur:
Der Liegenschaftseigentümer investiert in die PV-Anlage und stellt den Strom den Wohnungsmietern zur Verfügung. Unter Umständen es unter Anwendung des Mietrechtsgesetzes möglich, ein Entgelt für den PV-Strom in den Mietzins aufzunehmen, sofern der Wohnungsmieter dieser Mitvermietung vertraglich zustimmt.
- PV-Mieter-Vereinigung:
Die Mieter gründen einen Verein bzw. eine Genossenschaft, die in die Errichtung einer PV-Anlage investiert und den Betrieb und die Nutzungsanteile selbst regelt. Der Gebäudebetreiber kann ebenfalls Mitglied dieser Vereinigung sein und sich an den Errichtungskosten beteiligen.
- PV-Verpachtung an Mieter:
Ein externes Unternehmen oder der Gebäudebetreiber investiert und betreibt die PV-Anlage, während die Wohnungsmieter ein Nutzungsrecht für den Eigenverbrauch in Form eines Pachtvertrags zusätzlich zu ihrem bestehenden Wohnungsmietvertrag erwerben.

Einbindung des erzeugten Stroms der PV-Paneele am Demonstrationsobjekt

Für die mit der Errichtung des Demonstrationsmoduls ebenfalls installierten PV-Paneele wurde eine Ertragsschätzung pro Jahr sowie für die verbleibende Projektlaufzeit durchgeführt.

An diesem Anschauungsobjekt werden 24 Module mit der Typenbezeichnung SOLARWATT BLUE 60P (1,66m²/Modul, Kapazität 265 kWp/Modul) montiert. Dadurch kann von einem Jahresstromertrag von ca. 5 000 kWh ausgegangen werden.

Die Inbetriebnahme der Paneele erfolgte Anfang Mai 2017. Der Gesamtstromertrag für die verbleibende Projektlaufzeit wurde mit ca. 3 000 kWh abgeschätzt. Dieser wird einerseits zur Abdeckung des Allgemiestrombedarfs für die Treppenhausbeleuchtung und den Liftbetrieb verwendet. Andererseits wurde eine direkte Verknüpfung mit dem E-Mobilität-Pilotprojekt hergestellt und somit ein Anreiz für die Bewohnerinnen und Bewohner der Wohnung sowie des Hauses geschaffen diese Mobilitätsform niederschwellig in ihren Alltag zu integrieren.

Um für die Mieterinnen und Mieter des Objektes Pebalstraße 33 ein zusätzliches Anreizmodell zur Nutzung der umgesetzten E-Mobilität zu schaffen, wurde in Abstimmung mit den Projektpartnern ein System zur Umrechnung der produzierten PV-Strommenge am Demonstrationsmodul in Mobilitätspunkte für die Verwendung im projektbezogenen Fuhrpark an Elektrofahrzeugen entwickelt. Die Ausgestaltung dieses Modells wird im Unterpunkt der E-Mobilität detailliert beschrieben.

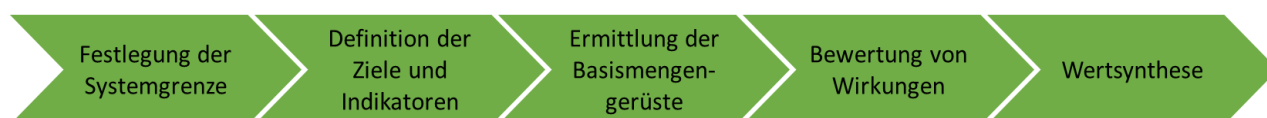
B.5.7 Volkswirtschaftliche Betrachtung und Lebenszykluskosten

B.5.7.1 *Erweiterte Kosten-Nutzen-Analyse*

Um die unterschiedlichen Umsetzungsszenarien, welche im Zuge des Projekts bearbeitet wurden, zu bewerten, wurde eine erweiterte Kosten-Nutzen-Analyse (eKNA) entwickelt. Mit Hilfe dieser können Effekte aus den Dimensionen Wirtschaft, Umwelt und Gesellschaft anhand ausgewählter Kriterien bewertet werden. Der Rahmen der eKNA basiert auf dem 3-Säulen-Nachhaltigkeitsmodell und ist eine Kombination aus einer Kosten-Nutzen- und einer Wirkungsanalyse basierend auf Nutzwerten. Bei Kosten-Nutzen-Analysen (KNA) geht es ausschließlich um die monetäre Bewertung verschiedener Komponenten. Dabei werden die Kosten den voraussichtlichen Einnahmen gegenübergestellt, wobei nur solche Kriterien Berücksichtigung finden, deren Nutzen bzw. Kosten sich in Geldeinheiten ausdrücken lassen. Diese Bewertung steht in direktem Zusammenhang mit der ebenfalls analysierten Wirtschaftlichkeitsbetrachtung. Darüberhinausgehend kann die rein betriebswirtschaftliche Betrachtung um eine volkswirtschaftliche ergänzt werden. Um die rein monetäre Bewertung mit weiteren relevanten Indikatoren zu ergänzen, wurde diese im Rahmen der eKNA in eine Wirkungsanalyse basierend auf Nutzwerten eingebettet. Dabei werden erfasste Messwerte bzw. berechnete Werte in Form eines Nutzenprofils dargestellt, wodurch sie gegeneinander abgewogen werden können. Kriterien, die nicht quantitativ ermittelt werden können, werden auf eine qualitative Beschreibung der Vor- und Nachteile beschränkt. Durch die Einbettung der KNA in eine Wirkungsanalyse können somit unterschiedliche Ausprägungen eines Indikators erfasst werden, zugleich kann die Unabhängigkeit wie in der KNA gefordert, erhalten bleiben.

Vorgehensweise

Die Umsetzung der Bewertung mittels eKNA erfolgt folgendermaßen, wie grafisch dargestellt:



Grundlage für die eKNA sind Abwägungen für eine konventionelle Sanierung im Vergleich zur innovativen Sanierung im Rahmen des STELA-Projekts (Systemgrenze).

Entwicklung des Ziel- und Indikatorensystems

Zur Bestimmung des Ziel- und Indikatorensystems wurde u.a. der Kriterienkatalog für klima:aktiv Wohngebäude-Sanierungen herangezogen. Dieser beinhaltet Merkmale aus den Rubriken (a) Planung und Ausführung, (b) Energie und Versorgung, (c) Baustoffe und Konstruktion, sowie (d) Raumluftqualität und Komfort. Diese Kriterien ergänzen in erster Linie die ökologische und gesellschaftliche Dimension der eKNA. Im Rahmen umfangreicher Literaturrecherchen wurden mögliche Kosten, Nutzen und Wirkungen gesammelt und in internen Workshops das Ziel- und Indikatorensystem auf das System abgestimmt und

verdichtet, und mit für das Demonstrationsprojekt relevanten Inhalten ausgearbeitet. Die zu bewertenden Merkmale gliedern sich folgendermaßen:

- Kriterien ökonomisch (betriebswirtschaftlich und volkswirtschaftlich/regionale Ebene),
- Kriterien ökologisch,
- Kriterien sozial/gesellschaftlich.

Nachfolgend ist das Ziel- und Indikatorensystem für das Demonstrationsobjekt und für die Konventionelle Sanierung dargestellt. Zur Vereinfachung sind die einzelnen Varianten des Demonstrationsobjektes zusammengefasst.

Tabelle 1: Ziel- und Indikatorensystem KONVENTIONELL vs. STELA

Dimensionen	Zielkategorien	Kriterium	Einheit	Gewichtung %	KONVENTIONELL		STELA		Anmerkung
					vorhanden	nicht vorhanden	vorhanden	nicht vorhanden	
Ökonomische Dimension	betriebswirtschaftlich			40					
	Investitionskosten	Anfall von Investitionskosten	EURO Investitionssumme	10	JA-		JA-		Vollkosten der Sanierung und energiebedingte Mehrkosten, z.B. durch Modernisierungen
	Investitionserlöse (PV)	Investitionserlösen	EURO Einzahlungen	4		NEIN	JA		Direkte/indirekte Erlöse, die sich durch die Sanierung ergeben
	Mietkosten	Veränderung der Mietkosten	EURO/m ² Wohnraum	10		NEIN	JA-		Veränderung des Mietzinses durch geänderte Deckungsfordernisse auf Grund der Sanierungsmaßnahmen oder Wohnraumerweiterung
	Betriebskosten	Veränderung der Betriebskosten	EURO/m ² Wohnraum	10	JA-		JA-		Veränderung der Betriebskosten auf Grund der Sanierungsmaßnahmen oder Wohnraumerweiterung
	Förderungen	Verfügbarkeit relevanter Förderungen	EURO	4	JA		JA		Einwerbung von Fördermitteln für Sanierungsvarianten, oder bspw. auch Mobilitätskonzepte
	Wertsteigerung	Veränderung der Bausubstanz und Immobilienwert	EURO; deskriptiv	2	JA		JA		Wertsteigerung durch den Erhalt und die Konservierung von Bausubstanz; durch Aufwertung des Wohnfeldes kann auch Immobilienwert gesteigert werden
	volkswirtschaftlich			10					
	Wertschöpfung	Erhöhung des Wirtschaftswachstums (% des BIP)	EURO Investitionssumme	4	JA		JA		Investitionen in die z.B. Bauwirtschaft wirken sich positiv auf das Wirtschaftswachstum aus (regional/national)
	Beitrag zur Technologieinnovation	Steigerung der Innovationen für nachhaltige Bau-, Energie Mobilitätstechnologien	EURO Forschungssumme; deskriptiv	3		NEIN	JA		positive Auswirkungen auf Technologieentwicklungen, z.B. durch Investitionen zur Durchführung energiebezogener thermischer Sanierungen wirken sich positiv auf die Beschäftigung aus (regional/national)
Beschäftigung	Beschäftigungsvolumen ohne thermische Sanierungen	VZÄ (Vollzeitäquivalente)	3	JA		JA			
Ökologische Dimension				25					
	Heizwärmebedarf	Veränderung des Heizwärmebedarfs	HWB; deskriptiv	5	JA		JA		Wärmedämmung führt zu geringeren Wärmeverlusten und einer Reduktion von Wärmebrücken
	Primärenergiebedarf	Primärenergieeinsatzes	PEB	5	JA		JA		Schonung natürlicher Ressourcen; Bewahrung der biologischen Vielfalt
	CO ₂ -Emissionen	Veränderung der CO ₂ -Emissionen	kg CO ₂ Äquivalent	5	JA		JA		geringere Emission und damit Schutz der menschlichen Gesundheit und der betroffenen Ökosysteme; Bewahrung der biologischen Vielfalt
	Energieeffizienz	Gesamtenergieeffizienzfaktor	f _{EE}	5	JA		JA		Verbesserung von Energiekennzahlen; thermisch-energetische Sanierung in Wohngebäuden verfügt über ein großes Energieeinsparungs- und Treibhausgas-Reduktionspotenzial
	Klimaschädliche Baustoffe	Anfall klimaschädlicher Baustoffe	deskriptiv	2,5		NEIN+		NEIN+	Ausschluss der Verwendung klimaschädlicher Baustoffe und -substanzen
Gesellschaftliche Dimension	Umweltfreundliche Mobilität	Verfügbarkeit umweltfreundlicher Mobilität	deskriptiv	2,5		NEIN	JA		Verfügbarkeit z.B. von E-Mobilen und Ladestationen, Fahrradabstellplätze bzw. weiterer Lösungen wie bessere Anbindung an öffentliche Verkehrsnetze
				25					
	Lärmbelastung	Veränderung der Lärmbelastung	deskriptiv	4	JA		JA		Reduktion der Betroffenheit von Lärmmissionen
	Luftqualität	Veränderung der Luftqualität	deskriptiv	4	JA		JA		Produktmanagement - Einsatz schadstoff- und emissionsarmer Bauprodukte bei der Sanierung;
	Wohnkomfort	Veränderung der Komfort- und Raumluftqualität	deskriptiv	4	JA		JA		Saisonaler thermischer Komfort und verbesserte Innenraumluft z.B. durch Komfortlüftungsanlagen
	Wohnfläche pro Person	Veränderung der Wohnfläche pro Person	m ² Wohnfläche/EW	4		NEIN	JA		Erhöhung des zur Verfügung stehenden Wohnraums; m2 Wohnfläche pro Person
	Ausstattung der Wohngebäude	Veränderung der Wohnausstattung	deskriptiv	4		NEIN	JA		z.B. energieeffiziente Ausstattung; barrierefreier Zugang; Schaffung von Kommunikationsbereichen
	Erreichbarkeit durch Mobilitätsmaßnahmen	Veränderung der Erreichbarkeit durch Mobilitätsmaßnahmen	Nähe und Anbindung ÖV; deskriptiv	3		NEIN	JA		Verfügbarkeit z.B. von E-Mobilen und Ladestationen, Fahrradabstellplätze bzw. weiterer Lösungen wie bessere Anbindung an öffentliche Verkehrsnetze
Bewahrung des kulturellen Erbes	visuelle bzw. ästhetische Veränderung von Ortsbildem	deskriptiv	2	JA		JA		Aufwertung von Bauten optisch und qualitativ; Aufwertung des Wohngebietes; Einfügung in das Ortsbild bzw. dessen Erhalt	

Erläuterung:
 JA vorhanden, Wirkung positiv
 JA- vorhanden, Wirkung negativ
 NEIN nicht vorhanden/neutral - keine Änderung
 NEIN+ nicht vorhanden, Wirkung positiv

Resultat

Die Wertsynthese beinhaltet gewichtete Bewertungen der jeweiligen Kriterien, welche ebenfalls im Rahmen von Workshops ausgearbeitet wurde und im Wesentlichen die Einschätzung aus Entscheidungsträgersicht beinhaltet.

Die Bewertung der ökonomischen Dimension zeigt Vorteile (bei insgesamt negativem Kosten-Nutzen-Verhältnis) der konventionellen Sanierung gegenüber des innovativen Sanierungskonzepts. Letzteres weist jedoch deutliche Vorteile bei den ökologischen und sozialen Kriterien auf, welche im Rahmen einer erweiterten Kosten-Nutzen-Betrachtung unbedingt zu berücksichtigen sind.

Auf Grund der veränderten Ausgangssituation mit der Installierung des Demonstrationsobjekts wurde der Rahmen für eine eKNA für ein gesamtes Demonstrationsobjekt geschaffen. Allerdings ist die Aussagekraft beschränkt, da sich die Bewertung auf eben dieses Anschauungsobjekt beschränkt und dadurch eine Abschätzung der Effekte erschwert ist. Daher erfolgte die Beurteilung abgesehen der wirtschaftlichen und zum Teil ökologischen Kriterien vorwiegend als deskriptive Beschreibung. Diese ermöglicht dem Entscheider jedoch eine umfassendere Betrachtung, d.h. dass auf Basis des angenommenen Zielsystems ein qualitatives Wirkungsbild zur Entscheidungsfindung beitragen kann.

Die entwickelte eKNA soll neben der Beurteilung des vorliegenden Bewertungsobjekts auch für zukünftige bzw. vergleichbare Projekte genutzt werden können.

Tabelle 2: Erweiterte KNA – Wertsynthese

Dimensionen	Zielkategorien	Kriterium	Gewichtung %	KONVENTIONELL			STELA		
				Ergebnis gewichtet	Qualitative Beurteilung	Qualitatives Ergebnis*	Ergebnis gewichtet	Qualitative Beurteilung	Qualitatives Ergebnis*
Ökonomische Dimension	betriebswirtschaftlich		40						
	Investitionskosten	Anfall von Investitionskosten	10	-10	Anfangsinvestitionen sind als mittelmäßig einzuschätzen	-5	-10	Anfangsinvestitionen sind als hoch einzuschätzen	-10
	Investitionserlöse (PV)	Anfall von Investitionserlösen	4	0	keine Erlöse durch PV-Erträge	0	4	mittlere Investitionserlöse durch PV-Erträge (optimistisches Szenario)	2
	Mietkosten	Veränderung der Mietkosten	10	0	geringfügige Änderung der Mietkosten (niedrig)	-2	-10	mittelmäßigen Anstieg durch die Erweiterung des Wohnraums (Deckungserfordernis)	-5
	Betriebskosten	Veränderung der Betriebskosten	10	-10	geringe Steigerung der Betriebskosten (niedrig)	-2	-10	Betriebskosten erfahren einen mittelmäßigen Anstieg durch die Erweiterung des Wohnraums	-5
	Förderungen	Verfügbarkeit relevanter Förderungen	4	4	Fördermittel für herkömmliche Sanierungen sind aktuell begrenzt verfügbar (gering)	0,8	4	Es bestehen derzeit Sonderförderungen, neben Wohnbau- und Sanierungsförderungen (hoch)	4
	Wertsteigerung	Veränderung der Bausubstanz und Immobilienwert	2	2	Die Steigerung des Immobilienbestandeswertes wird als eher gering eingeschätzt	0,4	2	Die Steigerung des Immobilienbestandeswertes wird als mittelmäßig eingeschätzt (Vorsichtsprinzip)	1
	volkswirtschaftlich		10						
	Wertschöpfung	Erhöhung des Wirtschaftswachstums (% des BIP)	4	4	Die Wertschöpfungssteigerung wird regional als mittelmäßig eingeschätzt	2	4	Die Wertschöpfungssteigerung wird regional als mittelmäßig eingeschätzt	2
	Beitrag zur Technologieinnovation	Steigerung der Innovationen für nachhaltige Bau-, Energie-, Mobilitätstechnologien	3	0	Herkömmliche Sanierungen weisen einen relativ geringen Beitrag zur Entwicklung neuer Technologien auf	0	3	Innovative Sanierungs- und Mobilitätskonzepte weisen einen relativ hohen Beitrag zur Entwicklung neuer Technologien auf	3
Beschäftigung	Beschäftigungsvolumen durch thermische Sanierungen	3	3	Der Beitrag zum Beschäftigungsvolumen wird als relativ gering, aber vorhanden, eingeschätzt	0,6	3	Der Beitrag zum Beschäftigungsvolumen wird als relativ gering, aber vorhanden, eingeschätzt	0,6	
RESULTAT ökonomische Dimension				-7		-5,2	-10		-7,4
Ökologische Dimension			25						
	Heizwärmebedarf	Veränderung des Heizwärmebedarfs	5	5	Die Senkung des Heizwärmebedarfs ist laut Berechnungen mittelmäßig	2,5	5	Die Senkung des Heizwärmebedarfs ist laut Berechnungen signifikant (hoch)	5
	Primärenergiebedarf	Veränderung des Primärenergieeinsatzes	5	5	Die Verbesserung der Energiebilanz (Primärenergie) wird als mittelmäßig eingeschätzt	2,5	5	Durch die für die Erzeugung der PV-Module benötigte Energie wird die Verbesserung der Energiebilanz nur als mittelmäßig eingestuft	2,5
	CO ₂ -Emissionen	Veränderung der CO ₂ -Emissionen	5	5	Die Verbesserung der CO ₂ -Bilanz wird als mittelmäßig eingestuft	2,5	5	Durch die für die Erzeugung der PV-Module benötigte Energie wird die Verbesserung der CO ₂ -Bilanz nur als mittelmäßig eingestuft	2,5
	Energieeffizienz	Gesamteffizienzindexfaktor	5	5	Die Steigerung der Energieeffizienz des Gebäudes ist bei konventioneller Sanierung mittelmäßig	2,5	5	Die Steigerung der Energieeffizienz des Gebäudes ist bei innovativer Sanierung hoch	5
	Klimaschädliche Baustoffe	Anfall klimaschädlicher Baustoffe	2,5	2,5	Es wird angenommen, dass keine klimaschädlichen Baustoffe zum Einsatz kommen	0	2,5	Für den Prototypen wurden keine klimaschädlichen Baustoffe eingesetzt	0
	Umweltfreundliche Mobilität	Verfügbarkeit umweltfreundlicher Mobilität	2,5	0	keine Berücksichtigung bzw. keine Konzepte für umweltfreundliche Mobilität	0	2,5	Innovatives Mobilitätskonzept als Bestandteil (hoch); Teststation für E-Fahrräder umgesetzt	2,5
RESULTAT ökologische Dimension				22,5		10	25		17,5
Gesellschaftliche Dimension			25						
	Lärmbelastung	Veränderung der Lärmbelastung	4	4	Die Reduktion der Lärmbelastung wird als mittelmäßig eingeschätzt	2	4	Die Reduktion der Lärmbelastung wird durch die Pufferzone als hoch eingeschätzt	4
	Luftqualität	Veränderung der Luftqualität	4	4	Die Veränderung der Luftqualität wird als gering eingeschätzt (gering)	0,8	4	Die Verbesserung der Luftqualität wird durch die Verwendung spezifischer Baustoffe und der architektonischen Lösung als hoch eingeschätzt	4
	Wohnkomfort	Veränderung der Komfort- und Raumluftqualität	4	4	Die Steigerung der Komfort- und Raumluftqualität wird eher als gering eingeschätzt	0,8	4	Temperatur- und Feuchtigkeitsmessungen haben eine wesentliche Verbesserung des Wohnkomforts ergeben (hoch)	4
	Wohnfläche pro Person	Veränderung der Wohnfläche pro Person	4	0	keine Veränderung	0	4	Durch die architektonische Lösung mit dem Zubau wird die Wohnfläche wesentlich erweitert (hoch)	4
	Ausstattung der Wohngebäude	Veränderung der Wohnausstattung	4	0	keine Veränderung	0	4	Mit der Sanierung und der Einrichtung einer E-Lobby verbessert sich die Ausstattung wesentlich (hoch)	4
	Erreichbarkeit durch Mobilitätsmaßnahmen	Erreichbarkeit durch Mobilitätsmaßnahmen	3	0	keine Veränderung	0	3	Innovatives Mobilitätskonzept als Bestandteil (hoch); Teststation für E-Fahrräder umgesetzt	3
	Bewahrung des kulturellen Erbes	visuelle bzw. ästhetische Veränderung von Ortsbildern	2	2	Das Erscheinungsbild des Gebäudes wird geringfügig verbessert; die aktuelle Qualität des Wohngebiets bleibt erhalten	0,4	2	Das Erscheinungsbild des Gebäudes wird durch die Lösung wesentlich verbessert und trägt so zur Aufwertung des Wohngebiets bei	2
RESULTAT gesellschaftliche Dimension				14		4	25		25
RESULTAT erweiterte Kosten-Nutzen-Analyse						8,8			35,1

*qualitatives Ergebnis = Gewichtet x f_w in %
f_w = Wirkungsfaktor mit den Ausprägungen hoch (100%), mittel (50%), gering (20%), neutral (0%)

B.5.7.2 Finanzierungs- und Förderungsmodelle

Die Finanzierung der Sanierung erfolgt unter Berücksichtigung der Einsparungspotenziale über die Mietzinsverrechnung. Die erforderliche Finanzierungshöhe wurde über die Bestimmung des Deckungsfehlbetrages unter Einbezug eines geförderten Wohnbaudarlehens gemeinsam mit der Stadtgemeinde bestimmt. Neben der Wohnbauförderung wurde für die veranschlagten Sanierungskosten die Öko-Punkte Förderung des Landes Steiermark berücksichtigt. Durch die angepasste Konstruktion ohne tragende Verbindungen mit der Gebäudehülle konnten die veranschlagten Sanierungskosten im letzten Projektabschnitt deutlich gesenkt werden.

In die Finanzierungsaufstellung fließen zudem noch nicht vollständig getilgte Darlehen aus vergangenen Renovierungsarbeiten, welche das Betrachtungsobjekt belasten, mit ein. Nach der Berücksichtigung der Mietzinsreserve (Stand 31.12.2016) ergibt sich ein Fremdfinanzierungsbedarf von dem der monatliche Deckungserfordernis errechnen lässt – welche den derzeitigen Mietzinseinnahmen gegenübersteht. Diese Differenz muss, um eine kostendeckende Umsetzung zu garantieren, den Mieter weiterverrechnet werden. Je nach Zusammensetzung der vorhandenen Mietverträge sowie je nach Höhe der vorhandenen Rücklagen bzw. noch offener Darlehen kann der Gesamtdeckungsfehlbetrag auch innerhalb des Quartiers sehr variieren kann und damit auch die zusätzliche Mietbelastung unterschiedlich beeinflussen.

Mietmodelle

Die Sanierung des Betrachtungsobjektes in der Pebalstraße 33 mithilfe der vorgesezten Pufferzone bietet eine Vielzahl von Möglichkeiten zur künftigen Wohnraumgestaltung. In der nachfolgenden Betrachtung wurde auf Basis der Gespräche mit den Bewohnerinnen und Bewohner eine Pufferzone von rund 30 m² den bestehenden Wohnungen angeschlossen. Von einer flexiblen Wohnraumgestaltung - durch das Auffüllen der bestehenden Gebäudeeinschnitte mit zusätzlicher Wohnfläche - wurde bei diesen Berechnungsmodellen abgesehen da diese über andere Förderschienen finanziert werden.

Die Mietzinsberechnungen wurden nach der finalen Auslegung der Pufferzone und der zusätzlichen Deckungserfordernis durch das Sanierungsvorhabens auf Basis der rechtlichen Rahmenbedingungen gemeinsam mit der Stadtgemeinde Leoben berechnet um den gegebenen Rahmenbedingungen zu entsprechen. Derzeit gibt es im Betrachtungsobjekt Gemeindewohnungen mit einem unbefristeten Mietvertrag mit einmonatiger Kündigungsfrist und einem Mietzinsniveau von 2,6-3,84 €/m² - welches als sehr gering eingestuft werden kann. Dieser maximale Hauptmietzins von 3,84 €/m² soll auch beim Sanierungsvorhaben nicht überschritten werden.

Hinzu kommen noch rechtliche Gegebenheiten zur Berücksichtigung der Pufferzone in der Gebäudestruktur. Zwei erstellte Gutachten bestätigen, dass die thermische Pufferzone einerseits als Wohnnutzfläche anzusehen ist und andererseits der Hausmeister entsprechend den vertraglichen Vereinbarungen für diese zusätzliche Fläche zu entlohnen ist.

Dem gegenüber stehen die Einsparungen der Heizkosten sowie die Erträge aus der PV-Stromerzeugung. Zur Bestimmung des Hauptmietzinses wurde angenommen, dass der von den PV-Modulen erzeugte Strom primär zur Deckung des Allgemeinstromes herangezogen wird und der Überschuss zum Einspeisetarif der OEMAG vergütet wird.

Für die zusätzliche Pufferzone ergibt sich in dem Berechnungsbeispiel betreffend das Haus Pebalstraße 33 ein Mietbetrag von ca. 95 €/Monat bei einer zusätzlichen Fläche von rund 30 m². Einen erheblichen Anteil machen trotz Abzug der allgemeinen Stromkosten, welche durch den PV-Ertrag gedeckt werden, die zusätzlichen Betriebskosten aus. Ein erheblicher Anteil davon - nämlich ca. 90 % davon - entfallen auf die Kosten für den Hausverwalter, welcher für die zusätzliche Fläche vergütet werden muss. Im Gegensatz dazu würden die berechneten Mehrkosten bei einer herkömmlichen thermischen Sanierung bei rund 35 €/Monat liegen.

Der Hauptmietzins für die vielseitig nutzbare Pufferzone beträgt demnach ca. 3,20 €/m². Das Sanierungskonzept kommt daher deutlich unter der Obergrenze von 3,84 €/Monat zu liegen. Diese Ergebnisse der Mietzinsberechnungen wurden auch den Bewohnern im Mai 2017 im Zuge der Befragung zur Projektumsetzung präsentiert und erläutert.

Demnach liegt die Differenz der monatlichen Mehrbelastung für die Mieterinnen und Mieter vergleichend zur herkömmlichen Sanierung im Haus Pebalstraße 33 bei rund 60 €/Monat. Bereinigt man dies jedoch um die Mehrkosten die aufgrund der gesetzlichen Regelungen auch ohne zusätzlichen Arbeitsaufwand für den Hausverwalter anfallen (ca. 30 €/Monat) bleiben als Differenz zur herkömmlichen Sanierung lediglich 30 €/Monat.

Zusätzlich verspricht die aktuell geltenden Fassung des EIWOG 2010 (vom 31. 8. 2017) - die in diesem Forschungsprojekt leider nicht mehr berücksichtigt werden konnte - deutlich höhere Gutschriften bzw. einen deutlich höheren Nutzen des in der Fassade erzeugten PV-Stroms. Dies könnte für zukünftige Projekte die Differenz zur herkömmlichen Sanierung nochmals deutlich vermindern und so entscheidend zur Attraktivität der erforschten Sanierungsmethode beitragen.

B.5.7.3 Bewertung der Lebenszykluskosten und der umweltbezogenen Qualität

Lebenszykluskosten

Für die Bewertungsgrundlagen der Lebenszykluskosten wurden in Anlehnung an die Richtlinie zur Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (EPBD Recast 2010, Energy Performance of Buildings Directive) folgende Kostenelemente berücksichtigt:

- Globale Kosten: diese beinhalten die Summe des Barwerts der anfänglichen Investitionskosten sowie der laufenden Kosten (Energie, Betriebs- und Instandhaltungskosten), Wiederbeschaffungskosten und sofern anwendbar, Entsorgungskosten.
- Annuität: Die Anwendung der Annuitätenmethode, die alle Kosten der Nutzungsdauer auf eine durchschnittliche jährliche Rate ergibt, erfordert Energiekosten- und Zinsprognosen.
- Anfangsinvestitionskosten: beinhalten alle Kosten der Sanierung, bis das Gebäude in die Nutzung gehen kann (u.a. Planung und Genehmigung, Beschaffung von Bauelementen, Installation etc.)
- Wiederbeschaffungskosten: während der gesamten Gebäudenutzungsdauer kann die Notwendigkeit für den Ersatz einiger Bauelemente auftreten.
- Laufende Kosten, bestehend aus jährlichen Energiekosten, Betriebskosten und Instandhaltungskosten
- Entsorgungskosten: beinhalten die Kosten für die Dekonstruktion zu Ende der Nutzungsdauer, der Aussortierung noch nutzbarer Bauelemente, deren Transport, Entsorgung und Recycling.
- Restwert eines Gebäudes: beinhaltet alle Restwerte des Gebäudes und der Elemente zu Ende der Kalkulationsperiode, wobei die Nutzungsdauer mit dem Restwert zum Zeitpunkt der Sanierung definiert ist. Wenn diese unbekannt ist, wird eine Periode von 60 Jahren angenommen.

Neben der Kostenperspektive wird auch ein Nutzenaspekt integriert, da für den Gebäudeeigentümer und die Bewohnerinnen und Bewohner der über den ökonomischen hinausgehende Wert durchaus relevant ist. Die Bewertungsgrundlage basiert auf einem Vollkosten-Ansatz, wobei eine Referenzsituation definiert werden muss, um die Effekte der thermischen Sanierung hinsichtlich Energieverbrauch, CO₂-Emissionen und Kosten vergleichen zu können. Dabei wird eben eine „konventionelle“ Sanierung mit der alternativen Variante (Demonstrationsobjekt) verglichen, wofür die Vollkosten für die Sanierung und Folgekosten für die Nutzung (Energiekosten und energierelevante Instandhaltung) kalkuliert werden müssen. Die konventionelle Sanierung beinhaltet die Sanierungskosten, die durchgeführt werden müssen, um den Bestand und die Funktionalität des Gebäudes aufrechtzuerhalten. Wird dies als Basis bzw. Referenz herangezogen, können die energiebezogenen Sanierungsmaßnahmen und deren Effekte abgeleitet und Vorteile über die Nutzungsdauer aufgezeigt werden, wobei sich durch die Alternative eine längere Nutzungsdauer ergeben kann und deren Benefits erhöht.

Die Kalkulationsmethode ist eine dynamische Kostenkalkulation, d.h. zukünftige Kosten und Benefits werden diskontiert, um ökonomisch korrekte Ergebnisse darzustellen. Mit Bezug auf die EN 15459 (Energieleistung von Gebäuden) wird eine Annuitätenmethode empfohlen: diese transformiert die Investitionskosten in durchschnittliche jährliche Kosten. Jährliche Energiekosten, Betriebs- und Instandhaltungskosten während der Kalkulationsperiode werden der jährlichen Annuität der Investitionskosten hinzugerechnet und zeigen konstante jährliche Kosten während der Bewertungsperiode. Da diese Kosten i.d.R. nicht konstant sind, muss ein Anpassungsfaktor eingesetzt werden, der z.B. zukünftig steigende Energiekosten berücksichtigt. Die Berechnung der Annuität und des Anpassungsfaktors erfolgt folgendermaßen:

$$a = \frac{i * (1 + i)^t}{(1 + i)^t - 1} \quad m = \frac{\left(\frac{1+i-r}{1+r}\right)^{t-1}}{\left(\frac{i-r}{1+r}\right) * \left(1 + \frac{i-r}{1+r}\right)^t} * a$$

Die jährliche Annuität kann dann angepasst an die unterschiedlichen Mietermodelle mit unterschiedlichen Wohnungsgrößen auf m² heruntergebrochen werden, und so einen Vergleich nach diesen Einheiten ermöglichen (als Kosten/m²).

Die wesentlichen **Globalen Kosten** setzen sich für das Demonstrationsmodul folgendermaßen zusammen:

Anfängliche Investitionskosten:

- | | |
|--------------------------|---------------------|
| ▪ Abbrucharbeiten | ▪ Holzarbeiten |
| ▪ Baumeisterarbeiten | ▪ Malerarbeiten |
| ▪ Fenster neu | ▪ Bodenleger |
| ▪ Betonfertigteile | ▪ PV-Modulbox |
| ▪ Stahlarbeiten | ▪ Glasschiebesystem |
| ▪ Spenglerarbeiten | ▪ Sonnenschutz |
| ▪ Baustellengemeinkosten | ▪ Installateur |
| ▪ Regie | ▪ Elektriker |

Je nach Umsetzungskonzept würden sich weitere Kosten für den Lückenschluss (zusätzliche Wohnflächen im Bereich der beiden zentralen Einschnitte des Bestandsgebäudes) und die Errichtung der E-Lobby ergeben.

Energiekosten:

- Stromkosten
- Heizwärmebedarf
- Netzeinspeisung aus PV (Einzahlung)

Betriebskosten:

- BK inkl. Verwaltungskosten, Mietvertragsänderung, Versicherung, Mobilität etc.
- Sonstiges: mögliche Förderungen für Wohnbau, Sanierung oder Sonderförderungen

Umweltbezogene Qualität

Für die Bewertung der umweltbezogenen Qualität der Sanierungsvarianten wird ebenfalls ein Lebenszyklusansatz basierend auf der ISO 14040:2006 Ökobilanzen (Life Cycle Assessment, LCA) herangezogen. Auch hier dient die herkömmliche Sanierung als Referenz, um die Effekte der Alternative und deren Umweltwirkungen vergleichen zu können.

Grundsätzlich verursacht jede Bautätigkeit gewisse Umwelteinwirkungen und Kosten. Während der Nutzung ergeben sich ebenfalls jährliche Einflüsse und Kosten, im Wesentlichen durch den Energieverbrauch. Nach Durchführung der Gebäudesanierung kommt es auf Grund der Modernisierung von Bauelementen und technischen Systemen zu einem Anstieg des Energieverbrauchs und Kosten, wobei der Umfang von der Sanierungsvariante abhängt. Die anschließend im Laufe der Nutzung anfallenden Wirkungen und Kosten ergeben sich ebenfalls je nach Sanierungsvariante. Generell gilt, dass je ambitionierter die Sanierung ausfällt, desto höher ist der anfängliche Einfluss hinsichtlich der Umweltwirkungen, aber umso geringer während der Nutzung. Über die Lebensdauer hinweg – von der Material- und Energiebeschaffung bis zur End-of-Life-Phase des Gebäudes – lässt sich so die Gesamtumweltwirkung feststellen und vergleichen.

Festlegung der Systemgrenzen:

Für die Bewertung der Umweltwirkungen sollten unter pragmatischen Gesichtspunkten folgende Lebenszyklusphasen herangezogen werden:

- Materialherstellung, d.h. alle Input- und Outputströme, die für die Herstellung benötigter Materialien anfallen. Dies beinhaltet die Extraktion von Rohstoffen, Transporte und Transformationsprozesse für die Erstellung relevanter Komponenten.
- Transporte zwischen den Standorten der Herstellung und des Gebrauchs. Hierfür müssen Strecken und Transportmittel aller Komponenten definiert werden.
- Nutzungsphase: beinhalten alle Energieverbräuche, die während der angenommenen Lebensdauer des Gebäudes (siehe Abschnitt Lebenszykluskosten) anfallen.
- End-of-Life-Phase: diese Phase beinhaltet den Transport verbrauchter Materialien zu Ende der Gebäudelebensphase hin zum Standort der Entsorgung. Auch hier werden Distanz und Transportmittel benötigt. Weiters entfallen in diese Phase die notwendige Behandlung (Verfahren) von verbrauchten Materialien und deren Entsorgung.

Folgende Schritte werden nicht berücksichtigt: Instandhaltung und Reparatur, Sanierungs-/Bauprozess. Die hier anfallenden energiebezogenen Aspekte können vernachlässigt werden, da sie im Vergleich zur Energie, welche in den Materialien (durch Gewinnung und Herstellung) und im Rahmen der Nutzung anfällt, einen relativ geringen Beitrag zu den Umweltwirkungen leisten.

Die Bewertungsgrundlage beinhaltet folgende Positionen: Bauelemente (z.B. Fassade, Konstruktionen) und gebäudeintegrierte technische Systeme (z.B. Heizungs- und PV-Systeme).

Das Bewertungsmodell für das Life Cycle Assessment ist nachfolgend dargestellt:

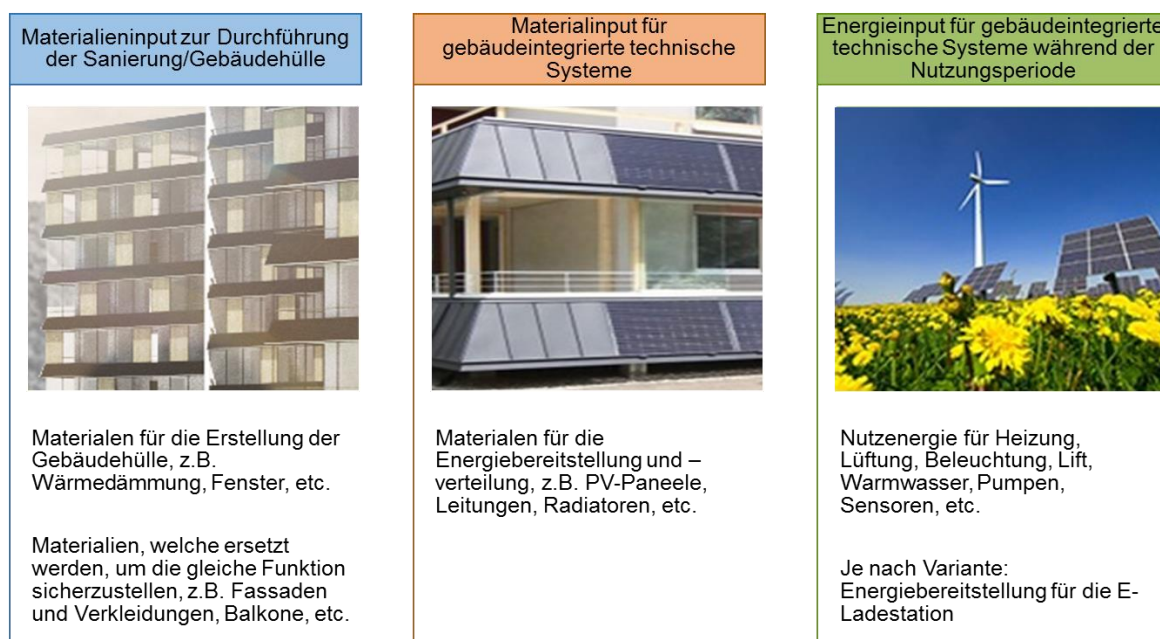


Abb. 44: LCA - zu berücksichtigende Aspekte

Zu berücksichtigen sind weitere Bauelemente bzw. gebäudeintegrierte technische Systeme, welche während der gesamten Nutzungsdauer zu ersetzen bzw. erneuern sind. Weiters ist die im Gebäude selbst produzierte Energie durch die PV-Anlage zu beachten. Dafür kann folgende Allokationsregel angewandt werden:

- Ansatz der vermiedenen Belastung: berücksichtigt den Export des hauseigenen PV-Stroms als Energie, welche nicht erzeugt werden muss und somit „Gutschriften“ bringt, je nach vermiedener Menge. Dadurch werden 100% der enthaltenen Primärenergie und der Treibhausemissionen, verbundenen mit der hauseigenen PV-Installation, mitbewertet. Der Primärenergieaufwand des Gebäudes berechnet sich demnach folgendermaßen:

$$PE_{Geb} = (C_{importierter\ Strom} - C_{exportierter\ PVstrom}) \times PE_{Netz} + PE_{PV} + PE_{Energieverbrauch} + PE_{gebäudeintegrierte\ technische\ Systeme} + PE_{Materialien}$$

$C_{importierter\ Strom}$ = Menge des aus dem Netz bezogenen Stroms

$C_{exportierter\ PV-Strom}$ = Menge des ins Netz eingespeisten PV-Stroms

PE_{Netz} = PE-Faktor des Stromnetz-Mix

PE_{PV} = Primärenergieaufwand des hauseigenen PV-Systems

$PE_{Energieverbrauch}$ = Primärenergieaufwand der Nutzenergie, welche nicht durch das hauseigene PV-Systems gespeist wird

$PE_{gebäudeintegrierte\ technische\ Systeme}$ = Primärenergieaufwand für gebäudeintegrierte technische Systeme, exklusive hauseigene PV

$PE_{Materialien}$ = Primärenergieaufwand für Materialinputs

Die Modellierung des LCA-Systems kann softwaregestützt vorgenommen werden, wofür kommerzielle Lösungen und Datenbanken für Prozesse, Materialien, etc. zur Verfügung stehen (Umberto, GaBi, ecoinvent).

Als funktionelle Einheit zur Quantifizierung der Leistung eines Produktsystems (Definition It. ISO 14040:2006) dient im Rahmen des Projekts die Darstellung der Ergebnisse je Einheit an Wohnfläche (Ergebniswert/m², z.B. CO₂/m² oder kWh/m²) für ein Jahr (dividiert aus der Gesamtnutzungsdauer des Gebäudes).

Die wesentlichen Umweltindikatoren im Rahmen des STELA-Projekts sind:

- Primärenergieaufwand: äquivalent dem Kumulativen Energieaufwand, beinhaltet erneuerbare und nicht-erneuerbare Energiequellen. Ein weiterer Indikator in diesem Zusammenhang ist der Nicht-erneuerbare Primärenergieaufwand, welcher ausschließlich fossile und nukleare Energiequellen darstellt. Diese Indikatoren werden in kWh ausgedrückt.
- CO₂-Emissionen: beinhaltet die Emissionen aus Treibhausgasen und betrifft die Wirkungskategorie Klimawandel. Als Referenzeinheit wird CO₂ herangezogen, auf welche alle Treibhausgase umgerechnet werden. Der Indikator wird demnach als CO₂-Äquivalent (kg CO₂-Äquiv.) ausgedrückt.

Auch die umweltbezogene Qualität hat wesentlichen Einfluss für die Durchführung der erweiterten Kosten-Nutzen-Analyse, wobei sich diese in der ökologischen Dimension des Ziel- und Indikatorensystems wiederfindet.

B.5.8 Innovatives Mobilitätskonzept / E-Lobby

Einleitung und Projektablauf

Der KFZ-Verkehr und seine Auswirkungen auf die Umwelt- und Stadtqualität gehört zu den Problemen von Städten in der heutigen Zeit. Dies betrifft auch die Stadt Leoben und den Stadtbezirk Judendorf. Das Arbeitspaket Mobilität im Forschungsprojekt STELA wurde daher so konzipiert, dass dieses einen Beitrag leisten kann die verkehrlichen Probleme zu verringern. Ein übergeordnetes Ziel dieser Mobilitätsüberlegungen war, dass diese in die laufenden Prozesse des Verkehrsentwicklungsplans 2025 der Stadt Leoben eingebunden sind. Jedoch so konzipiert sind, dass sie auch einen zukunftsweisenden Ausblick darstellen sollen. Die vorgeschlagenen Maßnahmen sollen die Entwicklung zu einem Mobilitätsverhalten forcieren, welches dem Anspruch eines umweltfreundlichen Verkehrs und auf den Prinzipien der Nachhaltigkeit aufgebaut ist. Schwerpunktmäßig wurde die Integration der Elektromobilität in Form des Grundkonzeptes der "E-Lobby" entwickelt.

Verkehrspolitische Leitlinien

Die konkreten Verkehrspolitischen Ziele der Stadt Leoben setzen sich aus Einzelzielen zusammen, mit denen die Mobilitätsbedürfnisse der Bewohnerinnen und Bewohner von Leoben und des Wirtschaftsstandorts für die Zukunft gesichert werden.

- (1) Leoben – die Stadt mit einem innovativen Mobilitätskonzept
- (2) Leoben – die Stadt der guten Erreichbarkeit
- (3) Leoben – die Stadt der kurzen Wege
- (4) Leoben – die Stadt mit ausgewogener Verkehrsmittelaufteilung
- (5) Leoben – die Stadt mit sozial- und umweltverträglicher Verkehrsabwicklung
- (6) Leoben – die Stadt der bürgernahen Planung

Diese Ziele stellen auch die Grundlage für das Mobilitätskonzept für den Stadtteil Judendorf und in weiterer Betrachtung für das Objekt Pebalstraße 33 dar. Beim Forschungsprojekt STELA wurden für diese Ziele folgende Schwerpunkte definiert.

- Verringerung der mit Hilfe fossiler Energieträger zurückgelegten Wege und Verkehrsleistungen.
- Zukunftssicherheit des Verkehrssystems: Förderung von mittel- und langfristigen Alternativen zu Verkehrsangeboten, die auf fossile Energieträger ausgerichtet sind.
- Sozial ausgewogene Mobilitätslösungen: Sicherung des Zugangs zur Mobilität für alle Bevölkerungsgruppen

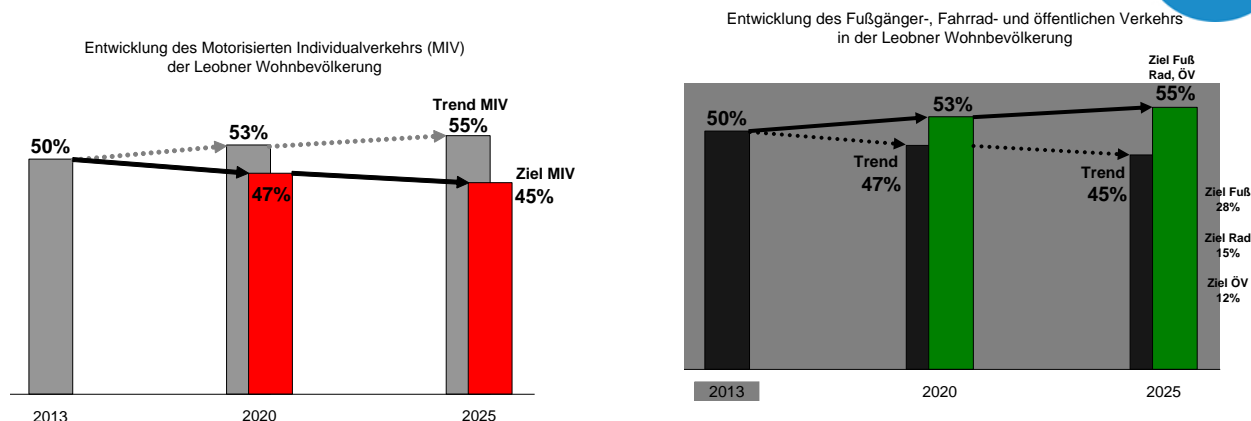


Abb. 45: Angestrebte Entwicklung der MIV- und NMV- Anteile im Stadtteil Judendorf

Mobilitätskonzept Stadtteil Judendorf

Beim übergeordneten Mobilitätskonzept "Stadtteil Judendorf" wurde das bestehende Verkehrsangebot analysiert und Verbesserungsvorschläge für den Fuß- und Radverkehr, Öffentlichen Verkehr und Kfz-Verkehr ausgearbeitet.

Optimierung des Verkehrsangebotes für Fußgänger und Radfahrer

Für den Stadtteil Judendorf inkl. Quartier STELA wurden für das übergeordnete Mobilitätskonzept neue überarbeitete Geh- und Radverbindungen konzipiert. Es wird der Ausbau der Ost-West Achse vorgeschlagen über den die Geh- und Radverbindung (im Mischverkehr) die beiden Murbrücken verbindet. Über diese Verbindung wird auch die übergeordnete Landeshaupttradrouten an das Stadtzentrum von Leoben angebunden. Zusätzlich wird auch eine Nord-Süd Achse über die Judendorfer Straße vorgeschlagen. In der Abbildung sind auch Standorte für die E-Lobbies bzw. Elektromobilitätsstationen (Elektroräder, Elektromopeds etc.) dargestellt. Diese sollen bei Vollausbau bei jedem Wohnobjekt des Quartiers STELA positioniert werden, sodass die Wege zu diesen Verkehrsmitteln für die Bewohner relativ kurz sind. In der ersten Ausbaustufe soll eine Elektromobilitätsstation (E-Lobby) beim Haus Pebalstraße 33 realisiert werden (im Bereich der geplanten E-Lobby).

Im Zuge des Forschungsprojektes wurden auch Überlegungen für die mögliche Positionierung der Mobilitätsstationen im Quartier STELA durchgeführt. Es wurde vorgeschlagen, diese Flächen für zukünftige Ausbaumaßnahmen zu sichern. Im Rahmen des Projektes konnte dies aber auf Grund der vorgegebenen Eigentumsverhältnisse (speziell zugewiesene Kfz-Stellplätze) nicht erreicht werden.

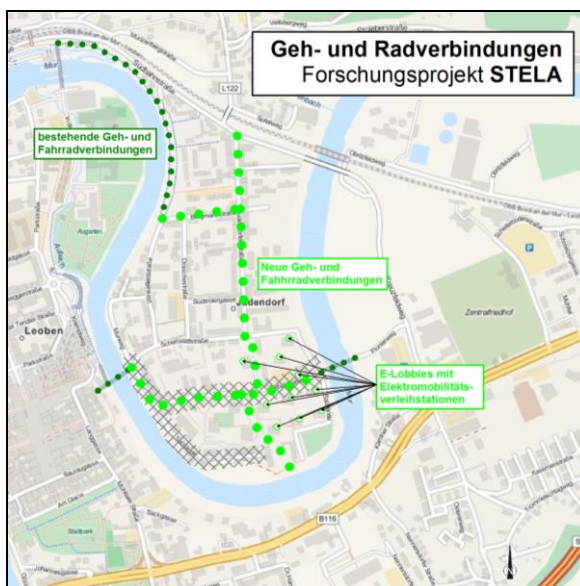


Abb. 46: Generelles Konzept der Geh- und Radverbindungen des Mobilitätskonzepts "Stadtteil Judendorf"

Optimierung des ÖV-Angebotes

Die Bewohner des Stadtteils Judendorf sind derzeit auf Grund ihrer Lage in der Murschleife nur mit dem Rufbus der Stadt Leoben an das öffentliche Verkehrsnetz angeschlossen. Im Rahmen des Forschungsprojektes STELA wurden zwei Varianten einer ÖV-Linienführung konzipiert. Bei der Variante A soll ein Teil der Kurse der Buslinie nach Proleb über eine Schleife in den Stadtteil Judendorf geführt werden. Diese Linienführung würde die Fahrzeit der Linienbusse um ca. 6min (ca. 2km) verlängern. Dazu werden ca. 3 neue Haltestellen vorgeschlagen. Als "Variante B" wird eine neue Buslinie vorgeschlagen. Diese soll vom Zentrum kommend, über die bestehende Fußgängerbrücke, den Stadtteil Judendorf und die neuen Gewerbegebiete entlang der Nordtangente erschließen. Für diese Variante sollen kleiner Elektrobusse eingesetzt werden. Die statische Ausführung der Fußgängerbrücke müsste für diesen Bustyp ausreichend sein, muss aber noch im Detail geprüft werden.



Abb. 47: Varianten der ÖV-Linienführung des Mobilitätskonzepts "Stadtteil Judendorf"

Kfz-Anbindung inkl. Parkraumkonzept

Die Lage des Stadtteils Judendorf in der Murschleife mit einer Anbindung im Norden an die Südbahnstraße und Nordtangente führt dazu, dass das Verkehrsaufkommen dieses Stadtteils primär durch die Bevölkerung selbst erzeugt wird. Bedingt durch die Nähe zum Zentrum von Leoben, kommt es aber zu einer erhöhten Stellplatznachfrage in diesem Gebiet. Diese Nachfrage wird zusätzlich verstärkt, da das Parken im Zentrum kostenpflichtig ("Blaue Zone") ist. Es wird daher in einem ersten Schritt die Ausweitung der Parkraumbewirtschaftung auch auf den Stadtteil Judendorf vorgeschlagen. Südlich soll die Parkraumbewirtschaftung bis zur Pebalstraße in Form einer "Blauen Zone" und nördlich in Form einer "Grünen Zone" erfolgen. Dieser Vorschlag wurde auch von Seiten der Stadt Leoben geprüft und wurde zum Teil auch bei der Adaptierung der Parkraumbewirtschaftung in dieser Form umgesetzt. Als zusätzliche Variante wurde auch geprüft, ob der südliche Bereich durch eine stärkere verkehrsberuhigte Zone ausgeführt werden soll. Das Befahren dieser stärkeren verkehrsberuhigten Zone wäre für den öffentlichen Verkehr, Elektro-Kfz und Fahrräder beschränkt. Für die fossilen Kfz der Bewohner wurde im Bereich Pebalstraße/Judendorfer Straße eine zentrale Parkgarage vorgeschlagen. Nach den Gesprächen mit der Stadt Leoben zeigte sich, dass die dafür notwendigen Grundflächen in keinem vertraglichen Kostenrahmen verfügbar wären. Langfristig wird vorgeschlagen, dass die dafür notwendigen Flächen gesichert werden sollen.

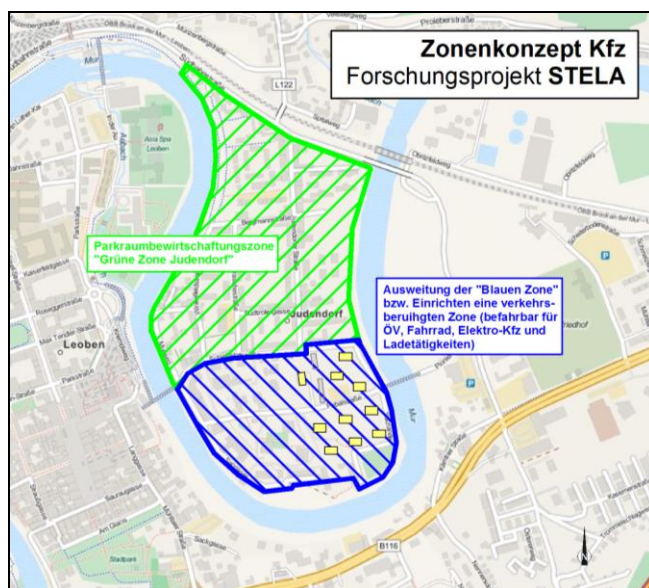


Abb. 48: Zonenkonzept für den Kfz-Verkehr des Mobilitätskonzepts "Stadtteil Judendorf"

E-Lobby / Mobilitätslösung "Pilotprojekt STELA"

Bei dem "Pilotprojekt STELA" stellte sich die Frage, wie ein direkter Projektnutzen aus der Sicht des Mobilitätsverhalten abgelesen werden kann, wenn der Trend in Richtung Elektromobilität derzeit sanft sichtbar ist. Die Untersuchungen ergaben, dass durch dieses Projekt im Zusammenhang mit der Möglichkeit relativ früh und kostengünstig die Elektromobilität zu testen und nutzen zu können, zwei Haupteffekte zu erwarten sind. Erstens setzt die Nutzung viel früher ein und die Durchdringungskurve und Akzeptanz fällt somit auch deutlich steiler aus, d.h. dass damit ein Beschleunigungseffekt erzeugt werden kann. Generell wird davon ausgegangen, dass neben der E-Lobby auch ein Angebot für die private Nutzung von Elektromobilität angeboten werden muss, da realistisch betrachtet nur ein Teil der Wege über Sharingmodelle abgewickelt werden können. Dies ist generell mit der Trendentwicklung im Sektor Elektromobilität begründet, d.h. unabhängig von den Angeboten von STELA (E-Lobby), ist im Betrachtungszeitraum davon auszugehen, dass auch private Elektrofahrzeuge (Elektroauto, Elektrofahrrad, etc.) angeschafft werden. Es ist auch zu erwarten, dass dieser Trend auch schon durch den Pilotbetrieb der E-Lobby, wenn auch sehr abgeschwächt, eintreten wird. Dieser Beschleunigungseffekt entspricht dem verkehrlichen Nutzen für eine langfristige Umsetzung dieses Mobilitätskonzeptes bzw. der E-Lobby. Die folgende Graphik zeigt diesen Effekt (Nutzung der Fahrzeugtypen nach Energieträgern) als Fläche zwischen der Entwicklung des Szenarios "Trend ohne STELA" und dem Szenario "Ziel mit STELA" für den Prognosezeitraum 2015 bis 2020.

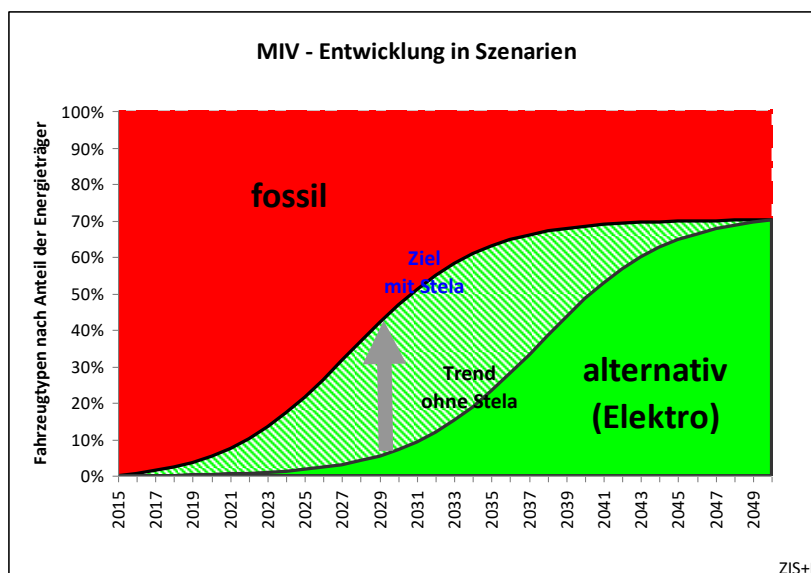


Abb. 49: Entwicklung der Fahrzeugtypen nach Anteil der Energieträger für die beiden untersuchten Szenarien "Ziel mit STELA" und "Trend ohne STELA"

Für den theoretischen Fall, dass die E-Lobby auch zukünftig weiter laufen würde, wurde auf Basis dieser Entwicklung die Adaptionrate der jährlichen Verkehrsleistungen der einzelnen Verkehrsmitteln getrennt nach Antriebsart des jeweiligen Verkehrsmittels für den Prognosezeitraum bis 2050 ermittelt. Dabei wurden die durchschnittlichen jährlichen Verkehrsleistungen eines Bewohners des Objektes Pebalstraße 33 für den Planfall "Ziel mit STELA" ausgewiesen und mit dem Planfall für die einzelnen Verkehrsmittelarten ermittelt. Durch den Vergleich dieser Planfälle kann das Potential der eingesparten fossilen Kfz-Verkehrskilometer ausgewiesen werden. Die Entwicklung des Modalsplits in dem Prognosezeitraum bis 2050 ist für diese beiden Szenarien in den folgenden Abbildungen dargestellt:

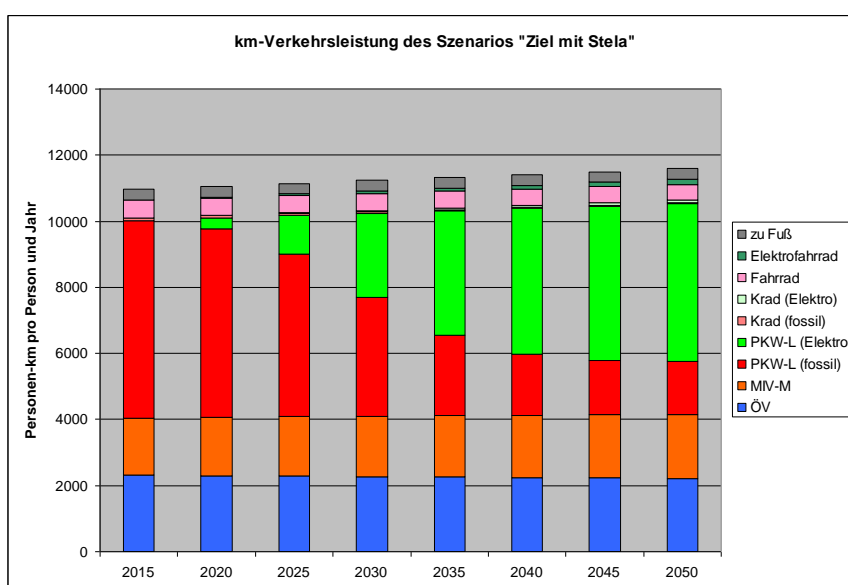


Abb. 50: Entwicklung der durchschnittlichen Verkehrsleistung pro Bewohner und Jahr für das Szenario "Ziel mit STELA"

Auf Basis der Abschätzung der km-Verkehrsleistung pro Bewohner und Jahre wurden die Summen für das Objekt Pebalstraße 33 abgeschätzt. Das Ergebnis zeigt, dass die MIV-km-Verkehrsleistung des Szenarios "Ziel mit STELA" gegenüber dem Szenario "Trend ohne STELA" deutlich reduziert wird. Durch die Umsetzung des Projektes STELA können in den nächsten 10 Jahre kumuliert ca. 240.000 fossile Pkw-km eingespart werden. Diese werden jedoch zum Teil durch Elektroautos (ca. +178.000 km) aber durch Elektroroller und durch Elektrofahrräder, aber auch durch den ÖV (ca. +18.000 km) und durch Nichtmotorisierte Verkehrsmittel (zu Fuß und Fahrrad) ersetzt.

Tabelle 3: Entwicklung der km-Verkehrsleistungen der Bewohner des Objektes Pebalstraße 33 für den Zeitraum 2015 bis 2025 für das Szenario "Trend ohne STELA" und Szenario "Ziel mit STELA"

Personen-km/ 10 Jahre u. PG33	Szenario		
	Trend ohne Stela	Ziel mit Stela	
	km	km	
ÖV	1.411.000	1.429.000	
MIV-M	1.103.000	1.092.000	
PKW-L (fossil)	3.698.000	3.459.000	-239.000 Pkw-km fossil
PKW-L (Elektro)	99.000	277.000	
Krad (fossil)	51.000	48.000	-3.000 Krad-km fossil
Krad (Elektro)	1.000	4.000	
Fahrrad	324.000	330.000	
Elektrofahrrad	15.000	19.000	
zu Fuß	196.000	198.000	
	6.898.000	6.856.000	

Dimensionierung eines Fahrzeugangebotes für die E-Lobby aus verkehrsplanerischer Sicht

Durch die steigende Attraktivität der Elektromobilität, aber auch durch die Initialwirkung des Forschungsprojektes STELA ist davon auszugehen, dass ein Teil der Bewohnerinnen und Bewohner private Elektrofahrzeuge (PKW, Roller und Fahrräder) nutzen wird. Dies bedeutet, dass nur ein Teil der ausgewiesenen elektrischen km-Verkehrsleistungen über ein Sharingmodell abgewickelt werden. Aus internationalen Studien geht hervor, dass dieser Anteil in den letzten Jahren stetig gestiegen ist. Um diese Entwicklung auch für das Forschungsprojekt STELA abzubilden, wurde eine Trendkurve entwickelt, die die Verteilung zwischen Car-Sharing und Nutzung von privaten Fahrzeugen abbildet (sofern ein ausreichend großer Fahrzeugpool vorhanden ist). Es wird auch ein geringer Anteil an fossilen Car-Sharing-Wegen ausgewiesen, weil davon auszugehen ist, dass längere Wege mit dieser Betriebsart durchgeführt werden (Es wird davon ausgegangen, dass diese Fahrzeuge entweder von projektfernen Partnern oder über Firmenmodellen angeboten werden). Diese Abschätzung bildet zusammen mit den Tabellen der km-Verkehrsleistungen, die Grundlage für das angestrebte Fahrzeugangebot bzw. für die Ermittlung des Ladeenergiebedarfs des Sektors Mobilität. Neben dem Elektro-Kfz wurde auch der Bedarf an Stellplätze für Fahrräder, Elektro-Fahrrädern und Elektro-Motorräder, etc. abgeschätzt. Diese sind in der folgenden Tabelle für das Quartier STELA sowie für das Objekt Pebalstraße 33 ausgewiesen. Die grün hinterlegten Zeilen entsprechen dem erforderlichen Mindestfahrzeugangebot aus verkehrsplanerischer Sicht für die E-Lobby(s).

Tabelle 4: Vorgeschlagenes Mobilitätsangebot (Fahrzeuge bzw. Stellplätze) für das Quartier STELA und das Objekt Pebalstraße 33

	Quartier STELA	Objekt Pebalstraße 33
Wohnhäuser	10	1
Wohnungen	275	26
Bewohner	601	54
PKW-Stellplätze (fossil)	250 bis 270	25
Stellplätze für E-Auto	20 bis 30	2 bis 5
(E-)Carsharing Stellplätze	2 bis 6	1 bis 2
Fahrrad-Abstellplätze	200 bis 400	20 bis 46
E-Bike-Abstellplätze	50 bis 100	5 bis 16
E-Scooter Stellplätze	2 bis 6	1 bis 2
(E-)Bikesharing Stellplätze	20 bis 40	2 bis 4

Hinweis: Bei der Vorbefragung bei der Bürgerversammlung stellte sich heraus, dass nur ein geringer Anteil der Bewohner dieses Angebot annehmen wollte, daher wurde der Pilotbetrieb mit deutlich weniger Fahrzeugen durchgeführt.

E-Lobby: Konzept und Pilotbetrieb

80% der Wege gehen vom Wohnsitz aus oder enden dort. Daher ist der Wohnsitz auch der beste Ansatzpunkt, um den motorisierten Individualverkehr, der für zahlreiche Umweltprobleme wie Treibhausemissionen oder Feinstaubentwicklung mitverantwortlich ist, zu reduzieren und den Verkehr umweltfreundlicher zu gestalten. Ein Ziel dieses Forschungsprojektes bestand in der Förderung eines Mobilitätsverhaltens, das dem Anspruch eines umweltfreundlichen Verkehrs entsprechen soll und dem Prinzipien der Nachhaltigkeit gerecht werden soll.

Das Mobilitätsverhalten soll folgende Kriterien erfüllen:

- Verringerung der mit Hilfe fossiler Energieträgern zurückgelegten Wege und Verkehrsleistungen.
- Zukunftssicherheit des Verkehrssystems: Förderung von mittel- und langfristigen Alternativen zu Verkehrsangeboten, die auf fossile Energieträger ausgerichtet sind. Innovative Lösungen zu langfristigen Sicherung der Mobilität.
- Sozial ausgewogene Mobilitätslösungen: Sicherung des Zugangs zur Mobilität für alle Bevölkerungsgruppen.

Aufgrund neuer Gegebenheiten wurde 2016 ein Konzept für den Probetrieb der E-Lobby auf den Freiflächen in unmittelbarer Nähe zum Demonstrationsobjekt STELA (Pebalstraße 33) erstellt und auf ihre verkehrstechnische Funktion diskutiert und geprüft. Ziel war es den Probetrieb so zu positionieren, dass die Lage auch für einen Regelbetrieb übernommen werden könnte. Im Quartier wurde ein Plan für mögliche E-Tankstellenplätze entwickelt, der stufenweise ausgebaut und umgesetzt werden kann.

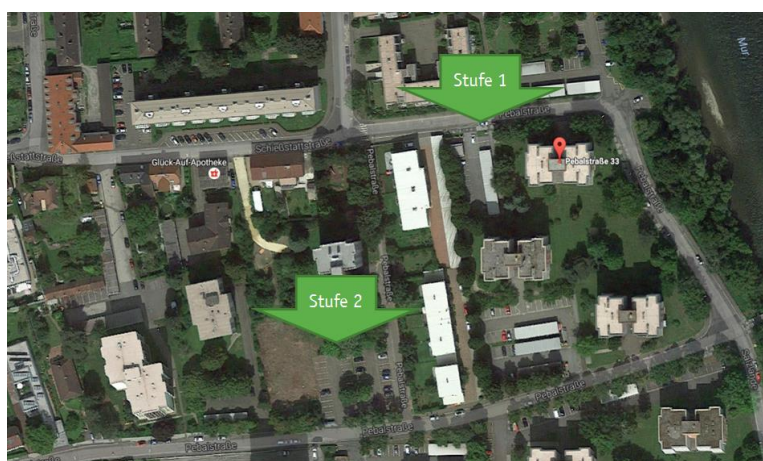


Abb. 51: Pilotprojekt Stufenplan

Nutzerprofil / Anforderungen an den Fuhrpark

Zur Erhebung des Fahrzeug-Sharing-Bedarfs wurde ein Fragebogenpaket für eine Mobilitätsbefragung ausgearbeitet. Anhand dieser Befragung im Jahr 2017 wurden die Fortbewegungsmittel (PKW, zu Fuß, per Rad) und die Wegstrecken der Bewohnerinnen und Bewohner abgefragt. Auch wurde unterschieden in Fortbewegungsmittel unter der Woche und am Wochenende. Somit konnte ein grobes Nutzerprofil anhand dem derzeitigem Mobilitätsverhalten erstellt werden. Als Ergebnis kam heraus, dass der fossil betriebene PKW das Hauptverkehrsmittel in der Pebalstraße 33 ist und das Fahrrad wird zum größten Teil nur für Wochenendausflüge bzw. Freizeitaktivität genutzt.

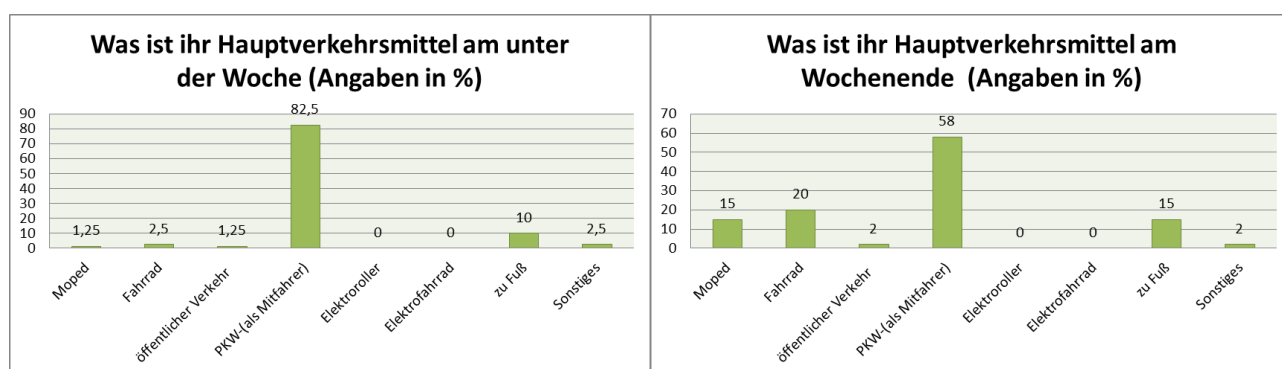


Abb. 52: Hauptverkehrsmittel im Haus Pebalstraße 33 lt. Befragung 2017

Anhand der Befragung wurde der Fuhrpark für die Bewohner der Pebalstraße 33 definiert. Bei den Ergebnissen viel vor allem auf, dass die durchschnittliche Wegstrecke bei 50 % der Befragungen unter 5 km lag. Ziel war es daher, eine Verringerung der mit Hilfe fossiler Energieträgern zurückgelegten Wege und Verkehrsleistungen zu erreichen indem man vor allem den Umstieg von fossil betriebenen PKWs auf ein E-Bike forciert. Da vor allem diese Kurzstrecken sehr einfach per E-Bike zu bewältigen sind. Des Weiteren wurde abgefragt, welche E-Fahrzeugtypen sich die Bewohner wünschen würden. Das Ergebnis war folgendes: Die Befragten bevorzugten E-Auto und E-Bikes. Hingegen sind E-Lastenbikes und E-Transporter weniger gewünscht.

Pilotbetrieb

Grundsätzlich rechnet man zwischen 15 – 30 Personen pro E-Car Sharing Fahrzeug. Für den Pilotbetrieb in der Pebalstraße 33 waren sieben Personen angemeldet, daher wurde dieser mit einem E-Auto durchgeführt. Weiters haben sich 12 Personen in der Testphase die zur Verfügung gestellten E-Bikes genutzt.

Für das E-Auto wurde unweit des Demonstrationsmoduls eine E-Tankstelle mit 22 kWh installiert. Für ein E-Car Sharing ist es wichtig (im Gegensatz zur privaten E-Tankstelle) eine ausreichende Leistung zur Verfügung zu stellen, damit der Akku „schnell“ wieder geladen werden kann und das Fahrzeug möglichst rasch wieder benutzt werden kann. Das eingesetzte intelligente Car-Sharing-System berücksichtigt dies und plant automatisch ausreichend Zeit ein, in welchem das Auto nicht gebucht werden kann.

Um den Usern das Fahrzeug-Sharing schmackhaft zu machen und die Hemmschwelle zu senken, wurde während der Pilotphase nur virtuell abgerechnet (5 Euro/Monat und 3 Euro/Stunde). Bei der monatlichen Abrechnung war für die User ersichtlich, welche Kosten für das Sharing-Fahrzeuge angefallen wären.

Mobilitätspunkte / PV-Strom Demonstrationsobjekt

Der gesamtheitliche Ansatz betreffend das Energiekonzepts war bereits Teil des Projektantrags - die Verknüpfung, des an der Fassade der Pufferzone erzeugten PV-Stroms mit dem E-Mobilitätskonzept daher essentieller Projektschwerpunkt. Dies wurde auch bei der Pilotphase der E-Mobilität berücksichtigt im Zusammenhang mit dem am Demonstrationsmodul erzeugten PV-Strom. Dieser wurde ins Netz eingespeist und den Usern virtuell mittels Mobilitätspunkte an der E-Tankstelle gutgeschrieben. Diese Mobilitätspunkte konnten dann anschließend bei der E-Tankstelle eingetauscht werden. Die abgeschätzte Leistung von 5.000 kWh pro Jahr bzw. umgerechnet 13 kWh pro Tag ermöglicht daher eine Tagesleistung von ca. 100km.

Um die Evaluierung sicherzustellen, wurden wöchentliche Reporting über: gefahrene km, gefahrene Zeit usw. erstellt. Zusätzlich war man im ständigen Kontakt mit den Teilnehmern.

B.5.9 Partizipation und Kommunikation

Revitalisierungen und Erneuerungsprozesse an bewohnten Objekten unterliegen immer besonderen Herausforderungen sowie Problemstellungen. Im Projekt STELA wurde dies von Beginn an berücksichtigt, indem die Bewohnerinnen und Bewohner über die gesamte Laufzeit in diverse partizipative Prozesse miteinbezogen wurden und so ins Projekt integriert werden konnten.

B.5.9.1 Soziodemographische Analyse

Zu Projektbeginn wurde als Grundlage für das Einbeziehen der Bevölkerung vor Ort eine genaue soziodemografische Analyse des Quartiers durchgeführt, um die Sozialstruktur vor Ort beurteilen zu können. Dazu wurde sowohl das gesamte Quartier untersucht, als auch die zehn Wohntürme im Projektquartier einzeln betrachtet. Dabei wurden Parameter wie Altersstruktur, Geschlechtsverteilung, Haushaltsgröße, und mehr erhoben und übersichtlich dargestellt. Dies diente in weiterer Folge als Grundlage um ein detailliertes Beteiligungsdesign zu entwickeln.

Dabei traten durchaus einige Besonderheiten des STELA Quartiers zu Tage, die dieser Wohnsiedlung immanent sind. Auffallend ist, dass in 9 der 10 Häuser Mieterinnen und Mieter die bereits länger als 20 Jahre ihre Mietwohnung bewohnen – viele davon noch sogenannte Erstmieter - den prozentuell größten Teil stellen. Dies deutet einerseits auf eine bereits hohe bestehende Wohnzufriedenheit hin, andererseits ist der sehr günstige Mietzins der bei diesen langjährigen Verträgen vorliegt, ein weiterer wesentlicher Faktor.

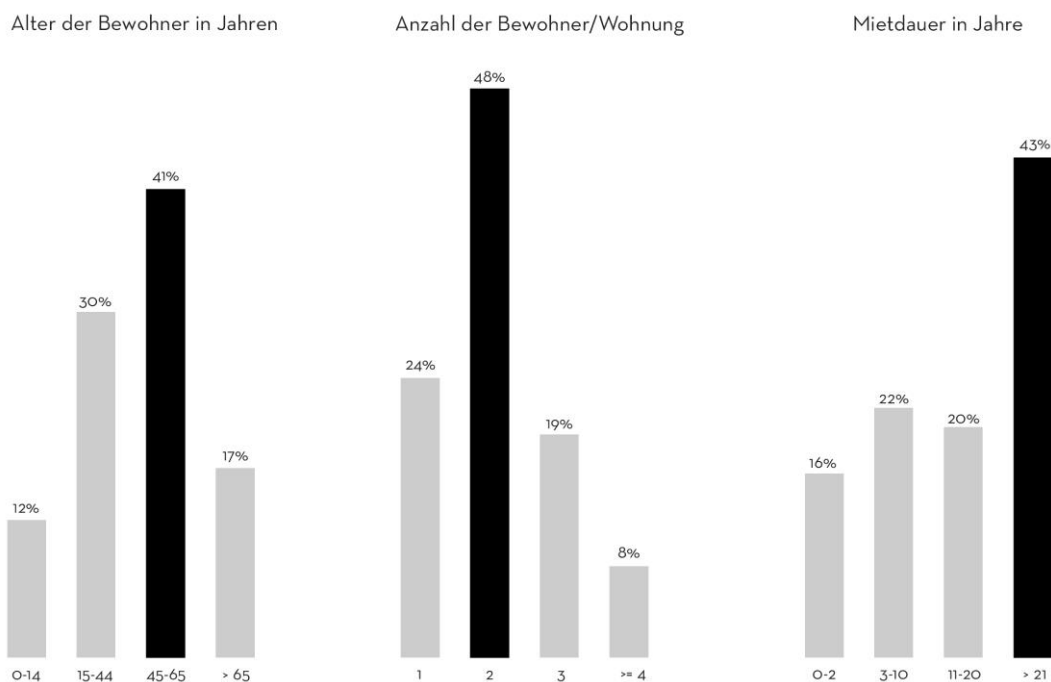


Abb. 53: Soziodemographische Analyse STELA – Quartier (Grafik: Institut für Gebäudelehre – TU Graz)

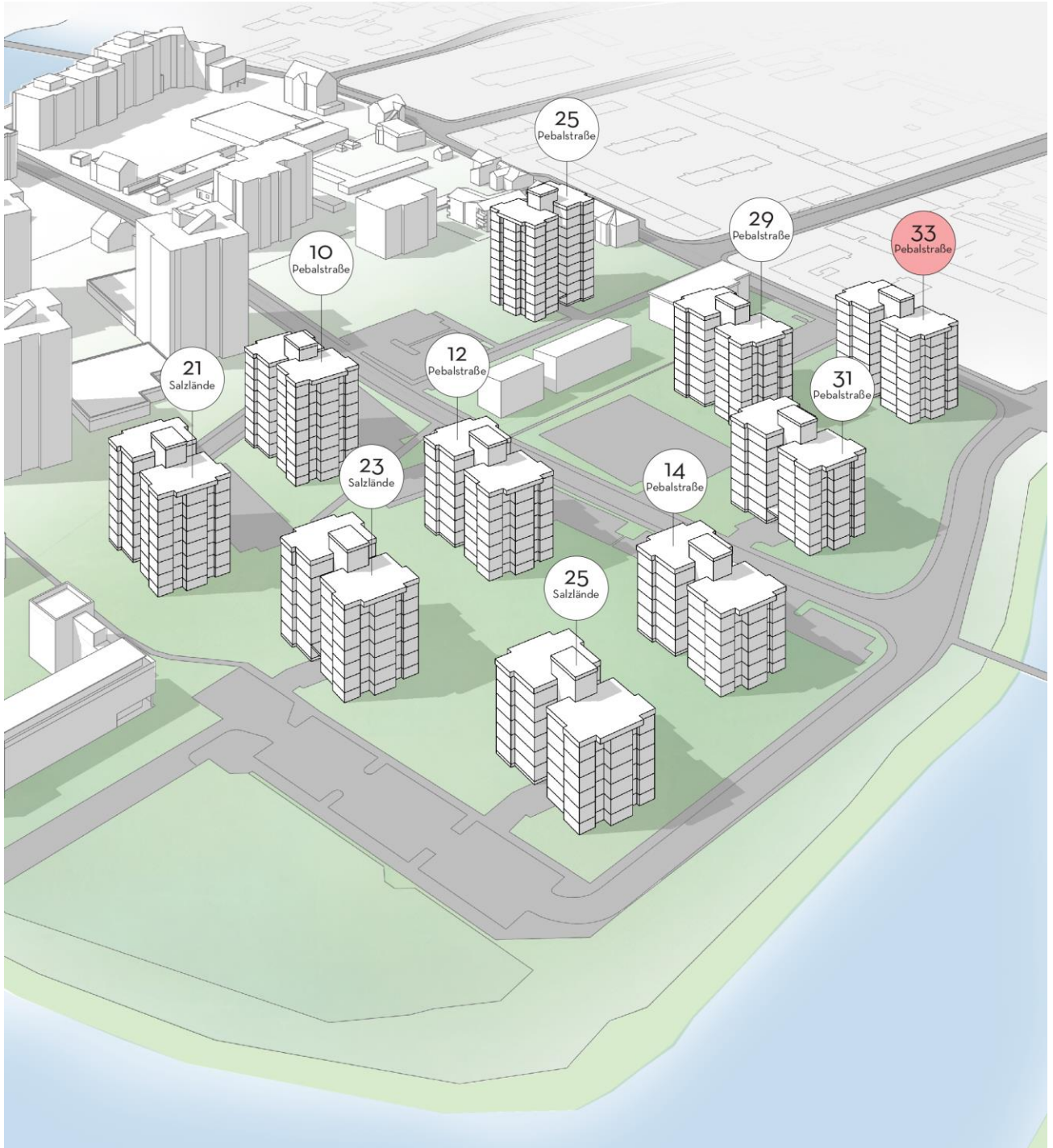


Abb. 54: Siedlungsstruktur (Grafik: Institut für Gebäudelehre – TU Graz)



Abb. 55: Soziodemografische Struktur Wohngebäude einzeln (Grafik: Institut für Gebäudelehre – TU Graz)

Diese Tatsache beeinflusst auch die weiteren wesentlichen Parameter der demographischen Struktur wie Durchschnittsalter und Anzahl der Bewohnerinnen und Bewohner je Wohnung. So stellen Personen mit über 45 Jahren mit 58% die Mehrheit – der Anteil der über 65-jährigen (Pensionisten) beträgt immerhin 17%. Obwohl diese Wohnungen anfänglich speziell für Familien – also für 3-4 Personenhaushalte - erbaut wurden, besiedelt diese Zielgruppe derzeit nur ein Viertel (genauer 27%) der gesamt 265 Wohnungen im Quartier. Ein-Personen-Haushalte (24%) und Zwei-Personen-Haushalte (48%) hingegen stellen in Summe knapp dreiviertel der Haushalte. Dies steht grundsätzlich in gravierender Dissonanz zur vorhandenen Wohnungsstruktur. Aufgrund dieser Tatsachen gewinnen die Forschungsergebnisse zur möglichen Flexibilisierung der Grundrisse – die im Katalog der Möglichkeiten gesammelt wurden – und der damit möglichen Anpassungen an diese demographischen Entwicklungen zusätzlich an Bedeutung. Für das Forschungsprojekt selbst stellten diese Voraussetzungen jedoch eine Schwierigkeit dar, da die vorgeschlagene zusätzliche Nutzfläche in der Pufferzone (ca. 30m²) – bei einer überwiegenden Besetzung der bestehenden Wohnungen mit ein bis zwei Personen nur bedingt ihre Wirkung entfalten kann. Für zukünftige Neumieter die aufgrund der Auflagen zur Vergebung von Gemeindewohnungen wiederum größtenteils Familien sein werden wäre dieser Mehr an Raum jedoch von großer Wichtigkeit!

Eine weitere wichtige Erkenntnis aus der soziodemographischen Analyse war die Tatsache, dass der Anteil an Personen deren Muttersprache nicht Deutsch ist nur knapp 3% beträgt. Aus diesem Grund wurden sowohl Kommunikation wie auch angebotenen Medien grundsätzlich in deutscher Sprache abgehalten bzw. gestaltet.

B.5.9.2 *Aufbau und Ablauf der Partizipation und Kommunikation*

Zu Projektbeginn wurde für eine verständliche Kommunikation des Projektes nach außen ein Projektname gesucht der vor allen die Bewohnerinnen und Bewohner des Projektquartiers eine emotionale Bindung zu dem Vorhaben erleichtert. Dazu wurde aus mehreren Vorschlägen der Titel „Sonneninsel Leoben“ gewählt.

Der gesamte Prozess zur Partizipation und Kommunikation wurde unter folgende Prinzipien gestellt:

Motto der Transparenz

- Diskussion auf Augenhöhe
- Bewohnerinnen und Bewohner erhalten ein besonderes Service
- Angebot zur Verbesserung der Lebenssituation
- Freiwillige Teilnahme

Dazu wurde eine kontinuierliche Information über den Ablauf, Aufklärung über die technische Umsetzung und Konsultationen angestrebt und in den Mittelpunkt des Stakeholder-Prozesse gestellt.

- Kontinuierliche Information aller Siedlungsbewohnerinnen und Siedlungsbewohner mittels kombinierter Online- und Offline- Beteiligung über den gesamten Projektverlauf
- Beteiligung der Mieterinnen und Mieter an Auswahlprozessen
- Spezifische Information und Konsultation der Bewohnerinnen und Bewohner im ausgewählten Wohnturm.
- Konsultation aller Siedlungsbewohnerinnen und Siedlungsbewohner zu übergeordneten Thematiken wie etwa der E-Mobilität.

Die aktive Informationsphase zu Projektbeginn startete am 2.6.2014 mit einer Postwurfsendung an alle Haushalte des Quartiers und einer Pressekonferenz. So wurde gewährleistet, dass alle, vor allem aber die Bewohnerinnen und Bewohner, zur gleichen Zeit eine Erstinformation erhielten. Zusätzlich wurde auch die Website www.sonneninsel-leoben.at freigeschaltet und eine Telefon-Hotline eingerichtet.



Abb. 56: Postwurfsendung (Vorderseite)

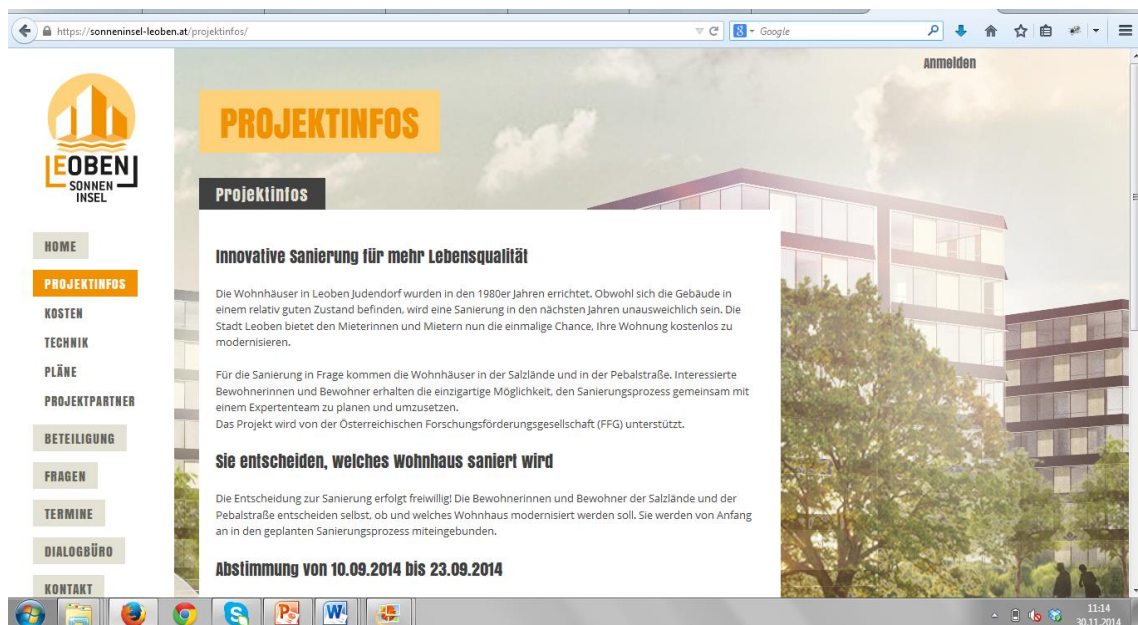


Abb. 57: Webseite (Titelseite - Ausschnitt)

Auf der Webseite wurden über den gesamten Prozess hinweg relevante Informationen zur Verfügung gestellt. Dazu wurden komplexe technische Details von den Projektpartnern (Institut für Gebäudelehre) verständlich aufbereitet und mit grafischem Material ergänzt. Unter der Rubrik „Fragen“ wurden herangetragene Fragen schriftlich beantwortet und laufend aktualisiert. Des Weiteren gab es die Möglichkeit auf der Seite Kommentare zu hinterlassen. Ebenso wurden aktuelle Termine bekannt geben. Zudem wurde über Veranstaltungen, Termine und Themenschwerpunkte informiert bzw. wurden Newsletter an angemeldete Abonnenten verschickt. Prinzipiell wurde auf eine sichere technische Wartung um die Datensicherheit zu gewährleisten besonderer Wert gelegt.

Im Sommer 2014 wurde zudem ein Dialogbüro zur Kommunikation vor Ort eröffnet, welches den Sommer über jeden Dienstag zwischen 16:00-19:00 und jeden Freitag zwischen 10:00-

13:00 geöffnet war. Es handelte sich dabei um einen zur Verfügung gestellten Pavillon. Dieser wurde zentral im Quartier positioniert und war somit von allen Wohnhäusern aus möglichst leicht erreichbar. Zu den Öffnungszeiten wurden die Bewohnerinnen und Bewohner in persönlichen Gesprächen über das Projekt informiert bzw. konnten anfallende Fragen - nach aktuellem Wissenstand - beantwortet werden. Als Unterlagen wurden aktuelle Pläne und Visualisierungen der Projektpartner verwendet sowie zusätzlich Infoblätter entwickelt. Um den Bewohnerinnen und Bewohnern auch eine grundlegende Information über die Größenverhältnisse der Pufferzone vermitteln zu können wurde für den Pavillon eine vorgelagerte Terrasse angefertigt die mehr oder weniger die Größenverhältnisse der Pufferzone im Maßstab 1:1 ausschnittsweise wiederspiegelte.



Abb. 58: Dialogbüro vor Ort (Terrasse mit Größenverhältnissen entsprechend der geplanten Pufferzone)

Zusätzlich wurden spezifische Meet and Greet-Veranstaltungen für alle Siedlungsbewohnerinnen und Siedlungsbewohner zu verschiedenen Thematiken initiiert. Dabei wurde zu den Themen „Sanierungsmethodik“ mit Prof. Hans Gangoly und DI Gernot Reisenhofer (beide Institut für Gebäudelehre) „Mietrechtsberatung“ mit Liegenschaftsverwalter Gerhard Griessacher (Stadtgemeinde Leoben) sowie „Raumklima und Schimmel“ mit DI Thomas Zelger (IBO) informiert bzw. beraten.

B.5.9.3 Abstimmung zur Bearbeitung der STELA Sanierungsmethode am konkreten Wohngebäude

Im Projektverlauf war vorgesehen - um die Planungen zur Transformation eines Bestandsgebäudes in einen Smart Tower zu konkretisieren – das Betrachtungsgebiet auf eines der zehn Wohnhäuser im Quartier einzuschränken. In diesen Prozess waren sämtliche Mieterinnen und Mieter der Siedlung durch eine Abstimmung im September 2014 eingebunden.

Als Auftakt zur dieser ersten Abstimmungsphase fand eine Informationsveranstaltung für alle Siedlungsbewohnerinnen und Siedlungsbewohner statt. Bei dieser Veranstaltung wurde angeführt vom Bürgermeister Wallner der Stadt Leoben sowie mit Unterstützung der zahlreichen Experten aus dem Projektteam nochmals die wesentlichen Vorteile der vorgeschlagenen Sanierung erläutert und diskutiert.



Abb. 59: Informationsveranstaltung - Projektpräsentation

Danach konnten die Mieterinnen und Mieter der gesamt 265 Wohnungen pro Wohneinheit eine Stimme für oder gegen die Weiterführung des Projektes an ihrem Wohngebäude stimmen. Die Wahlbeteiligung betrug dabei 77% der stimmberechtigten Einwohner im Projektgebiet. Dabei wurde eine mehrheitliche Zustimmung von 61% im Haus Pebalstraße 33 erzielt – somit dieses Haus mit 26 Wohneinheiten zur weiteren Bearbeitung bzw. zur Transformation in einen Smart-Tower bestimmt.



Ich bin dafür, dass das Projekt Sonneninsel Leoben - Judendorf an meinem Wohnhaus weitergeführt wird.
Erst wenn mir die tatsächlichen Kosten bekannt sind, entscheide ich über die Teilnahme an der Umsetzung.



Diese Entscheidung dient nur zur Auswahl eines Wohnhauses. Danach werden weiterführende Detailplanungen und Kostenkalkulationen durchgeführt. Es geht bei dieser Abstimmung noch nicht um die tatsächliche Entscheidung für oder gegen die Umsetzung der neuen energieeffizienten Fassade an Ihrem Wohnhaus. Die Abstimmung über die tatsächliche Durchführung findet erst in Absprache mit Ihnen statt, wenn alle exakten technischen Daten und Kosten bekannt sind und alle Bewohner(innen) informiert wurden.

Abb. 60: Abstimmungskarte

Daran Anschließend wurden in einer Befragung auch die Gründe für das persönliche Abstimmungsverhalten erfragt. (Rücklaufquote 30 Fragebögen aus gesamt 265 Wohneinheiten)

Als Hauptargumente für die Sanierungsmethode wurde dabei der zusätzlich nutzbare Freibereich am öftesten genannt, sowie die ökologischen Vorteile (verbunden mit den Energieeinsparungen). Als Gründe gegen das Projekt wurden vor allem die zu hohen Kosten genannt - bzw. das viele Details nicht geklärt waren. Dies bestätigt die prinzipielle Schwierigkeit solch partizipativer Prozesse da konkrete Aussagen zu Kosten wie auch zu technischen Details erst am konkreten Gebäude entwickelt werden konnten und somit verbindliche Aussagen dazu erst nach einer detaillierten Planung getroffen werden können. Dazu kam, dass eine Bürgerinitiative massiv gegen das Projekt Stellung bezog und somit vor allem hinsichtlich der Kosten für Desinformation und Verunsicherung sorgte.

B.5.9.4 Kommunikation & Partizipation am konkreten Gebäude (Smart Tower)

In Folge wurde mit den Bewohnerinnen und Bewohnern des Hauses Pebalstraße 33 intensiv weitergearbeitet und das Dialogbüro in eine leerstehende Wohnung im Objekt verlegt. Dies erwies sich als besonders positiv, da die einfache Erreichbarkeit für alle Hausbewohnerinnen und Hausbewohner, die Teilnahme an Informationsveranstaltungen erleichterte. Die Teilnahmequoten haben dies auch bestätigt.

Des Weiteren wurde versucht mit sämtlichen Hausbewohnerinnen und Bewohnern - vor allem auch mit denjenigen die gegen eine Umsetzung stimmten bzw. die sich nicht an der Abstimmung beteiligt haben - in Kontakt zu treten um nochmals Gründe zu erörtern bzw. eventuelle Missverständnisse betreffend eine Umsetzung der Sanierungsmethode im persönlichen Gespräch zu klären. In diesen Gesprächen die von den technischen Experten des Instituts für Gebäudelehre durchgeführt wurden, wurden die tatsächlichen Wohnsituationen erfasst. Zudem wurde über die Möglichkeit zur Grundrissadaption informiert. Hier wurde von zwei Mietern ein konkretes Interesse an einer zusätzlichen Wohnfläche deponiert. Die Ergebnisse zur konkreten Nutzung, Belegung wie auch Ausstattung der Wohnungen wurden in übersichtlichen Schautafeln zu den einzelnen Wohnungen gesammelt und sind im STELA-Handbuch ersichtlich. Zudem beinhalten diese Darstellung auch die Wünsche der Bewohnerinnen und Bewohner bezüglich Grundrissgestaltung sowie die Anzahl der möglichen Ausstritte in die vorgesehene Pufferzone.

Im Sommer 2015 startete zudem die Evaluierung am Bestandsgebäude die durch den Projektpartner IBO - Institut für Bauökologie durchgeführt wurden. Nach einer diesbezüglichen Informationsveranstaltung konnten vier Wohnungen für Messungen (Temperaturverlauf, CO₂ Konzentration) gewonnen werden. In weiterer Folge wurden in Informationsveranstaltungen vor Ort mehrmals über den aktuellen Projektstand informiert. Außerdem wurden im Rahmen einer Veranstaltung die Möglichkeit vorgestellt am Pilotprojekt „Smart Meter“ der Energie Steiermark teilzunehmen.

Die Notwendigkeit und Intensität der regelmäßigen Betreuung wurde auch wegen der bereits erwähnten Versuche von Beeinflussung und Stimmungsmache gegen das Projekt verstärkt. Um diesen Aktionen - die mitunter zu Verunsicherungen der Bewohnerinnen und Bewohner führten - entgegen zu treten wurde die Kommunikation mit einzelnen Mieterinnen und Mietern intensiviert.

Im Frühling 2016 wurde ein Nachmittag zum Thema E-Mobilität abgehalten. Ziel war es, über die Möglichkeiten der E-Mobilität zu informieren und Hemmschwellen abzubauen. Angesprochen waren sämtliche Einwohner des Quartiers. Neben der Gelegenheit den zukünftigen Bedarf an E-Fahrzeugen abzuklären, hatten Teilnehmer auch die Möglichkeit E-Bikes, E-Roller sowie E-Autos zu testen.

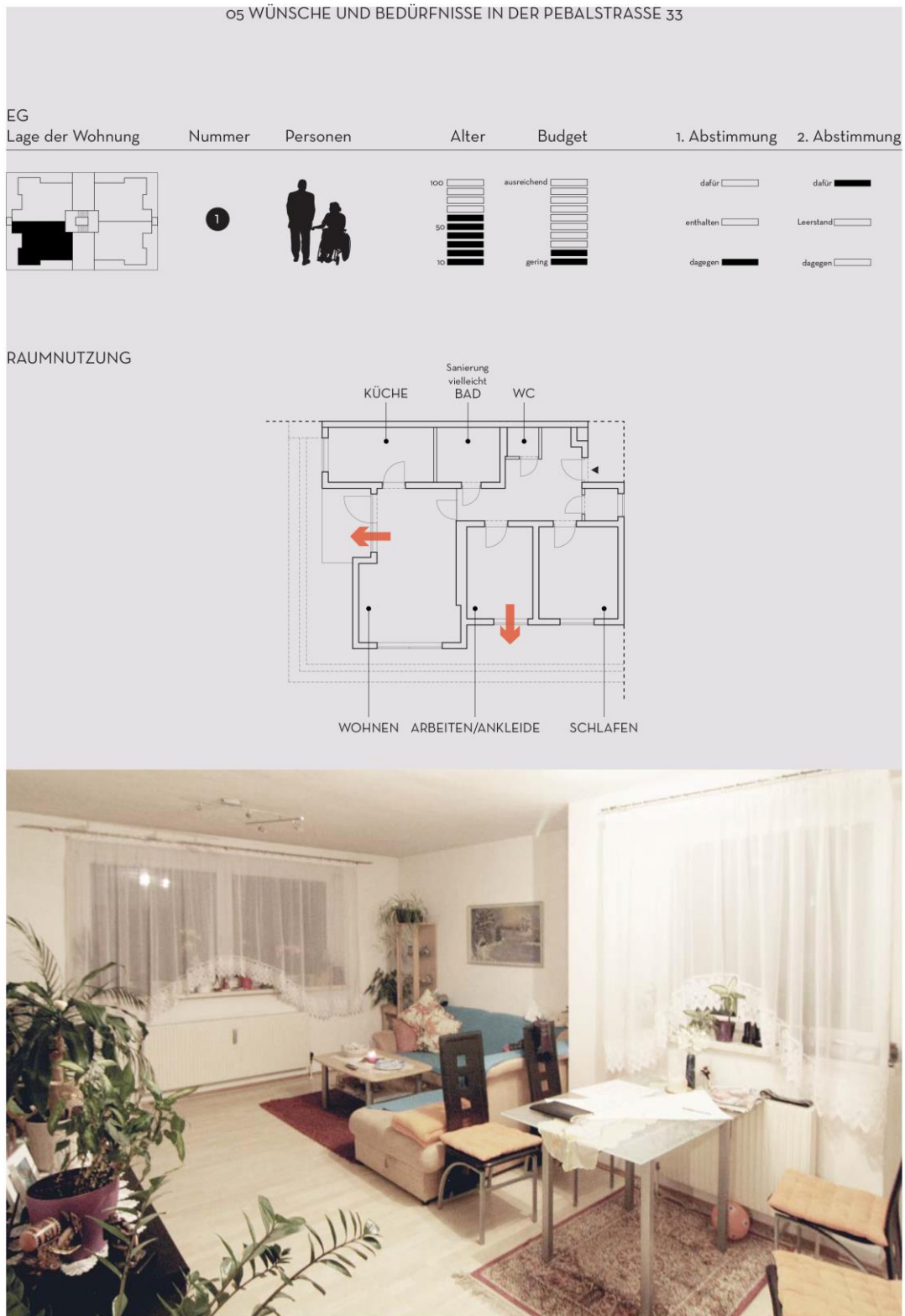


Abb. 61: Darstellung Wohnsituation - Wohnung 01, EG (Institut für Gebäudelehre – TU Graz)

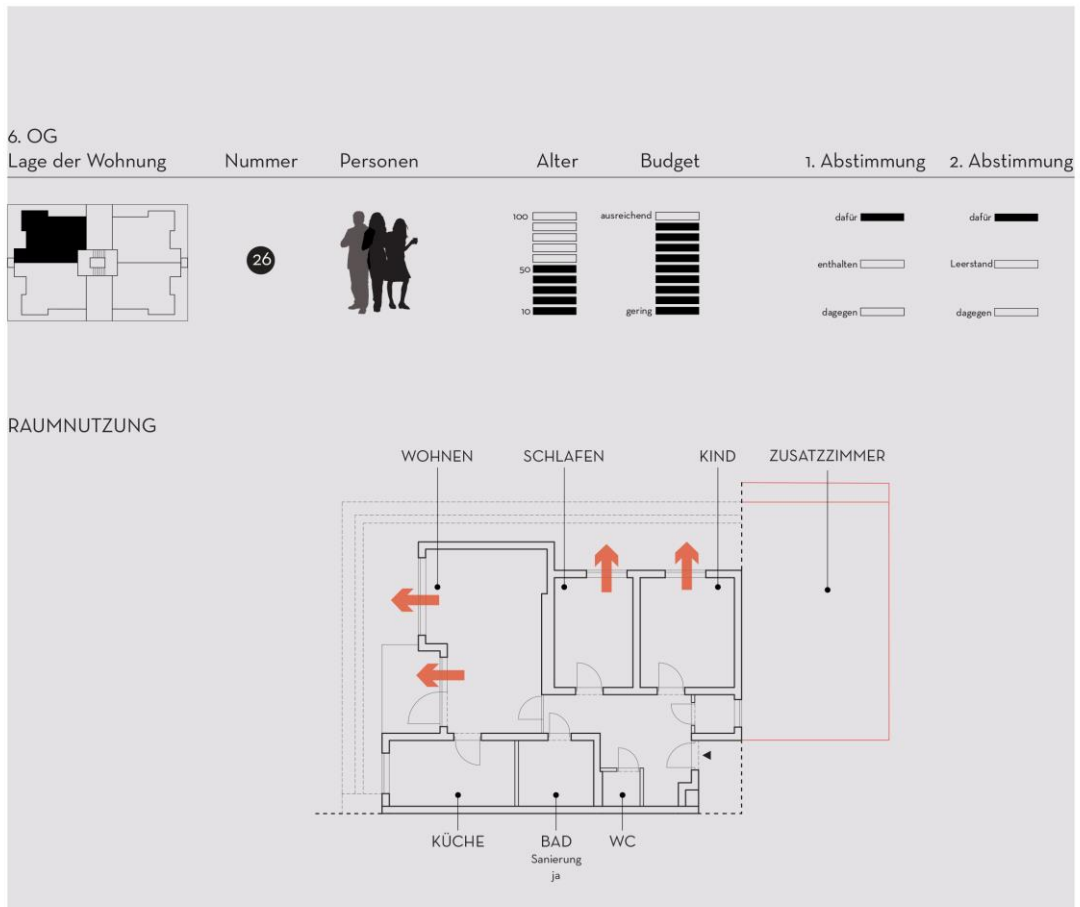


Abb. 62: Darstellung Wohnsituation - Wohnung 26, 6.OG (Institut für Gebäudelehre – TU Graz)

B.5.9.5 Demonstrationsojekt

In den Monaten vor Baubeginn wurde die Mieterin, an deren Wohnung mit dem Anschauungsobjekt (Funktionsmuster) ausgestattet werden sollte, bei Treffen zur Koordination und vertraglichen Regelung - die mit der Gemeinde als Liegenschaftseigentümer getroffen werden mussten - unterstützt. Während der Bauzeit fanden im Zuge der Baubesprechungen bzw. der Baukoordination weitere zahlreiche wie auch regelmäßige Treffen zwischen den für die Umsetzung des Demonstrationsmoduls zuständigen Projektpartnern und den beiden Bewohnern der Wohnung statt. So konnten diese stets über die aktuellen Projektfortschritte informiert werden bzw. konnte auf Wünsche und Anregungen die wiederholt auftraten rasch reagiert werden. Nach Fertigstellung der Anlage wurden die Bewohner speziell über Funktionsweise bzw. die Steuerung der einzelnen Elemente zur Regelung der klimatischen Bedingungen aufgeklärt und gemeinsam das notwendige Nutzerverhalten geschult bzw. erarbeitet.

Auch die Vorort Präsenz betreffend das Gesamtgebäude wurde im Jahr 2017 weitergeführt. Die Erhaltung des Dialog-Büros war dafür nicht notwendig, da sich durch die Umsetzung des Anschauungsmoduls eine regelmäßige Präsenz ergab. Der kommunikative Schwerpunkt richtete sich inhaltlich an die Umsetzung der Bauarbeiten.

Nach Fertigstellung der Bauarbeiten wurde bei einer moderierten Veranstaltung im Mai 2017 das Demonstrationsmodul wie auch der aktuelle Stand betreffend die Transformierung des Gesamtgebäudes in den Smart-Tower den Bewohnerinnen und Bewohner des Quartiers vorgestellt. Neben der Präsentation des Anschauungsobjekts wurden auch die vorliegenden Berechnungen zur Finanzierung sowie die für die Pufferzone anfallenden Mietkosten präsentiert. Zudem wurden das Vorhaben und der Testlauf der E-Lobby erläutert, welche im Anschluss an diese Veranstaltung in Betrieb genommen wurde.

In weiterer Folge wurden sämtlichen Bewohnerinnen und Bewohner im Haus Pebalstraße 33 die Möglichkeit geboten das Demonstrationsmodul zu besichtigen. Bei diesen Terminen – bei denen vereinzelt auch Bewohner anderer Häuser teilnahmen – wurden nochmals intensiv die Vorteile der Sanierungsmethode und der vielfache Nutzen der Pufferzone erläutert. Zudem konnte räumliche und atmosphärische Möglichkeiten von den Teilnehmern vor Ort erlebt werden und die Funktionsweise getestet werden. Bei diesen Veranstaltungen waren neben den für Kommunikation zuständigen Projektpartnern auch Mitarbeiter des Instituts für Gebäudelehre vor Ort, die mit der technischen Umsetzung vertraut waren. Nachdem die Mieterinnen und Mieter die Möglichkeit zur Besichtigung hatten und auch die Kosten der Umsetzung sowie deren Auswirkungen auf die Mietkosten verfügbar waren und kommuniziert wurden konnte im Juni 2017 eine Befragung (nach Mietrechtsgesetz) zur Umsetzung der Sanierungsmethode am gesamten Gebäude durchgeführt werden. Bei dieser Abstimmung konnte keine ausreichende Mehrheit die eine Umsetzung ohne weiteres Intervenieren des Liegenschaftseigentümers möglich machte gefunden werden.

B.6 Erreichung der Programmziele

B.6.1 Einpassung in das Programm

Die Vision des Klima- und Energiefonds für das Programm „Smart Cities – FIT for SET“ ist die Umsetzung von „Smart Cities“ in Siedlungen, Quartieren und Regionen in Österreich. Durch den Einsatz intelligenter grüner Technologien sollen so „Zero Emission Quartiere“ mit hoher Lebensqualität initiiert werden. Im diesem Sinne stellt das Projekt STELA die Grundlage und Initialzündung dar - ein aus den 70 Jahren stammendes, in zentrumsnähe liegendes Wohnquartier - energetisch zu sanieren sowie hinsichtlich Variabilität, Bewohnermix und Mobilitätsangeboten neu zu gestalten und aufzuwerten. Der Mehrwert ergibt sich hierbei aus dem integrativen Gesamtkonzept des Projekts durch das den Bewohnern bzw. Bürgerinnen im Vergleich zum Istzustand höhere Wohn- bzw. Lebensqualität mit Mobilitätsangeboten im Hause, zur Verfügung gestellt werden können.

Als Demonstrationsobjekt zeigt das Forschungsprojekt die Entwicklung einer Sanierungsmethode, die sich einerseits in den gesamtheitlichen Forschungsansatz des Programms einfügt, andererseits wird auch den Wünschen und Anforderungen von Politik, Wohnbauträgern und Wirtschaft entsprochen - nach einer leistbaren Alternative zu herkömmlichen Sanierungsformen, die entscheidend zur Verbesserung der Wohnqualität in den Bestandsbauten beitragen kann. Die Ergebnisse zeigen dabei Visionen, wie die Entwicklung eines Quartiers auch über die Projektlaufzeit hinaus zu sehen ist. Mit der Umsetzung der Demonstrationsmaßnahmen (Anschauungsobjekt der Pufferzone – e-Mobilität-Testphase) wird zudem die Wirksamkeit der erforschten Methodik an sich veranschaulicht und erprobt.

Mit der ausführlichen Dokumentation der Ergebnisse in ihrer Gesamtheit – im STELA Handbuch – steht zudem für zukünftige Anwender eine Zusammenstellung zur Verfügung, die sowohl technischen wie auch soziologische Evaluierungsergebnisse beinhaltet.

B.6.2 Einbeziehung der Zielgruppen

Als Ziele waren festgelegt:

- Kontinuierliche Information und Betreuung aller Siedlungsbewohnerinnen und Siedlungsbewohner
- Konsultation und Mitbestimmung der Bewohnerinnen und Bewohner des betroffenen Wohnturmes
- Kombinierte Online- und vor Ort-Beteiligung
- Begleitende Evaluation

Gewählte Kommunikationsmittel:

- Vor-Ort Anwesenheit
- aufsuchende Arbeit (persönlich und per Telefon)
- Newsletter via Email
- Website mit allen Fakten – 1.941 Besuche
- Flyer und Aushänge
- Themenschwerpunkte

Wie in den Ergebnissen der Befragung und auch in zahlreichen persönlichen Rückmeldungen klar wurde, war die kontinuierliche Ansprache ein wesentlicher Bestandteil des Kommunikationsprozesses. Wie häufig in Beteiligungsprojekten, muss vor einer das Projektbetreffenden Information viel Raum und Zeit eingeplant werden, um allgemeine Rückmeldungen der Bewohnerinnen und Bewohner anzunehmen. Solche Prozesse werden meist als Ventil genutzt, um Gehör zu erhalten. Bevor dies nicht geschehen ist, findet man keine Anknüpfungspunkte für das eigentliche Thema. Daher waren die kontinuierliche Kommunikation und die unterschiedlichen Kanäle (von aufsuchenden Verfahren bis Website), die auf die verschiedenen Kommunikationstypen der Bewohnerinnen Rücksicht genommen haben und die intensive Abstimmung innerhalb des Projektteams von zentraler Bedeutung um möglichst viele Personen zu erreichen.

Der Austausch der Bewohnerinnen und Bewohner mit den Experten bzw. mit den Projektverantwortlichen war rege und stets konstruktiv. Das Informationsangebot wurde gut angenommen. Und als Nebeneffekt kam es zu einer verstärkten Kommunikation zwischen einzelnen den Bewohnerinnen und Bewohner, was von ihnen positiv hervorgehoben wurde.

In einem Beteiligungsprozess geht es um Teilhabe und nicht vordergründig darum, sein eigenes gewünschtes Ziel – die Umsetzung des Bauprojekts – zu erreichen. In diesem Sinn konnten die gesetzten Ziele umgesetzt werden.

B.6.3 Beschreibung der Umsetzungs-Potenziale

Die Möglichkeit zur Multiplizierbarkeit der Projektergebnisse innerstädtisch bzw. überregional war von Beginn an einer der wesentlichen Aspekte die bei der Entwicklung der Methodik beachtet wurden und somit die Projektergebnisse auch entscheidend geprägt haben. Da herkömmliche Sanierungsmethoden wie etwa WDV-Systeme zwar aus wärmetechnischer Sicht funktionieren aber aus einer gesamtökologischen Betrachtung zahlreiche Nachteile aufweisen – sollte hier eine funktionierende Alternative zu diesen Systemen erarbeitet, erprobt und evaluiert werden.

Sanierungen an bestehenden Wohngebäuden wie sie hier untersucht wurden werden zum überwiegenden Teil über Landesförderungen (zur Wohnhaussanierung) finanziert und müssen daher eine kostendeckende Umsetzung garantieren. Dies bedeutet, dass die Errichtungskosten über die Mieteinnahmen wiederum refinanziert werden müssen. Daher war eine der Prioritäten in der Systementwicklung neben der ökologischen Wirksamkeit und der technischen Machbarkeit auch die Kosten der Umsetzung zu berücksichtigen samt deren Auswirkungen auf die Mieten der Bewohnerinnen und Bewohner. Das hier entwickelte und in den Projektergebnissen beschriebene Baukastensystem zur Sanierung von Bestandsgebäuden mittels einer Pufferzone kann im Wesentlichen all diesen Aspekten und Anforderungen gerecht werden. Ein weiteres wichtiges Kriterium war die Flexibilität des Konstruktionsprinzips, die auch entscheidend zur Übertragbarkeit der Methodik beiträgt. Das entwickelte Baukastensystem kann damit an diverse weitere Gebäudeformen angepasst werden. So kann auch in diesem Punkt der angestrebten Multiplizierbarkeit entsprochen werden.

Um dies zu überprüfen wurde im Zuge der Forschungsarbeit ein weiteres Gebäude aus der Umgebung einer Untersuchung unterzogen. Hierbei handelt es sich ebenfalls um ein Wohngebäude. Dieses weist jedoch im Gegensatz zu den kompakten Gebäuden im STELA-Quartier eine längliche Gebäudeform auf mit Nord-Süd-Orientierung. Die Belichtung erfolgt dahingehend weitgehend über zwei Seiten. Da dieses zusätzlich untersuchte Gebäude lediglich fünf Geschossen aufweist könnte hier auch im Gegensatz zum 6/7 geschossigen Gebäude in der Pebalstraße eine Holzkonstruktion ohne weitere Verkleidungen – aus brandschutztechnischer Sicht - umgesetzt werden.



Abb. 63: Studie zur Übertragbarkeit der STELA-Methode



Abb. 64: Studie zur Übertragbarkeit der STELA-Methode. Längsgerichteter Baukörper mit Nord-Süd Orientierung. Bestand (oben), Sanierung (Mitte) Ausschnitt Fassade / Konstruktion (unten)

B.7 Schlussfolgerungen zu den Projektergebnissen, Ausblick und Empfehlungen

Das Projekt STELA – Smart Tower Enhancement Leoben Austria setzt relevante Impulse sowohl in der Forschung wie auch für relevante Stakeholder im Bereich des Wohnbaus bzw. der Wohnhaussanierung. Als eine neuartige Sanierungsmethode die sowohl ökologische wie auch ökonomische Ansprüche erfüllt und zudem erheblich zur Steigerung der Lebensqualität in bestehenden Wohnhäusern beitragen kann stellt sie eine attraktive Alternative gegenüber herkömmlichen Sanierungen dar. Die zahlreichen Gebäude - die in den nächsten Jahren für Sanierungen in Frage kommen - sind daher Ziele zur Multiplikation des Systems und Möglichkeit die STELA-Methode im größeren Maßstab umzusetzen. Die Ergebnisse des Projekts zeigen eine ökonomisch wie auch ökologisch sinnvolle alternative Methode die im Gegensatz zu Sanierungen mit WDV-Systemen auch entscheidend zu Aufenthaltsqualität und Aufwertung von Wohnanlagen beitragen kann.

Der in der Projektlaufzeit umgesetzte Demonstrationsbau zeigt eindrucksvoll diese räumlichen Vorteile der Sanierung mittels Pufferzone. Zudem konnte mit Hilfe der Mieter der dazugehörigen Wohnung sowohl Handhabung wie auch Funktionsweise überprüft werden. Zusätzlich wurde dies durch Messungen (Temperaturverläufe & CO₂-Belastung) bestätigt.

Dennoch konnte die angestrebte Sanierung des Gesamtgebäudes in der Pebalstraße 33 nicht wie geplant im Anschluss an die Demonstrationsphase weitergeführt werden. Die Gründe hierfür sind - wie wahrscheinlich bei vielen Sanierungen die an bewohnten Gebäuden ohne bedeutende Lehrstände durchgeführt werden - nicht immer unbedingt in unmittelbarem Zusammenhang mit der angebotenen Methodik zu suchen. Im speziellen Fall der Pebalstraße 33 wohnen nach wie vor viele Erstmieter in den 1980ern errichteten Wohnungen. Einst für Familien gebaut sind die Wohnungen nun vielfach mit Paaren oder Ein-Personen-Haushalten belegt – deren Bedarf an zusätzlichen Wohnraum und größeren Freibereichen daher leider beschränkt. Zukünftige Bewohnerinnen und Bewohner werden jedoch aufgrund der Förder- und Vergaberichtlinien dieser Gemeindewohnungen wieder Familien sein. Für diese wäre ein Mehr an Raum und einhergehend ein Mehr an Qualität von hoher Wichtigkeit!

Wie schon im Kapitel über die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung erläutert spielt auch der das Wohnhaus betreuende Hausbesorger – und die damit zusammenhängenden erheblich Steigerung der Betriebskosten - eine entscheidende Rolle in den Rechenmodellen zur Re-Finanzierung der Investitionskosten über die Mieteinnahmen.

Zudem war der tatsächliche Nutzen des in der Fassade erzeugten PV-Stroms für die einzelnen Mieterinnen und Mieter über lange Zeit der Projektlaufzeit beschränkt. Erst seit der Novellierung des Elektrizitätswirtschafts- und -organisationsgesetz Ende August 2017 sind hier neue innovativere Modelle denkbar die Nutzen und Gewinn aus der erzeugten Energie deutlich steigern können. Diese Modelle konnten jedoch in der aktuellen Forschungsarbeit bzw. in der Kommunikation mit den Bewohnerinnen und Bewohner nicht mehr berücksichtigt werden. Für zukünftige Anwendungen kann dies jedoch durchaus zum entscheidenden Faktor werden da sich durch diese neuen Möglichkeiten die Kostendifferenz zu herkömmlichen Sanierungen nochmals entscheidend verringert lässt.

Gerade diese Voraussetzungen machen jedoch ein Agieren in Bestandsbauten zur spannenden Herausforderung und die Kommunikation zwischen Projektteam - Bewohnerinnen und Bewohnern und Liegenschaftsverwalter – im diesen Fall der Stadtgemeinde Leoben zum entscheidenden Faktor. Diese Kommunikationsprozesse nehmen oft viel Zeit in Anspruch mit der Folge das Entscheidungen die für den Projektfortschritt bedeutend sind oft nicht schnell genug getroffen werden können. Das Umsetzen von größeren Projektvorhaben wird dadurch trotz langer Projektlaufzeiten zur großen Herausforderung.

Für die Weiterarbeit am Projekt wurden die einzelnen Projektergebnisse gesammelt. Diese stehen mitunter der Gemeinde Leoben als Konsortialführer zur Verfügung und bieten über das Projektgebiet hinaus Anleitungen und Vorschläge für eine zukunftsfähige, lebenswerte und ökologische Stadtentwicklung. Zudem wurden sämtliche für die Weiterführung der Methodik relevanten Projektinformationen in einem STELA-Handbuch gesammelt. In dieser Publikation finden sich alle wesentlichen Projektergebnisse der unterschiedlichen Maßstabsebenen (Stadt – STELA-Quartier – Smart-Tower) sowie der unterschiedlichen Projektschwerpunkte (Gebäude – Mobilität – Energie – Kommunikation).

C. Literaturverzeichnis

Literatur Architektur/Städtebau

- Abteilung Kultur der Stadt Zürich, in Zusammenarbeit mit
Hochparterre (Hg.) Sonderheft Hochparterre: Strapazin. Visionen für Zürich, Zürich 2010
ACTAR – Total Housing. Alternatives to Urban Sprawl, Barcelona 2010
Alföldi, György/Kovacevic Igor (Hg.): Urbanity. Twenty years later, Praha 2010
Archer, John: Architecture and Suburbia from English villa to american dream house, 1690-2000, Minneapolis 2005
Archithese 3 (2009), Suburbia
Archithese 6 (2009), Nachhaltigkeit
Archplus 196/197 (2010) Post Oil City – die Stadt nach dem Öl. Die Geschichte der Zukunft der Stadt
Archplus 127 (1995), Die Reith Lectures von Richard Rogers
Archplus 51/52 (1980) Ökologisch Planen und Bauen
Bekaert, Geert: After-sprawl. research for the contemporary city, Rotterdam 2002
Boelens, Luuk (Hg.): Compact city extended. Outline for future policy, research, and design, Rotterdam 2011
Bogensberger, Markus et.al. (Hg.): Joint Action in Architecture. Getting Political Again?, Graz 2010
Bormann, Oliver et.al. (Hg.): Zwischen Stadt Entwerfen, Wuppertal 2005
Broto, Eduard: High Density. Environments form the future, Barcelona 2010
Bürklin, Thorsten/Peterek, Michael: Stadtbausteine, Basel 2008
De Baan, Christine (Hg.): Visionary power. Producing the contemporary city, Rotterdam 2007
Design Singapore Council, Singapore Institute of Architects (Hg.): 1000 Singapores. A model of the compact city, Singapore 2010
Ebner, Peter/Julius Klaffke: Living Streets Wohnwege, Wien 2009
ETH Studio Basel (Hg.): Metrobasel Comic, Basel 2009
Evolvo #03. Cities of tomorrow, New York Fall/Winter 2010
Fernández Per, Aurora: Density is home, Vitoria-Gasteiz 2011
Fernández Per, Aurora/Mozas, Javier/Arpa, Javier: This is Hybrid. An analysis of mixed-use buildings, Vitoria-Gasteiz 2011
Fernández Per, Aurora/Mozas, Javier/Arpa, Javier: DBOOK. Density, Data, Diagrams, Dwellings, Vitoria-Gasteiz 2007
Fink, Dietrich: Wachstum nach Innen. Perspektiven für die Kernstadt München, München 2006
Frick, Dieter: Theorie des Städtebaus. Zur baulichräumlichen Organisation von Stadt, Thübingen 2008.
Guelf, Mathias Fernand: Die urbane Revolution. Henri Lefèbvres Philosophie der globalen Verstädterung, Bielefeld 2010.
Harlander, Tilman (Hg.): Stadtwohnen. Geschichte, Städtebau, Perspektiven, München 2007

- Technische Universität Graz, Fakultät für Architektur (Hrsg.): GAM 05. Urbanity not Energy, Wien 2009
- Hoffmann-Axthelm, Dieter: Die dritte Stadt. Bausteine eines neuen Gründungsvertrages, Frankfurt/Main 1993
- Jacobs, Jane: Tod und Leben großer amerikanischer Städte, Berlin/Wien 1963
- L'Architecture d'Aujourd'hui. Winy Maas, MVRDV and the Why Factory, Paris 2010
- LeGates, T. Richard (Hg.): The city reader, London 2009
- Lehnerer, Alex: Grand Urban Rules, Rotterdam 2009
- Lynch, Kevin: Das Bild der Stadt, Basel 2007
- Maas, Winy et.al. (Hg.): Farmax. Excursions on density, Rotterdam 1998
- Magnago Lampugnani, Vittorio/ Keller, Thomas K./Buser, Benjamin (Hg.): Städtische Dichte, Zürich 2007
- Magnago Lampugnani, Vittorio/Noell, Matthias (Hg.):
Handbuch zum Stadtrand. Gestaltungsstrategien für den suburbanen Raum, Basel 2007
- Monocle 15/02 (2008) A special edition devoted to building better cities, neighbourhoods and residencies
- Mostafavi, Mohsen (Hg.): Ecological urbanism, Baden 2010
- Mozas, Javier: a+t. revista independiente de arquitectura + tecnología ; independent magazine of architecture + technology, Vitoria-Gasteiz 1992
- Ng, Edward (Hg.): Designing high-density cities for social and environmental sustainability, London 2010
- Nicolaidis, M. Becky (Hg.): The suburb reader, New York 2006
- Oswald, Franz/Baccini, Peter: Netzstadt. Einführung in das Stadtentwerfen, Basel 2003
- Pfeifer, Günther/Per Brauneck: Stadthäuser. Eine Wohnbautypologie, Basel 2009
- Pont Berghauser, Meta/Haupt Per: Spacematrix. Space, Density and Urban Forms, Rotterdam 2010
- Roskamm, Nikolai: Dichte. Eine transdisziplinäre Dekonstruktion, Bielefeld 2011
- Schmitt, Gisela (Hg.): Bestand? Perspektiven für das Wohnen in der Stadt, Dortmund 2008
- Seifert, Jörg: Stadtbild, Wahrnehmung, Design. Kevin Lynch revisited, Basel 2011
- Siebel, Walter (Hg.): Die europäische Stadt, Frankfurt am Main 2004
- Sieverts, Thomas Zwischenstadt. Zwischen Ort und Welt, Raum und Zeit, Stadt und Land, Gütersloh 2008
- Tachieva, Galina: Sprawl Repair Manual, Washington/DC 2009
- Trummer, Peter/Wyant, Brandon (Hg.): Associative designneighborhood models, Rotterdam 2006
- TEC21 07 (2011), Wie verdichten?
- Webb, Michael/Jacobs, Sam (Hg.): 49 cities. WORKac, New York 2010

Literatur Stakeholderprozesse

Arbter, K., Handler, M., Purker, L., Tappeiner, G., & Trattnigg, R. (2005): Das Handbuch Öffentlichkeitsbeteiligung. Österreichische Gesellschaft für Umwelt und Technik (ÖGUT) und Bundesministerium für Land-, Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (Hg.). Wien.

Becker, F. D. (2004). Managing Workspace Change. In F. D. Becker (Ed.), Offices at Work: Uncommon workspace strategies that add value and improve performance (159-174). San Francisco: Jossey-Bass.

Eisenkolb, L., & Richter, P.G. (2008). Nutzungsorientierte Planung und Gestaltung gebauter Umwelten. [User oriented planning and design of built environments]. In P.G. Richter (Ed.), Architekturpsychologie. [Architectural psychology]. Lengerich: Pabst Science Publisher.

Sims, W. (1978). Programming environments for Human Use: A look at some approaches to generating user oriented design requirements. In W.E. Rogers & W.H. Ittelson (Eds.), New Directions in Environmental Design Research. Washington, D.C.: EDRA.

Literatur Konstruktion

Forstlechner, Franz X.; Peters, Stefan: Composite structures made of ultra-high performance concrete and fiber-reinforced polymers, Bond in Concrete 2012, S. 999-1006, Brescia, Publisher Creations 2012

Forstlechner, Franz X.; Peters, Stefan: Supporting Structures made of UHPC, HiPerMat 2012 - 3rd Intern. Symposium on Ultra-High Performance Concrete and Nanotechnology for Construction Materials, Kassel Univ. Press. 2012

Sparowitz, L.; Freytag, B.; Reichel, M.; Zimmermann, W.: WILD Bridge A Sustainable Arch Made of UHPFRC in: Sustainable Arch Bridges 2011, pp. 45 – 70, 3rd Chinese Croatian Joint Colloquium on Long Arch Bridges, Zagreb, Croatia

Bahnsteigüberdachung Calgary, Canada [<http://www.ductal.lafarge.com>]

Schmidt, M. , Bunje, K., Dehn, F. et al.: Sachstandsbericht Ultrahochfester Beton. 1. Aufl. Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, Heft 561. Berlin: Beuth, 2008

Schmidt, M. , Fehling, E., Glotzbach, C. et al.: Ultra High Performance Concrete and Nanotechnology in Construction. Proc. Of Hipermat 2012, 3rd International Symposium on UHPC and Nanotechnology for High Performance Construction Materials, in: Schriftenreihe Baustoffe und Massivbau Heft 19, Kassel Univ. Press. 2012

[Fehling, E.; Schmidt, M.; Stürwald, S.: Ultra high performance concrete (UHPC): Proc. of the Second International Symposium on Ultra High Performance Concrete, in: Schriftenreihe Baustoffe und Massivbau, Heft 10. Kassel Univ. Press. 2008

Schmidt, M., Fehling, E.; Geisenhanslüke, C.: Ultra high performance concrete (UHPC): Proc. of the International Symposium on Ultra High Performance Concrete , in: Schriftenreihe Baustoffe und Massivbau, Heft 3. Kassel Univ. Press. 2004

IRB Fraunhofer Informationszentrum Raum und Bau (Hg.): Ultrahochfester Beton, Reaktionspulverbeton; Forschungsergebnisse, Entwicklungen, Projekte. Stuttgart: Fraunhofer IRBVerlag 2004

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abb. 1: Durchschnittlicher CO ₂ -Ausstoss pro Person in Gebieten mit geringer bzw. hoher Besiedlungsdichte.....	9
Abb. 2: Schema Transformation SMART Tower.....	13
Abb. 3: Berechnung & Simulation Heizwärmebedarf – Vergleichswerte.....	13
Abb. 4: Regelgrundriss Bestand (links), Sanierungsvariante mit Pufferzone und zusätzlicher Nutzfläche (rechts).....	14
Abb. 5: Schaubild STELA Quartier (Zukunftsvision).....	15
Abb. 6: STELA Quartier im Bezug zum Stadtzentrum bzw. Landschaftsraum.....	15
Abb. 7: Übersicht Lage des STELA-Quartiers.....	24
Abb. 8: Bestehende Siedlungsstruktur, Grünflächengestaltung und Verkehrserschließung	25
Abb. 9: Situation Bestand.....	26
Abb. 10: Grundriss Regelgeschoss Bestand.....	27
Abb. 11: Privathaushalte nach Haushaltstypen 1985 und 2016 (Quelle: Statistik Austria).....	28
Abb. 12: Katalog der Möglichkeiten - Diagrammatische Darstellung	29
Abb. 13: Mithilfe der zusätzlichen Nutzflächen sowie der bewohnbaren Pufferzone kann zeitgemäßer Wohnraum in den Bestandsbauten implementiert werden. Dies nützt auch der Attraktivität des gesamten Quartiers.....	30
Abb. 14: Ausgewählte Variante möglicher Adaptionen - Wohnungsgrößen von 56-100m ²	31
Abb. 15: Zusammenstellung möglicher Grundrissadaptionen – Auswahl (oben). Veranschaulichung räumlicher Qualitäten – Auswahl (unten)	32
Abb. 16: Veranschaulichung einer möglichen E-Lobby Variante im Erdgeschoss des Sanierten Wohnhauses	33
Abb. 17: Ausgewählte Variante möglicher Adaptionen im Erdgeschoss - E-Lobby und Hostel.....	34
Abb. 18: STELA Quartier, mittelfristige Vision	34
Abb. 19: Bestandsgebäude im STELA-Quartiers: Fassadengestaltung, Außenraumgestaltung, private Freiräume, Gebäudeeinschnitt im Bereich des Stiegenhauses.....	38
Abb. 20: Konstruktionsprinzip STELA - Sanierung mit Pufferzone	39
Abb. 21: Systemdarstellung STELA-Pufferzone (Variante Brettsper Holz).....	40
Abb. 22: Fassadenbild - Bestand (oben), STELA (unten)	44
Abb. 23: Heizwärmebedarf - Vergleichswerte.....	45
Abb. 24: Demonstrationsmodul Pebalstraße 33 (Foto: Alexander Gebetsroither)	46
Abb. 25: Demonstrationsanlage - Bezug zum Grünraum (Foto: Alexander Gebetsroither).....	47
Abb. 26: Baufortschritt bzw. einzelne Arbeitsschritte am Demonstrationsmodul	48
Abb. 27: Ausführungsplan Demonstrationsmodul	49
Abb. 28: Systemschnitt Pufferzone (Ausführungsvariante Brettsper Holz).....	50
Abb. 29: Holz bestimmt die Atmosphäre im Inneren der Pufferzone. Schiebeverglasung und Jalousie dienen zur Kontrolle der klimatischen Bedingungen. (Fotos: Alexander Gebetsroither)	51
Abb. 30: Unterschiedliche ausgeformte Aufenthaltsbereiche dienen einer Vielzahl an möglichen Nutzungen (oben). Durch die großflächige barrierefreie Schiebetüre bilden bestehenden Innenräume und Pufferzone ein Raumkontinuum (unten). (Fotos: Alexander Gebetsroith)	52
Abb. 31: Gegenüberstellung Energieverbrauch, Bedarf Energieausweis und Simulation	54
Abb. 32: Vergleich Energieausweis, Gebäudesimulation - unterschiedliche Varianten	55
Abb. 33: Bedarf und Deckung STELA Bestand, Sanierung - Variante C	55
Abb. 34: Behaglichkeit in der Pufferzone	56
Abb. 35: Raumlufttemperaturen Wohnung EG (Demonstrationsmodul), Süd-West.....	58
Abb. 36: Raumlufttemperaturen Wohnung 7.OG, Nord-West.....	58
Abb. 37: Sommerlicher Komfort Wohnung EG (Demonstrationsmodul).....	59
Abb. 38: Lufttemperaturen Pufferzone	59
Abb. 39: CO ₂ Konzentration Wohnung EG - 2016 (oben) 2017 (unten).....	60
Abb. 40: CO ₂ -Stundenmittelwerte nach Häufigkeit, Wohnung EG, 2017	61
Abb. 41: Kumulierte THG-Reduktionen - Szenario 1-3.....	68
Abb. 42: Auswahl der Forschungsfragen zur energetischen Betrachtung der Sanierungsmethode	70
Abb. 43: Varianten zur Einbindung des PV-Stroms.....	71
Abb. 44: LCA - zu berücksichtigende Aspekte	84
Abb. 45: Angestrebte Entwicklung der MIV- und NMV- Anteile im Stadtteil Judendorf	87
Abb. 46: Generelles Konzept der Geh- und Radverbindungen des Mobilitätskonzepts "Stadtteil Judendo	88
Abb. 47: Varianten der ÖV-Linienführung des Mobilitätskonzepts "Stadtteil Judendorf"	88
Abb. 48: Zonenkonzept für den Kfz-Verkehr des Mobilitätskonzepts "Stadtteil Judendorf"	89
Abb. 49: Entwicklung der Fahrzeugtypen nach Anteil der Energieträger für die beiden untersuchten Szenarien "Ziel mit STELA" und "Trend ohne STELA"	90

Abb. 50: Entwicklung der durchschnittlichen Verkehrsleistung pro Bewohner und Jahr für das Szenario "Ziel mit STELA".....	91
Abb. 51: Pilotprojekt Stufenplan.....	94
Abb. 52: Hauptverkehrsmittel im Haus Pebalstraße 33 lt. Befragung 2017.....	95
Abb. 53: Soziodemographische Analyse STELA – Quartier (Grafik: Institut für Gebäudelehre – TU Graz).....	97
Abb. 54: Siedlungsstruktur (Grafik: Institut für Gebäudelehre – TU Graz)	98
Abb. 55: Soziodemografische Struktur Wohngebäude einzeln (Grafik: Institut für Gebäudelehre – TU Graz).....	99
Abb. 56: Postwurfsendung (Vorderseite)	102
Abb. 57: Webseite (Titelseite - Ausschnitt)	102
Abb. 58: Dialogbüro vor Ort (Terrasse mit Größenverhältnissen entsprechend der geplanten Pufferzone).....	103
Abb. 59: Informationsveranstaltung - Projektpräsentation.....	104
Abb. 60: Abstimmungskarte	105
Abb. 61: Darstellung Wohnsituation - Wohnung 01, EG (Institut für Gebäudelehre – TU Graz)	107
Abb. 62: Darstellung Wohnsituation - Wohnung 26, 6.OG (Institut für Gebäudelehre – TU Graz).....	108
Abb. 63: Studie zur Übertragbarkeit der STELA-Methode.....	112
Abb. 64: Studie zur Übertragbarkeit der STELA-Methode. Längsgerichteter Baukörper mit Nord-Süd Orientierung. Bestand (oben), Sanierung (Mitte) Ausschnitt Fassade / Konstruktion (unten).....	113
Tabelle 1: Ziel- und Indikatorensystem KONVENTIONELL vs. STELA	77
Tabelle 2: Erweiterte KNA – Wertsynthese.....	78
Tabelle 3: Entwicklung der km-Verkehrsleistungen der Bewohner des Objektes Pebalstraße 33 für den Zeitraum 2015 bis 2025 für das Szenario "Trend ohne STELA" und Szenario "Ziel mit STELA".	92
Tabelle 4: Vorgeschlagenes Mobilitätsangebot (Fahrzeuge bzw. Stellplätze) für das Quartier STELA und das Objekt Pebalstraße 33.....	93

IMPRESSUM

Verfasser:

Stadtgemeinde Leoben

DI Heimo Berghold
Erzherzog Johann-Straße 2, 8700 Leoben
Telefon: +43 3842 4062-251
E-Mail: baudirektor@leoben.at

Projekt- und Kooperationspartner

IBO - Österreichisches Institut für Bauen
und Ökologie GmbH (Wien)
Montanuniversität Leoben - Lehrstuhl für
Thermoprozesstechnik, Lehrstuhl für
Wirtschafts- und Betriebswissenschaften,
Ausseninstitut (Steiermark)
Technische Universität Graz – Institut für
Gebäudelehre (Steiermark)
Technische Universität Graz – Institut für
Tragwerksentwurf (Steiermark)
Energie Steiermark AG (Steiermark)
NEXT Vertriebs- und Handels GmbH
(Steiermark)
Sammer & Partner ZT-GmbH (Steiermark)
Gangoly & Kristiner ZT-GmbH (Steiermark)
Vatter & Partner ZT-GmbH (Steiermark)
Norbert Rabl ZT-GmbH (Steiermark)
neukühn OG (Wien)

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber:

Klima- und Energiefonds
Gumpendorfer Straße 5/22
1060 Wien
office@klimafonds.gv.at
www.klimafonds.gv.at

Disclaimer:

Die AutorInnen tragen die alleinige
Verantwortung für den Inhalt dieses
Berichts. Er spiegelt nicht notwendigerweise
die Meinung des Klima- und Energiefonds
wider.

Der Klima- und Energiefonds ist nicht für die
Weiternutzung der hier enthaltenen
Informationen verantwortlich.

Gestaltung des Deckblattes:

ZS communication + art GmbH